



Universidad Nacional Autónoma de México

Posgrado en Filosofía de la Ciencia
Instituto de Investigaciones Filosóficas
Facultad de Ciencias
Facultad de Filosofía y Letras
Dirección General de Investigación de la Ciencia

La ciencia en la UNAM
Modelos, políticas y desafíos para la medición
del capital intelectual en el
Subsistema de la investigación Científica

Tesis

que para optar por el grado de
Doctora en Filosofía de la Ciencia

Presenta
Martha Elena Márquez Villegas

Director: Dr. León Olivé



2011



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.

COMITÉ TUTOR

- ✓ Dr. León Olivé - Director
Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM.

- ✓ Dr. Martín Puchet
Facultad de Economía, UNAM.

- ✓ Dra. Mónica Casalet
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México

- ✓ Dra. Rosaura Ruiz
Facultad de Ciencias, UNAM

- ✓ Dr. Carlos Merino
Universidad Autónoma de Madrid, España

A Andrés, sabes hijo que eres la fuente de mis fortalezas

Gracias a mis papás, Rubén y Gaby que siempre han estado conmigo.

A mis herman@s y Gaby, Rubén, Laura, Catalina, Gaby R., Luis B. Diego B. y Vicente O.

A mis sobrin@s:

Marlenne, José Luis, Geraldinne, Bruno, Diego, Luis, Galo, Renato, Sebastián, Rodrigo, Juan Pablo, Katya
a Grecia, Atenea (mis pequeñitas!)

A toda mi familia que siempre me ha apoyado.

A mi gran amiga, colega y compañera de andanzas, Catalina García Espinosa de los Monteros,
por su apoyo constante y ejemplo de dedicación.

A Atzimba Poceroba, amiga y guía invaluable.

A mis amigos Rosalba Namihira, Xochitl Ayala, César González, Saúl Silva,
Julieta Ojeda, Carlo Almeyra, Óscar Peralta,

a todos gracias por su cariño e impulso constante, son muchos años y experiencias juntos.

Agradecimientos

Agradezco al Dr. León Olivé, mi maestro, quien me ha cobijado con su generosidad y talento admirable.

Muchas gracias al Dr. Martín Puchet, a la Dra. Rosaura Ruiz, a la Dra. Mónica Casalet y al Dr. Carlos Merino, quienes me orientaron y mostraron los caminos a seguir para enriquecer el trabajo.

Agradezco las observaciones y comentarios del Dr. Andoni Ibarra, la Dra. Aurelia Modrego y el Dr. Thomas Mormann.

Gracias a Adán Alvarado, quien dedicó muchas horas trabajando la base de datos del Subsistema y las gráficas. Pasamos sin duda largos días y noches trabajando en la recopilación e integración, sé que fue un trabajo arduo que nos mostró muchas aristas en el camino, pero aprendimos algunas cosas no? También gracias a Andrés García quien colaboró al inicio de este trabajo.

A Iriana Ayala y Horacio Aguirre, amigos y compañeros que con profesionalismo y dedicación apuntalaron lo necesario para que la oficina funcionara y pudiera yo dedicar tiempo a esto.

Agradezco el apoyo del Posgrado en Filosofía de la Ciencia por sus gestiones, en especial al Dr. Jorge Linares, la Mtra. Fabiola Villela, Noemí Vidal y Elizabeth Barajas.

Al Mtro. Carlos Labastida porque siempre creyó en mí, gracias por su apoyo y amistad de tantos años.

Agradezco al Subsistema de la Investigación Científica, lugar donde trabajé por 15 años, fue la razón de mi curiosidad e inquietud por investigar más y buscar soluciones a lo que por mucho tiempo observé y viví.

Agradezco al Seminario de Investigación sobre Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural, a los proyectos PAPIIT IN402509 y CONACYT 82818.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, mi casa, nuestra Máxima Casa de Estudios.

La ciencia en la UNAM. Modelos, políticas y desafíos para la medición del capital intelectual en el Subsistema de la Investigación Científica

Índice

Introducción	2	
PARTE I		
La ciencia universitaria		
Capítulo I		
La ciencia universitaria. Cambios y retos actuales		
1- Transformaciones en la generación de la ciencia	10	
2- Ciencia y educación en América Latina	18	
3- Estructura organizacional de la actividad científica en México	23	
4- La organización de la ciencia en la UNAM	36	
Capítulo II		
Capital intelectual y su papel para la ciencia universitaria		
1- Los indicadores en la medición del conocimiento	42	
2- El capital intelectual. Orígenes, desarrollo y aplicación	49	
3- Modelos de medición del capital intelectual	55	
4- El capital intelectual en la medición de la universidad	63	
PARTE II		
Construcción de capacidades científicas en la Universidad		
Capítulo III		
Hacia la elaboración de un modelo de medición. Propuestas y desafíos		65
1- Experiencias de medición del capital intelectual en entornos universitarios	66	
2- Indicadores para medir la investigación en la UNAM	73	
3- Modelos de medición para el Subsistema de la Investigación Científica	83	
4- Resultados obtenidos para los modelos	88	
Capítulo IV		
Capacidades y políticas del SIC		
1- Condiciones institucionales para el desarrollo	105	
2- De 1929 a los años cincuenta	111	
3- El desarrollo de los años sesenta y setenta	119	
4- El Subsistema de la Investigación Científica de 1980 a 2006	125	
Conclusiones	153	
Bibliografía	162	
Lista de figuras	180	
Lista de gráficas	181	

Introducción

En esta investigación se plantea la medición de capital intelectual y su fuerza explicativa sobre los sistemas de ciencia y tecnología en las universidades. Se parte de la tesis de que la medición del capital intelectual de la ciencia universitaria, proporciona elementos útiles para la comprensión de los sistemas científicos y para la orientación de políticas científicas en la Universidad Nacional Autónoma de México. A partir de ello se presenta la propuesta de dos modelos de medición del capital intelectual del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los ejes articuladores que orientan esta investigación son la gestión, la planeación y la evaluación, desde la perspectiva de la organización de los sistemas científicos universitarios, que orienta y determina la puesta en marcha de políticas. Con ello, los objetivos específicos que se persiguen con la presente investigación son:

1) Dar cuenta de las transformaciones organizacionales e institucionales implicadas en la generación del conocimiento científico. Este objetivo es abordado en el capítulo I, donde se profundiza sobre los cambios que ha tenido la generación de la ciencia, sus retos y transformaciones recientes que han llevado a la búsqueda de formas distintas de organización y cambios en la configuración de la ciencia universitaria y sus políticas. Se analiza el entorno institucional que da cabida a la investigación científica en México y la organización de la ciencia en la UNAM, en particular en el SIC.

2) Comprender cómo los modelos de medición de capital intelectual pueden dar luz sobre las capacidades de un sistema científico así como potenciar su aprovechamiento. Para alcanzar este objetivo, en el capítulo II se aborda el origen de la idea de capital intelectual, cuál ha sido su desarrollo en la práctica, y cuáles han sido los modelos de indicadores más comunes en el mundo para su medición, así como cuál es su importancia para las universidades en los nuevos esquemas de generación del conocimiento.

3) Profundizar sobre el papel de los indicadores utilizados para medir el capital intelectual de las universidades, su fuerza explicativa y limitaciones para medir los sistemas científicos. Por ello, en el capítulo III se aborda cómo la medición del capital intelectual puede dar cuenta del estado de la actividad universitaria y se exponen las experiencias en otros países. A partir de esto, se elaboraron dos propuestas de indicadores para medir la actividad científica del subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, como una aproximación que puede dar cuenta de las fortalezas y debilidades de los sistemas científicos, con el fin de abonar en el diagnóstico para una mejor articulación de sus actividades y definición de estrategias.

Además de las propuestas de indicadores, se creó una base de datos (anexa) que contiene la información del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, para los años 1980 a 2006, organizada a partir de los indicadores definidos para medir el capital humano, el capital estructural, el capital relacional y la producción científica, y se presentan en el texto algunas de las gráficas disponibles en la base de datos.

4) El cuarto objetivo es conocer cómo se han integrado las capacidades del Subsistema de la Investigación Científica, por medio del análisis de las políticas y acciones estratégicas que han estructurado su desarrollo. En el capítulo IV se observan las condiciones cualitativas del entorno que han influido en la conformación del Subsistema, y se desglosan los elementos particulares de las políticas y acciones ejercidas a lo largo de varias décadas.

A partir de los objetivos específicos, se realizó la siguiente cartografía como marco teórico para identificar elementos de la literatura que han sido de utilidad para resolver problemáticas semejantes, que se integran ahora en una misma propuesta.

El primer planteamiento se refiere al surgimiento de nuevas prácticas de investigación y su estrecha relación con el surgimiento de nuevos modelos universitarios, es decir, de nuevas formas de organización universitaria¹. Como se ha comprobado, la producción del conocimiento científico ha sido modificada al dejar de estar centrado en comunidades académicas para constituirse por diversos actores, dando lugar a distintos intereses involucrados, procesos de validación, evaluación y formas de organización heterogéneas determinadas por los actores que participan². “El nuevo modo de producción de conocimiento afecta no sólo qué conocimiento es producido, sino también cómo se produce, el contexto en que se genera, la forma en que se organiza, el sistema de recompensas que utiliza y los mecanismos que

¹ Clark, Burton R. (2000) *Creando universidades innovadoras. Estrategias organizacionales para la transformación*. Col. Problemas educativos. UNAM-Coordinación de Humanidades y Porrúa, México.

² Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994) *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Sage Publications. London.

controlan la calidad de lo que se produce"³. Con ello, el papel de las universidades se modifica e impulsa el desarrollo y crecimiento de las economías⁴.

Con las nuevas formas de producción del conocimiento el papel de las universidades es cuestionado y se busca intensificar la vinculación con el sector productivo y gubernamental, en lo que se ha denominado como triple hélice⁵. Este modelo ha mostrado e identificado cambios en la producción, intercambio y uso del conocimiento, todos ellos permeados por el proceso de capitalización. Con ello, esta nueva forma dinámica puede describirse como un sistema de producción de conocimiento socialmente distribuido pero además robusto⁶.

El segundo planteamiento es el relativo al surgimiento de los estudios sobre la medición del capital intelectual como una de las vertientes teóricas que se han abierto en la búsqueda para encontrar herramientas en la medición de las actividades científicas⁷.

Se identifican diferentes perspectivas sobre el capital, para la acepción marxista es uno de los factores clave de la producción dentro del sistema de producción capitalista, que se refiere a los recursos, bienes y valores disponibles para satisfacer una necesidad o realizar una determinada actividad y generar así

³ *Ibíd*

⁴ Yusuf, Shahid y Nabeshima, Kaoru (Eds.) (2007) *How universities promote economic growth*. World Bank. Washington DC, 286 p.

⁵ Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1996) "Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations", *Science and Public Policy* #23 - 5, 279-286.

⁶ Nowotni, H., Scott, P., Gibbons, M. (2001) *Re-Thinking Science. Knowledge and the public in an Age of Uncertainty*. Cambridge Polity Press, 278 p.

⁷ Proyecto MERITUM (**ME**asu**R**ing **I**n**T**angibles to **U**nderstand and improve innovation **M**anagement) (2002) *Directrices para la gestión y difusión de información sobre intangibles (Informe sobre Capital Intelectual)*. Comisión Europea <http://www.uam.es/proyectosinv/meritum/>

un beneficio económico⁸. Bourdieu⁹ por su parte, ha demostrado que existen distintos tipos de capital y que éste es inherente a las estructuras sociales tanto objetivas como subjetivas¹⁰. Así, es posible considerar que el capital es un factor clave en toda actividad productiva, en la cual genera una mayor fuerza o beneficio en la producción, este capital puede ser acumulado para aumentar el capital original¹¹.

El concepto de *capital intelectual* ha tenido distintas definiciones, entre ellas, la primera es atribuida por Roos¹², Feiwal¹³, Serenko y Bontis¹⁴ y Bontis¹⁵ a Galbraith, quien en 1969 se refería a que lo intelectual era mucho más que únicamente el intelecto y plantea la idea de que existe la acción intelectual como un medio dinámico para lograr un fin¹⁶. De tal forma, el capital intelectual se concibe como un activo intangible dinámico, al mismo tiempo que se considera como una forma de creación de valor¹⁷ y un activo sumamente valioso en el sentido económico tradicional¹⁸.

⁸ Vence Deza, X. (1995) *Economía de la innovación y del cambio tecnológico. Una revisión crítica*. Siglo XXI, España. 496 p.

⁹ Bourdieu, P. (1979a) "Les trois états du capital culturel", *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, núm. 30, pp. 3-6

¹⁰ Bourdieu, P. (2000) *Poder, derecho y clases sociales*. Ed. Desclée de Brouwer. Bilbao. 244 p.

¹¹ *Op cit*

¹² Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001) *Capital Intelectual*. Buenos Aires: Paidós.

¹³ Feiwal G. (1975) *The Intellectual Capital of Michal Kalecki: A Study in Economic Theory and Policy*. University of Tennessee: Knoxville, TN.

¹⁴ Serenko y Bontis (2004) "Meta-Review of Knowledge Management and Intellectual Capital Literature: Citation Impact and Research Productivity Rankings" *Knowledge and Process Management* Volumen 11, número 3 pp. 185-198.

¹⁵ Bontis, N. (1998a) "Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models". *Management Decision*, Vol. 36, No. 2, pp. 63-76.

¹⁶ Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001) *Capital Intelectual*. Paidós. Buenos Aires. Y Bontis, N. (1998a) "Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models". *Management Decision*, Vol. 36, No. 2, pp. 63-76.

¹⁷ Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press.

¹⁸ Stewart, Thomas (1994) "Your company`s most valuable Asset: intellectual capital". *Fortune*, No. 3, pp. 28-33.

Una de las aportaciones más significativas para la medición del capital intelectual es la teoría de recursos y capacidades¹⁹, precursora de las teorías de gestión del conocimiento.

La teoría de los recursos y capacidades está enfocada en analizar algunos aspectos fundamentales de las organizaciones y considera que éstas pueden diferenciarse por tres aspectos que brinda su estudio en un entorno específico: 1) poseen las características en un momento determinado, es por ello que surgen las diferencias de rentabilidad; 2) el papel cada vez más relevante en las estrategias a utilizar; y 3) en función del entorno, y de lo que esté disponible para el desarrollo, serán los beneficios. El aspecto más importante es que coloca a los recursos y las capacidades de las organizaciones en el centro de atención y plantea la existencia de activos no considerados al analizar los resultados y el desempeño. Estas ideas refuerzan la presencia e importancia de aquellos activos, denominados intangibles, los cuales ya eran puestos en evidencia por distintos autores y ahora sirven como herramientas para la medición de las actividades en las organizaciones y que hace algunos años han alcanzado también a las universidades²⁰.

En cuanto a las teorías de gestión del conocimiento (Knowledge Management -KM-), existen tres perspectivas principales: a) una enfocada en la información, que se refiere a su tratamiento, características y accesibilidad; b) la perspectiva orientada a los recursos tecnológicos o infraestructura de los sistemas de manejo de información, tales como multimedia o internet; y c) la perspectiva de la cultura organizacional, donde se enfatiza el aprendizaje continuo y colectivo²¹.

¹⁹ Porter, M. (1982), *Estrategia Competitiva*, CECSA, México.

²⁰ Bueno, E. (Dir.) (2003) *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid y Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

²¹ Alavi. M. y Leidner, D. (1999) "*Knowledge management systems: Issues, challenges, and benefits*".

Para esta investigación, se asume que la gestión del conocimiento se refiere a las herramientas, técnicas y estrategias para retener, analizar, organizar, mejorar y compartir las habilidades, entrenamientos, estudios, prácticas o *expertise*. Tradicionalmente, las organizaciones basaban su éxito en las capacidades físicas o materiales con que contaban, sin embargo, ahora lo que se busca es identificación de las capacidades, rapidez en la innovación, agilidad en las negociaciones, eficiencia en las asociaciones, aprendizaje puntual, y procurar desarrollar sus ventajas con el conocimiento con que se cuenta²². Es la combinación de la cultura organizacional, los objetivos estratégicos, las necesidades particulares, y la experiencia de la gente para crear un ambiente de aprendizaje y crecimiento²³.

Así, la gestión de la ciencia universitaria resulta fundamental y requiere de distintos procedimientos, metodologías e instrumentos, pero además de recursos humanos capacitados y en particular del establecimiento de metas específicas que orienten las decisiones para la alcanzar los fines y objetivos previstos. Así la gestión se realiza conforme se han establecido, de forma tácita o explícita, las políticas, y conforme los fines que se persiguen.

El tercer planteamiento es el relativo a la puesta en práctica de la medición del capital intelectual en las universidades. El papel protagónico de las universidades en la generación del conocimiento se ha evidenciado con la Declaración de Bologna²⁴; ante ello, aún cuando se trata de un programa europeo,

Ed. Communications of Association for Information Systems (AIS), Volumen 1, Artículo 7, Febrero.

²² Groff, T. y Jonas, T. (2003) *Introduction to Knowledge Management. KM in business*. Ed. Butterworth-Heinemann (Elsevier Science), Burlington, MA. 185 p.

²³ Zhao, J. y Ordóñez de Pablos, P. (2011) "Regional knowledge management: the perspective of management theory". *Behaviour & Information Technology*. Vol. 30 número 1, pp. 39-49.

²⁴ Espacio Europeo de Educación Superior (1999) *Declaración de Bolonia*. Bolonia, 16 de junio.

en diversas regiones del mundo se han intensificado los esfuerzos por demostrar que la medición del capital intelectual en las universidades con indicadores de actividades científicas, permite indagar los límites y retos para los estudios de caso, y proporciona información importante para mejorar las actividades científicas. Por esta razón, se abordan en el presente trabajo los casos de Austria, España y Polonia. Se identifica así a los indicadores como elementos de información que generan transparencia y fomentan y propician el debate y el análisis comparativo, con lo que se convierten en instrumentos insustituibles para la toma de decisiones²⁵ de políticas.

Dentro de este marco de analítico se construye la presente investigación con el fin de abonar en la discusión, comprensión y medición de las actividades científicas y políticas del Subsistema de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

NOTA: Es necesario precisar que para la presente investigación solamente se contemplaron dentro del SIC al conjunto de 19 institutos y 10 centros de investigación científica, en tres áreas del conocimiento: ciencias de la tierra e ingeniería; ciencias químicas, biológicas y de la salud; y ciencias física-matemáticas. Los años para los cuales se recopiló, clasificó y generó información del Subsistema son de 1980 a 2006.

Las instancias siguientes no se consideraron para efectos de los modelos propuestos ni para la información recabada debido a que no existía información específica ni consistente para todos los años: Reserva Ecológica (Secretaría ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel), los buques oceanográficos (Coordinación de Plataformas Oceanográficas), los proyectos del Programa IMPULSA y los Programas: Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS); Programa Universitario de Alimentos (PUAL); Programa Universitario de Energía (PUE) Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA); Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería de Materiales (PUCIM), Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC).

²⁵ Modrego, A. (Coord.) (2002) *Capital intelectual y producción científica*. Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

PARTE I

La ciencia universitaria

Capítulo I

La ciencia universitaria. Cambios y retos actuales

En este capítulo se analizarán los cambios que ha tenido la organización de la ciencia universitaria, sus retos y transformaciones recientes relacionados con la búsqueda de formas distintas de organización que lleven a aprovechar de mejor forma los cada vez más limitados recursos con los que cuentan y a aumentar la vinculación universitaria con otros actores sociales. Se parte de la hipótesis de que actualmente se gestan nuevas formas de generación de conocimiento científico que involucran importantes cambios organizacionales y en las prácticas de investigación en las universidades desde hace al menos dos décadas, como en el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México.

1- Transformaciones en la generación de la ciencia

Durante la *primera revolución académica*²⁶ se dio una expansión de la base del conocimiento desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Si bien desde hace siglos se crea conocimiento, las universidades atrajeron para sí el papel no sólo de transmisión de conocimiento, sino de su generación, es así que se introdujo en las universidades el papel de creadoras de conocimiento, es decir, se consolidó la importancia de la investigación, sin descuidar la docencia y la preservación de la cultura. Este fenómeno se vio magnificado por el hecho de que se fueron creando

²⁶ Etzkowitz, H. (1990) "The Second Academic Revolution", en Susan Cozzens y Peter Healey (ed.), *The Research System in Transition*. Ed. Kluwer. Amsterdam.

cada vez más centros de investigación y laboratorios, lo cual propició el desarrollo de nuevas formas de organización y división del quehacer científico tanto en los procesos inherentes a la investigación como en la gestión del conocimiento.

La *perspectiva lineal de la ciencia* ha perdurado desde hace más de sesenta años, en ella se considera que el conocimiento produce ciencia básica que da lugar a la ciencia aplicada y esto se traduce directamente en un mayor desarrollo social. Esta idea ha predominado al menos desde 1945²⁷ en la toma de decisiones sobre política científica, lo cual ha sido cuestionado por diversos autores debido a que este proceso no es lineal, por lo que se promueve una perspectiva mucho más democrática, integral y con una activa participación social que implica un *nuevo contrato social* para la ciencia y la tecnología²⁸.

La perspectiva lineal supone que hay transferencia de conocimiento científico hacia el mercado, la cual se realiza mediante instituciones de interfase²⁹ formadas por el productor y agentes demandantes, estas instituciones “surgen cuando se convienen reglas sobre:

- cómo se hace el intercambio entre productores y usuarios,
- cómo se establecen los derechos de propiedad de los productos científicos y

²⁷ A partir de la publicación de *Science, the endless frontier. A Report to the President* by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945. (United States Government Printing Office, Washington: 1945). Este informe fue presentado al Presidente Roosevelt, lo que justificó el impulso decidido a la ciencia en Estados Unidos.

²⁸ Olivé, L. (2007) *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. FCE, México.

²⁹ Puchet Anyul, M. (2005) “Aspectos institucionales de las políticas científicas y tecnológicas. Carencias en la definición de interfases entre investigación científica y usuarios de tecnología”. *Mesa: La política científica y tecnológica de México y la propiedad intelectual. Seminario de creación de capacidades en el campo de los derechos de propiedad intelectual*. CEPAL, México D.F., 16 de noviembre.

- cómo se reparten los costos y beneficios de la investigación científica”³⁰.

En algunos casos estas instituciones de interfase son imperfectas e incompletas, con lo cual se rompe la cadena lineal de comunicación entre agentes, dificultando la generación y transmisión de conocimiento.

Este modelo ha propiciado el establecimiento de políticas específicas para el desarrollo de la ciencia y tecnología desde la Segunda Guerra Mundial, y es denominado por algunos autores como “el viejo contrato social sobre la ciencia”; en él subyace la concepción de que existe una relación directa que lleva desde la ciencia básica hasta el bienestar social, por medio de la ciencia aplicada (pasando por las ingenierías) y la innovación. Ahí, la interacción ciencia-sociedad está dada por la innovación.

Este “viejo modelo” ha sido criticado porque no existe una relación causa-efecto o directa entre investigación básica-innovación tecnológica-bienestar social. Por otra parte, se han encontrado problemas filosóficos y prácticos dado que, bajo esta idea, se ha caído en el error de apoyar casi en exclusiva la fase final, la innovación, descuidando o buscando suprimir la ciencia básica, como si fuera “inservible dado que difícilmente encuentra un mercado de consumo inmediato, a diferencia de los artefactos tecnocientíficos, con lo cual incluso este modelo queda debilitado. Otro de los problemas que plantea esta concepción lineal, es la pretendida ausencia de valores e intereses en las actividades científicas y

³⁰ “En México, las raíces son las instituciones públicas de educación superior, la mayoría de las instituciones de interfase son convenios o acuerdos informales entre las esas instituciones públicas y diversas clases de usuarios, y las reglas establecidas son incompletas e imperfectas.” Véase: Puchet, M. y Ruiz Nápoles, P. (2005) “Carencias institucionales en la legislación mexicana de CyT y regulación de procesos de producción de conocimiento: Interfases y coordinación entre investigación científica y educación superior”. Ponencia en *Los retos de la investigación científica*. 2ª. Sesión del Seminario Permanente del Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México, 20 de abril.

tecnológicas, y que el sistema científico es considerado como autónomo y sin responsabilidad social sobre lo que genera³¹, lo cual, la evidencia histórica del desarrollo de la ciencia y la tecnología demuestra que no es así.

Desde los años ochenta se habla de la emergencia de un nuevo sistema de relaciones en torno a los sistemas científicos o “nuevo contrato social”³², entre la academia y la sociedad, debido a la necesidad de nuevos esquemas de financiamiento en las universidades. Hasta la década de los años ochenta este contrato se establecía principalmente entre el gobierno federal y las universidades, sin embargo, a raíz de las crisis económicas y la apertura de los mercados, el denominado contrato social se extiende y replantea para brindar una mayor y directa apertura a la vinculación y trabajo conjunto con las empresas, a fin de contribuir al desarrollo económico; es así como se establecen relaciones que son concretadas en asociaciones, relaciones o *contratos específicos*³³ con cada agente social.

Los procesos de aceleración en la generación del conocimiento a partir de la década de los años ochenta del siglo XX coincidieron con la expansión de las universidades, con el desarrollo e introducción de las nuevas tecnologías a nivel masivo y, con ello, la exploración de las capacidades y recursos de los países al poder intercambiar el conocimiento a una velocidad nunca antes vista. Así se identifica la detonación de una *segunda revolución académica*³⁴, que tiene lugar cuando a las labores de investigación y docencia en las universidades se les agrega

³¹ Puede consultarse Olivé, L. (2007 y 2000), así como Echeverría (2002)

³² Etzkowitz, H. (1993) “Academic-industry relations: a new mode of production?”. Ponencia presentada en el *Workshop on academic industry relations*, Centro para la Innovación Tecnológica-UNAM, 25 al 27 de enero, México.

³³ Guston y Keniston (1994) *The Fragile Contract: University Science and the Federal Government*. Cambridge, MA. MIT Press.

³⁴ *Ibíd*

la tarea de la generación de riqueza. Durante esta década tienen lugar una serie de cambios en las formas de gestación, producción y organización del conocimiento en las universidades, cambios producidos por el creciente y central papel del conocimiento en las economías y por los fenómenos de privatización del conocimiento.

Los mercados económicos y la transmisión de la información se convirtieron en globales, estos cambios fueron producidos por la actividad científica y tecnológica, es decir, el impulso en áreas del conocimiento y desarrollo tecnológico dieron lugar, por ejemplo, a nuevas tecnologías y revoluciones en la elaboración de nuevos materiales o en las áreas biotecnológicas. Así, las empresas observaron a las universidades con mayor interés por la posibilidad de obtener mayores capacidades a través del desarrollo de conocimiento científico. También la participación de las empresas apoyadas en las nuevas tecnologías, permitió e intensificó las relaciones y las posibilidades de desarrollo nacional e internacional con empresas multinacionales y nacionales. El uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación modificó la generación de productos y servicios así como los procesos de producción industrial.

Los problemas económicos y la escasez de recursos estimularon las iniciativas de cooperación y de búsqueda de nuevas relaciones, y fueron los propios gobiernos quienes fomentaron las interacciones universidad-industria, emergiendo los parques científicos y las incubadoras de empresas. La perspectiva de la *triple hélice*³⁵ se refiere a estas vinculaciones. Desde los años sesenta esto era planteado como *el triángulo de Sábato*³⁶, en donde se afirmaba como necesaria la conjunción del gobierno como diseñador y ejecutor de la política; de la

³⁵ Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1996) *Op cit*

³⁶ Sábato, Jorge A. y Botana, Natalio (1968) "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", *Revista de la Integración*. Buenos Aires: INTAL. Año 1, Número 3, pp. 15-36.

infraestructura científico-tecnológica como sector de oferta de tecnología; y del sector productivo como demandante de tecnología. Dentro de esta perspectiva se otorga mayor importancia a la fortaleza de las conexiones entre los agentes que a los propios agentes que intervienen, gobierno, sector productivo e infraestructura científico-tecnológica.

Por otra parte, Gibbons y otros autores³⁷ afirman que hay dos modos de producción del conocimiento, el *modo uno* en el cual la investigación que se realiza se puede caracterizar por tener problemas definidos en el ámbito académico y “dentro de las fronteras de cada disciplina”³⁸, cuenta con formas de organización regidas por las normas de la ciencia; no se le considera socialmente responsable; se transmite a través de las publicaciones académicas y es validado y evaluado por la comunidad de especialistas, ya sean pares, académicos o comunidades científicas.

En el *modo dos*, llamado también *modo de producción socialmente distribuido*, el conocimiento no se concentra en un agente específico, sino que se produce de forma transdisciplinaria y en un contexto de aplicación, es decir que aunque puede organizarse desde perspectivas disciplinares, el planteamiento del problema se hace de manera conjunta y la solución se busca en función del problema a resolver y no de la disciplina, no se trata de agrupar investigadores de distintas áreas, sino de conformar problemas y soluciones que atraviesen por distintos campos con perspectivas integrales, esto influye en la organización de los grupos de investigación, la cual es a través de la resolución de problemas con la integración de proyectos y no por campos disciplinares. La validación del conocimiento de ahí surgido se realiza con los estándares de las comunidades científicas pero con la participación de todos los agentes.

³⁷ Gibbons, M., Limoges, C., et al. (1994) *Op cit*

³⁸ Olivé, L. (2007) *Op cit*

En relación a los agentes involucrados en la generación del conocimiento, en el *modo dos* éstos dejan de ser únicamente especialistas para conformar un espectro más amplio que involucra a laboratorios industriales, consultorías, centros de investigación e instituciones de educación superior en su conjunto, esto tiene como consecuencia que los esquemas de financiamiento y la explotación o aprovechamiento del conocimiento también se diversifican. Al estar involucrados un mayor número y diversidad de agentes en torno a problemáticas particulares, es difícil deslindarlos de los resultados de sus investigaciones y se comparte la responsabilidad social.

Desde la concepción del *modo dos*, surgen cambios en la actividad científica: la división del trabajo, las estructuras sociales al interior de las propias comunidades científicas, los mecanismos de evaluación de la ciencia. Las relaciones sociales se ven transformadas al encontrar nuevas dinámicas y condiciones económicas, pues ante la limitación de recursos, se trabaja en grupos de investigación conformados en torno a proyectos y no en función de los individuos.

También los sistemas axiológicos han sido modificados en los modos de producción del conocimiento³⁹. En los sistemas tradicionales la responsabilidad quedaba a la deriva, pues la comunidad productora del conocimiento establece las normas y criterios de evaluación, mientras que en los “nuevos” sistemas emergentes los valores, intereses y responsabilidades se establecen entre distintos grupos sociales participantes⁴⁰.

³⁹ Olivé, L. (2007) *Op cit*

⁴⁰ Casas, R. y Dettmer, J. (2008) “ Sociedad Del Conocimiento, Capital Intelectual Y Organizaciones Innovadoras”, en G. Valenti, M. Casalet y D. Avaro (Coords.), *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*, FLACSO México / Plaza y Valdés, México, pp. 21-59.

Los distintos niveles de cambio dentro de los nuevos esquemas surgen de una concepción distinta de la actividad científica como generadora de conocimiento, pues se le considera como elemento económico dentro de los sistemas de innovación y desarrollo. El conocimiento se visualiza como motor del desarrollo de las naciones, con la premisa de que el impulso a la ciencia y la tecnología favorecerán su desarrollo, y es así que el conocimiento científico producido en las universidades y centros de investigación públicos y privados adquiere una relevancia aún mayor.

Con estos dos modos de producción de conocimiento coexistentes, se ha generado una tensión entre las estructuras, las prácticas y los modelos organizativos para dar cauce a los distintos intereses. Sin embargo, al mirar las prácticas de políticas establecidas para los financiamientos internacionales, es posible determinar que poco a poco va ganando terreno la perspectiva economicista, poniendo de relieve la importancia en la asignación de recursos financieros en actividades científicas y tecnológicas con más rápido retorno de inversión, y lo mismo está ocurriendo con las universidades alrededor del mundo, bajo el esquema de “universidades emprendedoras”.

Las transformaciones en la producción y organización de la ciencia en los países de América Latina han ido a la par de las limitaciones financieras que imponen restricciones cada vez más fuertes a la vez que en el entorno internacional las exigencias por aumentar los vínculos y la innovación aumentan⁴¹. Dado que el conocimiento científico en esta región se produce casi en su totalidad en las universidades, centros e instituciones de educación superior, las

⁴¹ Cimoli, M. (Coord.) (2010) *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 108 p.

afectaciones de reducción presupuestal invariablemente inciden en dos sentidos: la educación superior y la investigación científica.

2- Ciencia y educación en América Latina

El desarrollo de las universidades en América Latina está vinculado a los procesos políticos y sociales, así como de industrialización, integración y desarrollo de las capacidades productivas de cada país, ante los cuales los sistemas científicos se organizaron con características propias de cada entorno, en función de sus contextos históricos, económicos, políticos y sociales⁴².

Las instituciones de educación superior persiguen distintos fines en congruencia con sus objetivos, que pueden ser de desarrollo local, regional y nacional, en función de ello, su organización y estructura serán acordes. Sus alcances también están limitados por los recursos con que cuentan para el logro de sus metas.

La emergencia de una mayor cantidad de instituciones de educación superior y su diversificación surgió ante varios factores: el alto crecimiento de la matrícula que se dio en las últimas décadas, relacionado con el crecimiento poblacional y de las ciudades; la necesidad de adquirir mayores destrezas y

⁴² En el caso de México, después de una década de los años sesenta en la cual se afrontaron muchos problemas y reajustes sociales y políticos, con la sombra de los movimientos estudiantiles y la represión gubernamental que llevó a la masacre de Tlatelolco del 2 de octubre de 1968, mientras al mismo tiempo se daba la imagen internacional de un México moderno y de vanguardia con la celebración de las olimpiadas. Así, en los años setenta inicia el periodo llamado "guerra sucia"; fue también cuando se implementaron las políticas de impulso a la infraestructura científica del país, creándose así el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y surgiendo distintos centros educativos y de investigación que dieron cabida a académicos de América Latina que salían de sus países ante los problemas políticos.

preparación más allá de la fuerza laboral necesaria para la industria; la creciente limitación de los recursos gubernamentales para áreas educativas y de desarrollo científico y tecnológico.

Estos elementos se convirtieron en caldo de cultivo que incentivó la creación de distintas instituciones educativas y surgieron así un gran número de universidades regionales, con financiamiento públicos o privados y universidades politécnicas o profesionalizantes. Con ello, las instituciones privadas crecieron de manera exponencial e incluso descontrolada, con orientaciones que van desde la educación laica o religiosa, hasta aquellas que surgen con metas de desarrollo local o solamente con fines de lucro. Estas tendencias de crecimiento de la educación superior han dado lugar a que los servicios educativos no siempre sean de la mejor calidad. Estas instituciones de educación superior están involucradas en la preparación profesional y la transmisión de conocimiento para la formación de recursos humanos, sin embargo, la mayor parte no se dedica a las actividades de investigación y desarrollo de conocimiento científico. Aquellas universidades con mayor tradición e historia son también las que realizan estas tareas.

Los esquemas de financiamiento a la educación superior -principalmente provista por recursos públicos en América Latina- se han visto modificados y aunque en términos generales las cifras muestran que no se han reducido al menos desde los años noventa hasta 2005 (Figura 1), no ha sido suficiente el impulso, y más aún, la implementación, seguimiento y evaluación de programas deja mucho que desear, debido a que no ha sido precisa, transparente y adecuada, resultando así imprescindible la cuidadosa planeación de los recursos. Por ello, el Estado, pero sobre todo las propias instituciones de educación superior, han optado por el establecimiento de formas de organización y gestión del conocimiento acorde con los nuevos escenarios.

Figura 1. *Gasto público en educación en América Latina (1991 a 2005)*

Clasificación según el IDH	Gasto público en educación				Gasto público corriente en educación por nivel ^a (% del gasto público corriente total en educación)					
	Como % del PIB		Como % del gasto público total		Preescolar y primaria		Secundaria y enseñanza post-secundaria no universitaria		Terciaria	
	1991	2002-2005 ^b	1991	2002-2005 ^b	1991	2002-2005 ^b	1991	2002-2005 ^b	1991	2002-2005 ^b
DESARROLLO HUMANO ALTO										
1 Islandia	..	8,1	..	16,6	..	40	..	35	..	19
2 Noruega	7,1	7,7	14,6	16,6	38	28	27	35	16	33
3 Australia	4,9	4,7	14,8	13,3 ^c	..	34	..	41	..	25
4 Canadá	6,5	5,2	14,2	12,5 ^c	.. ^d	..	68	..	31	34 ^e
5 Irlanda	5,0	4,8	9,7	14,0	37	33	40	43	21	24
6 Suecia	7,1	7,4	13,8	12,9	48	34	20	38	13	28
7 Suiza	5,3	6,0	18,8	13,0	50	33	26	37	19	28
8 Japón	..	3,6	..	9,8	..	38 ^{c,e}	..	40 ^{c,e}	..	14 ^{c,e}
9 Países bajos	5,6	5,4	14,3	11,2	23	33	37	40	32	27
10 Francia	5,5	5,9	..	10,9	26	31	40	48	14	21
11 Finlandia	6,5	6,5	11,9	12,8	30	26	41	41	28	33
12 Estados Unidos	5,1	5,9	12,3	15,3	..	..	..	..	..	..
13 España	4,1	4,3	..	11,0	29	39	45	41	16	20
38 Argentina	3,3	3,8	..	13,1	..	45	..	38	..	17
39 Emiratos Árabes Unidos	2,0	1,3	15,0	27,4 ^e	..	..	..	..	..	..
40 Chile	2,4	3,5	10,0	18,5	..	47	..	39	..	15
46 Uruguay	2,5	2,6	16,6	7,9	36	42 ^{c,e}	29	38 ^{c,e}	24	20 ^{c,e}
47 Croacia	5,5	4,7	..	10,0	..	29 ^e	..	49 ^e	..	19
48 Costa Rica	3,4	4,9	21,8	18,5	38	66	22	34	36	—
49 Bahamas	3,7	3,6 ^{c,e}	16,3	19,7 ^{c,e}	..	..	..	..	..	..
50 Seychelles	6,5	5,4 ^e	11,6	..	..	40 ^e	..	42 ^e	..	18 ^e
51 Cuba	9,7	9,8	10,8	16,6	27	41	37	38	15	22
52 México	3,8	5,4	15,3	25,6	39	50	28	30	17	17
53 Bulgaria	5,4	4,2	..	..	70	36	..	45	14	19
62 Panamá	4,6	3,8 ^e	18,9	8,9 ^e	36	..	22	..	20	26 ^e
70 Brasil	..	4,4	..	10,9	..	41	..	40	..	19

Fuente: Información seleccionada de: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2007) *Informe sobre desarrollo humano (2007-2008)*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York. 386 p.

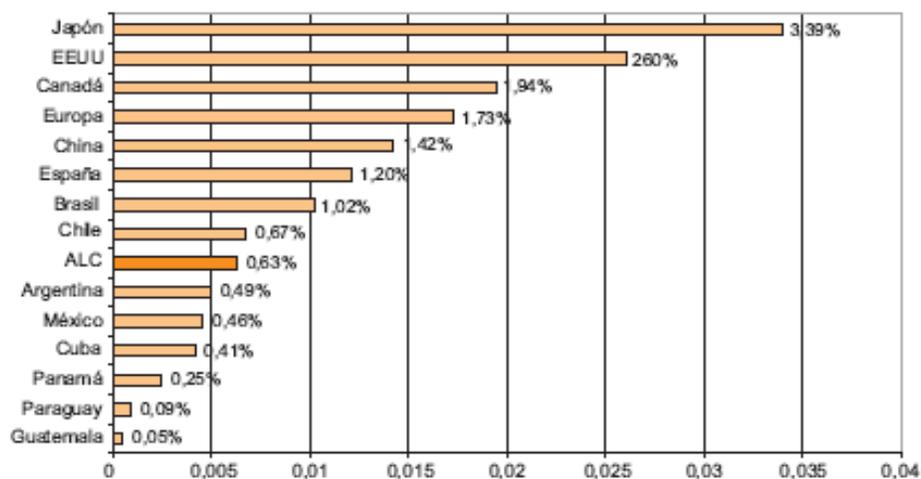
Los países miembros de la OCDE han incrementado sus inversiones en las instituciones de educación superior, sin embargo, los recursos destinados por los países más desarrollados son superiores al destinado por los países en desarrollo. Para el caso de México, durante las tres últimas décadas se ha gestado un mayor espacio para la estructuración de las capacidades educativas, científicas y tecnológicas, sin embargo su financiamiento ha sido una historia de altas y bajas a

la par de las condiciones económicas del país y ello, sumado a la deficiente organización y administración no ha permitido mejoras sustanciales.

La inversión en ciencia, tecnología y educación superior -y la educación en todos los niveles- es distinta para el caso de los países más desarrollados y los países latinoamericanos, sin embargo, no se trata solamente de la inyección de recursos en esas áreas, sino el acompañamiento de reformas en las políticas públicas, estrategias de gestión y organización nuevas, enlazadas a formas de evaluación.

En América Latina las universidades, como parte de los sistemas de I+D pueden apoyar y estimular la economía, sin embargo, sus alcances son muy limitados sobre todo por los recursos económicos destinados a la investigación científica (Figura 2). La mayor parte del presupuesto proviene de los recursos aportados por los gobiernos.

Figura 2. *Inversión en I+D con relación al PIB*



2006 o último año disponible

Fuente: RICYT - CYTED (2008) *El estado de la ciencia. Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2008.*

Para América Latina el financiamiento de los organismos internacionales como la OCDE, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, está orientado en función de las políticas que se han perfilado desde la mitad de la década de los años noventa en función de las estrategias orientadas a la innovación⁴³ y el estímulo de las empresas y sus vínculos con otros actores sociales.

Es necesario que las políticas estén orientadas a propiciar una educación superior de alta calidad, en la generación del conocimiento, en lograr destacar en áreas de oportunidad, pero además en responder a las demandas sociales para el establecimiento de una sociedad del conocimiento⁴⁴ de forma dinámica, sólida y sostenida⁴⁵.

Con ello, se favorecerán investigación y desarrollo científico-tecnológico con la calidad, competitividad y la identificación de nichos de oportunidad, capaz de generar desarrollo social al ser entrelazadas con políticas no sólo educativas y sociales, sino también política industrial, comercial y laboral, por lo que deben ser

⁴³ Sánchez-Daza y Campos Ríos (2005) "Ciencia y tecnología en México ¿Hacia la elaboración de políticas regionales?". En Corona, L. y Paunero, X. *Ciencia y tecnología para la innovación. Algunas experiencias en América Latina y el Caribe*. Ed. Universitat de Girona.

⁴⁴ Olivé, L. (2007) *Op cit* afirma que "... se ha venido hablando de la "sociedad del conocimiento" como una sociedad cuyas formas de organización en la economía, la educación y la cultura son diferentes a las desarrolladas en las sociedades industriales, y por tanto se le considera como la sucesora de la sociedad industrial. El concepto es ahora utilizado por gobiernos y organismos internacionales, por responsables de políticas económicas, educativas, científicas y tecnológicas, así como por círculos empresariales. Pero es importante subrayar, como se ha insistido con frecuencia, que en sentido estricto todavía no existe una sociedad del conocimiento, sino que el concepto más bien se refiere a un modelo de sociedad que está en construcción. Están en construcción tanto el modelo como la sociedad misma, aunque muchos de los rasgos de esa sociedad ya se encuentran en el presente. Vivimos, pues, en una sociedad en transición..."

⁴⁵ Resulta interesante observar el caso del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF) en México en cuanto a aplicación de políticas que involucran a distintos actores, aún cuando los resultados han sido a corto plazo por la reciente creación, las dinámicas que intenta inyectar al desarrollo científico local, así como la búsqueda de la participación social y el impacto en la calidad de vida de la población son significativas.

prioritarias y serán benéficas para la sociedad en su conjunto y fundamentales para el caso de América Latina.

Las instituciones de educación superior, particularmente las universidades, son ampliamente reconocidas como generadoras de conocimiento, de recursos humanos y desarrollo económico y social de las naciones, además impulsan y contribuyen a la preservación de la cultura de cada país, y en tal sentido, pueden contribuir a la generación de las sociedades del conocimiento.

3- Estructura organizacional de la actividad científica en México

La infraestructura institucional que existe en México para desarrollar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación está integrada por recursos económicos, humanos (investigadores, profesores, ingenieros, médicos, técnicos, estudiantes de posgrado, etc.) instalaciones, organizaciones e instituciones, empresas, administradores y gestores de la ciencia.

El organismo responsable de la elaboración de las políticas de ciencia y tecnología del país es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)⁴⁶, que fue creado en 1970 con el fin de consolidar el quehacer científico nacional⁴⁷. Cabe destacar que su creación obedeció a que en dicha década se creó y buscó

⁴⁶ El cual en 2000 operaba únicamente el 13% del gasto federal en ciencia y tecnología (CONACYT (2000) *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2000-2006*. México)

⁴⁷ En los años cincuenta existía ya el Instituto Nacional de la Investigación Científica, que sustituyó a la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica. El Instituto fue creado por decreto publicado el 28 de diciembre de 1950 y sus funciones fueron “el fomento, desarrollo y la coordinación de las investigaciones que se realicen en la República Mexicana relacionadas con las ciencias matemáticas, físicas, astronómicas, químicas, biológicas y geológicas, así como las ciencias aplicadas derivadas de ellas”. (Diario oficial de la Federación, 28 de diciembre de 1950, p. 6) (Citado por Domínguez-Martínez, Raúl (2000), *Historia de la física nuclear en México 1933-1963*. Centro de Estudios Sobre la Universidad, UNAM - Ed. Plaza y Valdés, México).

fortalecer la mayor parte de la infraestructura nacional para la ciencia por recomendación de la UNESCO, organismo que exhortaba a “asistir y apoyar la formación y organización de centros regionales de investigación y laboratorios, para incrementar y hacer más fructífera la colaboración internacional de científicos, en la búsqueda de nuevos conocimientos en los campos donde el esfuerzo de un país cualquiera de la región es insuficiente para esa tarea.” como se afirmó en la 5ª Sesión de la Conferencia General de la UNESCO, realizada en 1970, en Florencia, Italia⁴⁸.

Fue en los años setenta cuando la investigación científica recibió uno de sus más fuertes impulsos. En esta etapa se crearon los consejos de ciencia y tecnología en la mayor parte de los países latinoamericanos, los cuales tuvieron como principal objetivo estimular la formación de investigadores en los niveles de posgrado y dar un fuerte apoyo a la creación de instituciones de educación superior e investigación y al fortalecimiento de las existentes. Además, la investigación científica recibió grandes apoyos, tanto en el sector público como en el privado⁴⁹.

A partir de la crisis financiera en México a principios de los años ochenta y la gran inflación desatada, y como respuesta a la demanda de la comunidad académica y de investigación por condiciones económicas dignas, se creó el en 1984 el Sistema Nacional de Investigadores⁵⁰ (SNI), como un programa que estimulaba la investigación con el otorgamiento de porcentajes de sobresueldo a

⁴⁸ Barreiro, A. y Amílcar, D. (1999) *Cincuenta años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (ORCYT/UNESCO) Un análisis histórico de la cooperación en la región*. UNESCO, octubre.

⁴⁹ Vessuri, Hebe (2007) *The training of researchers in Latin America and the Caribbean*. UNESCO, Forum on higher education, research and knowledge. 48 p. Port of Spain, Trinidad, July.

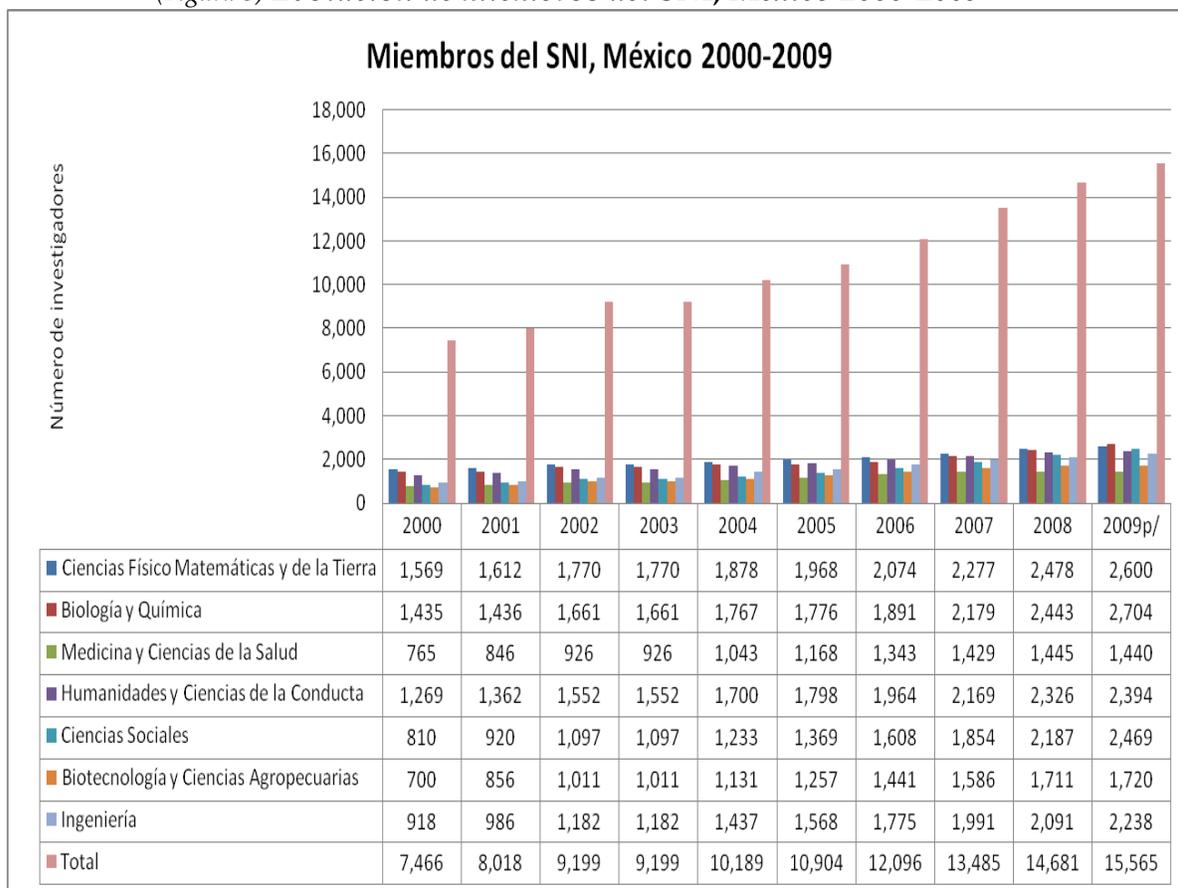
⁵⁰ El SNI fue creado como parte de la Secretaría de Educación Pública, el entonces presidente Miguel de la Madrid, publicó un Acuerdo de creación del SNI en el Diario Oficial de la Federación el jueves 26 de julio de 1984.

investigadores del país que cumplieran con los requisitos y criterios establecidos, como la producción científica, medida cuantitativamente. Las instituciones de educación superior también crearon en dicha década otros instrumentos internos de estímulos.

El SNI hasta 2009 contó con 15,565 investigadores en el país⁵¹(Figura 3). Su distribución marca una alta concentración en el Distrito Federal que obedece también a la centralización de las actividades de investigación y educación superior.

⁵¹ Según los datos más recientes que se pueden obtener en CONACYT.

(Figura 3) *Evolución de miembros del SNI, México 2000-2009*



2009/p = cifras preliminares

Fuente: Elaboración propia con datos de: CONACYT-Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica (2009) *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología. Anexo estadístico.*

Las áreas de investigación (Figura 4) que actualmente contempla el SNI son a) Ingeniería, b) Biotecnología y ciencias agropecuarias, c) Ciencias sociales, d) Humanidades y ciencias de la conducta, e) Medicina y ciencias de la salud, f) Biología y química, y g) Ciencias físico-matemáticas y de la Tierra.

(Figura 4) *Porcentaje de miembros SNI por área de investigación*



* cifras preliminares

Fuente: Elaboración propia con datos de: CONACYT-Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica (2009) *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología. Anexo estadístico.*

Si nos referimos a la formación de recursos humanos, en la década que va de 1995 a 2005 la matrícula de posgrado creció considerablemente, para llegar a ser un total de 13,887 graduados de doctorado, que se constituye por 11 doctores en ciencias e ingeniería por cada millón de habitantes, frente a 6 doctores por millón de habitantes en las ciencias sociales y humanidades. En el mismo periodo de 1995-2005 la incorporación al SNI se duplicó para pasar de 5,868 en 1995 a 10,925 en 2005, y para el 2008 se registraron un total de 14,681 investigadores⁵², es decir, creció de 2005 a 2008 un 42.84%. (Figura 5)

⁵² CONACYT (2008a) *Sistema Nacional de Investigadores. Información estadística*. 1º. de enero de 2008. www.conacyt.mx

(Figura 5) *Crecimiento del SNI - México (1984 a 2008)*



Fuente: CONACYT. Sistema Nacional de Investigadores (2008) *Información estadística*.

Además del CONACYT y el SNI, existen también centros y organismos estatales de ciencia y tecnología para cada uno de los Estados de la República, los cuales se han ido creando poco a poco en cada Estado y son los responsables de implementar las políticas en ciencia, tecnología e innovación en dichas entidades. Estos organismos desde 1988, se agrupan en una asociación civil con el nombre de *Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología*, que tiene como finalidad discutir y proponer iniciativas dentro de las políticas estatales, para mejorar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en la búsqueda de respuestas a problemas específicos locales y/o regionales.

El *Consejo Consultivo de Ciencias* de la Presidencia de la República (CCC) fue creado en 1989 con el fin de contar con un cuerpo asesor del Presidente en cuestiones de política científica y tecnológica, así como en decisiones sobre temas especializados. Este Consejo está integrado por 105 consejeros, que son

investigadores o tecnólogos que han sido reconocidos con el Premio Nacional de Ciencias y Artes, que es la máxima distinción que otorga el gobierno de México.

Por otra parte, existe también un organismo independiente con gran influencia política y en la toma de decisiones, que agrupa a los más destacados científicos del país, la *Academia Mexicana de Ciencias* (AMC)⁵³, que fue creada el 12 de agosto de 1959 por iniciativa de un grupo de científicos, en aquel entonces surgió con el nombre de *Academia de la Investigación Científica*, con el fin de “reunir a investigadores activos de diversos campos del conocimiento para compartir sus proyectos de búsquedas, propiciar la discusión, la crítica y la reflexión conjunta”⁵⁴. En 1996 tuvo el cambio de nombre (AMC) y se reestructuró para difundir, apoyar y promover la ciencia en el país a través de análisis, programas, diferentes actividades y premios a lo mejor de la investigación nacional.

Cuando se aprobó por la Cámara de Senadores en 1999 la *Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica*⁵⁵, fue considerada el eje rector que el gobierno mexicano encontró para impulsar y fortalecer la investigación, se creó de que se generó a partir del acuerdo entre el Consejo Consultivo de Ciencias, la Academia Mexicana de Ciencias y el CONACYT y dejó sin efectos a la anterior *Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico*.

Algunos de los puntos más importantes de la Ley de 1999 fueron:

1) La obligatoriedad del Ejecutivo Federal para apoyar la investigación científica y tecnológica.

⁵³ Academia Mexicana de Ciencias (AMC) México. <http://www.amc.unam.mx/>

⁵⁴ Academia Mexicana de Ciencias. México. <http://www.amc.unam.mx/>

⁵⁵ Secretaría de Gobernación (1999) *Diario Oficial de la Federación*. Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica. México, 27 de abril.

- 2) La creación del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología* (PECyT 2001-2006)⁵⁶.
- 3) La creación del *Foro Permanente de Ciencia y Tecnología*.
- 4) El establecimiento de los Fondos CONACYT y los Fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico.
- 5) El establecimiento del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica.
- 6) El Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT).
- 7) La creación de los centros públicos de investigación.

En el *Programa Especial de Ciencia y Tecnología* (PECyT 2001-2006), se manifiestan los criterios y lineamientos con los cuales se engloban las acciones de política científica. Ahora existe la nueva edición del Programa para el periodo 2008-2012⁵⁷. En el caso del PECyT 2008-2012, se propone fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, así como la articulación efectiva de todos los agentes involucrados para alcanzar ese fin⁵⁸.

En 2002 fue modificada la legislación para crear la *Ley de Ciencia y Tecnología*⁵⁹, en congruencia con el *Plan Nacional de Desarrollo*. Con ello surge el *Foro Consultivo Científico y Tecnológico* que se estableció como un organismo autónomo y de consulta del poder ejecutivo para realizar diagnósticos, análisis y proponer acciones de política científica. En 2009 se expidió un *Decreto de Reforma de Ley de*

⁵⁶ CONACYT (2000) *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*. México, 195 p.

⁵⁷ Secretaría de Gobernación (2008) *Diario Oficial de la Federación*. Decreto de aprobación del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012*. México, 16 de diciembre. 70 p.

⁵⁸ CONACYT (2008b) <http://www.conacyt.gob.mx/Comunicacion/Comunicados/47-08.html> Consultado el 14 de mayo de 2008.

⁵⁹ Secretaría de Gobernación (2002) *Diario Oficial de la Federación*. *Ley de Ciencia y Tecnología y Ley orgánica del CONACYT*. México, 5 de junio.

Ciencia y Tecnología, en ambas se determina el funcionamiento del sistema mexicano de ciencia, tecnología e innovación y se determinan las funciones de los actores que intervienen⁶⁰.

Con el establecimiento de la *Ley de Ciencia y Tecnología* se creó además la *Ley orgánica del CONACYT*⁶¹ y su *Junta de Gobierno*, donde se reestructuró la organización de las instituciones científicas con la determinación de que el CONACYT se convirtiera en el líder del sector. Sin embargo, esta tarea de líder ha sido difícil pues este organismo si bien cuenta con políticas orientadas a promover las actividades científicas y tecnológicas del país a través de diversos programas y estímulos, no logra establecer una planeación y coordinación integral para las actividades que se realizan en el país, ni cuenta con métodos de evaluación y seguimiento que indiquen porqué un instrumento funciona o no en el contexto nacional.

La organización científica mexicana y el CONACYT tienen algunos problemas de fondo que se observan en la Ley de Ciencia y Tecnología de 2002, debido a que no solamente se concentran decisiones en forma vertical y dependiente del gobierno en turno, sino que se deja de plasmar lo que toda Ley en ciencia y tecnología debiera hacer, construir un marco que brinde acomodo y certeza a las actividades, organismos y mecanismos que ya están en funcionamiento y que requieren de un arreglo institucional que los cohesione y

⁶⁰ Lemarchand, Guillermo A. (Ed.) (2010) *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. UNESCO. Col. Estudios y documentos de política científica Vol. 1. Uruguay.

⁶¹ Secretaría de Gobernación (2002) *Op cit*

regule, mediante instrumentos apropiados, como por ejemplo un organismo que pudiera ser autónomo como el Instituto Federal Electoral (IFE).⁶²

Por otra parte, se creó también en 2002 el *Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*, como órgano de política y coordinación con las facultades que establece la Ley de CyT. Los miembros permanentes del Consejo General son:

- I. El Presidente de la República, quien lo preside;
- II. El titular de la Secretaría de Relaciones Exteriores;
- III. El titular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- IV. El titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- V. El titular de la Secretaría de Energía.⁶³

Dicha *Ley de Ciencia y Tecnología* de 2002, ha sido constantemente reformada y adicionada en múltiples artículos y fracciones, con decretos de los años 2004, 2006, 2009, 2010 y enero de 2011, lo cual pone en evidencia que es necesario contar con un marco jurídico mejor diseñado y que responda a las necesidades del país y de la propia comunidad científica.

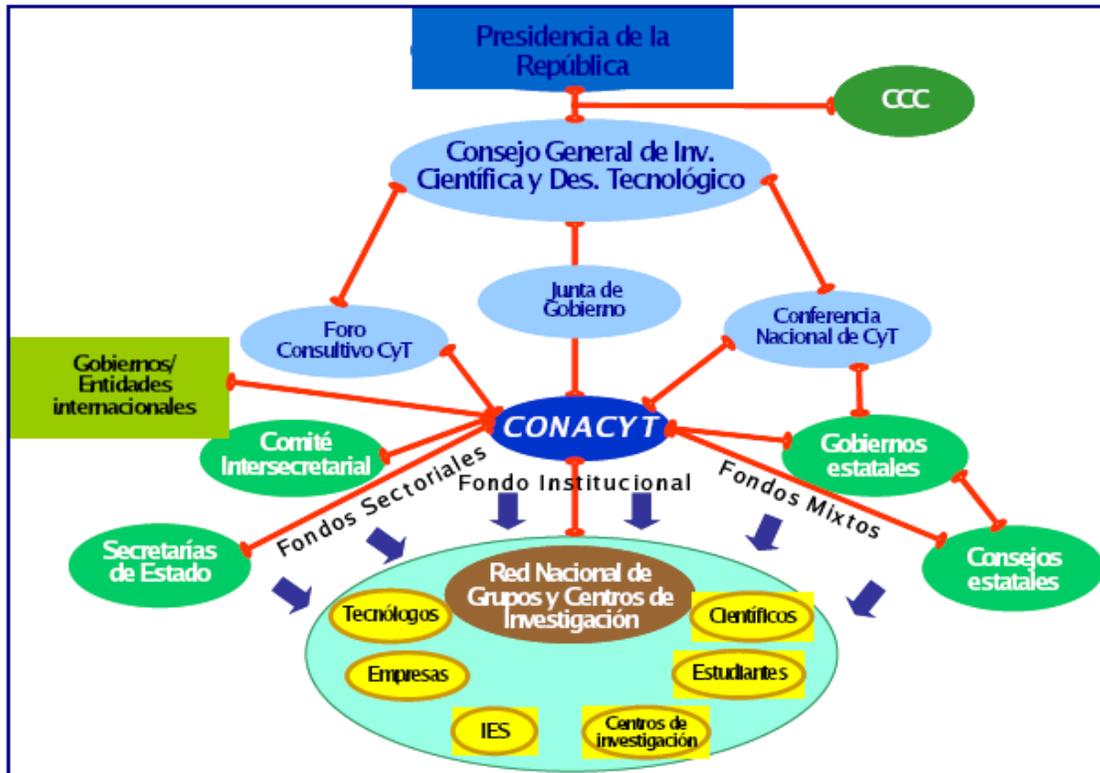
Existen además de leyes, manuales, acuerdos, lineamientos y decretos que regulan la ciencia y la tecnología en los Estados y la Federación. Como se muestra a continuación, el gobierno federal establece la estructura organizativa de lo que

⁶² Puchet, M. Ruiz Nápoles, P. (2003) *Nuevas Leyes de Ciencia y Tecnología y Orgánica del CONACYT. Buenos propósitos, cambios institucionales y concentración presidencial de las decisiones*, Ed. Porrúa, Facultad de Derecho-UNAM, México.

⁶³ Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006) *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2001-2006)*. México. 285 p.

denomina el *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología* (Figura 6), ahí se establece la forma en que se organiza el sistema y permite apreciar la toma de decisiones al respecto⁶⁴.

(Figura 6) *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología*



Fuente: CONACYT (2008) *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012*.

Este esquema muestra la visión que el gobierno federal tiene de cómo estructurar un Sistema Nacional de CyT, donde se pone en evidencia que se trata de un esquema vertical⁶⁵ enfocado en los órganos de autoridad más que en las estrategias o capacidades.

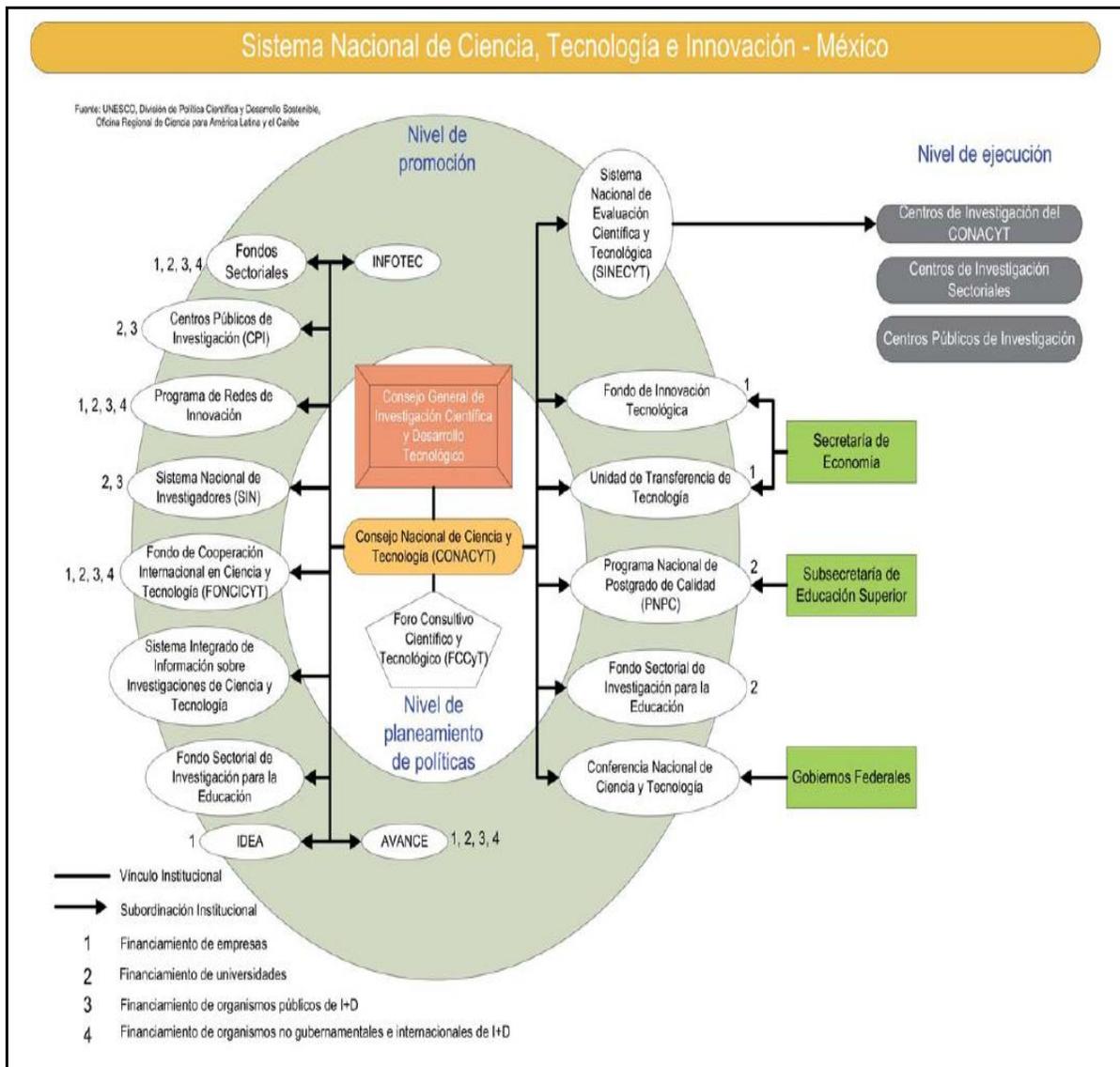
Por su parte, la UNESCO define de una forma completamente distinta al Sistema Nacional de Ciencia, tecnología e innovación de México (Figura 7), elaborando un esquema acerca de cómo está estructurado en función de los

⁶⁴ CONACYT (2008a) *Op cit*

⁶⁵ Ver: Puchet, M., Ruiz Nápoles, P. (2003) *Op cit*

niveles de acción. Describe así el nivel de planteamiento de políticas, el de promoción alrededor de éste, y por otra parte el nivel de ejecución, visiblemente menor y con un solo enlace hacia los otros niveles, lo que pone en evidencia la falta de vinculación entre agentes.

(Figura 7) *Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-México*



Fuente: Lemarchand, Guillermo A. (Editor) (2010) *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. UNESCO. Col. Estudios y documentos de política científica, Vol. 1. Uruguay.

Este contraste entre estas dos formas de mirar al mismo sistema mexicano, muestra la falta de claridad y definición en la estructura general y en los fines que se persiguen que se tiene en el gobierno federal mexicano de lo que se requiere para desarrollo científico de la nación, el establecimiento de prioridades, fortalezas y necesidades con la promoción y conjunción de estrategias y políticas, mucho más allá de la concentración del poder en la toma de decisiones que el esquema actual promueve.

Como se ha mostrado, existen múltiples organismos para apoyar el quehacer científico en México, sin embargo, los recursos y las acciones destinadas son aún insuficientes para su consolidación y para crear los mecanismos que potencien lo que se requiere en la investigación, la industria, la academia y la sociedad en su conjunto. No podemos olvidar que en el discurso oficial se habla de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, sin embargo, las instituciones, actores y políticas del sector constituyen elementos desarticulados y sin objetivos comunes, claros y precisos por lo que no podemos hablar de que exista un sistema, estructura o conjunto científico y tecnológico que funcione de manera integral o planeada y menos aún con una mirada común al futuro.

Finalmente, las acciones en ciencia y tecnología en México son aquellas que día con día ponen en práctica las organizaciones públicas, privadas y organizaciones no gubernamentales, que además pueden ser promovidas por instituciones académicas, medios de comunicación y con el concurso de instancias de consulta y mediación, sin esperar a la transformación del sistema político⁶⁶ y del marco jurídico.

⁶⁶ Olivé, L. (2005) "Los desafíos de la Sociedad del Conocimiento: ciencia, tecnología y gobernanza", en *Este país. Tendencias y Opiniones*. No. 172, México, pp. 66-70.

4- La organización de la ciencia en la UNAM

Las transformaciones en la generación del conocimiento y los consecuentes cambios en la organización y gestión de las actividades científicas en América Latina, ponen de relieve la importancia de atender lo relacionado con las transformaciones que también se han dado en las universidades e instituciones de educación superior. Las universidades han jugado un papel decisivo en el desarrollo de las capacidades de investigación, formación de recursos humanos, y también en la vinculación entre agentes, la participación de éstas junto con las empresas, los gobiernos y organizaciones civiles, se ha convertido en determinante para el desarrollo de los sistemas de ciencia y tecnología.

En la UNAM se realiza la mayor parte⁶⁷ de la actividad científica generada en el país, ante lo cual el estudio de las políticas que ponen en práctica resulta fundamental para analizar y explicar los fenómenos y las complejidades de la política científica y tecnológica.

La Universidad Nacional realiza como parte de sus actividades sustantivas, las labores de investigación, sus fines, de acuerdo con el artículo primero de la Ley Orgánica, son tres: 1) "Impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos, útiles a la sociedad; 2) Organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y

⁶⁷UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2002a) *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica*.

problemas nacionales, y 3) Extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura".⁶⁸

La investigación en la UNAM se realiza principalmente en Facultades como Ciencias, Medicina, Química, Cuautitlán, Zaragoza, Acatlán, Iztacala y en las diversas sedes en todo el país, además de la que se desarrolla en los denominados *subsistemas*, el de Investigación Científica (SIC) y el de Humanidades, éstos cuentan con su respectivo Consejo Técnico⁶⁹ el cual es el órgano que dirige y orienta las políticas de investigación. En esta investigación nos enfocaremos en el denominado *Subsistema de la Investigación Científica*⁷⁰ (SIC por sus siglas).

El SIC divide sus áreas de conocimiento en:

- Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud,
- Ciencias Físico-Matemáticas, y
- Ciencias de la Tierra e Ingenierías.

Cuenta con distintas sedes y con presencia en el territorio nacional, se encuentra presente en diferentes sitios del país y cuenta con cuatro estaciones regionales en Cuernavaca, Mor., Ensenada, B.C., Juriquilla, Qro., y Morelia, Michoacán además de varias estaciones, bases, observatorios y unidades foráneas,

⁶⁸ Artículo primero de la Ley Orgánica de la UNAM. Publicada en el Diario Oficial de 6 de enero de 1945. Tomado del texto: UNAM-Oficina del Abogado General (2000) *Legislación*. Dirección General de Estudios de Legislación Universitaria-UNAM.

⁶⁹ Artículo 12 de la Ley Orgánica de la UNAM, en donde se afirma que "Para coordinar la labor de los institutos se integrarán dos consejos: uno de la investigación científica y otro de humanidades". Tomado del texto: UNAM-Oficina del Abogado General (2000) *Op cit*

⁷⁰ Los datos aquí presentados sobre el Subsistema han sido tomados de las publicaciones que se indican para cada uno, sin embargo, para mayor profundidad, se recomienda revisar la información contenida en los datos contenidos en el CD-ANEXO, con datos recabados de diversas fuentes y para los años 1980 a 2006.

dos institutos y seis centros se encuentran fuera de la ciudad de México. En conjunto, 2633 investigadores, técnicos académicos e investigadores eméritos⁷¹, quienes junto con académicos visitantes y estudiantes de posgrado, desarrollan alrededor de 2,700 proyectos de investigación⁷² y más del 90% de los investigadores forma parte del Sistema Nacional de Investigadores⁷³ en 19 institutos, 10 centros y una Dirección General de Divulgación de la Ciencia, además de seis programas universitarios⁷⁴, vinculados con las Facultades y Escuelas en la docencia y programas de posgrado. Todas las dependencias que conforman el Subsistema se vinculan con las Facultades y Escuelas en la docencia y en los programas de posgrado.

Dentro de estas dependencias, la UNAM realiza investigación y formación de recursos humanos altamente especializados, esto le ha llevado a establecer esfuerzos de descentralización del Subsistema, lo cual permite ampliar el radio de la investigación científica, además del impacto y trabajo conjunto con la sociedad. Para ello, en las diversas estaciones de trabajo, unidades de campo, observatorios astronómicos, laboratorios, así como los cuatro polos de desarrollo académico, los

⁷¹ Datos tomados de: UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *La ciencia en la UNAM 2007 a través del Subsistema de la Investigación Científica*. México, 175 p. y de UNAM (2004) *Nómina del Personal Académico*. Esta nómina es una base de datos que constó en 2004 de 7615 registros en total, correspondiente sólo al Subsistema, en ellos se agrupa al personal académico, administrativo, de vigilancia y servicios e incluye en el total los cargos o nombramientos que una misma persona puede tener y que sean remunerados, así como el pago extra que se asigna denominado "zona geográfica" a quienes laboran en entidades del interior de la República.

⁷² Dato tomado de UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *Op cit* En 2002 fueron 2,500 proyectos de investigación, dato tomado de UNAM-Coordinación de la Investigación Científica. (2002a) *Op cit*

⁷³ Datos tomados de: UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2002a) *Boletín El faro*. México, agosto.

⁷⁴ Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS); Programa Universitario de Alimentos (PUAL); Programa Universitario de Energía (PUE) Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA); Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería de Materiales (PUCIM), Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC). El Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE), vigente de 1990 a 2000.

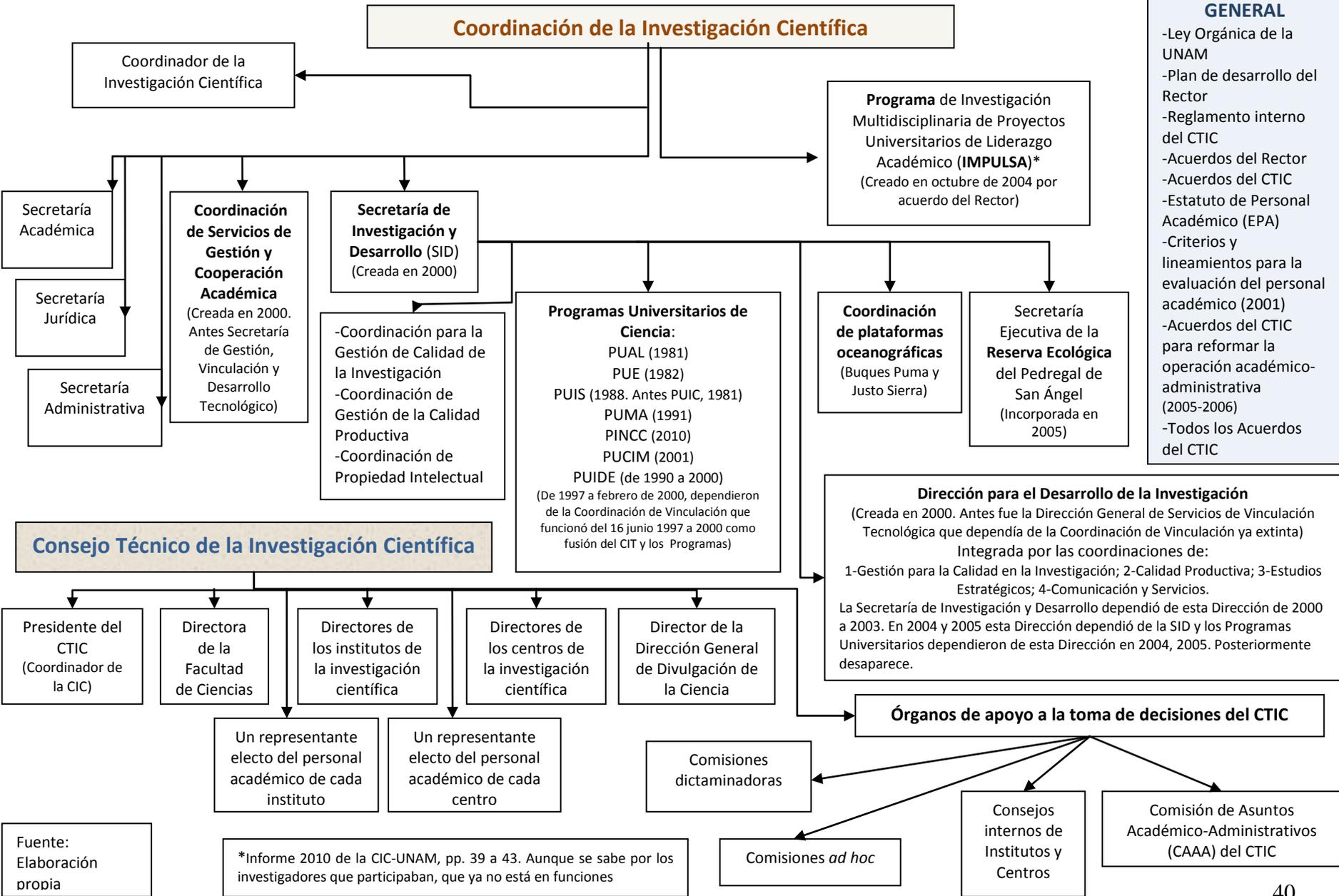
centros e institutos de investigación trabajan en colaboración con otras instituciones educativas locales, empresas y organismos gubernamentales y civiles. Es el sistema científico más extenso y consolidado del país.

El Subsistema, tiene una integración estable en lo general (Figura 8), en tanto que prácticamente desde sus primeros años está integrado por el CTIC, la CIC y los centros, institutos, programas y órganos de apoyo como las Comisiones Dictaminadoras, Consejos Internos y la Comisión de Asuntos Académico-Administrativos del Subsistema. Los integrantes de las comisiones, consejos, directores y representantes, cambian o rotan conforme un esquema establecido para la participación de todos. Sin embargo, las áreas, secretarías, departamentos y divisiones de organización interna, gestión y vinculación son modificados conforme cambia el periodo de gestión de cada uno de los coordinadores.

Su marco jurídico está bien definido por la propia Universidad y por los acuerdos que el propio CTIC va conformando, con las orientaciones de políticas que con los años se han establecido, aunque sin un diseño claro, definido y específico, lo cual no ha permitido tampoco una evaluación de resultados para cada una de las acciones de políticas emprendidas.

Figura 8

ORGANIZACIÓN DEL SUBSISTEMA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



A pesar de la tradición y alta calidad en el desarrollo de la investigación científica, el SIC tiene problemas de estructura y falta de organización, pero el principal que enfrenta es la ausencia de claridad, integración entre agentes y visión a futuro.

En el Subsistema juega un papel muy importante la organización e integración de la Coordinación de la Investigación Científica, la cual es su órgano de gestión que cuenta con una estructura interna con constantes modificaciones, aunque conserva unos rasgos característicos básicos (el apoyo académico, administrativo y jurídico). Sin embargo, las instancias relacionadas con otras actividades como la vinculación, la planeación y el desarrollo, han aparecido y desaparecido a lo largo de los años, a veces forman parte de los cambios en las instancias generales de la UNAM, del coordinador en turno o del Rector, que finalmente se modifican o terminan con los cambios de autoridades.

Actualmente no existe un conjunto de estrategias generales que enmarque los esfuerzos de investigación del Subsistema. La investigación que desarrolla el SIC podría plantearse con la identificación de las fortalezas y debilidades dentro de un esquema de planeación a mediano y largo plazo que le permita aumentar y fortalecer sus capacidades.

Invariablemente la investigación científica se transforma, pero es aconsejable que esta serie de transformaciones se den dentro de una política como marco general, que oriente el camino en una serie de estrategias destinadas al desarrollo y fortalecimiento de la investigación, de forma tal que se de cobijo a las prácticas de investigación emergentes, dentro de un marco o esquema organizacional y de gestión que integre, fortalezca y acompañe estos procesos.

Capítulo II

Capital intelectual y su papel para la ciencia universitaria

1- Los indicadores en la medición del conocimiento

Se considera que una sociedad del conocimiento se alcanzará cuando la población logre fortalecer la educación, la ciencia, la tecnología, y los saberes locales y tradicionales para apropiarse de ellos y desarrollar una cultura científica que logre mejorar sus condiciones de vida con justicia, democracia y pluralidad⁷⁵. Las sociedades del conocimiento son aquellas que han alcanzado a apropiarse del mismo para mejorar las condiciones de vida de la población y aquellas que consiguen mayores y mejores resultados en materia de ciencia, tecnología e innovación, se afirma que este desarrollo se ve reflejado en indicadores de competitividad, desarrollo económico y mejor calidad de vida o de desarrollo humano. Como parte de estos indicadores, siempre se contempla el desarrollo e inversión en ciencia y tecnología.

Sin embargo, no podemos decir que los países compartan fórmulas para alcanzar un fin común, sino que por su desarrollo y atención a ciertas áreas se les considera como las sociedades del conocimiento que han emergido con mayor rapidez y que sobre todo cuentan con esquemas y modelos que impulsan e invierten en la creación y consolidación de sus sistemas de ciencia, tecnología e innovación para buscar incrementar las capacidades y apostar por el desarrollo.

⁷⁵ Olivé, L. (2007) *Op cit*

En esta búsqueda de modelos de las sociedades del conocimiento, normalmente se confunde con el establecimiento de economías del conocimiento, donde si bien el conocimiento juega también un papel central, el énfasis no está en la socialización del saber, sino en la integración del conocimiento en los esquemas económicos y productivos.

Es necesario reconocer también que hay ocasiones en que las denominadas sociedades del conocimiento se han convertido más en una aspiración política y en retórica, que en estrategias de acción para establecer modelos adecuados a los contextos, con el fin de alcanzar una efectiva extensión y aprehensión del conocimiento y de la cultura científica en la vida cotidiana y las acciones sociales, políticas y de toda índole. Como concepto y como práctica, está ganando terreno la perspectiva de las economías del conocimiento, donde todo aquello que no tiene una expresión económica no tiene cabida.

Una de las características de los indicadores para medir el capital intelectual es que no olvidan a las personas, es decir, aquellos que “poseen” el saber, aquel no expresado en publicaciones o manuales, sino el inherente a la práctica. El conocimiento tácito y explícito⁷⁶, tanto individual como colectivo se integra como un activo con valor.

Los esquemas para evaluar la emergencia de los sistemas de ciencia y tecnología son distintos en función de los intereses y perspectivas teóricas o conceptuales (implícitas o explícitas), sin embargo, podemos afirmar que los elementos a considerar en términos generales para los países más desarrollados son:

- Definición de las áreas de investigación consideradas como prioritarias;
- Los recursos financieros dedicados a las actividades de ciencia, tecnología e innovación así como a la educación superior;

⁷⁶ Casas, R. y Dettmer, J. (2008) *Op cit*

- Los esquemas de organización de la investigación en relación con los gobiernos (centralizado o descentralizado);
- La aplicación de herramientas de políticas y su vinculación entre sí.
- Esquemas y programas para generar cambios en sus sistemas nacionales⁷⁷ orientándolos hacia una mayor organización y coordinación entre los espacios regionales y nacionales.⁷⁸

Uno de los instrumentos para medir las capacidades para integrarse a una economía global sustentada en el conocimiento es el que ha desarrollado el Instituto del Banco Mundial⁷⁹ como parte de su Programa “Conocimiento para el Desarrollo”. El nombre es Knowledge Assessment Methodology (KAM) y es una herramienta interactiva de evaluación comparativa; la metodología de evaluación consta de 109 variables para medir el índice de la economía del conocimiento (KE), se produce también un índice general por país (KEI) y el Índice de conocimiento (KI)⁸⁰.

Los aspectos en los que se enfoca son:

1. Estímulos económicos
2. Régimen institucional
3. Educación
4. Innovación
5. Tecnologías de la información y comunicaciones

⁷⁷ Muchos autores, gobiernos y especialistas los denominan actualmente *Sistemas Nacionales de Innovación* pues la innovación juega un papel central.

⁷⁸ Se recomienda ver: Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006) *Op cit*

⁷⁹ Banco Mundial (2009) *Knowledge Assessment Methodology*. Instituto del Banco Mundial.

Disponible en línea: <http://www.worldbank.org/kam>

⁸⁰ Ver Instituto del Banco Mundial en: <http://wbi.worldbank.org/wbi/>

Por ejemplo, podemos solicitar datos actualizados hasta 2009 y tendremos el comparativo siguiente (Figura 9), donde cada barra muestra la cuenta agregada y la distribución (el peso relativo) del índice de la economía del conocimiento (KEI) de los diversos aspectos ya señalados y que indican la preparación del país en conjunto para la economía del conocimiento.

(Figura 9) *Índice de economía del conocimiento*

Country	KEI (Knowledge Economic Index)		Economic Incentive and Institutional Regime		Innovation		Education		ICT (Information and Communication Technology)	
	2009	2000	2009	2000	2009	2000	2009	2000	2009	2000
United States	9.02	9.32	9.04	9.06	9.47	9.55	8.74	9.13	8.83	9.52
Spain	8.28	8.38	8.60	8.62	8.14	8.29	8.33	8.52	8.07	8.07
Chile	7.09	7.13	8.76	7.76	6.85	7.14	6.48	6.33	6.27	7.28
Brazil	5.66	5.55	4.31	4.37	6.19	6.24	6.02	5.76	6.13	5.85
Argentina	5.57	6.74	2.78	5.23	6.89	7.24	6.64	7.73	5.96	6.77
Mexico	5.33	5.42	5.06	5.00	5.82	6.06	4.88	4.57	5.56	6.06
Latin America	5.21	5.46	4.71	4.98	5.80	6.17	5.05	4.90	5.27	5.79
India	3.09	3.17	3.50	3.59	4.15	3.83	2.21	2.41	2.49	2.87

Fuente: Elaboración propia (2011) con los datos y el programa de World Bank (2009) Knowledge Assessment Methodology, disponible en línea: <http://www.worldbank.org/kam>

En estos datos el grupo de comparación fue seleccionado en la opción “todos los países”, y se eligió que fueran comparativos los valores conforme a la población y no en términos de valores absolutos.

Por su parte, la OCDE trabaja con un gran acervo de indicadores para la medición de los países, entre ellos los de output son los más estudiados como se puede ver en el Manual de Frascati (2002)⁸¹ donde se contemplan las variables de personal, gasto en I+D y esfuerzos nacionales; ahí se plantea también la importancia de otros

⁸¹ Existen las versiones en inglés, francés y español (este último editado por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología). Fue publicado originalmente por la OCDE en inglés: OECD (2002) *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities*, OECD. 256 p. Y publicado en francés como OECD (2003) *Manuel de Frascati 2002: Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental, La mesure des activités scientifiques et technologiques*, OECD Publishing. 296 p.

datos como medios materiales disponibles, cooperación internacional, entre otras; las cuales son variables difíciles de obtener debido a la falta de información y disparidad de criterios y en la recolección de datos entre los países. En este manual se establecen las normas para el análisis de los sistemas nacionales de innovación y se proporcionan definiciones sobre investigación y desarrollo que pretende sean aceptadas internacionalmente, y clasificar así las actividades de forma que sean consideradas al definir las políticas científicas y tecnológicas de los países.

- En 1990 se publicó el Manual de Balanza de Pagos Tecnológicos (BPT), donde se elaboraba y mostraba un método para la recopilación y la interpretación de los datos sobre balanza de pagos tecnológicos, es decir el flujo de capital que se produce debido a las transacciones comerciales internacionales de las empresas, con respecto a la transferencia de tecnología, es decir, lo que se vende contra lo que se compra al exterior.

- El Manual de Canberra de 1995 está enfocado a la clasificación de personas y entidades que se dedican a la ciencia y a la tecnología. Fue realizado por la OCDE; el DGXII⁸², área dedicada a la investigación y el desarrollo tecnológico de la Comunidad Europea; la Eurostat⁸³, oficina de estadísticas de la misma Comunidad; la UNESCO⁸⁴ y la Oficina Internacional del Trabajo⁸⁵ (OIT). El documento fue discutido durante 1992 y 1993 para ser presentado en Canberra, Australia, en 1994 y después de realizadas algunas modificaciones, fue publicado al año siguiente.

- El Manual de Oslo, que surge en 1992 con el nombre “Lineamientos para coleccionar e interpretar datos sobre innovación tecnológica”, en el cual se estableció cómo construir los indicadores de innovación en los países y elaborar encuestas al respecto.

⁸² Comisión Europea – GXII. <http://europa.eu.int/comm/research/>

⁸³ Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

⁸⁴ UNESCO: <http://portal.unesco.org/>

⁸⁵ Organización Internacional del Trabajo: <http://www.ilo.org/>

- Para datos sobre el número de patentes solicitadas y registradas como forma de medir la ciencia y la tecnología, la OCDE cuenta con el Manual de Patentes creado en 1994.

Estos manuales han sido importantes para establecer diagnósticos, análisis y comparaciones entre los distintos países, sin embargo, estas comparaciones resultan complicadas, pues es necesario considerar las particularidades en las dinámicas económicas, sociales, culturales e incluso los elementos históricos que conforman cada país. Surgen distintos problemas al aplicar estos estándares y comparaciones con los países más desarrollados, pues si bien crean conciencia de la necesidad de mayor inversión en ciencia y tecnología para la región latinoamericana, también pueden ampliar la brecha, el distanciamiento y las relaciones de subordinación en materia económica y tecnológica.

En América Latina la organización de indicadores se ha articulado a través de la Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT) ⁸⁶que surgió en 1995 de manera coordinada con la OEA (Organización de Estados Americanos) a partir de una propuesta realizada en el Primer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de C y T, en la Universidad de Quilmes, Argentina, en 1994. Sus indicadores también incorporan variables de los manuales internacionales como en el caso de la separación entre el gasto de investigación y desarrollo (I+D) de las actividades científicas y tecnológicas (ACT)⁸⁷. Actualmente sus mediciones básicamente comprenden tres áreas:

1. El contexto demográfico y económico.
2. Los recursos financieros y humanos necesarios para generar ciencia y tecnología.

⁸⁶ Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT) <http://www.ricyt.org/>

⁸⁷ Bellavista, J. (1999) "Introducción a la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina", en *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. Publicacions de la Universitat de Barcelona, España.

3. El producto generado por los recursos financieros y humanos (patentes e indicadores bibliométricos).

En México existen instrumentos e indicadores como parte de informes donde se elabora una cartografía de la situación actual de país, no sólo en I+D sino en aspectos vinculados como educación, desempeño económico, infraestructura de TIC's, el marco institucional y la apertura el exterior. Han sido creados por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2001-2006)*, el CONACYT (2004), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, así como por la Fundación Este País (2008) *México ante el reto de la economía del conocimiento*, con los indicadores de la *economía del conocimiento*.

Actualmente lo más usual en la elaboración de indicadores es la verificación de los resultados de *input* con los de *output*, es decir, las inversiones con los resultados de investigación, estos estudios están concentrados en los estudios bibliométricos que comprenden indicadores que se basan en datos extraídos de las publicaciones científicas asumiendo que el conocimiento nuevo se da a conocer por medio de ellas. Desde hace más de una década hay diversos estudios que integran los datos de input y output como el caso de "Science and Engineering Indicators" (1996) de los Estados Unidos, o "Science & Technologie Indicateurs" publicado por el Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) (1998), o el "European Report on Science & Technology Indicators" (1997) editado por la Unión Europea.

Los indicadores se han convertido en un elemento sumamente importante en las evaluaciones de gestión y de resultados del quehacer científico y tecnológico, cobrando cada vez más fuerza. Sin embargo, es necesario considerar que los indicadores presentan ventajas y desventajas, y si bien pueden ayudar a establecer una radiografía de un escenario determinado, también pueden limitar y orientar su comprensión. Los

indicadores deben formar parte de estudios más completos pues requieren de interpretación contextualizada, sin la cual son solamente una serie de datos.

2- El capital intelectual. Orígenes, desarrollo y aplicación

El capital en la acepción marxista es uno de los factores clave de la producción (junto con el trabajo y la tierra) dentro del sistema de producción capitalista. Está constituido por inmuebles, maquinaria o instalaciones que junto con otros factores de la producción se dedica a la generación de bienes de consumo. Se refiere a los recursos, bienes y valores disponibles para satisfacer una necesidad o realizar una determinada actividad y generar así un beneficio económico. Visto así, el capital es un factor clave en toda actividad productiva, en la cual genera una mayor fuerza o beneficio en la producción, éste puede ser acumulado para aumentar el capital original⁸⁸.

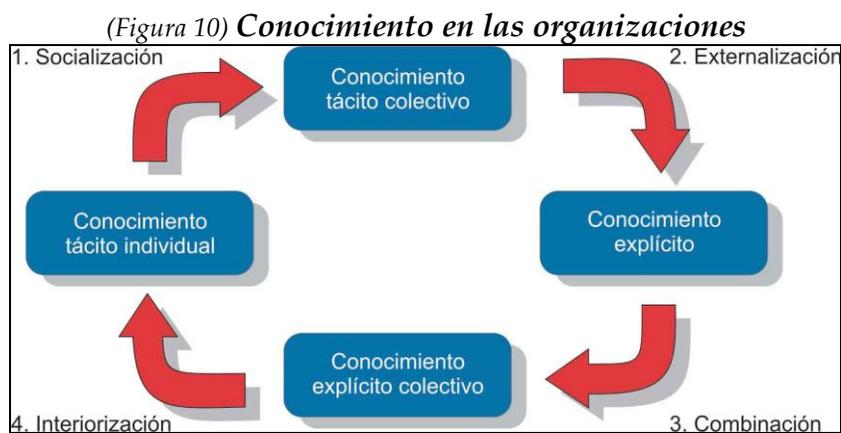
Hay distintos tipos de capital que se distinguen por su función en los procesos de producción. A partir de esta distinción, desde hace algunas décadas, ha surgido la idea del *capital intelectual* como un elemento más que ha cobrado importancia por su creciente valor en las sociedades contemporáneas.

Se esclarecerá ahora el término *capital intelectual*, el cual en la abundante literatura ha sido tratado desde diversas perspectivas, particularmente la económica (donde genera valor económico) y la de administración (donde produce fenómenos organizativos y de gestión). La conceptualización de capital intelectual ha buscado cómo abordar el desajuste entre el valor real (valor de mercado) de una empresa u organización y el valor *en libros* (el valor que se registra en la contabilidad, valor

⁸⁸ Vence Deza, X. (1995) *Economía de la innovación y del cambio tecnológico. Una revisión crítica*. Siglo XXI., España. 496 p.

contable). Esto es lo que ha llevado a considerar que existen otro tipo de elementos antes no contemplados que reditúan en beneficio de las organizaciones.

El concepto de *capital intelectual* ha tenido distintas definiciones, entre ellas, la primera es atribuida por Roos⁸⁹, Feiwal⁹⁰, Serenko y Bontis⁹¹ y Bontis⁹² a Galbraith, quien en 1969 se refería a que lo intelectual era mucho más que únicamente el intelecto y plantea la idea de que existe la acción intelectual como un medio dinámico para lograr un fin⁹³. De tal forma, el capital intelectual deja de ser concebido como un activo intangible estático, al mismo tiempo que se considera como una forma de creación de valor⁹⁴ y un activo en el sentido económico tradicional, sumamente valioso⁹⁵ (Figura 10).



Fuente: Nonaka y Takeuchi (1995)

⁸⁹ Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001) *Capital Intelectual*. Buenos Aires: Paidós.

⁹⁰ Feiwal G. (1975) *The Intellectual Capital of Michal Kalecki: A Study in Economic Theory and Policy*. University of Tennessee: Knoxville, TN.

⁹¹ Serenko y Bontis (2004) "Meta-Review of Knowledge Management and Intellectual Capital Literature: Citation Impact and Research Productivity Rankings" *Knowledge and Process Management* Volumen 11, número 3 pp. 185-198.

⁹² Bontis, N. (1998a) "Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models". *Management Decision*, Vol. 36, No. 2, pp. 63-76.

⁹³ Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001) *Capital Intelectual*. Paidós. Buenos Aires. Y Bontis, N. (1998a) "Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models". *Management Decision*, Vol. 36, No. 2, pp. 63-76.

⁹⁴ Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press.

⁹⁵ Stewart, Thomas (1994) "Your company's most valuable Asset: intellectual capital". *Fortune*, No. 3, pp. 28-33.

Por su parte, Edvinsson y Malone⁹⁶ identifican el capital intelectual como “la posesión de conocimientos, experiencia aplicada, tecnología organizacional, relaciones con clientes y destrezas profesionales que dan a la empresa una ventaja competitiva de mercado”, es decir, “la suma de todos los conocimientos que poseen todos los empleados de una empresa y le dan a ésta una ventaja competitiva. Es material intelectual que consta de conocimientos, información, propiedad intelectual y experiencia que se puede aprovechar para crear riqueza”.

La idea de capital intelectual se vio nutrida también con los trabajos de Bourdieu sobre los distintos tipos de capital⁹⁷, quien coincide con la perspectiva marxista en relación a que el capital es trabajo acumulado, sin embargo, establece una distinción en la forma de conceptualizar al trabajo pues considera que no es solamente una actividad que produce mercancías y servicios, sino que es una actividad que genera valor social, y ahí se desprende de Marx y critica que hay una excesiva visión economicista. “La base universal del valor, la medida de todas las equivalencias, no es otra que el tiempo de trabajo, en el más amplio sentido del término”⁹⁸.

Bourdieu analiza el papel del desarrollo científico en las obras de Marx, y habla acerca de cómo la ciencia encuentra su lugar en la producción capitalista adquiriendo la forma de capital al ser incorporada en los procesos de producción. Sin embargo, el

⁹⁶ Edvinsson, Leif y Malone, Michael S. (1997) *Intellectual Capital: Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*. Harper Business, NY.

⁹⁷ Cabe aclarar que no se ha encontrado literatura previa sobre la relación del concepto de capital intelectual con los distintos tipos de capital abordados por Bourdieu, sin embargo, a raíz de una observación realizada por el Dr. Thomas Mormann (Universidad del País Vasco) sobre la presente investigación, se indagó y pudo establecer una clara vinculación de los denominados *intangibles* con algunos tipos de capital señalados por Bourdieu en sus trabajos, tales como: capital simbólico, capital social, capital científico y capital cultural. Ver: Bourdieu, P. (2003) *Intelectuales, política y poder*. Eudeba, Universidad de Buenos Aires. Argentina. 270 p.; Bourdieu, P. (2008a) *Homo academicus*, Siglo XXI, 320 p.; Bourdieu, P. (2008b) *Capital cultural, escuela y espacio social*. Siglo XXI, México, 206 p.; Bourdieu, P. (1979a) “Les trois états du capital culturel”, *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, núm. 30, pp. 3-6; Bourdieu, P. (1979b) *La Distinction*, Ed. de Minuit, París.

⁹⁸ Bourdieu, P. (2000) *Poder, derecho y clases sociales*. Desclée de Brouwer. Bilbao

concepto de ciencia es múltiple: como medio de trabajo; como fuerza productiva; como potencia del trabajo y como potencia intelectual de la producción.

En esta investigación se considera que la idea de *capital simbólico* de Bourdieu, particularmente la idea de *capital científico*, así como el *capital cultural* tiene una importante contribución a considerar lo intangible como parte de lo que años más adelante se desarrollaría para la medición de las organizaciones para la desde la perspectiva económica, administrativa y de gestión del conocimiento. Estos conceptos trascendieron la sociología para ser llevados a la medición del capital en las organizaciones, en particular la medición de los intangibles en las organizaciones públicas y privadas. La puesta en marcha de las experiencias ha sido diversa en cuanto a los modelos y elementos que integran.

Taylor⁹⁹, a principios del siglo XX analizó cuidadosamente los procesos de producción, y con la experiencia y habilidades de los trabajadores, trató de formalizarlas en la estrategia y los objetivos. En 1934, Schumpeter¹⁰⁰ atribuyó el surgimiento de nuevos productos y procesos a las nuevas combinaciones de los conocimientos.

Merino¹⁰¹ realizó una revisión teórica donde da cuenta del desarrollo y afirma que,

“Barnard (1938) extendió la administración científica al “conocimiento de comportamientos” en los procesos de gestión. Simon (1945) realizó aportes dentro del ámbito de la “racionalidad colectiva” de las organizaciones como la base potencial en la generación del capital

⁹⁹ Taylor, F. (1911) *Principes d'organisation scientifique des usines*. Dunod y E. Pinat, París.

¹⁰⁰ Schumpeter, J. A. (1934) *The theory of economic development*. Harvard University Press. Cambridge.

¹⁰¹ Merino, M. (2007) “Inteligencia organizativa y capital intelectual: un ejercicio de integración”. *INNOVAR Revista de ciencias administrativas y sociales*. Enero-Junio Año/Vol. 17, número 029. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, pp. 7-26.

intelectual, muy relacionado con el desarrollo de las TIC y la ciencia cognitiva. En 1959, Penrose avanzó en la línea de denominar a las organizaciones como “repositorios de conocimiento”, subrayando la importancia de la experiencia y el conocimiento acumulado dentro de la organización. Polanyi (1967) realizó la conocida aportación relativa a la distinción entre el conocimiento tácito y el explícito, estableciendo un marco de referencia para la creación de subsistemas de estudio y relaciones en los sistemas de gestión del conocimiento y del capital intelectual.

Los teóricos evolucionistas (Nelson y Winter, 1982) también concibieron la organización como un “almacén de conocimientos”. De acuerdo con estos autores, el conocimiento es almacenado como patrones regulares de comportamiento o rutinas. Además, profundizaron en el desarrollo de la distinción entre el ámbito tácito y el ámbito explícito de los conocimientos.

En años más recientes, el campo de los intangibles ha sido potenciado por las aportaciones, por un lado, de Drucker (1993), que se refiere a la sociedad del conocimiento, en la que este elemento se sobrepone actualmente a los factores de producción tradicionales (tierra, trabajo y capital), y por otro lado, en el aspecto relacionado con la creación de conocimiento, por los estudios realizados por Nonaka y Takeuchi (1995), que avanzan en el establecimiento de un patrón competitivo a partir del manejo de las relaciones y secuencias de su “espiral del conocimiento”.

Por otra parte, a mitad de los años ochenta, surgió la *Teoría de recursos y capacidades*¹⁰², precursora de las teorías de gestión del conocimiento. La teoría de los

¹⁰² Porter, M. (1982), *Estrategia Competitiva*, CECSA, México.

recursos y capacidades estuvo enfocada en analizar algunos aspectos fundamentales de las organizaciones:

a) las organizaciones pueden diferenciarse por los recursos y las capacidades que poseen en un momento determinado, es por ello que surgen las diferencias de rentabilidad;

b) los recursos y las capacidades tienen un papel cada vez más relevante en las estrategias a utilizar; y

c) en función del entorno, de los recursos y capacidades disponibles para el desarrollo, serán los beneficios.

El aspecto más importante es que coloca a los recursos y las capacidades de las organizaciones en el centro de atención y plantea la existencia de activos no considerados al analizar los resultados y el desempeño. Estas ideas refuerzan la presencia e importancia de aquellos activos, denominados intangibles, los cuales ya eran puestos en evidencia por distintos autores y ahora sirven como herramientas para la medición de las actividades en las organizaciones y que han alcanzado también a las universidades¹⁰³. El aspecto más significativo de esta teoría es que coloca a los recursos y las capacidades de las organizaciones en el centro de atención y plantea la existencia de *activos* no considerados al analizar los resultados y el desempeño. Estas ideas refuerzan la presencia e importancia de los activos, denominados *intangibles*.

En relación a las teorías sobre gestión del conocimiento, existen tres perspectivas principales en las teorías sobre gestión del conocimiento (Knowledge Management - KM-) una enfocada en la información, que se refiere al tratamiento que se le da a la información, sus características y accesibilidad; la perspectiva orientada a los recursos tecnológicos o infraestructura de los sistemas de manejo de información, tales como

¹⁰³ Bueno, E. (Dir.) (2003) *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid y Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

multimedia o internet; y la perspectiva de la cultura organizacional, donde se enfatiza el aprendizaje continuo y colectivo¹⁰⁴.

Para esta investigación, se asume que la gestión del conocimiento se refiere a las herramientas, técnicas y estrategias para retener, analizar, organizar, mejorar y compartir las habilidades o *expertise*. Tradicionalmente, las organizaciones basaban su éxito en las capacidades físicas o materiales con que contaban, sin embargo, ahora lo que se busca es rapidez en la innovación, agilidad en los negocios y aprendizaje puntual, y procuran desarrollar sus ventajas, el conocimiento con que cuenta su gente¹⁰⁵. Es la combinación de la cultura organizacional, los objetivos estratégicos, las necesidades particulares, y la experiencia de la gente para crear un ambiente de aprendizaje y crecimiento¹⁰⁶.

3- Modelos de medición del capital intelectual

La teoría de recursos y capacidades trata de una forma indirecta sobre los activos intangibles y el capital humano, pero sin darle forma aún. Entendemos pues que la gestión del conocimiento es la gestión de los activos que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tienen que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión de conocimiento.

A finales de la década de los años ochenta con el surgimiento y auge de la llamada era y sociedad de la información, así como los distintos modos de organización

¹⁰⁴ Alavi, M. y Leidner, D. (1999) “*Knowledge management systems: Issues, challenges, and benefits*”. Ed. Communications of Association for Information Systems (AIS), Volumen 1, Artículo 7, Febrero.

¹⁰⁵ Groff, Todd y Jonas, Thomas (2003) *Introduction to Knowledge Management. KM in business*. Ed. Butterworth-Heinemann (Elsevier Science), Burlington, MA. 185 p.

¹⁰⁶ Zhao, J. y Ordóñez de Pablos, P. (2011) “Regional knowledge management: the perspective of management theory”. *Behaviour & Information Technology*. Vol. 30 número 1, pp. 39-49.

económica y producción emergentes, surgen nuevas explicaciones sobre los fenómenos de producción del conocimiento al interior de las empresas, surgiendo así un nuevo paradigma dentro de la administración empresarial, que antes se centraba en los productos generados y no en el interior de las organizaciones.

Es así que al inicio de la década de los años noventa se comenzaron a desarrollar teorías sobre la administración y medición del conocimiento dentro de las organizaciones, con ello surgen muchas acepciones del término capital intelectual y formas de medirlo. Se desarrollan distintos modelos en las empresas interesadas en comprender la forma de optimizar sus recursos, el capital intelectual así, se concibe como la *materia intelectual*¹⁰⁷, lo que significa el conocimiento, la información, la propiedad intelectual que ha sido formalizada, capturada y medida para poder generar mayor valor en los activos de estas empresas (Celemi, Dow Chemical, Hewlett-Packard, Hoffman La Roche, Huges Space, Nova Care, Skandia y Texas Instruments).

A la mitad de los años noventa ya se había extendido en las empresas la práctica de la medición del capital intelectual y con sus diferencias y coincidencias en general fue definido como la búsqueda del uso efectivo del conocimiento¹⁰⁸. Se organizó en tres elementos principales: capital humano, capital organizacional y capital relacional¹⁰⁹. Por su parte, la OCDE describe al capital intelectual como el valor económico de dos categorías de activos intangibles de una compañía: el capital organizacional y el capital humano¹¹⁰.

¹⁰⁷ Stewart, Thomas (1994) "Your company's most valuable Asset: intellectual capital". *Fortune*, No. 3, pp. 28-33.

¹⁰⁸ Edvinsson, L.y Malone, M. (1997) *Op cit.*

¹⁰⁹ Bontis, N. (1998b) "Managing organizational knowledge by diagnosing intellectual capital: framing and advancing the state of the field". *Journal of Technology Management*, Vol. 18, No. 5-6-7-8, pp. 433-462.

¹¹⁰ Petty, R. y Guthrie, J. (2000) "Intellectual capital literature review: measurement, reporting and management". *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 1, No. 2, pp. 155-176.

Distintos ámbitos académicos se enfocaron hacia el tema y surgieron aproximaciones e iniciativas, tales como el Proyecto Measuring Intangibles to Understand and Improve Innovation Management, MERITUM (2002)¹¹¹, ahí se definió el capital intelectual como la combinación de recursos humanos, organizativos y relacionales de una empresa, con la participación de intangibles estáticos (recursos) y dinámicos (actividades).

El proyecto MERITUM fue un proyecto europeo que tuvo como objetivo aumentar las capacidades de política científica en ciencia y tecnología, en especial de la innovación en la Unión Europea. Su duración fue de 1998 a 2002. Participaron en él Francia, Noruega, Dinamarca, Suecia, Finlandia y España como coordinador, fue financiado por el programa TSER de la Unión Europea (Programa de investigación socioeconómica orientada) dependiente del IV Programa MARCO de la Unión Europea. Para lograr su objetivo, se elaboraron una serie de directrices para medición y difusión de intangibles para mejorar el proceso de la toma de decisiones, para ello se realizó a) una clasificación de intangibles; b) un estudio de los sistemas de gestión y dirección en las empresas que realizaban innovación; c) análisis de la importancia de los intangibles en los mercados de capital; y d) la elaboración de directrices sobre medición de intangibles.

Por su parte Bueno afirmó que el capital intelectual “son competencias básicas distintivas de carácter intangible que permiten crear y sostener una ventaja

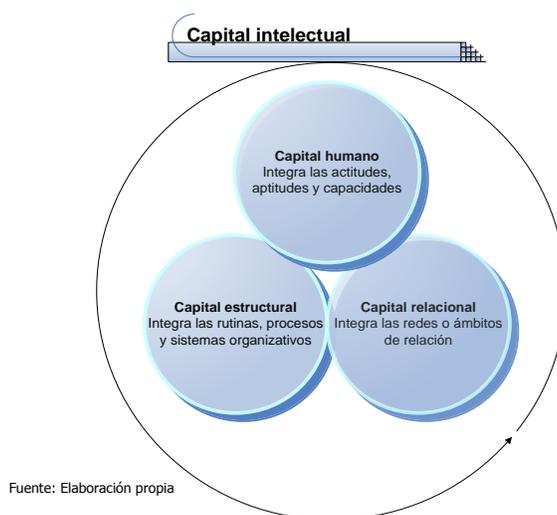
¹¹¹ Participaron investigadores de las siguientes instituciones: Copenhagen Business School (Dinamarca), the Research Institute of the Finnish Economy and the Swedish School of Economics and Business Administration (Finlandia), Groupe HEC (Francia), Norwegian School of Management (Noruega), IADE-Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Sevilla (España - Coordinador), y Stockholm University (Suecia).

Para mayor información ver: Institute for prospective technological studies del Centro común de investigación de la Comisión Europea: http://ipts.jrc.ec.europa.eu/index_es.cfm y <http://www.uam.es/proyectosinv/meritum/>

competitiva"¹¹². Se consideró entonces en el ámbito empresarial que el paradigma de la dirección estratégica por medio del aprovechamiento de las competencias es la base para la inmersión en la sociedad del conocimiento.

Aún cuando no existe un modelo único para medición del capital intelectual, sino diversas propuestas conforme las necesidades y condiciones de la organización que se pretende observar, hay cierto consenso en los elementos que lo conforman (Figura 11), y con base en las coincidencias se presentan los elementos que se describirán a continuación:

(Figura 11) *Capital intelectual*



Capital humano:

Está determinado por los valores y actitudes, las aptitudes y capacidades de las personas¹¹³. Forman parte de este capital los conocimientos y las capacidades que son adquiridos mediante los procesos de educación formal y no-formal, la comunicación, socialización, el reciclaje y la actualización.¹¹⁴

¹¹² Bueno, E. (1998) "El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual". *Boletín de Estudios Económicos*, Vol. LIII, No. 164, pp. 207-229.

¹¹³ *Ídem*

¹¹⁴ Modrego, A. (Coord.) (2002) *Op cit*

Capital estructural:

Representa el conocimiento de la organización, es decir, aquel capital humano o conocimientos de las personas que ya han sido sistematizados, aprehendidos y plasmados en recursos disponibles para la organización. Este capital permanece aún cuando las personas ya no se encuentren y lo hayan generado en labores colectivas¹¹⁵. Comprende las variables relacionadas con la cultura, la estrategia, la estructura organizativa, la propiedad intelectual, las tecnologías, los procesos de apoyo y captación de conocimientos y los procesos de innovación¹¹⁶.

Con la explicitación y codificación, el conocimiento adquiere formas para ser transmitido y capacidad de socialización para ser usado, en los centros universitarios e investigadores, lo que hace factible su enriquecimiento de forma tal que se fomente la creación de conocimiento, intercambio y mejora¹¹⁷. Este llamado *capital estructural* está integrado por los recursos bibliográficos y documentales, archivos, sistemas y procedimientos de gestión, las bases de datos, los informes y desarrollos técnicos.

El capital estructural se divide en *capital organizativo* y *capital tecnológico*:

- El *capital organizativo* contiene los elementos relacionados con cultura, estructura, aprendizaje organizativo y procesos. Elementos expresados en variables como porcentaje de población ocupada en ciertas áreas, número de conexiones a Internet número de sedes o entidades, etc.

- El *capital tecnológico* se refiere a los elementos: esfuerzos en I+D+i, dotación tecnológica, propiedad intelectual e industrial. Las variables que los expresan son la inversión en I+D, personal dedicado a actividades científicas y tecnológicas, ranking de

¹¹⁵ Bueno. Bueno, E. (Dir.) (2003) *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid y Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

¹¹⁶ Modrego, A. (Coord.) (2002) *Op cit*

¹¹⁷ Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995) *Op cit*

innovación, captación de fondos, patentes registradas, número de publicaciones científicas, etc.

Capital relacional:

Se refiere a las relaciones entre agentes e incluye al *capital social*, que “trata de capturar la riqueza y diversidad de las relaciones con la sociedad”¹¹⁸. Se centra en el valor de las relaciones de la organización con los agentes sociales, lo cual está estrechamente vinculado con las redes que es capaz de establecer de integración con su entorno. Dentro de esta misma línea se encuentra el concepto de *calidad relacional*¹¹⁹, la cual se refiere a la integración de la conectividad interna (académica) y la externa (social) como elementos que deben ser considerados intrínsecos a la calidad, fundamental al realizar evaluaciones del quehacer científico.

Los distintos modelos de capital intelectual comprenden una perspectiva interna, vinculada con los elementos relacionados con las personas y los procesos dentro de la propia organización o institución; y también la perspectiva exógena orientada a los enlaces con los agentes que se encuentran en el entorno. Ambas están enlazadas por la “dimensión tecnológica como interfaz de conexión”. Los modelos de medición ofrecen herramientas para la medición de los intangibles, los esquemas de las variables e indicadores son similares pero cada modelo enfatiza determinadas características de las organizaciones de acuerdo con lo que se pretende obtener.

¹¹⁸ Bueno, E. (1998) *Op cit*

¹¹⁹ Barrenechea, J., Castro, J., Ibarra, A. (2008) *Calidad relacional y evaluación integral de la actividad científica en ciencias sociales y humanidades: propuesta metodológica e indicadores*. Universidad del País Vasco y Cátedra Sánchez-Mazas. San Sebastián, 130 p.

Una vez presentados los elementos comunes a los modelos, se mostrarán a continuación aquellos que más se han extendido y aplicado, principalmente en organizaciones privadas y también las gubernamentales:

- Skandia Navigator o Navegador de Skandia (Edvisson, 1992-1996)

Skandia es el nombre de una empresa de seguros en Suecia, la cual es pionera en el desarrollo y aplicación de herramientas de medición del capital intelectual. Su principal aportación ha sido que hace explícita la diferencia entre los valores de la empresa en libros y los de mercado lo cual adjudica a los activos intangibles que es necesario poner de manifiesto. Considera que existe entonces el capital financiero y el capital intelectual

- Technology Broker (Annie Brooking, 1996)

Parte del mismo concepto que el modelo de Skandia acerca de que el valor de mercado de las empresas es la suma de los activos tangibles y el capital intelectual pero se basa en la revisión de un listado de indicadores cualitativos enfatizando en la necesidad del desarrollo de una metodología para revisar la información relacionada con el capital intelectual. Considera que los activos intangibles se dividen en activos de mercado, de propiedad intelectual humanos y de infraestructuras (consideradas como los procesos de la organización); no define indicadores cuantitativos.

- Western Ontario (Nick Bontis, 1996)

Este modelo fue creado en la Universidad de West Ontario. Analiza las relaciones causa-efecto del capital intelectual con los resultados empresariales. Considera el capital humano, relacional y organizativo y proporciona indicadores de resultados.

- Canadian Imperial Bank of Commerce (Saint-Onge, 1996)

Este modelo de capital intelectual fue establecido por Hubert Saint-Onge en 1996. Estudia las relaciones entre el aprendizaje de las organizaciones y el capital en conocimiento utilizando indicadores de aprendizaje.

- Intangible Assets Monitor o Monitor de Activos Intangibles (Sveiby, 1997)

Considera la estructura interna, externa y las competencias de las personas en las organizaciones. Se proponen tres tipos de indicadores, de crecimiento e innovación; de eficiencia y de estabilidad.

- Modelo Nova (Camison, Palacios y Devece, 1998)

Este modelo divide el capital intelectual en cuatro partes: capital humano, organizativo, social y de innovación y aprendizaje, tiene una perspectiva dinámica pues pretende establecer las relaciones entre los bloques con indicadores que incluyen distintos tiempos e interrelaciones.

- Modelo Intellectus¹²⁰

El modelo Intellectus integra los elementos de los modelos anteriores considerando sus aciertos y deficiencias y provee de consideraciones flexibles y capaces de incorporar distintos escenarios y realidades, las variables se ajustan de acuerdo con el objeto de estudio.

Los modelos de medición del capital intelectual que se han desarrollado aportan ideas útiles acerca de cómo medir e integrar a los indicadores los procesos que dan origen a la creación de valor en una organización. Esto es particularmente importante para la ciencia universitaria ya que de esta forma, los sistemas científicos no son vistos solamente como productores de ciertos artefactos tecnocientíficos, documentos (artículos), patentes, y otros productos científicos, a partir de una visión de desarrollo lineal donde los procesos de conocimiento científico son vistos tradicionalmente como una serie de inputs y outputs, sino que los productos científicos son un componente más de los activos que generan valor.

¹²⁰ Informe SPRING sobre capital intelectual en la comunidad de Madrid (2004) Documento elaborado por la Fundación para el conocimiento madri+d, en el marco del Proyecto SPRING II de la red europea PAXIS de regiones de excelencia, con la colaboración del Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento (CIC), del IADE-Universidad Autónoma de Madrid.

4- El capital intelectual en la medición de la universidad

Aunque la versión más difundida sobre capital intelectual se refiere a los modelos elaborados en las empresas y en la gestión de conocimiento, dichos modelos han permeado a los análisis sobre las universidades. La organización y gestión del conocimiento generado en entornos académicos es susceptible de ser analizado para conocer el estado en que se encuentra la universidad como entorno institucional y organización generadora de conocimiento.

La aproximación que proporciona la idea de capital intelectual ha sido considerada para el caso del Subsistema de Investigación Científica debido a que incorpora las variaciones que la generación del conocimiento ha tenido, es decir, proporciona herramientas para medir de forma estructurada e integral distintos procesos de organización de las actividades científicas.

Para dar una forma asible al conocimiento como valor y considerándolo junto con la innovación y la gestión como parte fundamental de los procesos de Investigación+Desarrollo+innovación (en adelante I+D+i), surgen modelos distintos. Una serie de estos modelos está determinada por la idea de *Capital Intelectual*, entendido como “todos aquellos activos intelectuales o de conocimiento de naturaleza intangible (como son los conocimientos poseídos por las personas, talento, ideas, invenciones, patentes, sistemas, aplicaciones y todo tipo de trabajo creativo) que se puedan identificar, definir, medir, y que sean de uso específico y concreto de la organización e idiosincrásicos para el sujeto de conocimiento estudiado.”¹²¹

¹²¹ Bueno, E. (Dir.) (2003) *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid y Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y *madri+d*.

La noción de capital intelectual toma en cuenta de forma central el papel del conocimiento, de las redes y de la interacción entre agentes en espacios regionales¹²². Esta idea ha permeado de tal manera en los diferentes estudios, que a partir de ella han surgido distintos modelos para determinar el valor del conocimiento y de la estructura de las relaciones, ambos determinados fuertemente por las capacidades de información, difusión e intercambio.

Los modelos de medición de capital intelectual aportan nuevas perspectivas que pueden apoyar de manera favorable las dinámicas involucradas en la conformación y procesos de generación de conocimiento y a incidir en la forma en que éste es visto, como parte de una cadena de valor donde lo importante no son solamente los productos considerados como finales, sino todo el proceso, los actores, los intercambios y el conjunto de prácticas y acciones.

Las perspectivas que aporta el capital intelectual pueden ser de gran utilidad para mejorar las capacidades de gestión y organización del quehacer científico por el cuidado y detalle que se presta a todo el proceso de creación de conocimiento, y puede resultar útil tanto para el diagnóstico, como para el establecimiento de esquemas generales de política científica y tecnológica.

¹²² Como lo subrayan Guston (2000) y Casalet (2006), es la forma en la cual se han articulado los modelos de ciencia, tecnología e innovación.

Ver: a) Guston, David (2000) *Between politics and science. Assuring the integrity and productivity of research*. Cambridge University Press; b) Casalet, M. (2006) "Las nuevas tendencias en la organización y financiamiento de la investigación". Ponencia para el *Seminario Internacional Globalización, conocimiento y desarrollo desde la perspectiva mexicana*. Sede: Coordinación de Humanidades e Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, 15 al 17 marzo, México.

PARTE II

Construcción de capacidades científicas en la Universidad

Capítulo III

Hacia la elaboración de un modelo de medición

Propuestas y desafíos

La elaboración de un modelo de medición único para calcular la diversidad de contextos y formas de forjar el quehacer científico es simplemente imposible, es por ello que han surgido distintos modelos y formas de trabajar y modelar el capital intelectual y lo que se considera como valioso para integrar como elemento primordial en las organizaciones. Conforme cada perspectiva otorga importancia a cada uno de los elementos considerados se integrará la matriz, sin embargo, los elementos comunes son las personas, la infraestructura, el acervo de conocimientos o *know how* expresado en productos o procesos, y los vínculos formales e informales.

Es necesario precisar que los modelos de medición de capital intelectual y sus resultados, proyectan solamente un reflejo de cómo funciona o se encuentra una organización en el momento que se efectúa el estudio y con los datos que se le integran, es decir, al igual que todos los indicadores, constituyen una radiografía, la cual puede ser muy útil para la organización y gestión del conocimiento, así como el análisis y establecimiento de instrumentos de políticas.

Es importante señalar que a pesar de las bondades, el uso de cualquier tipo de indicadores sin considerar las circunstancias de cada institución, los objetivos y retos, se pueden crear problemas al establecer tablas de evaluación que dejen en riesgo valiosos trabajos e investigaciones.

1- Experiencias de medición del capital intelectual en entornos universitarios

El capital intelectual es un modelo que poco a poco está teniendo mayor difusión en el ámbito académico, y en la implementación de esquemas y modelos en universidades, que se ha dado principalmente en Europa. Se presentan aquí las experiencias y los indicadores utilizados.

A raíz de la Declaración de Bolonia de 1999¹²³, los ministros de educación europeos apuntan hacia la construcción de una Europa del Conocimiento y asignan a las instituciones de educación superior un papel preponderante para lograrlo. La importancia que en recientes años ha cobrado el conocimiento, está además vinculada a las necesidades de integración en el nuevo paradigma de la construcción de las sociedades del conocimiento¹²⁴.

¹²³ Espacio Europeo de Educación Superior (1999) *Declaración de Bolonia*. Bolonia, 16 de junio.

¹²⁴ Ruiz, Rosaura y Martínez, Rina (2007) "La renovación de las políticas de educación superior, ciencia y tecnología: una tarea estratégica para la construcción de las sociedades de conocimiento". *Revista Transatlántica de educación*. Número monográfico *Ciencia y tecnología: hacia las sociedades del conocimiento*. Coeditada por el Ministerio de España y Editora Santillana de México. Vol. III, diciembre.

El caso de Austria

En respuesta a la declaración de Bolonia de 1999, Austria emitió la ley universitaria de 2002, en la cual se estableció obligatorio generar reportes de capital intelectual a estas instituciones, inicialmente fue optativo, pero comenzó a ser obligatorio a partir de 2007. Es así que se desarrolló el esquema de medición del capital intelectual aplicado en las universidades de Austria¹²⁵

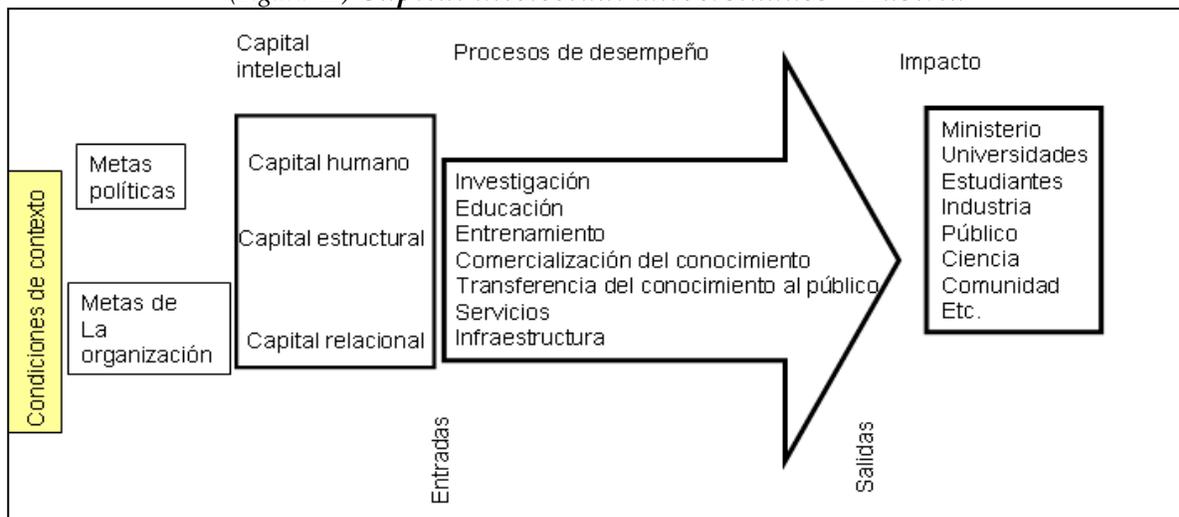
La nueva ley universitaria definió el contenido y estructura de los reportes de capital intelectual, los cuales deberían ser publicados a más tardar en 2006. Esta medida fue tomada a la par del desarrollo de contratos y reportes de desempeño. Dichos contratos definían los derechos de la universidad en cuanto a carreras ofrecidas, recursos humanos, programas de investigación, cooperación y metas sociales y, por otra parte, del Ministerio la asignación y entrega de recursos, y de un presupuesto global de tres años de duración.

La Universidad de Recursos Naturales y de Ciencias Naturales Aplicadas de Viena (BOKU), fue la primera universidad austriaca en publicar su Informe de Capital (Figura 12) con indicadores de competitividad Intelectual (IC Report) en 2004¹²⁶. En 2005 agregó a su informe elementos de responsabilidad ecológica y de responsabilidad social.

¹²⁵Leitner, Karl-Heinz (2004) "Intellectual capital reporting for universities: conceptual background and application for Austrian universities". *Research Evaluation*, Vol. 12, No. 2, 129-140.

¹²⁶ Como se indica en: Embajada de Austria en Washington, D.C. (2006) "Intellectual Capital Report with Focus on Sustainability of the Austrian University of Natural Resources and Applied Life Sciences", *Revista Bridges*, vol. 12, diciembre.

(Figura 12) *Capital intelectual universidades - Austria*



Fuente: Leitner, Karl-Heinz (2004).

El modelo planteado por Leitner para las universidades en Austria enfatiza los procesos de desempeño a partir de las metas políticas y de organización, y la medición del capital humano, estructural y relacional, que da lugar a las entradas a los procesos de desempeño y al salir de aquí surge un impacto en diversos ámbitos como universidades, el ministerio, el público, la ciencia, la comunidad. Es un esquema horizontal y lineal enfocado en los procesos y en el impacto social de éstos.

Este esquema resulta valioso para el modelo de indicadores que se desea obtener para el SIC de la UNAM, dado que pone el énfasis inicial en las metas de la organización y en las metas políticas, como parte del contexto inicial, y es interesante mirar cómo se considera la investigación como parte de los procesos de desempeño enfocados al impacto a partir de dichas metas. Cabe destacar que si bien es posible retomar algunas de las ideas, se trata de un esquema de inputs y outputs donde es difícil reflejar las condiciones en que se produce el conocimiento en el SIC de la UNAM.

Esquema para Polonia

En 2005 Fazlagic¹²⁷, preparó un reporte de capital intelectual para la Universidad Poznan de Economía, en Polonia, en el cual utilizó la metodología propuesta por el Danish Ministry of Science, Technology and Innovation (2000¹²⁸ y 2003¹²⁹) y aportó una matriz (Figura 13) de medición del capital intelectual donde incluye los principales parámetros considerados para su proyecto.

(Figura 13) *Modelo para Polonia*

Tipos Categorías	¿Qué hay? (Recursos)	¿En qué se ha invertido? (Actividades)	¿Cuáles objetivos han sido logrados? (Resultados)
Capital Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Número de investigadores • Porcentaje de investigadores respecto al total de empleados • Edad promedio de los investigadores • Mujeres en actividades científicas (porcentaje de mujeres respecto a la fuerza de trabajo) • Miembros de la misma universidad (porcentaje de investigadores graduados de la misma universidad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gasto de investigación por empleado • Gasto en tecnologías de la información y comunicación por empleado • Tiempo dedicado en seminarios internos por empleado 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de empleados de staff nuevos contratados • Número de contratos rechazados • Satisfacción del personal de Staff • Rotación del personal de Staff • Valor agregado por empleado • Índice compuesto de satisfacción de los empleados • Número promedio de publicaciones por investigador
Capital Estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de mujeres ocupando posiciones administrativas • Número de departamentos académicos • Promedio de empleados por departamentos académicos • Número de computadoras personales por empleado 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión total en infraestructura de investigación • Razón de éxito en proyectos de adquisición • Gasto de investigación por departamento académico • Participación en congresos internacionales (no. de congresos a los que se asistió, no. de investigadores que asistieron a los congresos) • Número de investigadores en proyectos en marcha (incluyendo proyectos en EU) 	<ul style="list-style-type: none"> • No. de estudiantes internacionales • Porcentaje del personal de staff de origen internacional • Reconocimiento del nombre y reputación (basado en listas de clasificación de la prensa) • Índice de satisfacción de los estudiantes • Número de estudiantes • Número de cursos • Número promedio de publicaciones por departamento académico

Fuente: Fazlagic, Amir (2005) (Traducción propia).

¹²⁷ Fazlagic, Amir (2005) "Measuring the capital intellectual of a university". *Conference on Trends in the Management of Human Resources in Higher Education*, OECD, 25 and 26 August 2005. Paris.

¹²⁸ Danish Agency for Trade and Industry - Ministry of Trade and Industry (2000) *A guideline for intellectual capital statements. A key to knowledge management*. Copenhagen, 111 p.

¹²⁹ Danish Agency for Trade and Industry - Ministry of Trade and Industry (2003) *Intellectual Capital Statements. The New Guideline*. Copenhagen, 73 p.

En este caso, el esquema resulta muy útil para desglosar algunos de los procesos que ocurren en la producción del conocimiento científico, lo cual resulta favorable para la elaboración de los indicadores. Se ponen en claro los recursos con los que se cuenta y a partir de ello, se miran las actividades realizadas para alcanzar determinados resultados. Este esquema hace evidente que existen previamente objetivos definidos para los cuales se pusieron en marcha los recursos y las acciones. Este es un punto medular para ser considerado en el esquema que será propuesto para el SIC y las medidas que se sugiera adoptar.

El caso de España

En el caso de España se ha implementado la medición del capital intelectual con amplia cobertura hacia diversos sectores como universidades, departamentos de investigación, y el sector empresarial, incluyendo los bancos y cajas de ahorro. Por ejemplo, se ha realizado un amplio estudio denominado “Gestión del conocimiento en Universidades y Organismos Públicos de Investigación”¹³⁰, financiado por la *Comunidad de Madrid y madri+d* en el cual se intenta medir el capital intelectual de todas las universidades públicas de Madrid. (Figura 14).

Aunque hay estudios sobre capital intelectual en distintas organizaciones, los grupos de investigación más representativos por la trascendencia académica y el impacto de los trabajos, son los que operan en la Universidad Autónoma de Madrid en conjunto con otros organismos españoles y europeos: uno en el Instituto Universitario de Investigación en Administración del Conocimiento e Innovación de Empresas (IADE)¹³¹ de la Universidad Autónoma de Madrid, con Eduardo Bueno como

¹³⁰ Bueno, E. (Dir.) (2003) *Op cit*

¹³¹ Instituto Universitario de Investigación en Administración del Conocimiento e Innovación de Empresas (IADE). Universidad Autónoma de Madrid. <http://www.iade.org/>

coordinador; y el otro en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales con Paloma Sánchez¹³², quien dirigió el Proyecto MERITUM.

Otro ejemplo de cooperación internacional destinado a mejorar la gestión y difusión de los intangibles en las universidades está representado por el Observatorio de la Universidad Europea. Se trató de un proyecto piloto realizado por investigadores de 15 universidades e institutos de investigación, procedentes de ocho países europeos, entre junio de 2004 y noviembre de 2006, dentro la Red de Excelencia PRIME¹³³. El Observatorio nació para dar respuesta a las nuevas necesidades de gestión de las universidades, las nuevas demandas sociales y las preocupaciones políticas para orientar estos procesos. Su principal resultado ha sido una guía metodológica¹³⁴ en la que se sugiere qué medir y cómo. El último capítulo de dicha guía es un modelo de informe de capital intelectual para las universidades¹³⁵.

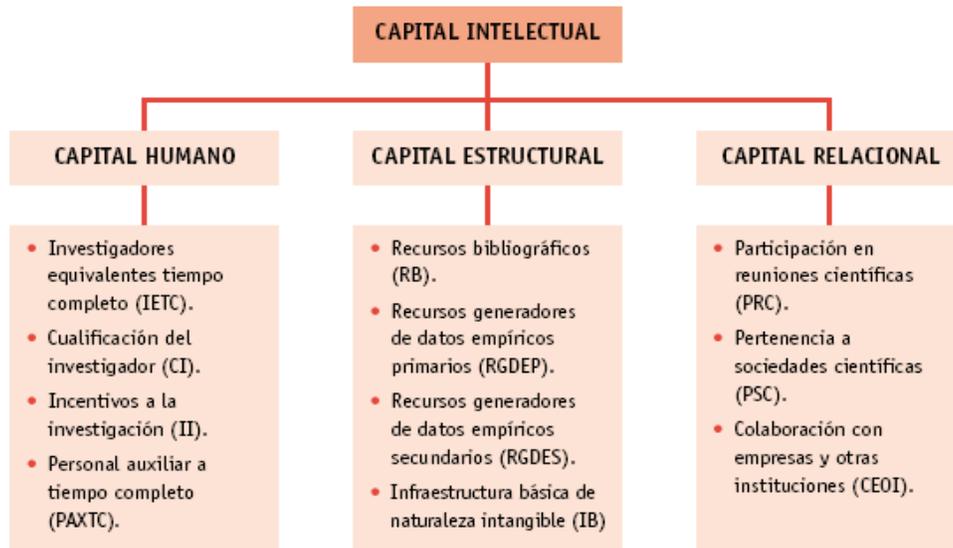
¹³² Sánchez, Paloma. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de estructura económica y economía del desarrollo http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/palomas/

¹³³ PRIME (Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area). Financiado por el VI Programa MARCO de la Comisión Europea.

¹³⁴ Observatory of the European University (2006) *Methodological guide. Strategic management of University research activities*. PRIME (Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area), Lugano, Suiza, noviembre.

¹³⁵ Sánchez, P., Elena, S. y Castrillo R. (2006) "The intellectual capital Report for Universities" en *Methodological Guidelines*, Observatory of the European Universities, pp. 223-250.

(Figura 14) *Modelo Intelect*



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 3. ESTRUCTURA DEL MODELO DE CAPITAL INTELECTUAL «INTELECT» APLICADO A LAS UNIVERSIDADES Y OPI's
Fuente: Bueno Campos, E. (Coord.) (2004)

En este caso, el esquema resulta de gran utilidad para el establecimiento de las variables que pueden incorporarse a la medición directa de las universidades, centros de investigación o departamentos, pues presenta de manera clara los elementos que los componen. Se puede apreciar así que los modelos de medición del capital intelectual para las universidades han sido creados con el fin de mejorar el aprovechamiento de los recursos y de considerar todos aquellos elementos que en un primer análisis los indicadores habituales no consideran al medir las capacidades de generación de conocimiento.

Para elaborar la propuesta de esquema de medición del capital intelectual del SIC de la UNAM, se utilizaron como base los modelos Intelect y el de Fazlagic, para Polonia. Ambos modelos contienen indicadores que reflejan las actividades inherentes a las actividades científicas del Subsistema y contienen los tres elementos que comúnmente han sido considerados para integrar la medición del capital intelectual.

2- Indicadores para medir la investigación en la UNAM

Antes de presentar el modelo propuesto para el Subsistema de la Investigación Científica, ha sido necesario hacer una revisión de cómo se ha medido tradicionalmente el quehacer científico en la UNAM para determinar con qué recursos se cuentan para el establecimiento de indicadores de las actividades científicas universitarias y de la infraestructura con que se cuenta.

Los indicadores utilizados para medir el quehacer científico de la UNAM dentro del Subsistema de la Investigación Científica, si bien provienen de una antigua tradición universitaria de recopilación de información han variado tanto que resulta difícil hacer asequibles los datos tanto por la diferencia de estándares como por la accesibilidad.

Revisemos qué ha ocurrido en la UNAM con la información estadística (Figura 15), pues los trabajos de compilación de información se iniciaron en 1959 con la edición del *Anuario estadístico* donde desde entonces y hasta 1985 se publicaron los datos más significativos de toda la universidad, y donde no siempre había información homogénea. De esos acervos a la fecha solamente existen disponibles algunos ejemplares de los años más recientes en formato impreso y dispersos en bibliotecas de la Universidad.

Con las transformaciones universitarias de los años setenta, se reestructuraron los esquemas organizativos de la Universidad, por ejemplo en los contratos de tiempo completo para el personal junto con la reclasificación y organización de los tabuladores en 1972 y 1973, las actividades de investigación también se reconstituyeron y se comenzó a generar información más homogénea.

Los *Anuarios estadísticos* fueron sustituidos por las *Agendas estadísticas*, las cuales de igual forma, sólo existen en formato impreso las ediciones 1986 a 1993, lo que significa que los datos no están contenidos en bases de datos públicas sino solamente impresos, además de que muestran una considerable disparidad de criterios en el recogimiento de datos, lo cual hace sumamente difícil o casi imposibles los estudios de trayectoria, desarrollo y evolución.

Es importante destacar que la información disponible en papel, particularmente de los años ochenta no está disponible en cuadros estadísticos sino en formatos de texto donde es necesario contar manualmente los datos ahí plasmados con una gran falta de homogeneidad. En 2004 se publicó el *Cuaderno de Información Estadística Básica* que contenía los principales datos de la Universidad de 1999 a 2003.

(Figura 15) *Información estadística UNAM*

NOMBRE	AÑO DE EDICIÓN	DISPONIBILIDAD	CONTIENE	INDICADORES DE INVESTIGACIÓN
<i>Anuario estadístico</i>	De 1959 a 1985	En papel, en algunas bibliotecas de la Universidad.	Datos generales de toda la Universidad. Información a partir de 1980 sobre la investigación de toda la UNAM, no sólo del SIC, relativa a Presupuesto, personal de investigación, metros cuadrados de construcción por áreas destinadas a docencia, investigación y difusión.	Se observa a partir de 1980 cada dependencia publica anualmente sus datos que no son homogéneos en las variables. Los indicadores utilizados pueden agruparse en: - Personal dedicado a la investigación (Número de investigadores y técnicos académicos) - Metros cuadrados de construcción para la investigación - Presupuesto total dedicado a la investigación - Número de artículos publicados - Número total de proyectos de investigación - Pertenencia al SNI desde 1984 año en que surgió.
<i>Agenda estadística</i>	De 1986 a 1999	Las Agendas de 1986 a 1999, se encuentran en papel, en algunas bibliotecas de la UNAM.		
	2000 a 2010	Disponibles en el sitio: http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2000/		
<i>Informe UNAM</i>	De 1973 a 1992	Los Informes de 1980 y hasta 1992 se encuentran en papel en algunas bibliotecas de la Universidad.		
<i>Memoria UNAM</i>	De 1993 a 2009	De 1993 a 1998 solo en papel, en algunas bibliotecas y de 1999 a 2009 en línea		
<i>Cuaderno de Información Estadística Básica</i>	1994 1999 a 2003	http://www.planeacion.unam.mx/Publicaciones/pdf/cuadernos/investigacion/presentacion.pdf		
<i>Catálogo de Investigaciones orientadas a la</i>	1985	De este documento solamente hay cinco	Encuesta sobre los proyectos	Derivó en información de un total de 3370 proyectos

<i>resolución de Problemas Nacionales 1985</i> ¹³⁶		ejemplares en las bibliotecas de la UNAM y algunas referencias a este documento en otros textos. Pero al acudir a tres sitios no aparece disponible el ejemplar.	universitarios realizados en las -entonces- 60 dependencias de la UNAM.	de los cuales 800 contribuían al conocimiento en las áreas física, biológica y social del país y 600 proyectos de investigación tecnológica con aplicabilidad potencial en el corto y mediano plazo.
NOMBRE	AÑO DE EDICIÓN	DISPONIBILIDAD	CONTIENE	
<i>Catálogo de indicadores de desempeño de entidades y dependencias universitarias</i>	2005	http://www.planeacion.unam.mx/Publicaciones/pdf/cuadernos/cat_indicadores_2005.pdf	<p>Este documento contiene los lineamientos para el recogimiento de datos para la UNAM, pero no los datos en sí. Establece que los indicadores que las dependencias deberán acumular y son los siguientes:</p> <p>DOCENCIA Alumnos Personal docente Planes y programas de estudio Educación continua</p> <p>INVESTIGACIÓN Personal académico Proyectos de investigación Productos de investigación Tecnologías y metodologías Participaciones en actividades especializadas Docencia y formación de recursos humanos Actividades de extensión y divulgación Vinculación</p> <p>DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CULTURA Actividades de divulgación, extensión y vinculación Acervos especializados Producción audiovisual Producción editorial Participaciones Extensión de servicios profesionales</p> <p>GESTIÓN 68 - Servicios de apoyo académico a) Becas b) Cómputo y telecomunicaciones c) Programas institucionales d) Bibliotecas e) Estímulos - Servicios de apoyo administrativo a) Obras y conservación b) Capacitación de personal c) Actividades administrativas - Servicios de apoyo a la comunidad a) Deporte y recreación b) Servicios médicos</p>	

¹³⁶ Núñez Cabrera, Miguel (1989) "La investigación científica en la UNAM: Propuestas para el Congreso". *Revista Ciencias*, número 16, octubre.

Fuente: Elaboración propia con información tomada de las publicaciones mencionadas así como de UNAM-Dirección General de Planeación: <http://www.planeacion.unam.mx/>

Por otra parte, en cuanto a fuentes de información y sin pretender elaborar una lista exhaustiva¹³⁷, las bases de datos y acervos de los cuales se pueden extraer datos sobre la producción de investigación científica que se refieren en forma directa o indirecta al quehacer científico en la UNAM son:

~ ARIES (Acervo de Recursos de las Instituciones de Educación Superior) iniciada en 1982 con información sobre los proyectos y el personal académico que los desarrolla; se indica que es actualizada anualmente sin embargo los datos en línea se encuentran solamente hasta el año 2000¹³⁸. <http://www.aries.unam.mx/>

~ LIBRUNAM: Libros existentes en todas las bibliotecas de la UNAM

<http://bcct.unam.mx/web/librunam.htm>

~ TESIUNAM: Tesis elaboradas por estudiantes de la UNAM

<http://bcct.unam.mx/web/tesiunam.htm>

~ e-journal: Revistas especializadas de prestigio en formato electrónico

<http://www.ejournal.unam.mx/>

~ CLASE: Citas latinoamericanas en ciencias sociales y humanidades

http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=CLA01

~ PERIODICA: Índice de revistas latinoamericanas en ciencia y tecnología

http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=PER01

~ BIBLAT: que agrupa a CLASE y PERIODICA, y es un portal especializado en la generación de datos bibliométricos para conocer las características de la producción científica de América Latina y el Caribe publicada en revistas académicas de la región.

<http://biblat.unam.mx/>

¹³⁷ Los catálogos disponibles en la UNAM se encuentran en: <http://dgb.unam.mx/index.php/catalogos>

¹³⁸ UNAM. ARIES. *Acervo de recursos de investigación en educación superior*.

<http://www.aries.unam.mx/index.php>

~ MAPAMEX: Mapas de las bibliotecas de la UNAM y de instituciones de educación superior e investigación

<http://bcct.unam.mx/web/mapamex.htm>

~ LATINDEX:

<http://www.latindex.org/>

~ Acceso a SCIELO que contiene información de revistas científicas de América Latina y el Caribe, dispone de indicadores de uso e impacto.

<http://www.scielo.org/php/index.php>

~ Red de bibliotecas ECOES es la red del Espacio Común de Educación Superior

<http://132.248.9.11/cgi-bin/ecoec/multibase.pl>

Recientemente, el 24 de febrero de 2011 se presentó el Portal de Revistas Científicas y Arbitradas de la UNAM¹³⁹, como una iniciativa importante para poner a disposición pública las publicaciones periódicas de la Universidad, con el fin de contribuir al intercambio de conocimiento, esta opción es una iniciativa valiosa para reunir y poner a la vista los esfuerzos de publicación científica.

También hay esfuerzos por reunir todos los datos estadísticos en el sistema en línea denominado www.estadistica.unam.mx¹⁴⁰(Figura 16) que fue puesto en marcha en 2008. Este sitio agrupa datos en seis rubros.

(Figura 16) *Sistema estadístico UNAM*

FUENTE	CONTENIDO	VARIABLES
Numeralia http://www.estadistica.unam.mx/numeralia/	Información general de la UNAM	Datos que se presentan: "INVESTIGACIÓN 3,374 Académicos en el Sistema Nacional de Investigadores Del total de artículos científicos publicados por académicos mexicanos 35% corresponden a

¹³⁹ UNAM. *Portal de Revistas Científicas y Arbitradas de la UNAM*. www.revistas.unam.mx

¹⁴⁰ UNAM. *Estadística UNAM*. www.estadistica.unam.mx

		investigadores de la UNAM SUBSISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 19 Institutos y 10 Centros de Investigación 2,712 Artículos especializados publicados en revistas internacionales arbitradas en 2008” (Portal de Estadística Universitaria, 2009)
Agenda estadística http://www.estadistica.unam.mx/agenda.php	Datos generales de toda la Universidad. Información a partir de 2000 sobre la investigación de toda la UNAM, no sólo del SIC	- Personal dedicado a la investigación (Número de investigadores y técnicos académicos) - Metros cuadrados de construcción para la investigación - Presupuesto total dedicado a la investigación - Número de artículos publicados - Número total de proyectos de investigación - Pertenencia al SNI desde el año 2000
Series estadísticas http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php	Contiene resúmenes con información estadística de la UNAM de 2000 a 2009	~ Becarios posdoctorales, de 2004 a 2008 ~ Personal académico en el Sistema Nacional de Investigadores por subsistema, de 2000 a 2009 ~ Personal académico en el Sistema Nacional de Investigadores por nivel, de 2000 a 2008 ~ Productos de investigación, 2000 a 2008 ~ Total en la UNAM de los artículos científicos registrados en los International Science Indicators (ISI), de 2000 a 2008
SIDEU MS http://www.estadistica.unam.mx/sideu.php	Sistema dinámico de estadísticas universitarias	SERIES HISTÓRICAS: -Proyectos de investigación 2000 a 2007 -Personal en el SNI de 2000 a 2007 <i>Esta información se prometía en el anuncio del sitio en 2010 pero no se presenta:</i> -Personal académico por Subsistema 1994-2009 INFORMACIÓN ESTADÍSTICA ANUAL: Comprende información de la Agenda estadística de 2000 A 2010 <i>Esta información se prometía en el anuncio del sitio en 2010 pero no se presenta:</i> -Investigación
Perfil alumnos http://www.estadistica.unam.mx/perfiles/	Perfil de alumnos de nuevo ingreso a la UNAM	Características de los alumnos que han ingresado a la licenciatura de la UNAM desde el ciclo escolar 2000-2001. Los datos están organizados según el tipo de ingreso, pase reglamentado (PR) y concurso de selección (CLS), y el ciclo escolar en que lo hicieron.
Indicadores de educación superior	Contiene 16 variables para los años 2007 a 2010	Las variables contienen información sobre los profesores universitarios, programas de posgrado y presupuestos asignados a tareas de educación superior.

Fuente: Elaboración propia

El Centro de Información Científica y Humanística (CICH) fue creado en 1971 con el fin de apoyar la investigación, docencia, extensión y administración principalmente universitarias, por medio de sistemas y servicios que permitieran “la optimización de los recursos bibliográficos, la simplificación del esfuerzo intelectual y

contribuyan a la adecuada toma de decisiones”¹⁴¹. El CICH formó parte del SIC hasta 1996 cuando fue reubicado a la Dirección General de Bibliotecas; algunos de los servicios que prestó hasta su desaparición fueron la publicación de índices bibliográficos y la creación de acervos bibliográficos en línea. Este centro fue de gran utilidad para el Subsistema de la Investigación Científica durante muchos años, pues concentraba gran cantidad de información, ejemplares y suscripciones de revistas científicas nacionales e internacionales en una época en la cual no existía internet y los sistemas de comunicación eran distintos.

Por otra parte, la Unidad de Indicadores de Productividad Científica (Figura 17) fue el organismo creado por el Subsistema de la Investigación Científica para elaborar indicadores que “faciliten a los investigadores de cada dependencia del Subsistema comprobar su grado de producción, así como el impacto y la calidad de sus resultados” Por medio de estudios bibliométricos y con la utilización de indicadores internacionales como “el factor de impacto, visibilidad, índice de mediatez, vida media, trabajos citados y citantes”¹⁴², este fue un proyecto que permaneció vigente y se formó durante tres años más con resultados fructíferos, como lo muestran los datos asentados en las Memorias UNAM de 1994 y 1995, llegando a contar con tres bases de datos.

(Figura 17) **Bases de datos de la Unidad de Indicadores UNAM**

a) Datos	1,392	Registros de académicos
b) Productividad	39,746	Documentos capturados
c) Impacto	141,340	Citas

Fuente: Memoria UNAM, 1995

Sin embargo, este acervo quedó en el olvido cuando en ese mismo año se trasladó el Centro de Información Científica y Humanística, sede de la Unidad de Indicadores, a la Dirección General de Bibliotecas. Es de suponerse que los datos

¹⁴¹ Déctor , Piedad (1989) “Publicaciones y base de datos del Centro de Información Científica y Humanística (CICH) UNAM” en *Biblioteca universitaria, boletín informativo de la Dirección General de Bibliotecas*. Vol. IV, No. 1 enero - marzo.

¹⁴² UNAM (1993) *Revista UNAM hoy*. México. pp. 23

quedaron bajo resguardo de la Coordinación de la Investigación Científica, pero no hay mayor información pública disponible al respecto y los datos estadísticos que en 2008, han aparecido en el SIC abarcan el periodo de 1997 hasta 2006 y solo en algunos rubros hasta 2007.

Con respecto a la información estadística específica del Subsistema de la Investigación Científica, los documentos y bases de datos a disposición pública en los cuales es posible consultar y donde se reúne información estadística impresa son las publicaciones de la Coordinación de la Investigación Científica como las siguientes: *La investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México* (1976)¹⁴³; *Revista Subsistema de la Investigación Científica-Coordinación de la Investigación Científica* (1996)¹⁴⁴; *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica* publicado en 2002¹⁴⁵; el libro *Ciencia, estrategias de desarrollo del Subsistema de la Investigación Científica*, de 2004¹⁴⁶; *La ciencia en la UNAM* de 2007¹⁴⁷. En estas publicaciones se plasman los trabajos de cada una de las dependencias a manera de informes y se integran indicadores de las actividades científicas, principalmente acerca del número de investigadores y de su producción medida en artículos.

Es importante destacar que no existe disponible de manera pública un acervo específico para la información del SIC, apenas en 2008 se han puesto en línea varios acervos no relacionados, por lo que es necesario buscar datos en las diversas fuentes, entre las cuales los datos no son los mismos incluso para un mismo año y tipo de indicador. Esto si hablamos de información para los años noventa, pues para la

¹⁴³ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1976) *La investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México*. México, 170 p.

¹⁴⁴ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1996) *Revista Subsistema de la Investigación Científica-Coordinación de la Investigación Científica*, México, 31 p.

¹⁴⁵ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2002b) *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica*. México.

¹⁴⁶ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2004) *Ciencia, estrategias de desarrollo del Subsistema de la Investigación Científica*. México, 302 p.

¹⁴⁷ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *Op cit.*

información de los años ochenta, no está a disposición en línea ni hay acervos de información impresa reunidos en lugar alguno de la Universidad, de hecho, no existió homogeneidad en la información que manejaba cada Centro o Instituto, conforme lo que se ha podido apreciar en los informes del Subsistema impresos, fue hasta 1988 cuando comenzaron a integrarse los datos de investigación con mayor detalle para el Subsistema y en bases de datos (tampoco disponibles públicamente). Sin embargo, se realizó para esta investigación un esfuerzo de reunir la información disponible en un acervo de base de datos.

A partir de 2008 los datos contenidos en los libros publicados por la Coordinación de la Investigación Científica se pusieron a disposición en línea en forma de gráficas, esta información se refiere a las variables siguientes para los años 1997-2007 para datos de personal y el resto actualizado hasta 2006.

- ~ Personal académico (área de conocimiento, género, clase -investigador o técnico académico-, categoría y nivel, nivel SNI y estímulo PRIDE)
- ~ Producción primaria (artículos publicados en revistas internacionales, nacionales y otros productos como libros, capítulos, memorias y reportes técnicos)
- ~ Producción secundaria (número de artículos de divulgación y número de eventos académicos organizados)
- ~ Formación de recursos humanos (tesis dirigidas terminadas)

En la Memoria UNAM publicada en 2009 se informa del 5 al 8 de noviembre de 2008, el Consejo Técnico de la Investigación Científica realizó una reunión foránea en San Juan del Río, Querétaro, donde cada uno de los Centros e Institutos del SIC

presentaron los resultados de un diagnóstico¹⁴⁸ y autoevaluación que cada una realizó durante el segundo semestre del año. En dicho ejercicio, cada entidad presentó el análisis cualitativo y cuantitativo de sus actividades en un periodo de diez años (1998-2007) y una labor de prospectiva desarrollada por sus consejos internos, con apoyo en la comunidad académica. “Del análisis y discusión de los documentos se derivarán conclusiones y programas generales para el SIC y particulares por entidad y área temática. Como una conclusión inicial, destacó la necesidad de redefinir indicadores generales para medir el desempeño de las entidades del Subsistema, y de avanzar en la elaboración de estudios comparativos, nacionales e internacionales”.¹⁴⁹ La documentación relativa a la reunión a la que se alude no está disponible de manera pública.

Por estas razones para la presente investigación, la búsqueda de indicadores y datos sobre el SIC se realizó directamente en los informes, memorias UNAM, y anuarios estadísticos, a partir de documentos en papel y disponibles públicamente, conformándose esquemas propios de indicadores en función de la propuesta planteada para medición del capital intelectual así como una base de datos propia para contener lo acumulado, de hecho, debido a la falta de uniformidad en los datos y dado que cada fuente tiene distinta información, ha sido necesario dividir la información por fuentes.

Como se pone de manifiesto, los indicadores sobre las actividades científicas de la UNAM y particularmente del Subsistema de la Investigación Científica no son lo suficientemente vastos, y aunque hay trabajos importantes al respecto, reflejan una dispersión de esfuerzos y de falta de uniformidad en la práctica así como la búsqueda de objetivos y criterios comunes.

¹⁴⁸ No fue posible encontrar disponible el documento de diagnóstico y autoevaluación, solamente la referencia al mismo.

¹⁴⁹ UNAM (2009) *Memoria UNAM*. México NOTA: El subrayado es de la autora de la presente investigación.

3- Modelos de medición para el Subsistema de la Investigación Científica

La actividad científica del SIC tradicionalmente ha sido medida y vista como un sistema en el cual lo importante son los productos determinados como artículos, número de investigadores, número de investigadores en el SNI, etc. La propuesta aquí es considerar que si efectivamente se trata de un *sistema de investigación*, entonces habrá que considerar también otros elementos de dicho *sistema* para medir la ciencia y realizar evaluaciones más completas y cercanas a las dinámicas en curso y en donde los elementos de gestión y estrategias son fundamentales.

Los modelos de medición implican preparación para la toma de datos, además del esfuerzo para la colecta de información que se encuentra dispersa o considerada para otros ámbitos. Tal es el caso de la Universidad Nacional, donde las actividades de investigación se miden sobre todo por la productividad y de forma aislada de otros elementos.

A partir de los análisis realizados, se presentan en este apartado dos esquemas de medición que son considerados como óptimos para obtener la información necesaria para construir indicadores del capital intelectual del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM.

Estas propuestas para medir la actividad científica de la Universidad Nacional Autónoma de México comprendida en el Subsistema de la Investigación Científica, se plantea como una aproximación que puede dar cuenta de las fortalezas y debilidades de los sistemas científicos, con el fin de abonar en una mejor articulación de sus actividades y definición de estrategias y de políticas.

A continuación se presentan los modelos que en esta investigación se proponen para medir el capital intelectual del SIC (Figuras 18 y 19). Se trata de dos modelos dado que en el primero se establecen variables para medir capital humano, capital estructural y capital relacional, considerando la producción científica. En el segundo modelo la organización de las variables está determinada por las estrategias de la organización o institución como fundamentales al medir el capital estructural, y que determina las orientaciones de la institución.

PROPUESTA 1 PARA MEDIR EL CAPITAL INTELECTUAL DEL SIC – UNAM

CAPITAL HUMANO

- ✓ **Recursos humanos**
 - Personal dedicado a actividades de administración y gestión y tipos de contrato
 - Investigadores: categorías y niveles
 - Distribución por dependencia
 - Técnicos académicos: categorías y niveles
 - Distribución por dependencia
 - # Becarios
 - # personas que realizan servicio social
 - # Formación de recursos humanos (maestría y doctorado)
 - # personas en movilidad a través de intercambio académico y estancias de investigación (recepción y envío)
 - Programa jóvenes hacia la investigación
- ✓ **Programas de incentivos**
 - A investigadores
 - A proyectos de investigación
 - Pertenencia al SNI
 - Pertenencia al PRIDE

CAPITAL ESTRUCTURAL

- ✓ **Infraestructura básica:**
 - Instituciones (dependencias)
 - Instalaciones
 - Sedes
 - Laboratorios
 - Servicios administrativos
- ✓ **Servicios de información interna**
 - Disponibilidad de información de otras investigaciones y proyectos
- ✓ **Servicios de información externa**
 - Disponibilidad de información de investigaciones y proyectos
- ✓ **Recursos bibliográficos**
 - Disponibilidad y acceso a los recursos
- ✓ **Recursos destinados a las actividades de I+D**
 - Distribución
 - Áreas

CAPITAL RELACIONAL

- ✓ **Relaciones con la comunidad científica:**
 - Participación en reuniones científicas
 - Pertenencia a sociedades científicas
 - Participación en grupos de investigación
- ✓ **Relaciones con otros agentes vinculadas a la investigación:**
 - Participación de empresas en financiamiento y/o apoyo a proyectos de investigación
 - Participación de empresas en intercambio académico y de investigación
 - Servicios como:
 - Asesoría a empresas (cuáles)
 - Asesoría y/o apoyo a otras Instituciones de Educación Superior (cuáles)
 - Proyectos de desarrollo tecnológico
 - Convenios de colaboración
 - Proyectos y vinculación entre sí (misma dep.)
 - Proyectos y vinculación dentro del Subsistema
 - Proyectos y vinculación fuera del Subsistema pero dentro de la UNAM
 - Proyectos y vinculación externa a la UNAM
 - Red de colaboración institucional interna (dentro del Subsistema)
 - Por temas
 - Por dependencia
 - Red de colaboración institucional externa al SIC (dentro de la UNAM)*
 - Por temas
 - Por dependencia
 - Red de colaboración institucional con IES y centros de investigación en México*
 - Por temas
 - Por institución
 - Red de colaboración institucional con IES y centros de investigación en el extranjero*
 - Por temas
 - Por institución

*Por personal académico, es decir, investigadores y técnicos académicos bajo las distintas figuras como: sabáticos, comisiones, académicos visitantes, congresos, estancias.

Producción científica:

- ✓ **# de artículos, libros, informes técnicos, capítulos, memorias, Prototipos, software, producción multimedia, normas, manuales.**
 - Áreas temáticas
 - # de revistas en que se publica
 - Autores (# artículos por autor)
 - Factor de impacto relativo a la UNAM
 - Factor de impacto relativo a México
 - Factor de impacto relativo al mundo
- ✓ **Ediciones propias**
 - Áreas temáticas
- ✓ **Número de proyectos: terminados y en proceso**
- ✓ **Distribución y alcance nacional e internacional**
 - # Envíos
- ✓ **Obras**
 - Derechos de autor
 - Patentes
 - Marcas propias

(Figura 18)

Fuente: Elaboración propia

(Figura 19) *Propuesta de medición 2*

ESQUEMA 2 CONSIDERANDO UN SISTEMA ESTRATÉGICO	
CAPITAL HUMANO	
Credenciales académicas CA	Titulación
	Nivel de formación
Credenciales científicas y tecnológicas*	Artículos
	Publicaciones
	Sistema Nac. Inv.
	Proyectos
Experiencia / Trayectoria	Antigüedad
	Liderazgo proyectos
CAPITAL ESTRUCTURAL	
Estrategia	UNAM
	Individual
	Conjunta
Diseño	% Puestos de gestión (ver organigrama)
	% Puestos de investigación
Prácticas y métricas	Certificación de procesos y estándares (calidad)
	ISO
	% gestión disponibles
	% indicadores disponibles
TIC's (Tecnologías de la información y comunicación)	Usuarios de internet
	Intranet
Esfuerzo en I+D	Inversión en I+D
	Proyectos de I+D
	Patentes
	Contratos de I+D

CAPITAL RELACIONAL

Clientes

- Sector privado
- Sector público
- Otras instituciones de educación superior nacionales
- Otros centros e institutos de investigación nacionales
- Internacionales

Alianzas / Convenios

- Sector privado
- Sector público
- Otras instituciones de educación superior nacionales
- Otros centros e institutos de investigación nacionales
- Internacionales

Redes

- Personal que participa en redes
- Redes internacionales

Subsistema

- Iniciativas de coordinación interna
- Canales de coordinación
- Intranet
- Boletín interno
- Proyectos conjuntos

Fuente: Elaboración propia con apoyo y orientación del Dr. Carlos Merino (Universidad Autónoma de Madrid)

Este segundo modelo propuesto para medir el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM busca establecer vínculos entre las distintas variables que conforman el capital humano, estructural y relacional con el fin de establecer el capital intelectual, considera en especial las estrategias planteadas por la institución para alcanzar determinados fines, así como las certificaciones, herramientas y trayectoria para conformar un resultado que muestre el grado de interacción entre las metas, las estrategias y los resultados.

5- Resultados obtenidos para los modelos

Se presentan a continuación los esquemas generales que muestran los resultados de ambos modelos, con las variables que ha sido posible obtener con el recogimiento de datos. (Figuras 20 y 21)

Toda la información que se obtuvo sobre el SIC en el recogimiento de datos que se realizó para los años 1980 a 2006, están integrados en una base de datos, con gráficas para cada resultado, la cual se encuentra completa y disponible en el archivo anexo. Por limitaciones en la extensión de este trabajo se presentan a continuación solo algunos de los gráficos que se obtuvieron con la sistematización y análisis de la información.

Es necesario precisar que aunque los modelos de medición del capital intelectual establecen que se debe medir un solo año o periodo -reciente- para establecer con qué se cuenta en la actualidad y a partir de ello generar estrategias adecuadas, para esta investigación se obtuvieron los datos del Subsistema para los años 1980 a 2006, para buscar las tendencias y el desarrollo del Subsistema y no únicamente los datos más recientes.

(Figura 20) *Datos y variables obtenidas para el esquema 1*

DATOS OBTENIDOS PARA EL ESQUEMA 1

CAPITAL HUMANO

ANUARIO/AGENDA ESTADÍSTICA Datos tomados de los Anuarios y Agendas Estadísticas 1980-2006 consultados en la biblioteca de DGPL-UNAM.

UNAM

PERSONAL ACADÉMICO UNAM

[PERSONAL ACADÉMICO POR CATEGORÍA UNAM 86-06](#)

SUBSISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Datos tomados de la Agenda Estadística 1998-2006: Nóminas de la CIC-UNAM.

PERSONAL ACADÉMICO SIC

[NOMBRAMIENTOS DEL PERSONAL ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN POR ÁREA Y DEPENDENCIA SUBSISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 80-06](#)

[PERSONAL ACADÉMICO POR SUBSISTEMA 93-06](#)

PERSONAL ACADÉMICO CIC

[PERSONAL ACADÉMICO POR DEPENDENCIA Y NIVEL DE ESTUDIOS](#)

[NOMBRAMIENTOS DOCENTES DE INVESTIGADORES POR DEPENDENCIA Y NIVEL](#)

SNI

PERSONAL ACADÉMICO SNI

[PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNAM EN EL SNI 91-06](#)

[PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNAM EN EL SNI POR ÁREA Y DEPENDENCIA 91-06](#)

CIC-CTIC Los datos fueron tomados directamente de la página electrónica de la Coordinación de la Investigación Científica www.cic-ctic.unam.mx

PERSONAL ACADÉMICO CIC-CTIC

[PERSONAL ACADÉMICO](#)

[INVESTIGADORES POR NIVEL](#)

[TÉCNICOS ACADÉMICOS POR NIVEL](#)

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS CIC-CTIC

[FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE LICENCIATURA 97-06](#)

[FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE MAESTRIA 97-06](#)

[FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE DOCTORADO 97-06](#)

CAPITAL ESTRUCTURAL

AGENDA ESTADÍSTICA Los datos fueron tomados de las Agendas Estadísticas de los años 1980-2006 consultados en la biblioteca de DGPL UNAM.

PLANTA FÍSICA

UNAM

[PLANTA FÍSICA CAPACIDAD INSTALADA 93-05](#)

[PLANTA FÍSICA FUNCIÓN 93-95](#)

[PLANTA FÍSICA ÁREA CONSTRUIDA ASIGNADA POR PROGRAMA 93-05](#)

SUBSISTEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

[PLANTA FÍSICA DEPENDENCIA 93-06](#)

[PLANTA FÍSICA ESPACIOS DE INVESTIGACIÓN 01-05](#)

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO UNAM

[Presupuesto Egresos por Función y Programa 80-06](#)

[Presupuesto Egresos por Función y Parte 80-06](#)

[Presupuesto de Egresos por Programa 89-06](#)

[Presupuesto SIC por Dependencia y Gastos 80-06](#)

PRESUPUESTO SUBSISTEMA DE
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

[PRESUPUESTO UNAM 80-06](#)

CAPITAL RELACIONAL

CIC-CTIC Los datos fueron tomados directamente de la página electrónica de la Coordinación de la Investigación Científica www.cic-ctic.unam.mx

PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL ACADÉMICO

[CONFERENCIAS Y TELECONFERENCIAS 97-06](#)

[ORGANIZACIÓN DE EVENTOS 97-06](#)

[TOTAL DE EVENTOS](#)

AGENDA ESTADÍSTICA

UNAM

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

[PROYECTOS DE INVESTIGADORES POR DEPENDENCIA 98-05](#)

[PRODUCTOS DE INVESTIGADORES POR DEPENDENCIA 98-05](#)

MEMORIA Los datos fueron recopilados de las INFORME UNAM 1980-1992 que posteriormente se convirtieron en MEMORIA UNAM 1993-2006.

[Patentes](#)

[Publicaciones editadas](#)

CIC-CTIC Los datos fueron tomados directamente de la página electrónica de la Coordinación de la Investigación Científica www.cic-ctic.unam.mx

PRODUCCIÓN PRIMARIA

[ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS NACIONALES 97-06](#)

[ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS INTERNACIONALES 97-06](#)

[TOTAL DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS](#)

[CAPÍTULOS EN LIBROS 97-06](#)

[LIBROS 97-06](#)

[REPORTES TÉCNICOS 97-06](#)

[ARTÍCULOS EN MEMORIAS 97-06](#)

[TOTAL PUBLICACIONES](#)

PRODUCCIÓN SECUNDARIA

[ARTÍCULOS EN REVISTAS DE DIVULGACIÓN 97-06](#)

[ARTÍCULOS PERIÓDICOS 97-06](#)

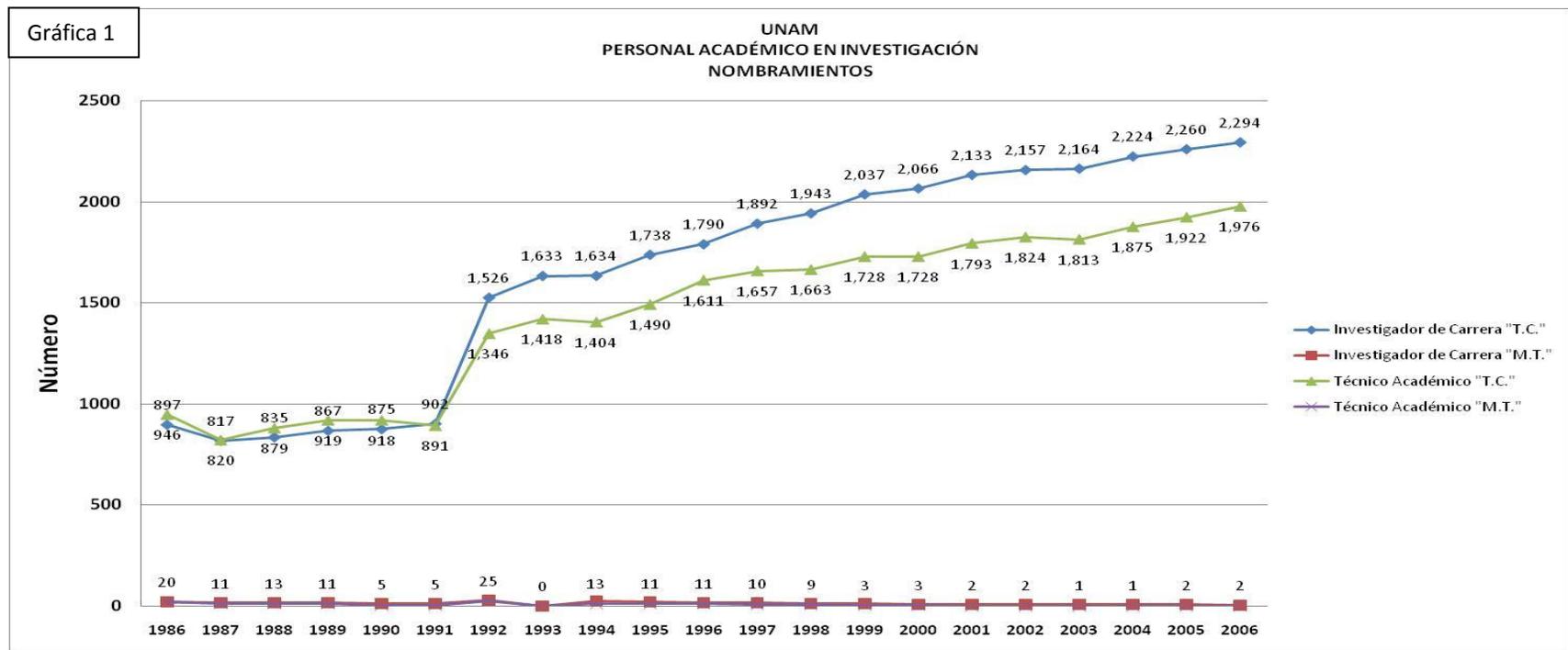
Fuente: Elaboración propia

(Figura 21) Datos obtenidos para el esquema 2

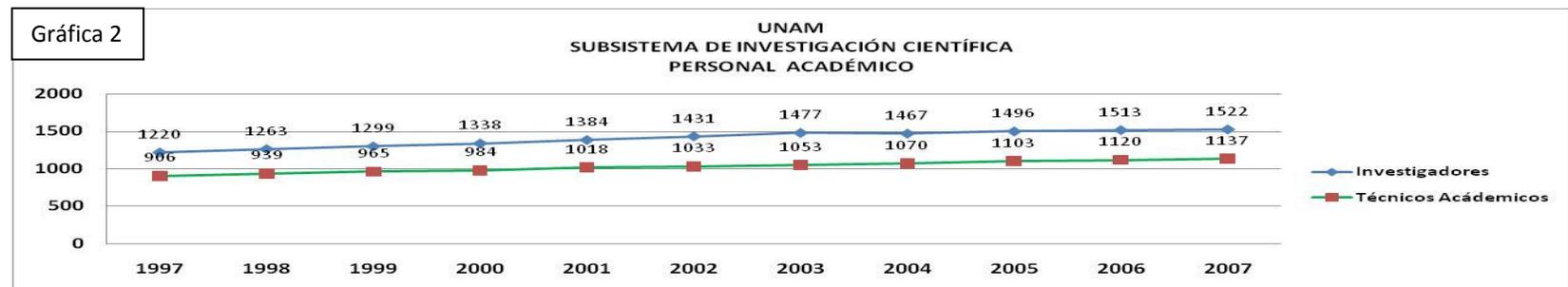
DATOS OBTENIDOS PARA ESQUEMA 2 SISTEMA ESTRATÉGICO	
CAPITAL HUMANO	
Formación de Recursos Humanos	Licenciatura Maestría Doctorado
Personal Académico	UNAM SIC CIC
Credenciales científicas y tecnológicas	Artículos Publicaciones
Estímulos y recompensas	SNI Personal Académico Investigadores Técnicos Académicos
CAPITAL ESTRUCTURAL	
Planta Física	UNAM SIC
Presupuesto	UNAM SIC
CAPITAL RELACIONAL	
UNAM	Organización de Eventos Conferencias

Fuente: Elaboración propia

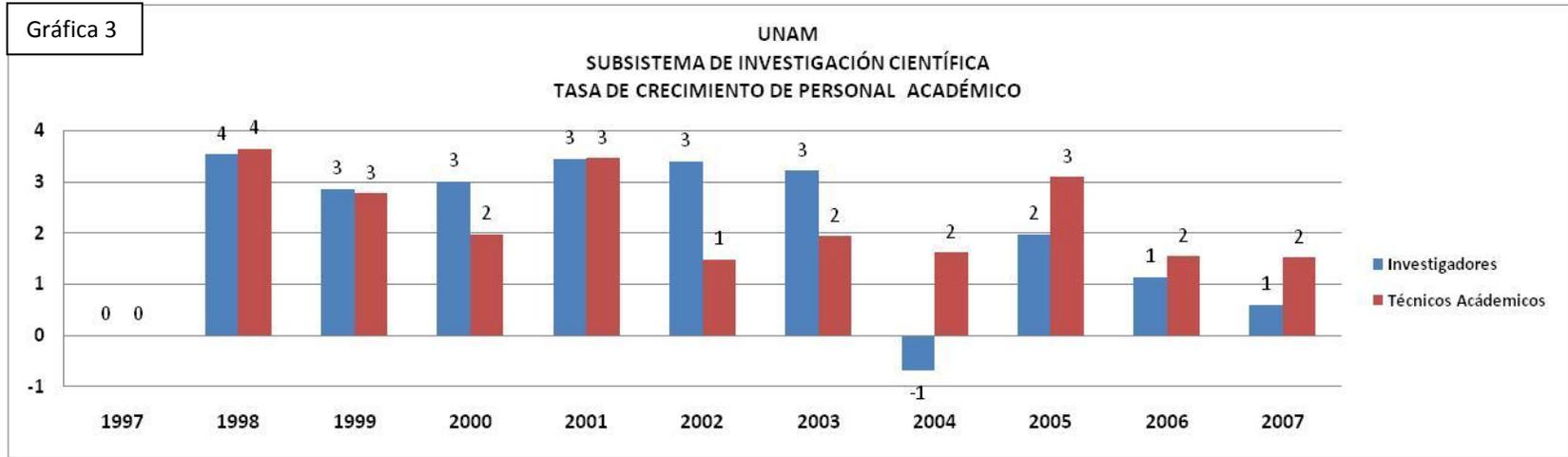
CAPITAL HUMANO



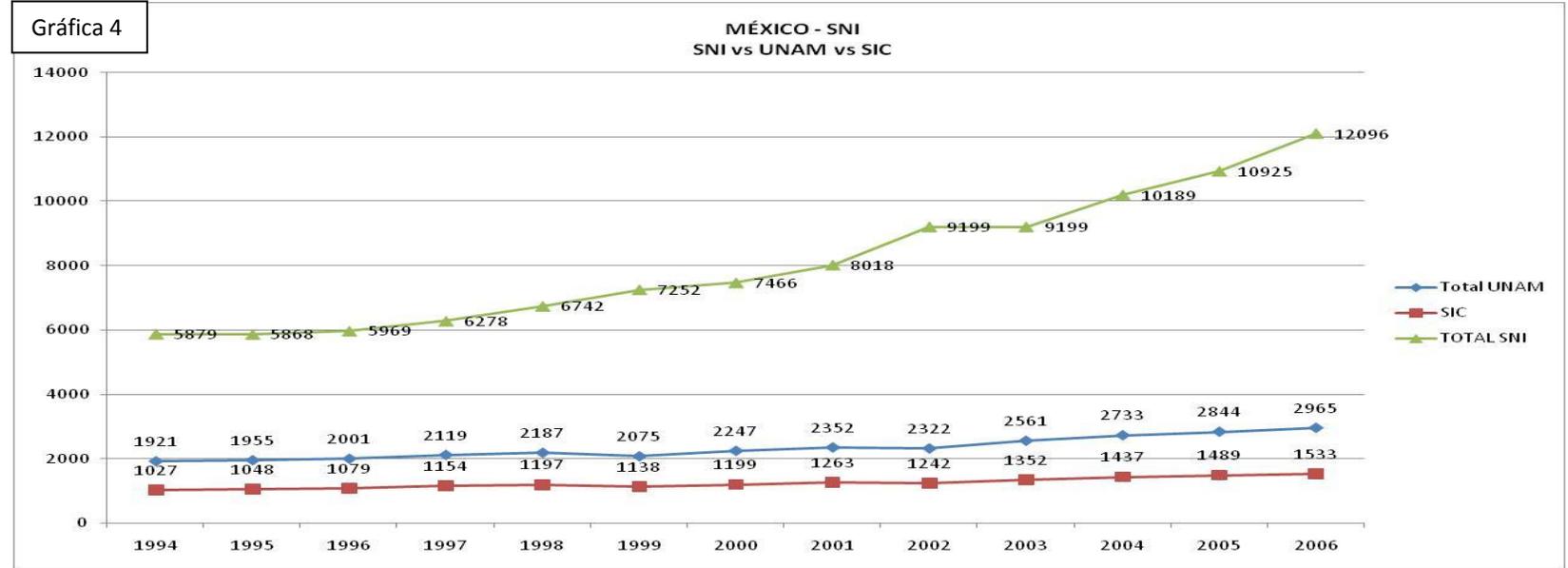
Se muestra aquí el total de investigadores con que cuenta la UNAM en un periodo de veinte años, de 1986 a 2006, donde se aprecia que el crecimiento ha sido a la alza y de manera sostenida.



Aquí se puede apreciar que el crecimiento del número de personal académico dedicado a la investigación en el SIC ha ido en aumento paulatinamente en la década de 1997 a 2007.

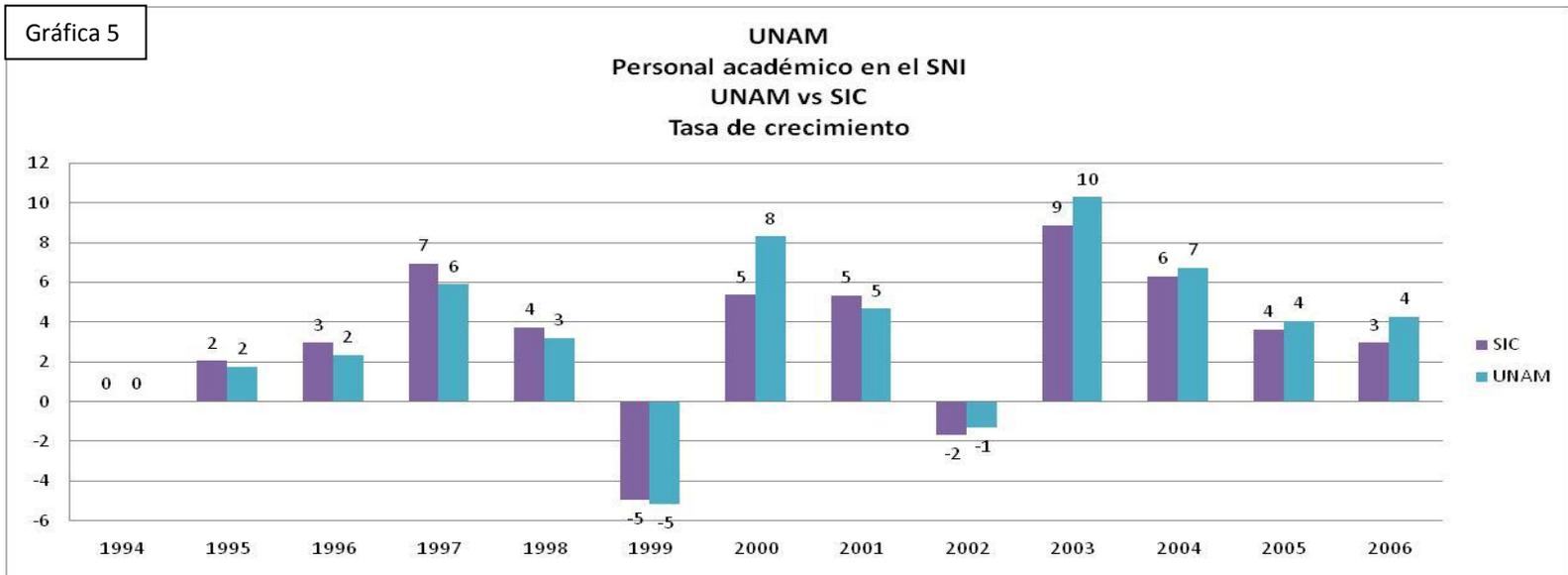


Esta tasa de crecimiento vinculada a los datos de la tabla anterior, nos permite observar que el crecimiento del personal académico del SIC en la década 1997 a 2007 es realmente limitado.



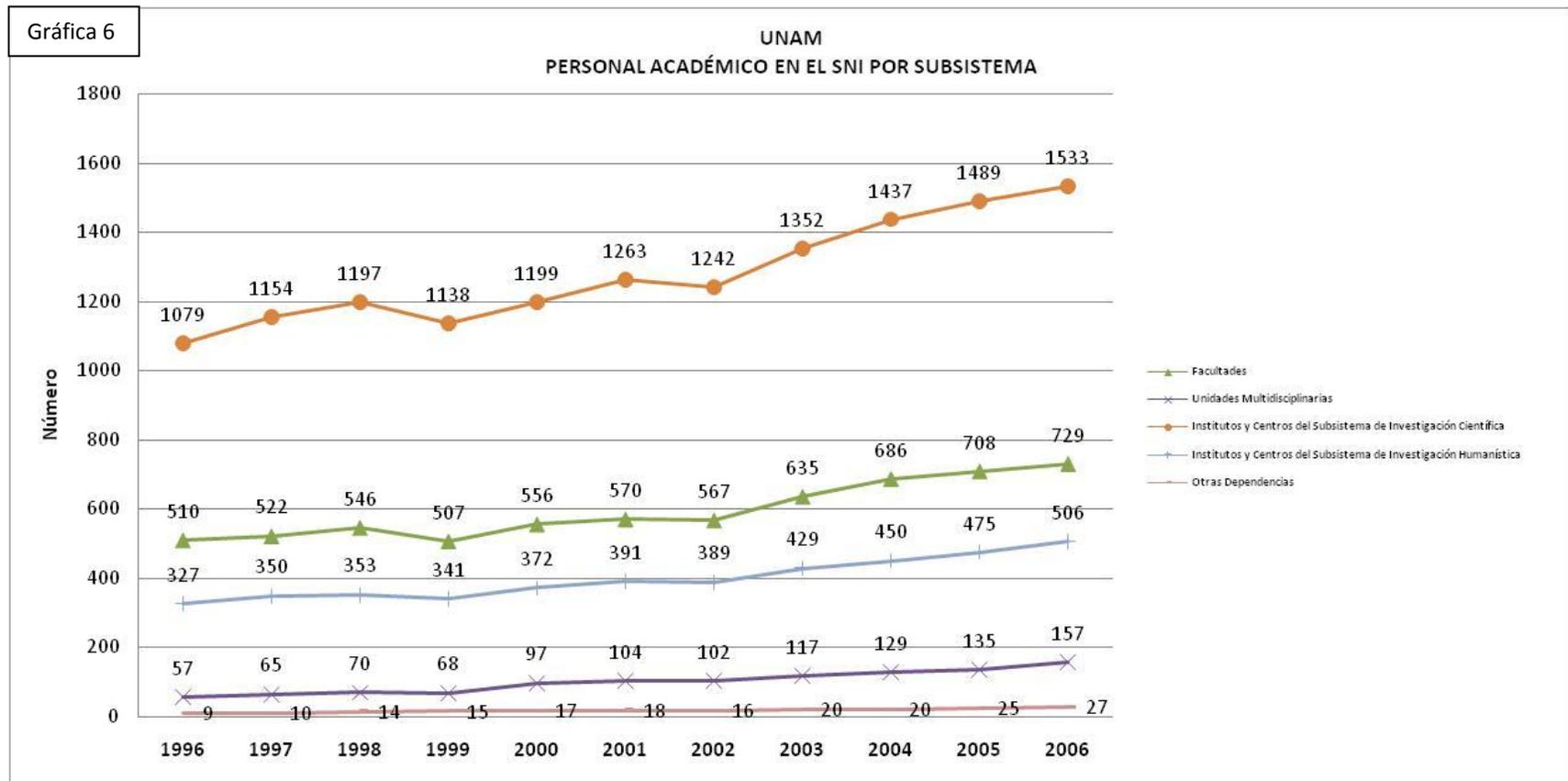
Los datos permiten apreciar la importancia de la aportación del Subsistema de la Investigación Científica al número de investigadores nacionales registrados en el Sistema Nacional de Investigadores, el cual es poco más del 50% del

total de la UNAM. También es evidente que el crecimiento en cuanto al número de investigadores del SIC en el SNI es lento pero sostenido.



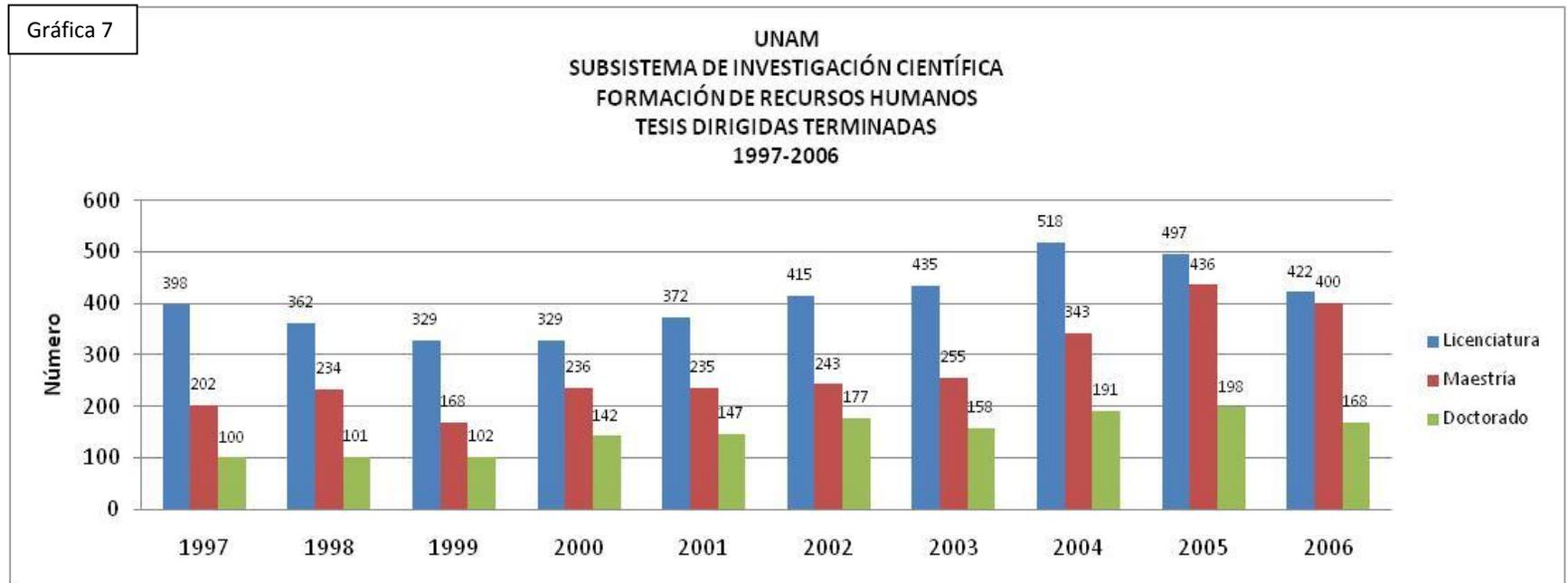
Esta gráfica con la tasa de crecimiento nos permite verificar la tasa de crecimiento con que se ha conformado el personal del SIC en relación a la UNAM.

Gráfica 6



Este cuadro permite observar la aportación del SIC en relación a los otros subsistemas de investigación de la UNAM, donde la aportación es sustancialmente mayor, como se puede observar con las cifras.

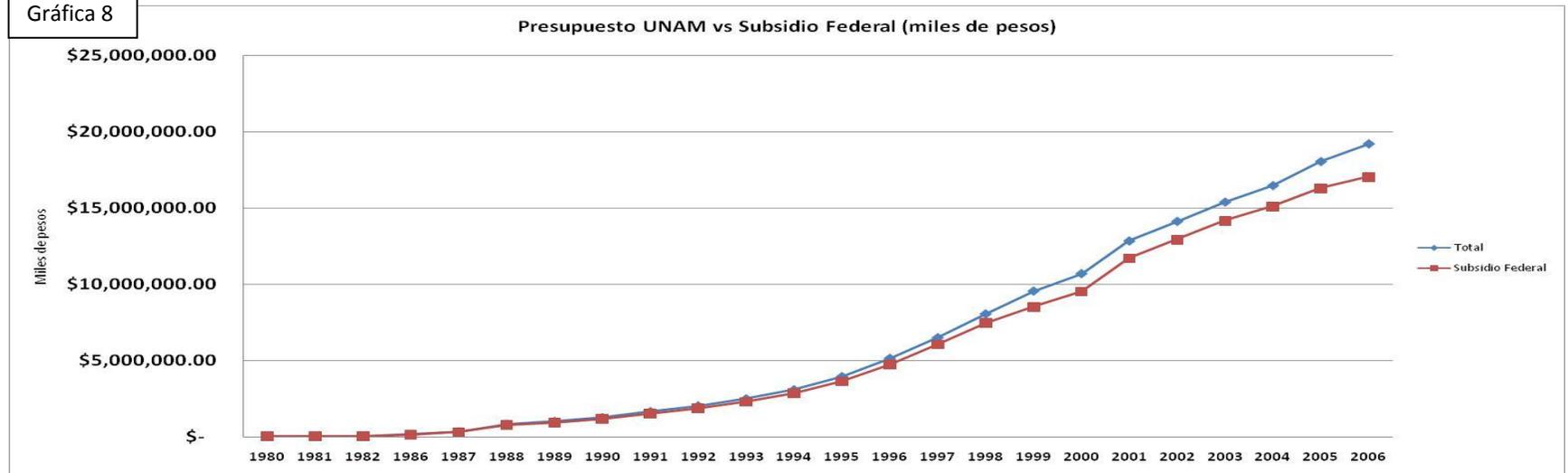
Gráfica 7



Este cuadro nos permite apreciar la actividad de formación de recursos humanos del SIC en el periodo de 1997 a 2006, donde no se aprecia un crecimiento significativo.

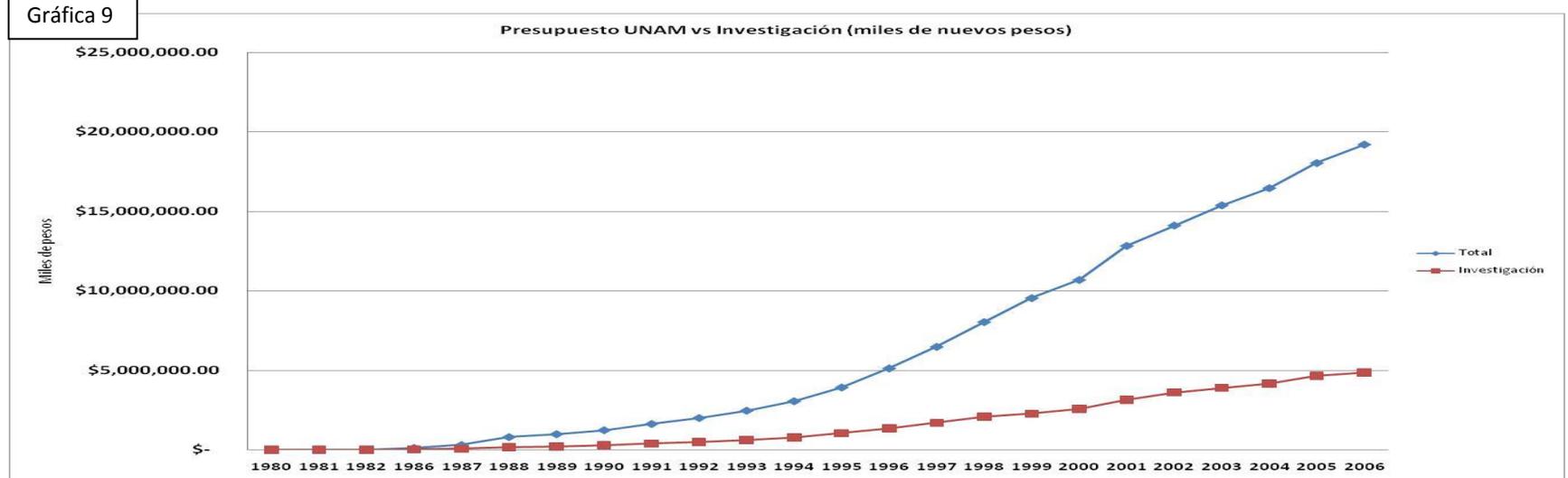
CAPITAL ESTRUCTURAL

Gráfica 8

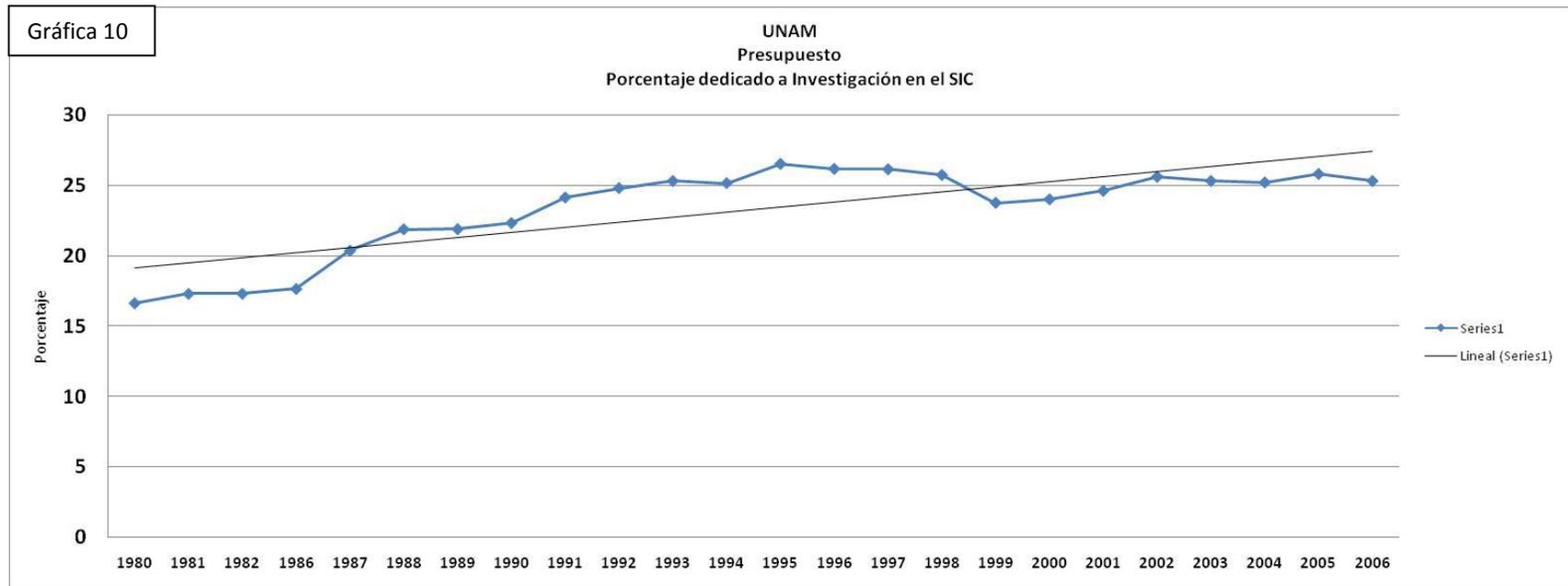


El presupuesto destinado a la UNAM por el gobierno federal de 1980 a 2006 ha mostrado una alza significativa pero aún bastante limitada en cantidad, que representa casi el total del presupuesto global de la Universidad.

Gráfica 9



El presupuesto destinado a la investigación vs. el total de la UNAM, a lo largo de veintiseis años (de 1980 a 2006) ha tenido un muy limitado incremento como se muestra en este gráfico.



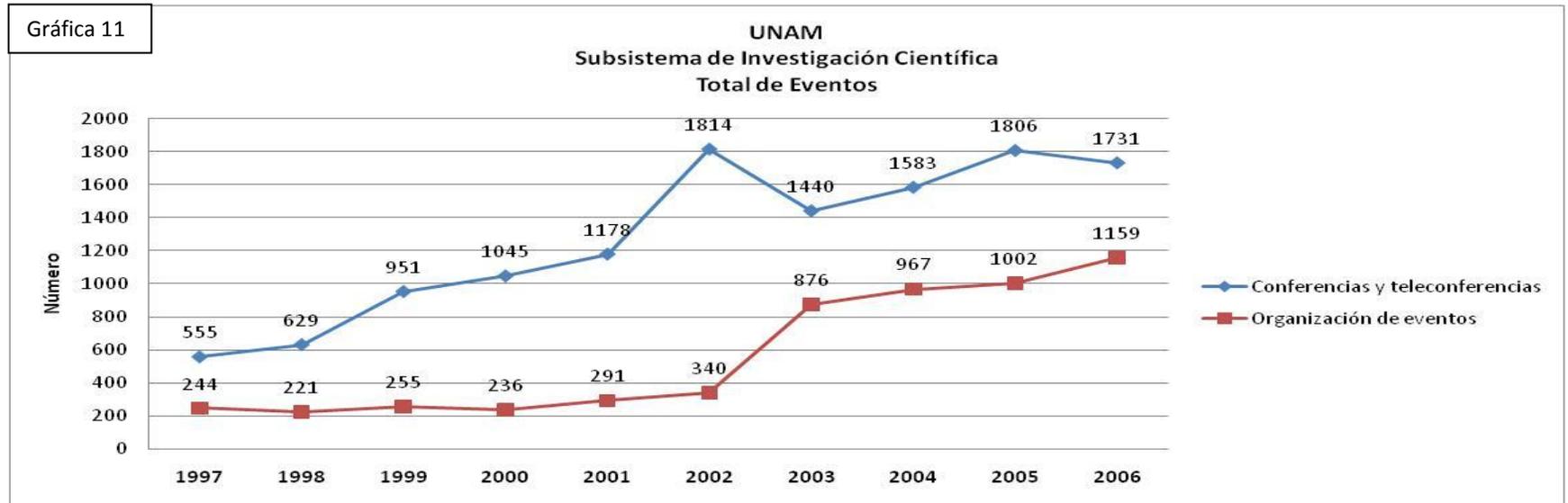
Como es posible apreciar en este cuadro, el porcentaje dedicado a investigación en la UNAM ha tenido en el periodo de 1980 a 2006 un incremento limitado pero sostenido, que ha ido del 16 al 25 por ciento en veintiseis años.

CAPITAL RELACIONAL

Para este tipo de capital ha sido realmente escasa la información obtenida, aunque es de dominio público la gran vinculación que existe con otros actores nacionales e internacionales, los convenios y la interacción e intercambio académico y de conocimiento en el quehacer científico internacional¹⁵⁰, los datos del Subsistema de la Investigación Científica puestos a disposición pública y sistematizados son tan limitados que incluso otras investigaciones que se ha realizado mantienen la premisa de presentar datos obtenidos de bases de datos sobre artículos publicados en acervos internacionales solamente para la producción científica.

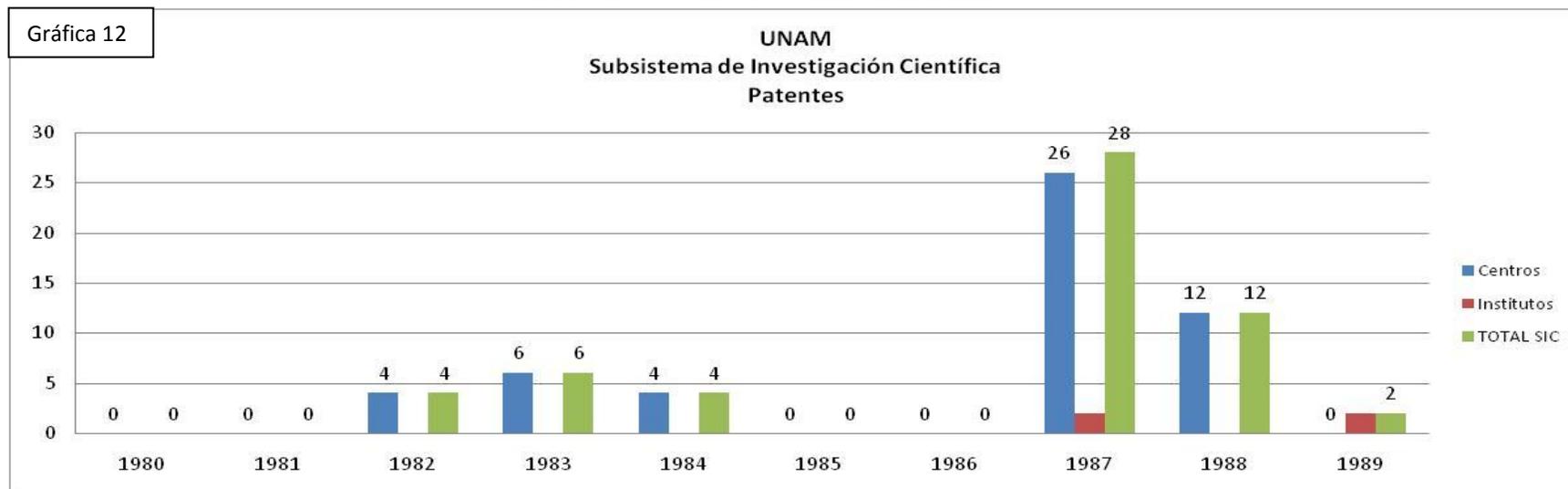
¹⁵⁰ Se tiene contemplado abordar este punto en una investigación posterior que se desarrollará en la Universidad del País Vasco.

Gráfica 11

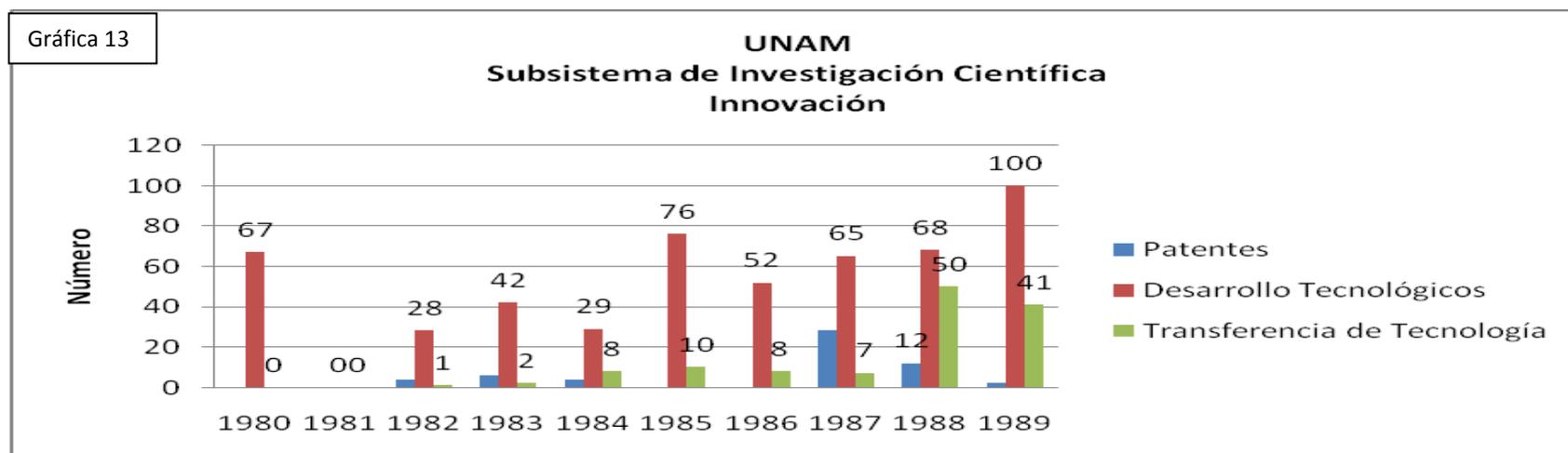


Los datos muestran una elevada actividad de actividades científicas organizadas y en las cuales participan los institutos y centros del Subsistema.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

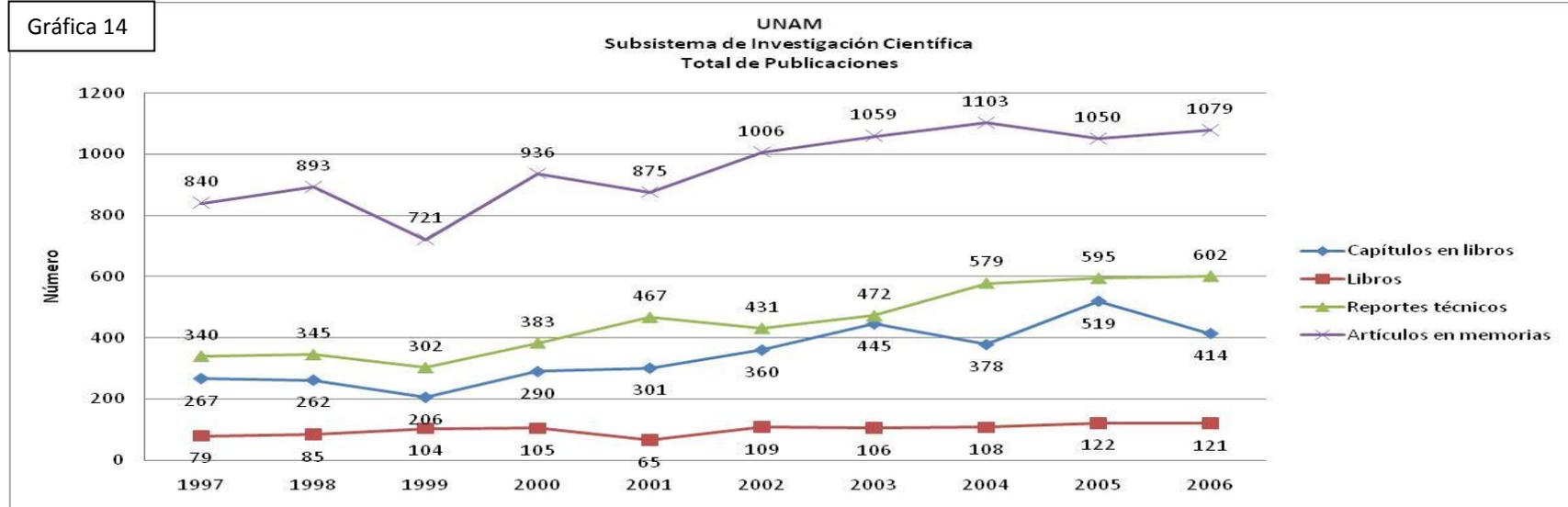


Las patentes de las cuales se dio cuenta en los informes de los años 1980 a 1989 muestran una escasa actividad. No se cuenta con información consistente sobre patentes del SIC de los años posteriores.



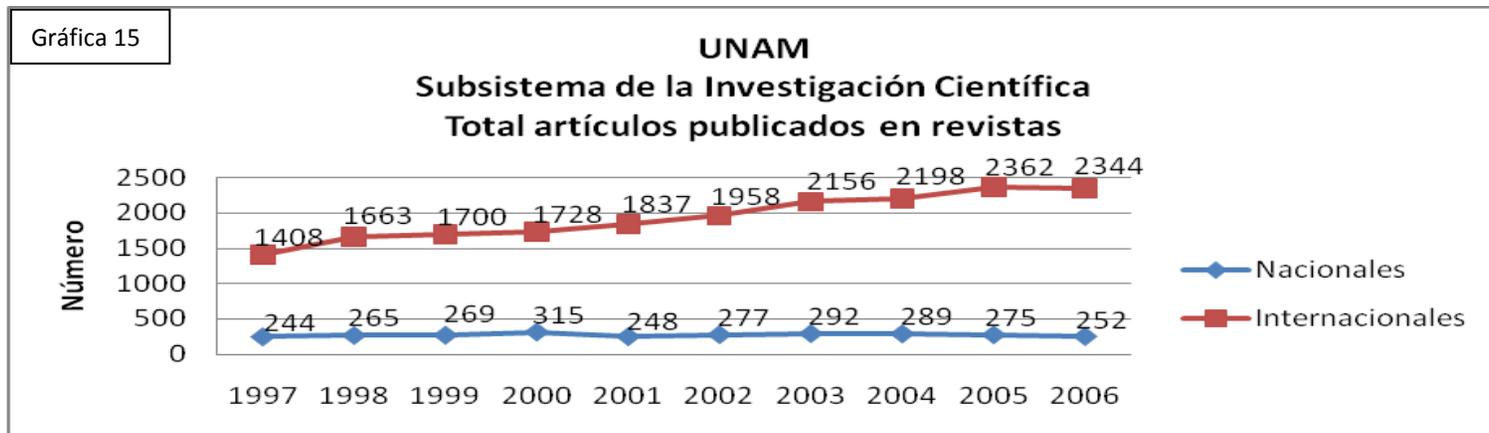
Los desarrollo tecnológicos para el mismo periodo (1980 a 1989) permiten observar una considerable actividad, y con ello considerar que se otorgaba mayor importancia en el SIC a este rubro que al de las patentes o transferencia de tecnología, sin embargo, es posible que patentar fuera un proceso más complicado para la institución.

Gráfica 14



La producción de documentos como resultados de investigación para los años 1997 a 2006 es consistente, aunque al igual que con los otros gráficos, muestra un escaso crecimiento.

Gráfica 15



Este gráfico muestra cómo en menos de una década aumentó en 60% el número de artículos publicados en revistas internacionales, lo cual habla de la gran capacidad de generación de conocimiento del Subsistema y su reconocimiento en cuanto a calidad.

Se esperaba recopilar información de los distintos indicadores propuestos para la medición del capital intelectual, es decir, de los activos intangibles del Subsistema, de forma tal que se pudiera conformar una radiografía lo más completa posible y de distintos momentos a lo largo de más de dos décadas para poder analizar las dinámicas de cambio en la organización y gestión de las actividades científicas. Sin embargo, lo que pudo obtenerse fue información parcial y fragmentada del SIC. La información se encuentra aglomerada y esquematizada de muy distintas formas, lo cual refleja varios elementos:

- 1) La administración y el periodo de gestión de los rectores, coordinadores y de los responsables de información determinó la forma de presentarla al momento de ser recogida y en su publicación.
- 2) Las orientaciones y concepciones inherentes a la administración universitaria determinó las orientaciones de los elementos considerados como valiosos para ser medidos y presentados.
- 3) El desarrollo de las nuevas tecnologías y sistemas de información así como el auge de las sociedades de la información fueron determinantes para que se diera cada vez una mayor importancia a los datos estadísticos durante la última década.
- 4) Es evidente la necesidad que tiene el SIC de establecer una serie de medidas estratégicas para consolidar y fortalecer su estructura y organización institucional, así como para optimizar su funcionamiento.

Es importante señalar que la medición del capital intelectual en las experiencias internacionales, se ha realizado como un esfuerzo conjunto con la institución, centro de investigación o departamento que se estudia, sin embargo, para los fines de la presente investigación se consideró más apropiado hacerlo de

manera independiente como un ejercicio que pudiera mostrar los alcances y limitaciones de estos instrumentos y de lo que existe disponible, y también debido a que no se cuenta con la infraestructura para la aplicación de encuestas y otros instrumentos para aplicar en todo el SIC.

Los indicadores de capital intelectual para medir el estado de la actividad científica en la UNAM proporcionan una nueva perspectiva para reconsiderar la importancia de una constitución organizacional integral del sistema científico universitario.

CAPÍTULO IV

Capacidades y políticas del SIC

Este capítulo contiene un análisis de las condiciones que han dado origen y desarrollo de las capacidades del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, con el fin de explicar cuáles han sido las políticas y acciones institucionales que han llevado a integrar el Subsistema y a formar su capital intelectual.

Si bien el objetivo de la presente investigación no es presentar detalles históricos del desarrollo del SIC, si resulta importante la revisión histórica de las políticas científicas, dado que es a partir de ellas que emerge el objeto de estudio de esta tesis. Por ello, se elaboró una somera revisión del desarrollo científico del Subsistema, considerado como el sistema de ciencia y tecnología más consolidado del país, que en esta investigación arroja los resultados que se muestran.

1- Condiciones institucionales para el desarrollo

El Subsistema de la Investigación Científica se creó en 1945, época en la cual se terminaba la Segunda Guerra Mundial y prevalecía la política de industrialización por sustitución de importaciones en los ámbitos internacionales. Fue entonces cuando en la Universidad Nacional se tomó la determinación de integrar algunas de las áreas de investigación que se encontraban diseminadas. Así, el Subsistema se creó con los Centros e Institutos, el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y la Coordinación de la Investigación Científica

(CIC), estos dos últimos como órganos de toma de decisiones y operativo respectivamente. (Figura 22)

Entre los objetivos actuales del Subsistema se encuentran¹⁵¹:

- Alcanzar el pleno desarrollo de su personal académico y de su sistema de investigación básica y aplicada;
- Acrecentar la cantidad de proyectos de investigación; fomentar el ingreso y la formación de jóvenes científicos;
- Promover la vinculación de la ciencia con la sociedad para atender mejor sus necesidades;
- Reforzar los nexos con la comunidad científica nacional e internacional;
- Buscar nuevas formas de financiamiento y optimizar las ya existentes; y
- Descentralizar la investigación científica del país, apoyando la instauración de proyectos y esfuerzos de investigación en el interior de la República

La CIC centraliza, administra y coordina las necesidades entre las dependencias, sus funciones son:

- Impulsar y fortalecer la investigación científica;
- Promover la descentralización científica, mediante el desarrollo de unidades foráneas;

¹⁵¹ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *Op cit.*

- 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;
- Difundir el estado que guarda la investigación científica en la UNAM;
- 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;
- Realizar estudios sobre investigación que permitan optimizar los recursos disponibles;
- Propiciar y gestionar ayuda económica para la investigación, proveniente de instituciones u organizaciones extrauniversitarias del país o del extranjero;
- Ejecutar las decisiones del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y apoyarlo para coordinar, planear e impulsar las labores de los institutos y centros del SIC;
- Fomentar los vínculos con la actividad docente de la UNAM en licenciatura y posgrado.

El CTIC está conformado por los directores y representantes del personal académico de los institutos y centros, la Facultad de Ciencias y la DGDC, acuden también como invitadas distintas Facultades de la UNAM. Lo preside el Coordinador de la Investigación Científica y se auxilia de los Consejos Internos y Comisiones Dictaminadoras para la toma de decisiones sobre el personal académico (investigadores y técnicos académicos), así como de la CAAA (Comisión de Asuntos Académico-Administrativos) y de comisiones *ad hoc* (que integran los

propios directores y representantes) cuando es necesario, por ejemplo, para la revisión de los criterios y lineamientos de operación del Consejo Técnico.

En resumen, el Consejo Técnico establece las políticas en ciencia y tecnología para el Subsistema y decide acerca de los asuntos académico-administrativos del personal académico del SIC, definiendo los criterios de evaluación del trabajo del personal adscrito y de las dependencias que lo conforman. Estos son sus objetivos:

- “Coordinar e impulsar la investigación científica y tecnológica en el Subsistema, con base en los planes y programas de institutos y centros;
- Establecer los lineamientos generales para la creación de nuevos institutos y centros, y opinar sobre las propuestas de creación;
- Evaluar la investigación realizada y proponer las medidas para su ampliación y fortalecimiento;
- Constituir comisiones para el análisis de asuntos especiales;
- Dictaminar sobre el proyecto de reglamento interno de las dependencias y sobre sus reformas;
- Promover la vinculación entre la investigación y la docencia;
- Estimular las relaciones académicas del SIC con escuelas y facultades de la Universidad y con otras instituciones de investigación y docencia;
- Aprobar los programas de trabajo de cada instituto y centro, apoyando su correcta realización y, de acuerdo con éstos, formular el plan de desarrollo del Subsistema;

- Establecer y dar a conocer las políticas delineadas en el Subsistema para estudiar las condiciones del país y proponer soluciones a los problemas nacionales”¹⁵².

¹⁵² *Ibíd*

2.- De 1929 a los años cincuenta

Los criterios y las definiciones de política científica en la Universidad Nacional han variado con los años, es así que en 1932 el Consejo Universitario creó una “Comisión de Institutos”, que tuvo diversos nombres hasta 1944, como por ejemplo “Comisión Impulsadora y Coordinadora de la Investigación Científica” (CICIC) de la que fue responsable el Dr. Nabor Carrillo, quien después fue el primer Coordinador de la Investigación Científica en 1947. Esta Comisión se encargó de lo relacionado con los institutos y el Observatorio, sus necesidades, trabajos y vinculación, además del establecimiento de los lineamientos de trabajo de las entidades.

Desde 1929 cuando se estableció la Autonomía Universitaria, la UNAM contó con el Instituto de Biología, el Instituto de Geofísica y el Observatorio Astronómico Nacional, que posteriormente se convirtió en el Instituto de Astronomía. Hacia 1938 ya se habían creado los Institutos de Geografía y Física, además de que en el Estatuto General de la UNAM se estableció que los institutos dependieran del Rector y contaran con un Consejo Consultivo. Al año siguiente se creó la Facultad de Ciencias y con ello se hizo más evidente la necesidad de vincular la docencia con la investigación. Ese mismo año, 1939, el director de la Facultad de Ciencias, el Ing. Ricardo Monges López reunió a los directores de los institutos para “intercambiar ideas, comunicar sus experiencias académicas, conocer el estado de la investigación y unir sus esfuerzos con el fin de lograr el mejor aprovechamiento de los recursos que existían”¹⁵⁴.

La idea de formar un ente coordinador como el CTIC fue para resolver un asunto relativo a la integración de los trabajos de investigación, pero además

¹⁵⁴ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *Op cit.*

representaba todo un reto operativo, pues un organismo como éste no era una cuestión solamente administrativa o de gestión, sino que implicaba la implementación de una serie de políticas que llevaban a acciones concretas para el fortalecimiento de la investigación científica. Es así que antes de conformarse el CTIC y la CIC, el Consejo Universitario de la UNAM consideró la modificación de la Ley Orgánica, así como del Estatuto General para dar forma a lo que se estaba conformando como el andamio y el respaldo institucional a la investigación científica universitaria.

En el entorno nacional, se creó en 1930 la Academia Nacional de Ciencias para reunir a los científicos del país, un año después de la promulgación de la Autonomía de la Universidad Nacional. Posteriormente, durante la administración de Lázaro Cárdenas (1934 a 1940) se creó el Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC) en 1935, aunque duró solo tres años y con un funcionamiento muy restringido e imprecisiones en funciones y actividades¹⁵⁵.

A finales de los años treinta, se nacionalizaron los ferrocarriles y el petróleo, pero también se impulsó la industria eléctrica¹⁵⁶ y la siderúrgica¹⁵⁷, con la idea de que al tener el control sobre la producción, sería posible tener bienes y servicios con precios que los hicieran accesibles a la mayor parte de la población¹⁵⁸. Se buscó incentivar las actividades científicas, desarrollar áreas de investigación en algunos

¹⁵⁵ Pacheco Méndez, T. (1993) "La Política de Planeación en Ciencia, Tecnología y Educación Superior en un contexto de Crisis", *Revista Pensamiento Universitario*. Centro de Estudios sobre la Universidad-UNAM, Núm. 8, México. p. 1-34.

¹⁵⁶ Con el Decreto de creación de la Comisión Federal de Electricidad en 1937, se estableció una industria pública, además de las privadas que funcionaban en el país desde finales del siglo XIX. Para ahondar en este tema puede consultarse: García Espinosa de los Monteros, Catalina (2010) *El derecho ciudadano al acceso a la energía eléctrica, tensiones y singularidades en el caso de México*. Tesis doctoral. Posgrado en Filosofía de la Ciencia-UNAM, México.

¹⁵⁷ Simón, N. y Rueda, I. (Coords.) (2002) *Globalización y competitividad. La industria siderúrgica en México*. FCA-IIIEc-DGAPA, UNAM-Porrúa, México.

¹⁵⁸ Puga, C. y Torres, D. (1996) *México: la modernización contradictoria*. Ed. Pearson, México.

institutos y fomentar la formación de recursos humanos calificados que el país necesitaba conforme la nueva configuración social e industrial incipiente. Fue fundado el Instituto Politécnico Nacional (1937) con el cual se pretendía contar con una institución educativa especializada en la formación de los técnicos que la nueva configuración productiva necesitaba.

Con las tendencias en política científica derivadas de la Segunda Guerra Mundial, México buscó insertarse en el entorno internacional y así satisfacer las necesidades internas y desarrollar capacidades económicas y de infraestructura. Durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho (1940 a 1946), la política del gobierno mexicano impulsó el desarrollo industrial y las comunicaciones en el país; con esta industrialización se favoreció la migración rural a las ciudades y a los centros de producción de bienes de consumo, sin embargo, no se priorizó el desarrollo de los bienes de capital y se compró la tecnología fuera del país¹⁵⁹. En cuanto a la educación, se buscó favorecer la alfabetización, pero al mismo tiempo se fue abriendo más la brecha entre clases sociales.

En cuanto a la organización de la política científica, en 1942 el CONESIC se transformó en la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC). Se fundó el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas A.C. (IMIT)(1946)¹⁶⁰ con el fin de apoyar la industria nacional en procesos tales como la

¹⁵⁹ González Arévalo, A. (2009) *El proceso de sustitución de importaciones en América Latina: el caso de México, 1940-1980*. Universidad de Málaga-Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. 134 p.

¹⁶⁰ Cerrado en los años noventa. En 1995 sus activos fueron trasladados por decisión de la Secretaría de Educación Pública (SEP) al Instituto Politécnico Nacional, y se tomó el acuerdo el 15 de diciembre de 1995. El propósito fue "incorporar dichos bienes al patrimonio institucional para destinarlos al reforzamiento de las acciones de investigación en materia de ciencia aplicada y tecnología avanzada." Con estos bienes se originó el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del IPN. Ver sitio web del IPN-CICATA:
http://www.cicataqro.ipn.mx/wps/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=76&lang=es

como se aprobó en el *Programa de Investigación Científica y Tecnológica*, del *Programa de Desarrollo Institucional 1995-2000* del IPN, se consideró que corresponde al Instituto dar respuesta a los

producción de la tortilla, la sal común y de la celulosa. También fueron creados los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (1948) fueron creados por medio de una Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación¹⁶¹, como un organismo descentralizado de la administración pública federal. Dependían de la Secretaría de Economía y tenían como objetivo realizar investigaciones de tipo científico y técnico, determinar métodos de prueba para la normalización de productos y realizar análisis de laboratorio con fines industriales para la prestación de servicios al sector productivo privado y organismos gubernamentales, funciones que desarrolló en la áreas de química analítica, análisis y tecnología de alimentos, biotecnología y protección al ambiente, celulosa y papel, envase y embalaje e ingeniería de procesos.

Para el caso de la UNAM, en 1945 se creó la nueva Ley Orgánica y la comunidad académica logró influir para que se incluyera en ella la figura de *investigador*, y las condiciones mínimas para el establecimiento de la investigación, lo cual dejó ver la importancia que el desarrollo de conocimiento fue cobrando fuerza en la institución. Ese año también se creó el CTIC, integrado inicialmente por los institutos de Biología, Geofísica, Geografía, Física, Química, Geografía, Geofísica y Matemáticas, y la Coordinación de la Investigación Científica.

Hay que reconocer que en la Universidad Nacional la gestión y operación de acciones que implicaban la modificación de las estructuras institucionales no fue sencilla, y si bien los institutos de investigación continuaron trabajando en las actividades propias de su papel, desarrollando conocimiento científico, fue hasta 1947 que se realizó la primera reunión oficial del CTIC, en la cual participaron¹⁶² los

proyectos estratégicos que contribuyan al desarrollo científico y tecnológico nacional y al mejoramiento de la sociedad a través de la investigación científica básica y aplicada.”

¹⁶¹ Secretaría de Gobernación (1948) *Diario Oficial de la Federación*, México, martes 6 de enero.

¹⁶² Tomado de la lista de asistencia del Consejo Técnico de la Investigación Científica de 1947.

Publicada en: Domínguez, R., Suárez, G. y Zubieta, J. (1998) *Cincuenta años de ciencia universitaria: una*

directores de los institutos de Matemáticas, Física, Biología, Geología, Geografía, Química, Instituto de Estudios Médicos y Biológicos (hasta 1967 cambió de nombre a Instituto de Investigaciones Biomédicas), el director de la Facultad de Ciencias (Dr. Alberto Barajas) y el director de la Escuela de Graduados.

En la UNAM fue en 1947 cuando se comenzó a configurar la política de contrataciones para exclusivas la investigación, pues no existía la figura de *investigador de tiempo completo*. Para ejemplificar esto basta con decir que cuando se celebró la primera reunión del CTIC en dicho año, los directores asistentes no tenían contratos de tiempo completo en la Universidad y la designación como *Profesor de Carrera* fue una de las primeras decisiones que tomaron los directores que conformaban el órgano, para los investigadores de gran prestigio, y de hecho, una gran parte de las primeras contrataciones como *investigador* fueron para miembros del propio Consejo.

Así, la política científica y tecnológica de la Universidad Nacional durante la década de los años cuarenta se concentró en la concepción e integración de esfuerzos de los propios científicos para crear una comunidad especializada y sólida en la búsqueda de crear infraestructura que les permitiera trabajar en mejores condiciones en el país, más allá de las decisiones nacionales.

Durante la década de los años cincuenta la ciencia cobró un papel preponderante en las decisiones universitarias, pero además se fue tomando conciencia en la administración pública federal del papel del conocimiento y el desarrollo tecnológico para el avance nacional. En 1950 la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica se transformó en el Instituto Nacional

de la Investigación Científica (INIC)¹⁶³ para impulsar las actividades científicas de una forma más sólida y organizada que se enfocaba en apoyar la formación de recursos humanos y publicación de resultados de investigación.

En esta década se creó también la ANUIES, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior¹⁶⁴, en 1950, por distintas instituciones de educación superior (IES) que se reunieron con el fin de contribuir en la elaboración de los programas, planes y políticas nacionales en la docencia, la investigación, la extensión de la cultura y los servicios de las IES. También se creó la Academia de la Investigación Científica (1959) en donde parte de los requisitos para ingresar como miembro fue la dedicación de tiempo completo.

Para la Universidad Nacional fueron años decisivos, pues se inauguró en 1952 la recién construida (y en esos momentos no terminada del todo) Ciudad Universitaria, apenas antes de terminar la gestión del Presidente Miguel Alemán. No debemos olvidar que el Rector de la UNAM de 1953 a 1961 fue el Dr. Nabor Carrillo, ex Coordinador de la Investigación Científica de 1947 a 1953, científico y promotor del desarrollo de la ciencia en la Universidad, lo cual habla de la gran influencia que los científicos tenían ya en la institución. Como parte de las acciones de la época para el fomento a la investigación, se construyó la Torre de Ciencias¹⁶⁵.

Fue durante los primeros años de los cincuenta cuando existió, como parte de la política científica universitaria el desarrollo de los sistemas de comunicación y cómputo, tratando de armonizar con el entorno internacional. Esto se originó porque se hizo evidente que se requería mayor infraestructura tecnológica, y

¹⁶³ Casas, R. (Coord.)(2001) *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Ed. IIS-UNAM-Anthropos. Barcelona. 381 p.

¹⁶⁴ Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) <http://www.anui.es.mx/>

¹⁶⁵ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1976) *La investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México*. México, 170 p

aunque la UNAM ya estaba trabajando desde años antes en investigaciones matemáticas a raíz de un proyecto con la UCLA¹⁶⁶ en 1955, con la intervención del Dr. Nabor Carrillo. Se adquirió entonces la primera computadora (llamada cerebro electrónico o *electronic brain*), una IBM 650 y con ello, al ser la única en México, se dio pie a que fuera utilizada en distintos ámbitos de investigación pero también en la administración pública federal. La segunda y las subsecuentes computadoras se compraron para el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)¹⁶⁷, institución que cubría los servicios médicos a los trabajadores del país, y que durante los años cincuenta, con esa infraestructura, consolidó su presencia nacional.

Las áreas de especialización llamadas entonces de *cálculo electrónico*, influyeron en la vida universitaria en distintos aspectos como la administración, las finanzas y el desarrollo científico, permeando a la vida y organización institucional pública y privada del país, al ser la Universidad el primer sitio en América Latina en contar con un sistema de procesamiento de datos tan veloz para la época, de hecho fue el único sistema en la región durante tres años.

En 1958 se creó el Centro de Cálculo Electrónico, proveniente del Departamento del mismo nombre, y dependiente de la Coordinación de la Investigación Científica, y dado que la UNAM pagaba una renta mensual por la

¹⁶⁶ Se trabajó en conjunto con la Universidad de California en Los Ángeles un proyecto sobre sistemas de ecuaciones simultáneas, los resultados tardaron nueve meses en estar listos y la revisión en la UCLA tardó apenas tres semanas, el Ing. Beltrán, coordinador del proyecto se dio cuenta de la necesidad de contar con esta tecnología y acudió al entonces rector (y ex coordinador de la investigación científica) Dr. Nabor Carrillo quien como investigador también se dedicó a estas tareas, para buscar adquirir o rentar un equipo. Se buscó el modelo más moderno en aquel entonces, el IBM704, sin embargo, los recursos no fueron suficientes y solo fue posible rentar la IBM 650 que además ya había sido usada por la UCLA.

Información tomada de: Ortiz, D., Rodríguez, F. y Coello, C. (2008) "La IBM 650 el comienzo de la era del procesamiento electrónico de datos en México", *Revista Digital Universitaria*. Vol. 9, núm. 9, septiembre. <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art68/int68.htm>

¹⁶⁷ Fernández, R. (2008) "Nota para una Historia del Cómputo en México del Centro de Cálculo Electrónico al Centro de Investigaciones Matemática Aplicadas, Sistemas y Servicios", *Revista Digital Universitaria*, Vol. 9, núm. 9, septiembre. <http://www.revista.unam.mx/vol.0/art4/princi.html>

computadora IBM 650, se pensó en mecanismos de financiamiento para que fuera viable, ante lo cual se autorizó que se realizaran trabajos para el gobierno federal y el sector privado empleando hasta un máximo del 25% del tiempo de uso. La UNAM incorporó a los servicios escolares el uso de las computadoras en 1955 y para 1962 ya era posible tener estadísticas directorios, actas, listas, etc.¹⁶⁸ En 1959 se creó la que ahora se conoce como Academia Mexicana de Ciencias, con el fin de promover y difundir la ciencia.

Durante los años cincuenta la política científica del Subsistema y de la propia Universidad pone de manifiesto el interés por configurar una organización y gestión institucional renovada con el uso de las computadoras, además del desarrollo de la investigación con las mejores tecnologías que era posible conseguir. Es preciso mencionar que la expansión de las áreas de investigación fue una prioridad, es así que una tercera parte de los centros e institutos que hasta ahora existen se originaron en esta década¹⁶⁹.

La creación de estas capacidades en los años cincuenta era una prioridad en un entorno nacional donde el crecimiento demográfico fue de 3% anual y la población rural descendió cerca del 10% para conformar una población urbana de 40%¹⁷⁰. La industria se convirtió en el sector más dinámico de la estructura de producción en el afán gubernamental de impulso a la producción local. Es posible decir que esta década fue decisiva para la profesionalización de la investigación, con una organización laboral que favoreció la dedicación de tiempo completo y que enfatizó la producción científica de los investigadores en la IES.

¹⁶⁸ *Ibíd*

¹⁶⁹ Ver cuadro de desarrollo del SIC en este mismo capítulo.

¹⁷⁰ Domínguez, R., Suárez, G. y Zubieta, J. (1998) *Op cit*.

3.- El desarrollo de los años sesenta y setenta

En los años sesenta y con una infraestructura, si bien limitada, al menos más amplia que en sus inicios, el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM se vio entonces en la necesidad de cubrir un requerimiento también básico, el de los recursos humanos y el desarrollo de áreas de investigación que surgían e iban formando un camino propio.

En el SIC hubo entonces la decisión de adoptar una política clara y explícita para enviar a los estudiantes sobresalientes en las diversas áreas, a prepararse en universidades y centros de investigación del extranjero, para realizar trabajos de investigación de punta, con el fin de que posteriormente, fueran incorporados al grupo de investigadores al retornar al país. En aquellos momentos incluso no era necesario el requisito -ahora indispensable- de previa obtención de un doctorado, sino que el personal de investigación se contrataba como tal incluso sin necesidad de estudios de posgrado, pero si con una sólida formación. Estas prácticas de contratación y formación de recursos humanos prevalecieron hasta finales de los años sesenta, aunque cada vez en menor proporción.¹⁷¹

Durante esta década de los años sesenta la población mexicana requirió de mayor atención educativa dado el alto crecimiento de habitantes, haciendo surgir el fenómeno conocido como la masificación de las universidades al incrementarse la demanda de ingreso. La UNAM cubría la mayor parte de la demanda de educación superior y ante la falta de capacidad para continuar recibiendo más alumnos, en 1962 se hizo necesaria la aplicación de un examen de admisión. Incluso las instituciones de educación superior que habían sido creadas

¹⁷¹ Esta información ha sido obtenida en la revisión y análisis de expedientes de los investigadores del SIC que la autora de la presente investigación y equipo de la Secretaría Técnica del CTIC, realizó durante 1996 y 1997 en el archivo documental del CTIC, en la Coordinación de la Investigación Científica.

en la década anterior en el país como parte de una idea del gobierno federal de descentralizar la educación superior fueron insuficientes, aún peor, no se crearon más opciones.

En el ámbito de la política del gobierno mexicano hacia la ciencia, poco era lo que en términos efectivos se había realizaba, si bien en 1961 se creó el Instituto Nacional de la Investigación Científica, que fue el antecedente inmediato del CONACYT (creado la década siguiente). También en 1967 a raíz de una reunión con presidentes de América Latina en Uruguay se elaboró el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA¹⁷², que en México dio frutos hasta la siguiente década, es hasta entonces que el gobierno mexicano toma la iniciativa para fomentar de forma un poco más decidida el desarrollo científico.

En los años setenta en el ámbito nacional, se inició un proceso de construcción de infraestructura y capacidades científicas con la creación de una amplia oferta de instituciones, este proceso duró un par de décadas. “La aparición de estas instituciones responde a las exigencias del proceso de industrialización y a la necesidad de implementar un ámbito de conocimientos especializados para enfrentar problemas tecnológicos puntuales y sectoriales del crecimiento, con nuevos modos de intervención. Esta creación institucional supone una nueva gestión del conocimiento, pero sin una coordinación efectiva interinstitucional e intersectorial. En algunos casos la creación de estas organizaciones corresponde a la iniciativa impulsada por investigadores cuya conexión con grupos políticos con poder en el sector público, les permitió no sólo compartir una visión común sobre las necesidades de futuro del país, sino acceder a soluciones organizacionales y estratégicas específicas de acuerdo con las necesidades de crecimiento de la sociedad en ese periodo. En otros casos, la creación institucional se debe a

¹⁷² Organización de Estados Americanos (OEA) (1967) *Declaración de los presidentes de América*. Reunión de jefes de Estado americanos. Punta del Este, Uruguay, 12 al 14 de abril. Disponible en: <http://www.summit-americas.org/declaracion%20presidentes-1967-span.htm>

funcionarios con sensibilidad, ligados a grupos de profesionales (ingenieros y químicos) con calificación y compromiso social que lograron a través de un proceso de negociación política definir un proyecto que fue aceptado como dominante en la investigación y en la estrategia de crecimiento de los sectores productivos. Estas posiciones no sólo abrieron salidas organizativas y disciplinarias, sino que generaron nuevas competencias para abordar los problemas (a veces movidos por el azar y/o la oportunidad) de los sectores productivos indispensables en el proceso de industrialización del país, construyendo la infraestructura técnica y especializada(Casalet, M. 2000)¹⁷³. En esta fase el Estado asume un papel central en la creación, la orientación y el financiamiento institucional.”¹⁷⁴

A finales del año 1970 en México fue creado el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), este nuevo organismo tomaría un papel más decisivo en la política científica nacional al tratar de integrar y coordinar las actividades científicas y tecnológicas del país. Desde un inicio la junta directiva se conformó con los rectores de la UNAM y del IPN que buscaron apoyar con mayor firmeza la investigación científica y la interacción con otros sectores y organismos nacionales e internacionales, para lo cual estaba además planteada la creación de dicho organismo. Sin embargo, en el ámbito nacional el modelo de industrialización por sustitución de importaciones comenzó a mostrar sus problemas y surgió una crisis económica en 1976, con una importante devaluación a pesar del auge petrolero.

Hubo fenómenos que impactaron a la Universidad, como el acelerado crecimiento de la población y la migración hacia los centros urbanos, que dieron origen a las grandes ciudades y a los fenómenos de altos contrastes económicos y

¹⁷³ Casalet, M. (2000) “The Institutional Matrix and Its Main Functional Activities Supporting Innovation”, en Cimoli, M. (Ed.) *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*. The Continuum International Publishing Group, London and New York.

¹⁷⁴ Casalet, M. (2007) *Cambios en la gobernabilidad del sector de cyt en México*. CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

tensiones sociales; el acelerado desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, la industrialización del país y la ampliación de los servicios del Estado. Con ello, la Universidad Nacional enfrentaba retos y problemas novedosos.

En tales condiciones, se encauzó a la Universidad en función de dos líneas generales de acción: la del “restablecimiento institucional y la de superación académica”¹⁷⁵, durante el periodo de 1973 a 1981 con Rector fue el Dr. Guillermo Soberón Acevedo¹⁷⁶, quien había sido Coordinador de la Investigación Científica algunos años antes (1971 a 1973). La UNAM vivió durante la década una serie de fenómenos y problemas de anarquía, luchas sindicales, violencia, saturación de las instalaciones, huelgas y necesidad de cambios en el calendario académico. Se concretaron diversas acciones para enfrentar estos problemas, entre ellas, se trató de resolver la saturación escolar concretándose una política de ingreso mediante un concurso de selección, así como la descentralización académica.

En este contexto, la UNAM dio inicio a los años setenta con una reestructuración institucional que ya estaba en camino desde tiempo atrás, al finalizar los años sesenta con el difícil periodo de las protestas estudiantiles y la represión gubernamental de 1968, llegó el momento también de reorganizar las actividades y reforzar la vida institucional. Sin embargo, esta nueva década fue de difícil conciliación, estando marcada por luchas internas entre sindicatos, autoridades y academia.

El personal científico se reorganizó de acuerdo con lo que se denominó la “reclasificación del personal académico de la UNAM”, esta nueva configuración persiste hasta nuestros días. Así se conformó así la figura del investigador y del técnico académico, esta distinción se denomina “clase”, con dos categorías: asociado

¹⁷⁵ UNAM (1981) *Informe 1980 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 67 p.

¹⁷⁶ El Dr. Soberón fue rector durante dos periodos: de 3 de enero de 1973 al 3 de enero de 1977 y de esta última fecha al 2 de enero de 1981.

y titular, con niveles A, B y C, donde la C es de la mayor jerarquía. Se establecieron también las condiciones para ocupar cada uno de estos niveles en el Estatuto del Personal Académico (EPA) vigente a la fecha.

La política científica de la UNAM fue expresada en términos más definidos y concretos en 1977, como resultado de análisis y discusiones entre varios actores, el CTIC, el Rector y el Consejo Técnico de Humanidades. Los lineamientos generales de la política de desarrollo del CTIC fueron¹⁷⁷:

- La consolidación de la infraestructura de investigación;
- el fortalecimiento de áreas débiles;
- la diferenciación académica de la estructura de investigación;
- la formulación de planes de desarrollo para cada instituto y centro, tomando en cuenta el desarrollo cualitativo más que el desarrollo cuantitativo;
- la definición e instrumentación de mecanismos de evaluación permanente, tanto a nivel individual como institucional, que permitan mejorar la calidad académica;
- el aprovechamiento de la capacidad instalada para formar los recursos humanos necesarios para la implantación de investigación en otras instituciones del Sistema Educativo y del sector productivo;
- el incremento de la participación de la investigación en la solución de los problemas de interés nacional;
- la promoción del trabajo interdisciplinario y de las tareas de investigación aplicada; y
- la descentralización de las actividades de investigación, mediante el reforzamiento de la investigación en las universidades estatales y el

¹⁷⁷ UNAM (1980) *Op cit.*

apoyo a la creación de centros de investigación en entidades federativas.¹⁷⁸

A pesar de la difícil situación nacional, la Universidad consolidó su infraestructura científica entre 1973 y 1980 con una política de expansión de las áreas del conocimiento, estableciendo una serie de criterios y procedimientos para la creación de centros e institutos. Los nuevos centros partían de infraestructuras ya existentes fusionadas a partir de varias dependencias que se desprenden de un instituto¹⁷⁹. “La diferenciación académica en la investigación se da en la medida que alcanzan un cierto grado de desarrollo, que exista madurez académica, que se disponga de la infraestructura de instalaciones y equipo y de suficiencia de recursos que garanticen la continuidad del trabajo.”¹⁸⁰

Las áreas fundamentales para este periodo 73-80 fueron:

- i) La definición de una política de desarrollo de la investigación,
- ii) La implantación de un programa de formación de recursos humanos,
- iii) La consolidación de la infraestructura de los subsistemas de investigación, y
- iv) La descentralización de la investigación en el territorio nacional.

¹⁷⁸ Fueron publicados estos mismos lineamientos con algunas abreviaciones y omisiones en el texto en: Ayala Castañares, A. (Coord.) (1987) *La investigación científica de la UNAM 1929-1979*. Vol. V, Tomo I. Col. Cincuentenario de la Autonomía de la Universidad Nacional de México (Coord. de la serie Dr. Jorge Carpizo). UNAM-Dirección General de Publicaciones. Los lineamientos que ahí se anotan como los establecidos en 1977 son algo distintos a lo que se establece en el documento: UNAM (1980) *Op cit*, aunque conservan la idea general: La consolidación de la infraestructura de la investigación. La diferenciación académica de la infraestructura de la investigación. El establecimiento de nuevas áreas, fortalecimiento de las de incipiente desarrollo y fomento a las investigaciones interdisciplinarias. La definición de mecanismos de evaluación y la formulación de planes de desarrollo. La vinculación de la investigación con la docencia. La vinculación con el sistema nacional de ciencia y tecnología y con los sectores educativo, público y privado. La descentralización de la investigación científica”.

¹⁷⁹ A la fecha ese continúa siendo el proceso para la creación de los centros e institutos del SIC.

¹⁸⁰ UNAM (1981) *Informe 1980 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 67 p.

Estas fueron las condiciones institucionales e intenciones de políticas con las que finalizó la década de los años setenta y que dieron origen a un periodo con características nuevas en la investigación científica del país y de la Universidad Nacional.

2- El Subsistema de la Investigación Científica de 1980 a 2006

Década de 1980

La investigación científica universitaria de los años ochenta estuvo marcada por varios factores que influyeron de manera decisiva en la política científica. Por ejemplo, en el ámbito nacional, las crisis financieras del país reconfiguraron a la sociedad y los sectores financiero, productivo, laboral e industrial del país. Una nueva, pero previsible crisis, hace su aparición en condiciones en las que el país cada vez se muestra más frágil con el agotamiento del modelo de sustitución de importaciones, modelo donde se forjó la idea de un desarrollo basado en la capacidad tecnológica, y se miró a la ciencia y la tecnología como capaz de ser el motor del progreso y de resolver problemas¹⁸¹.

La crisis mexicana fue vivida con inflación, desempleo y los problemas derivados de la atención a una población creciente, con el aumento de la vulnerabilidad social y la pobreza, esto aunado a una actuación gubernamental deficiente y el dispendio de la bonanza petrolera, dejó una huella histórica con las devaluaciones y el alto endeudamiento público. También en el ámbito político hubo grandes cambios cuando se consolidó en el país una opción política de izquierda

¹⁸¹ Blume, F. (1985) "After the darkest hour... Integrity and engagement in the development of university research", en B. Wittrock B. y Elzinga (Eds.) *The University Research System. The Public Policies of the Home of Scientists*. Estocolmo, Almqvist & Wiksell International. pp. 139-165.

después de poner a temblar al partido en el poder en las elecciones a la presidencia en 1988.

Por su parte, el gobierno mexicano, si bien reconocía en el discurso la necesidad del desarrollo científico y tecnológico, poco hizo durante esta década. Sin embargo, una de las decisiones más importantes fue la creación en 1984 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), con el fin de atenuar la demanda de mejores condiciones salariales para los investigadores del país y después de la crisis económica de 1982, y con el interés de frenar la fuga de cerebros y promover la evaluación de las actividades científicas. Sin embargo, la creación de este organismo ha sido hasta la fecha seriamente cuestionada en diversos aspectos como los mecanismos de evaluación, selección y permanencia; este continúa funcionando no sólo como un estímulo para los investigadores del país, que no ha sido posible sustituir o modificar todavía, sino que funciona como una categoría de alta calidad donde se agrupa a los investigadores con mayor producción científica.

En México los discursos sobre la innovación para la competitividad de aquellos tiempos cobraron fuerza, la búsqueda de pertenencia a los llamados “países desarrollados” o del “primer mundo” fue obstinada para no quedar entre los países con desarrollo tardío. Sin embargo, los problemas económicos obligaron a reducir el gasto público y a castigar a sectores como la educación, y la ciencia y tecnología¹⁸². La planta productiva nacional se reestructuró y el gobierno disminuyó su intervención como productor fomentando el aumento de la inversión privada y controlando únicamente lo que se consideraba estratégico. Fue en 1985 cuando los mercados se abrieron y se impulsó la modernización tecnológica de las industrias para elevar su productividad y calidad, lo cual tuvo como consecuencia el surgimiento de un sector exportador competitivo, sin embargo, el sector productivo

¹⁸² Aréchiga, Hugo (1993) "Evaluating the Status of Science in Developing Countries: The Case of Mexico", en Boldú, José Luis y De la Fuente, Juan Ramón (eds.) *Science Policy in Developing Countries: The Case of Mexico*. UNAM-FCE. México.

no aprovechó completamente los beneficios de la infraestructura científica y tecnológica del país.¹⁸³.

Por otra parte, durante esa década, el desarrollo de la ciencia universitaria estuvo marcado, al inicio del periodo, por los cambios con el largo fin del periodo de industrialización por sustitución de importaciones. Las estrategias del Subsistema para esta década fueron planteadas en función de los lineamientos generales universitarios, es decir, de los planes institucionales del Rector, el Dr. Octavio Rivera Serrano¹⁸⁴, quien iniciaba su periodo de cuatro años en 1981.

En la búsqueda de mejorar la gestión, en 1982 se comenzó a levantar un censo de los académicos universitarios para conocer cómo estaba conformada la universidad y los Subsistemas pues no existía información clara, precisa y uniforme al respecto. En cuanto a la políticas implementadas, el informe de la Universidad ese año¹⁸⁵ menciona que se continuó el impulso a los proyectos y programas interdisciplinarios del Subsistema de la Investigación Científica, orientado los trabajos hacia su aplicación en el contexto nacional y para “utilizarla como fuente en la solución de problemas de interés público y privado del país, permitiendo trabajar en algo primordial para la nación: encontrar los mecanismos necesarios para lograr la transferencia de ciencia en tecnología”. Se menciona, además que “se definieron las políticas a seguir en lo concerniente al crecimiento de la investigación ya que, realizando un gran número de investigaciones, no se puede llegar a la excelencia académica”¹⁸⁶.

¹⁸³ Chavero, A., González, G., Rodríguez, M. y Vergara, D. (1992) *México: Ciencia y tecnología*. Col. La estructura económica y social de México. IIEc. UNAM-IPN, México.

¹⁸⁴ Rivera Serrano fue Rector de la UNAM del 3 de enero de 1981 al 31 de diciembre de 1984.

¹⁸⁵ UNAM (1983) *Informe 1982 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 51 p.

¹⁸⁶ El subrayado es de la autora de la presente investigación.

Por estas razones se orientaron los esfuerzos a áreas como la energía, la salud, la investigación en alimentos, con lo que se crearon los Programas Universitarios: Programa Universitario de Alimentos (PUAL) creado en 1981; Programa Universitario de Energía (PUE) creado en 1982; Programa Universitario de Investigación Clínica (PUIC) creado en 1981, y más tarde, en 1988 denominado Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS). Estos Programas a la fecha continúan vigentes como parte de estructura de la Coordinación de la Investigación Científica, e incluso se abrieron otros.

En 1983 se establecieron los objetivos de la investigación científica en la UNAM después de diversas reuniones de trabajo, de análisis y de concertación entre los directores y representantes del personal académico, así como autoridades universitarias, con diverso fines que quedaron establecidos como: lograr mayor claridad en las líneas de investigación, racionalizar los recursos disponibles, formar los recursos humanos necesarios vinculando la investigación con la docencia, y alcanzar la planeación integral de la investigación, a partir de ahí, los objetivos de la investigación quedaron integrados de la siguiente manera:

- Definir niveles apropiados de excelencia en el trabajo cotidiano de los investigadores científicos;
- Buscar proyectos de frontera que canalicen óptimamente el gasto universitario y
- Favorecer los mecanismos de relación y equilibrio entre los grupos de investigación básica y los de investigación aplicada.¹⁸⁷

Fue en 1984 al final de la gestión del Rector Rivera Serrano, y durante la gestión como Coordinador de la Investigación Científica el Dr. Jaime Martuscelli

¹⁸⁷ UNAM (1984) *Informe 1983 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 68 p.

Quintana¹⁸⁸, que la rectoría elaboró un diagnóstico sobre la investigación científica, a partir del cual se afirmó que “Existe una incompleta planeación global de la investigación científica a mediano y largo plazos, lo que ha impedido establecer una política de prioridades de líneas de investigación. Asimismo, ocurre una diversidad de líneas de investigación que dificulta una coordinación institucional, así como una necesidad de fortalecer proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales. Por último, existe una incipiente evaluación de las líneas de investigación y de los investigadores, así como una relativa carencia de criterios para un seguimiento institucional”¹⁸⁹.

A partir de este diagnóstico, se estableció en 1984, para la Coordinación de la Investigación Científica, el denominado *Programa 51: Mecanismos de evaluación y seguimiento de las líneas de investigación científica*¹⁹⁰. En esta iniciativa se implementaron procesos de evaluación periódicos y permanentes para las actividades tanto del personal académico como de las instituciones, es decir, se estableció como obligatoria la entrega de informes anuales para los académicos y los académicos con cargos de jefe de departamento, también los centros e institutos rendirían informe a los Consejos Internos, las Comisiones Dictaminadoras y el CTIC; y el Subsistema de la Investigación Científica rendiría informe al Consejo de Planeación de la UNAM.

La implementación de las medidas del *Programa 51* estuvo a cargo del entonces Coordinador de la Investigación Científica el Dr. Arcadio Poveda Ricalde¹⁹¹, quien estuvo en dicho nombramiento durante de abril de 1985 a febrero de 1987.

¹⁸⁸ Coordinador de la Investigación Científica de enero de 1981 a abril de 1985. Antes fue Secretario Académico y Director del Instituto de Investigaciones Biomédicas de 1970-1980.

¹⁸⁹ UNAM (1985) *Informe 1984 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 98 p. El subrayado es de la autora de la presente investigación.

¹⁹⁰ Con reformas puestas en vigor a partir del 22 de junio de 1984.

¹⁹¹ Se trataba de un astrónomo reconocido internacionalmente por sus aportaciones en el área.

Cabe destacar que, como ocurrió con el Subsistema, la UNAM realizó durante la primera mitad de la década una reforma académico-administrativa que tuvo como complemento final un Plan de Desarrollo Institucional, el cual no había tenido antes y que representaba así el esfuerzo conjunto de encaminar a la Universidad de una forma más organizada y sólida.

Desde la mitad de la década de los ochenta, y ya con los primeros pasos en la reorganización académica, con la Rectoría del Dr. Jorge Carpizo McGregor¹⁹² fueron nuevamente tiempos de cambios universitarios, marcados por la presentación del documento *Fortaleza y debilidad de la UNAM*¹⁹³ publicado en abril de 1986. En este documento, el Rector marcaba no solo las fortalezas, sino los problemas de gestión en la Universidad, afirmó que había bajo rendimiento académico, contrataciones académicas poco claras, baja productividad del personal administrativo, líneas de investigación desvinculadas de los problemas nacionales, ausencia de planeación, fuga de cerebros por las malas condiciones salariales, entre otros problemas que era necesario resolver y para lo cual enviaría más adelante una propuesta.

En septiembre del mismo año el rector envió una serie de propuestas de reforma al Congreso Universitario, máximo órgano de autoridad, donde planteó diversas reformas, aunque las que mayor descontento causaron, fueron las relativas a los Reglamentos generales de exámenes, inscripciones, pagos, posgrado y el Estatuto General de la UNAM, y hubo movimientos de activistas durante meses y una huelga¹⁹⁴, hasta que se entabló un diálogo entre el Consejo Estudiantil Universitario (CEU) las autoridades para llegar a acuerdos como la derogación de

¹⁹² El Dr. Carpizo fue Rector de la UNAM del 1 de enero de 1985 al 1 de enero de 1989. Antes fue Coordinador de Humanidades de 1975 a 1978 y Abogado general de la UNAM. Abril.

¹⁹³ UNAM (1986) *Fortaleza y debilidad de la UNAM*. Rectoría-UNAM, México.

¹⁹⁴ La huelga duró del 29 de enero al 17 de febrero de 1987, y en la cual hubo apoyo de diversos grupos sociales y políticos del país.

algunas medidas como la modificación al Reglamento General de Pagos y la realización de un Congreso Universitario donde se discutieran las reformas en la Universidad¹⁹⁵.

En cuanto a la gestión de la investigación, se comenzó y fomentó en 1988 la descentralización administrativa del Subsistema y se realizaron cambios en la estructura con la integración de la representación del personal académico en el Consejo Técnico (CTIC)¹⁹⁶; también se redujo el periodo de gestión de los directores de los institutos quedando en cuatro años, y se estableció que la creación de centros que dependieran de las Coordinaciones de investigación era competencia del Consejo Universitario¹⁹⁷.

Durante esos años los esfuerzos de la investigación científica de la UNAM estuvieron enfocados en dar prioridad a la búsqueda de solución a los problemas nacionales con proyectos específicos, y al otorgamiento de recursos especiales para la adquisición y reposición de equipo¹⁹⁸, la creación y el desarrollo de sistemas informáticos y de cómputo para apoyar la investigación, la gestión y la infraestructura universitaria.

A partir de 1989 y con el nuevo rectorado del Dr. José Sarukhán Kermez¹⁹⁹, se continuó con la líneas prioritarias establecidas con anterioridad, pero también se dio gran importancia a la vinculación entre investigación y otros sectores, convenios de

¹⁹⁵ Que finalmente se realizó tres años después, en 1990 tras un largo camino de discusiones, organización y comisiones.

¹⁹⁶ Todas estas medidas se tomaron para toda la investigación en la UNAM. Para el caso de los representantes del personal académico ante los Consejos Técnicos de Humanidades y de Investigación Científica, primero se elaboraron las bases para la elección de los representantes y el 12 de septiembre se instalaron los Consejos Técnicos de Investigación ya ampliados.

¹⁹⁷ UNAM (1986) *Informe 1985 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 39 p.

¹⁹⁸ UNAM (1989) *Informe 1988 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 62 p.

¹⁹⁹ El Dr. José Sarukhán Kermez fue Rector de la UNAM durante dos periodos, de 1989 a 1996. Antes fue Coordinador de la Investigación Científica de febrero de febrero de 1987 a diciembre de 1988 cuando dejó el cargo por ir a la rectoría.

desarrollo y transferencia tecnológica con universidades, organismos públicos y privados nacionales y del extranjero, así como el apoyo a grupos universitarios interdisciplinarios.²⁰⁰

A finales de los años ochenta, se había consolidado la tendencia mundial hacia una apertura de los mercados y a la liberalización de los mercados, además, cayó el muro de Berlín, se colapsó la Unión Soviética y con ello llegó a su fin la Guerra Fría. A raíz de las condiciones nacionales de escasez, pero también como consecuencia de dinámicas internacionales de reorganización económica y política, la educación y la ciencia en México se vieron afectadas de forma tal que se reconfiguró la estructura organizacional y financiera universitaria. Con los apoyos y a pesar de la situación en el país, la investigación científica en la UNAM tuvo un importante impulso e incluso pudo abrir diversas sedes de institutos; sin embargo, no pudo remediar la situación de precariedad de los ingresos de los académicos.

A finales de la década, la UNAM obtuvo apoyo de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)²⁰¹, que impulsó las actividades durante la siguiente década con obras de infraestructura aplicados en construcción y ampliación de espacios físicos, equipamiento, actividades de capacitación, megaproyectos de mejoría de la infraestructura docente para las escuelas y facultades, así como apoyo a diversos proyectos, considerando como garantía de éxito la calidad académica y de investigación de larga tradición.

²⁰⁰ UNAM (1990) *Informe 1989 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 37 p.

²⁰¹ UNAM-Sarukhán, José (1996) *Informe 1996. Relación del acontecer universitario 1989-1996, UNAM*. México. 39 p.

Los años noventa

Los años noventa dieron inicio con un reacomodo internacional de fuerzas económicas y políticas, además de que se vieron los efectos de la utilización masiva de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, lo cual fomentó la reorganización mundial y la llamada globalización.

La liberalización y la apertura de los mercados fueron políticas que se impulsaron en México desde mediados de los años ochenta, pero alcanzaron su cúspide en los años noventa cuando el gobierno mexicano decidió la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte en 1992²⁰², el cual cobró vigencia a partir de 1994, aunque en condiciones de desventaja para México. Los acuerdos comerciales tenían la idea subyacente de que la apertura económica propiciaría el desarrollo por medio de la competitividad, pero sin embargo, al no ser planteadas junto con otras estrategias industriales, educativas, de formación de personal capacitado y modernización tecnológica, el resultado fue –entre otros- el desarrollo de manufactura y de bienes de consumo, pero no así de bienes de capital²⁰³ indispensables para la innovación y la competitividad tan anhelada.

La década de los años noventa para México estuvo marcada por la búsqueda de estabilidad, del ansiado desarrollo nacional y de no quedar atrás de los países más avanzados o de primer mundo. Como resultado de las fuertes crisis económicas y políticas de los años ochenta y en la búsqueda de la estabilidad macroeconómica, se buscó entrar a la liberalización de los mercados y el fomento

²⁰² Secretariado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte <http://www.nafta-sec-alena.org/>

²⁰³ Bienes de consumo son aquellos generados para que su destino final sea el consumidor, los bienes de capital son aquellos productos que ya terminados se emplean para producir otros bienes, por ello son además bienes de producción. Véase: Villarreal, R. (2002) *México competitivo 2020: Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo*. Ed. Océano, México.

del ingreso a la competencia internacional, no siempre en las mejores condiciones para el país. Es así que se convirtió en casi una obsesión mostrar que México formaba ya parte de los países con mayor desarrollo, con un discurso sobre la modernidad, la globalización²⁰⁴ y la pertenencia a organizaciones internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en 1994. Si bien efectivamente se realizaron acciones para estabilizar las cifras y desarrollar la inversión en distintas áreas para motivar la economía, esto no mejoró las condiciones de vida de la población, sino que incrementó las diferencias en la distribución de la riqueza.

Se inició en el país un proceso de reestructuración institucional influido por el cambio de contexto económico nacional e internacional y los nuevos lineamientos emergentes de la política de desarrollo. En los sectores público y privado se buscó articular un mercado de servicios orientado a las nuevas exigencias de competitividad. Por ello, CONACYT apoyó el fomento productivo y la capacidad innovadora de las empresas con el fin de crear competencias y mejoramiento de la calidad, así como certificaciones²⁰⁵.

“El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 y el Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica (Proncynt) 1990-1994, destacaron la importancia de la evaluación de las actividades de CyT, así como el establecimiento de nuevos esquemas de autofinanciamiento de los centros públicos dedicados a la investigación.” En el Proncynt, se dio énfasis a la política de la modernización tecnológica para las pequeñas y medianas empresas (PyMES), orientada a promover la difusión de la tecnología en el aparato productivo con

²⁰⁴ Garza Elizondo (Ed.). Chacón, S. (Coord.) (2002) *Entre la globalización y la dependencia. La política exterior de México 1994-2000*. El Colegio de México-ITESM, México.

²⁰⁵ Casalet, M. (2003) *Políticas científicas y tecnológicas en México: evaluación e impacto*. Documentos de trabajo. Serie Avances de Investigación y Aportes Metodológicos-2. FLACSO, México. 70 p.

cofinanciamiento público y privado de los proyectos tecnológicos, así como la asistencia técnica y de consultoría²⁰⁶.

Esta necesidad de mayores recursos financieros tuvo repercusiones en las prácticas de la investigación científica en las universidades, dado que ahí se realizaba –incluso hasta ahora– la mayor parte de la investigación en México. Para las prácticas en la investigación científica, esta década dio pie a la lenta apertura y transformación de los modelos y esquemas de investigación y de nuevas formas de gestionar el conocimiento. Las dinámicas internacionales permean a los laboratorios y centros de investigación independientemente de si las estructuras institucionales estaban listas o no para ello, es decir, se reconfiguran las prácticas de investigación, además de forma interdisciplinar y con la confluencia de diversos actores antes considerados “externos” a los centros de investigación y universidades sin que las estructuras de gestión y administración estén preparadas para enfrentar los cambios.

Esto significa que los laboratorios²⁰⁷, proyectos y financiamientos a la investigación comenzaron a ser evaluados, al igual que los investigadores, de forma individualmente, ahora en función de nuevas certificaciones, fomento al trabajo colaborativo, aprovechamiento, búsqueda y concurso para obtención de los recursos nacionales y del extranjero, para fondos públicos y privados. Estas evaluaciones se realizaron por distintos agentes, primero las evaluaciones dentro de la institución líder responsable de los laboratorios o proyectos, y a estas evaluaciones se sumaban las de los demás agentes que participaban, muchas veces formándose comités *ex*

²⁰⁶ *Ibíd*

²⁰⁷ Por ejemplo los criterios establecidos por la International Organization for Standardization (ISO) y adoptados en muchos países. Para el caso de la UNAM, todos los laboratorios debieron obtener las certificaciones nacionales e internacionales para operar conforme a criterios reconocidos y de tal forma los resultados de las investigaciones de ahí derivadas tuvieran valor dentro del ámbito científico.

profeso para dichas evaluaciones, que -hasta hoy- pueden ser nacionales o internacionales.

En el caso de los proyectos que la Universidad Nacional coordina o es socio líder, la evaluación la pueden realizar diversos agentes, al interior hay organismos como los Consejos Internos, Comisiones Dictaminadoras y los Consejos Técnicos pueden hacerla, y en ocasiones se convoca a expertos internacionales para evaluación de proyectos de investigación. Cuando se trata de proyectos que cuentan con recursos financieros internacionales y/o federales, las evaluaciones y auditorías son realizadas por expertos internacionales y nacionales. Esto mismo ocurre con el Subsistema de la Investigación Científica, donde los proyectos y laboratorios tienen alcances internacionales y las evaluaciones tienen la misma exigencia y rigor.

Esas nuevas condiciones si bien crearon la necesidad de reformular los procesos de intercambio, organización y gestión, para promover la competitividad, no aparecieron en todas las áreas de investigación por igual, y las prácticas de la investigación tradicional permanecieron -hasta hoy- junto con las nuevas.

La década de los años noventa en la política para la ciencia en México estuvo marcada por el interés de desarrollar estrategias orientadas a la innovación²⁰⁸ y el estímulo de las empresas y sus vínculos con otros actores sociales como parte de los esfuerzos para adaptarse a las dinámicas internacionales en la producción del conocimiento. La investigación científica dejó de recaer de manera exclusiva en las universidades y centros de investigación para abrirse campo en las organizaciones

²⁰⁸ Sánchez-Daza y Campos Ríos (2005) "Ciencia y tecnología en México ¿Hacia la elaboración de políticas regionales?", en Corona, L. y Paunero, X. *Ciencia y tecnología para la innovación. Algunas experiencias en América Latina y el Caribe*. (Ed. Universitat de Girona).

empresariales²⁰⁹ (Figura 23), muchas de las cuales, sin embargo, prefirieron adquirir fuera del país desarrollos tecnológicos y procesos para acelerar su producción.

(Figura 23) *Vinculación de la UNAM con sectores sociales e institucionales (públicos y privados)*

CUADRO I			
VINCULACIÓN POR TIPO DE ACTOR			
(NÚMERO DE REGISTROS POR ACTOR Y PERIODO)			
1983-1994			
<i>Tipo de actor</i>	<i>1983-1984*</i>	<i>1985-1988</i>	<i>1989-1994</i>
SOCIAL	—	20	30
Fundaciones	—	1	9
Asociaciones civiles	—	11	15
Asociaciones profesionales	—	8	6
INSTITUCIONAL	3	194	250
<i>Público:</i>	3	128	77
Instituciones educativas	—	30	71
Agencias gubernamentales	3	75	90
Empresas	—	23	16
<i>Privado:</i>	—	66	73
Instituciones educativas	—	18	12
Empresas	—	40	45
Organizaciones empresariales	—	8	16

* Se trata de un periodo en el que se percibe un subregistro de las acciones de vinculación, que refleja en la práctica la poca importancia que aún se asignaba a estas relaciones.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la información de *Gaceta de la UNAM*, 1983-1994, UNAM.

Fuente: Casas, R. y Luna, M. (1999) *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. IIE-UNAM - Plaza y Valdés. México

El diagnóstico del gobierno federal en el *Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994*²¹⁰ dejó ver el deterioro que sufrió la industria científica y tecnológica del país y se reconoció la necesidad de restablecerla y fortalecerla, así como de recursos suficientes destinados a estas actividades. Fue entonces que se buscó en las universidades y la industria, la interacción para tratar de dar solución a problemas nacionales como la modernización tecnológica y la ampliación de recursos humanos calificados (Figura 24). Sin embargo, si bien se realizaron actividades de vinculación entre actores del gobierno, la industria y la

²⁰⁹ Casas, R. y Luna, M. (1999) *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. IIE-UNAM - Plaza y Valdés. México.

²¹⁰ Secretaría de Programación y Presupuesto y CONACYT (1990) *Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994*. México.

academia, la historia muestra que no se logró ni el bienestar social ni la modernización tecnológica.

(Figura 24) *Concepción sobre el desarrollo tecnológico en el Programa 1990-1994*

la investigación científica debe ir acompañada de innovación y desarrollo en materia de tecnología. Esta última puede adquirirse de otras naciones, donde ya se haya desarrollado o esté en transición hacia etapas más avanzadas. Sin embargo, requiere adaptación a las condiciones y perspectivas locales, y para lograrlo en un plazo razonable se necesita que exista una base sólida de conocimiento científico, de investigación, de experimentación y de recursos humanos altamente calificados.

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto y CONACYT (1990) *Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994*. México.

Este párrafo muestra la idea que sobre el desarrollo científico se planteó en la política nacional, donde los recursos humanos solamente “adaptarían” la tecnología importada. Esto fue una medida que más que resolver el problema de insuficiente desarrollo tecnológico, lo incrementaría con los años.

El CONACYT consideró al inicio de la década (en 1991) “en este momento es necesario replantear la política de formación de personal de alto nivel. En primer lugar, se consideró indispensable reconocer que el investigador solo podía ser formado en la academia, “Se debe reconocer que muchas industrias mexicanas empiezan a requerir de cuadros formados al más alto nivel; este tipo de formación se impulsará mediante los programas de enlace Academia-Industria elaborados por el CONACYT con el fin de propiciar la interacción entre las universidades y el sector productivo”.²¹¹ Es así que los egresados de la UNAM comenzaron a tener una

²¹¹ Yacamán, M. (1991) “El CONACYT y la investigación científica en México”, en el *Simposium La Tercera Revolución Industrial* en México, México, octubre.

fuerte presencia en los cuadros directivos de la industria²¹², como en el Consejo Coordinador Empresarial, lo que marcó la pauta para que otros grupos empresariales como ICA, tiendan “lazos más estrechos” para aprovechar los recursos humanos y científicos y contrarrestar así la tendencia que se había establecido con el desprestigio de la UNAM debido a la entonces reciente huelga de 1987.

Para la UNAM, los años noventa fueron tiempos de buscar la consolidación académica, la estabilidad y la integración universitaria, se buscaron los consensos entre los diversos sectores al interior para trabajar de manera conjunta en el desarrollo universitario. También, finalmente se realizó el Congreso Universitario que se había comprometido a realizar la UNAM como parte de las negociaciones para levantar la huelga de 1986. Con la efervescencia de cambios durante la década anterior tanto en la estructura, gestión, infraestructura y evaluación se dio pie a que los años noventa iniciaran en una situación difícil para toda la Universidad y en particular para la investigación científica, por ello se buscó el equilibrio general en las políticas internas de educación superior, de investigación científica y laborales.

Los primeros años de la década fueron de gran importancia para la vinculación entre la investigación y el posgrado, partiendo de la idea de que era necesario generar recursos humanos que paulatinamente pudieran integrarse a las actividades de investigación y con ello se buscó que hubiera una mayor comunidad científica en el país. Dentro de esta concepción, se crearon diversos programas de fomento a la academia y a la investigación, tales como:

- 1) El programa de apoyo a proyectos de investigación e innovación docente;
- 2) El fondo para retener en México y repatriar a investigadores mexicanos;

²¹² Casas, R. y Luna, M. (1999) *Op cit*

3) El fondo para la creación de las Cátedras Patrimoniales de excelencia.²¹³

En cuanto a la investigación científica, la Universidad Nacional tuvo importantes iniciativas de vinculación con agentes externos como las empresas, en la búsqueda de financiamiento alternativo a los recursos proporcionados por el gobierno federal, que resultaban ya insuficientes. Es así que comenzaron una serie de actividades con agentes externos, principalmente de la industria nacional y se crearon los mecanismos para su fomento, con figuras como los contratos y convenios con empresas (Figura 24) que contaran con centros de investigación, programas de apoyo y de intercambio de estudiantes.

(Figura 25) *Convenios y contratos de colaboración del SIC con empresas (1986-1994)*

CUADRO 6 CONVENIOS Y CONTRATOS DE COLABORACIÓN CON LAS EMPRESAS EN EL SUBSISTEMA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNAM 1986-1994	
<i>Dependencia universitaria</i>	<i>Núm. de convenios y contratos</i>
Instituto de Biología	8
Instituto de Biotecnología	19
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	8
Centro de Ecología	1
Instituto de Física	3
Instituto de Física/Instituto de Química	1
Instituto de Geofísica	10
Instituto de Geografía	2
Instituto de Geología	7
Instituto de Ingeniería	4
Instituto de Química	4
Instituto de Investigaciones Biomédicas	12
Instituto de Investigaciones en Materiales	12
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	4
Centro de Instrumentos	1
Centro para la Innovación Tecnológica	14
Centro de Información Científica y Humanística	1

Fuente: Casas, R. y Luna, M. (1999) *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. IIE-UNAM - Plaza y Valdés. México

El Coordinador de la Investigación Científica fue de enero de 1989 a febrero de 1991, el Dr. Juan Ramón de la Fuente, quien acababa de ser director del Programa Universitario de Investigación en Salud, que dependía de la propia

²¹³ Otros programas de apoyo a la investigación y al personal académico se mencionan más adelante.

coordinación, posteriormente fue rector de la UNAM dos periodos, de 1999 a 2007²¹⁴.

La UNAM promovió intensamente la conexión a Internet²¹⁵ en las universidades, centros de investigación y empresas en el país, ya desde 1989 fue junto con el Tecnológico de Monterrey, la precursora de la conexión a internet en México²¹⁶. La Universidad Nacional también transformó las comunicaciones internas instalando la red física de fibra óptica entre 1989 y hasta 1992, para la comunicación en Ciudad Universitaria y en las Unidades Multidisciplinarias, con 500 km. de conexión, ocho estaciones de microondas y doce enlaces satelitales para proporcionar servicios de voz, correo electrónico y telefonía digital²¹⁷. Con esto se impulsó la transformación de todas las comunicaciones, así como las investigaciones y la gestión universitaria.

Durante 1990 desde la rectoría de la Universidad se buscó modernizar la infraestructura y proveer de equipo a los laboratorios y talleres, acervos y procedimientos de las bibliotecas.²¹⁸ Se buscó además continuar el impulso a la academia con diversos programas de incentivos y con opciones de desarrollo y proyección. Se unificaron los criterios para asignación de los estímulos académicos, algunos de los cuales se iniciaron un año antes como el *Programa de Estímulos a la*

²¹⁴ Posteriormente fue designado Director de la Facultad de Medicina, para el periodo 1991 a 1994, Secretario de Salud en el gobierno federal de 1994 a 1997. Ya como rector, en 1999 enfrentó una nueva huelga universitaria.

²¹⁵ Los accesos a los recursos bibliográficos internacionales podían realizarse desde Ciudad Universitaria con la utilización del lenguaje de cómputo *MS-DOS* y en el sistema denominado *gopher*, desarrollado en 1991. Este sistema contaba entre otros, con un sistema de ayuda de nombre *verónica* (Very Easy Rodent Oriented Net-wide Index to Computerized Archives). Ambos cayeron en desuso con la introducción del protocolo *http*.

²¹⁶ La conexión a Internet se vio motivada por el interés científico de trasladar los datos de la explosión de una supernova visible en el sur de América, para ello el Instituto de Astronomía, perteneciente al SIC de la UNAM, realizó la solicitud de conexión a la National Science Foundation.

²¹⁷ UNAM (1993) *Informe 1992 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

²¹⁸ UNAM (1991) *Informe 1990 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

Productividad y el Rendimiento del Personal Académico (PEPRAC), que buscó fomentar la vinculación docente con la investigación y premiar la productividad y calidad del desempeño académico, con el fin de apoyar la formación de recursos humanos y procurar la permanencia del personal académico en la institución. También se estableció el Programa de Reconocimiento y Estímulos al Personal Académico Emérito, que incluía difusión de la obra del investigador, y diversos estímulos económicos conforme la relación laboral con la UNAM²¹⁹.

En octubre de 1991 se dispuso el acceso la comunidad universitaria dedicada a la investigación, la supercomputadora CRAY Y-MP-432, una de las más avanzadas del mundo, la cual además brindó servicios a distintas instituciones del país; al interior de la Universidad estaba conectada a la Red Integral de Telecomunicaciones con más de 700 computadoras²²⁰, lo cual era un gran logro para aquellos años y se consideró como una prioridad estratégica para la institución.

Con esto, también las actividades de las bibliotecas se vieron modificadas y ampliadas. Se construyeron nuevas instalaciones como las bibliotecas de las Facultades de Ciencias, Economía, Derecho, y el Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional, se realizó la reestructuración de los servicios dejando la estantería abierta y modernizando los acervos y la catalogación²²¹. Esto fue posible, en parte, con los apoyos del BID y así se constituyó el sistema bibliotecario más amplio y actualizado del país.

Se buscó reforzar los estudios de posgrado al fomentar la articulación entre escuelas, facultades, institutos, centros y unidades académicas, con la creación de

²¹⁹ *Ibíd*

²²⁰ UNAM (1992) *Informe 1991 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

²²¹ UNAM (1993) *Informe 1992 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

los Consejos Académicos de Área (CAA) y el de Bachillerato, en 1992, como organismos colegiados de planeación, evaluación y decisión académica. Estos consejos incluyen un coordinador(a), con los directores de las dependencias participantes, así como representantes de investigadores, profesores y alumnos elegidos en votaciones²²². Los Consejos, además del Consejo de Bachillerato, son cuatro y se dividen por áreas Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), Ciencias Biológicas y de la Salud (CAAByS), Ciencias Sociales (CAACyS) y Humanidades, de las Artes (CAAHyA).

Dentro de los programas que se establecieron para tratar de resolver los problemas salariales, se establecieron el *Programa de Estímulos de Iniciación a la Investigación* y la *Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos*, que a la fecha continúan vigentes. En cuanto a los posgrados, se impulsaron de formas distintas, como el *Programa de Apoyo a las Divisiones de Estudios de Posgrado*²²³, donde la prioridad fue la infraestructura y formación de recursos humanos, se apoyaron decididamente las estancias en el extranjero y las escuelas de verano, en la búsqueda de incentivos para la incorporación de investigadores, acciones que, sin embargo, no fueron acompañadas por la apertura de plazas por lo que no se logró.

Se implementó en 1994 el PRIDE (Primas al Desempeño del Personal Académico de Carrera), y el PAIPA (Apoyo a la Incorporación del Personal Académico de Carrera), con los cuales se buscó apoyar económicamente a los académicos, dado que no fue posible incrementar el salario por restricciones provenientes de la Secretaría de Hacienda (organismo federal) pues los costos de incrementar el salario en todo el sistema educativo nacional serían incosteables,

²²² UNAM (1994) *Reglamento interno de los Consejos Académicos de Área* (aprobado el 21 de febrero de 1994) Disponible en: <http://www.dgelu.unam.mx/o3-1-1.htm>

²²³ El Programa se creó en 1989, con 324 millones de pesos, y para 1992 el presupuesto fue de 3,673 millones de pesos. UNAM (1993) *Informe 1992 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

estos programas se basaron en la idea del Sistema Nacional de Investigadores, creado diez años antes²²⁴. En ese mismo año se iniciaron las obras de construcción de los polos académicos de Juriquilla, Qro. y Morelia, Mich.

Durante la segunda mitad de los años noventa, en el segundo periodo de gestión del Dr. Sarukhán como Rector, y como coordinadores de la investigación científica los doctores Gerardo Suárez Reynoso (de 1993 a 1997) y Francisco Bolívar Zapata (de 1997 a 2000), se fortalecieron los programas ya en marcha con el fin de dar continuidad al impulso académico ya iniciado.

Una vez que la vida académica se vio fortalecida durante el rectorado del Dr. Sarukhán, y habiendo tomado posesión el Dr. Barnés de Castro para el periodo 1997 a 2001, se inició una etapa distinta para la vida científica en la Universidad, dado que se procuró dar un mayor impulso a la interacción entre academia-industria²²⁵.

En 1997 por acuerdo del Rector, se creó la Coordinación de Vinculación de la UNAM con el fin de articular una estrategia integral que relacione a la Universidad con la sociedad a través de acciones que atiendan problemáticas relevantes para el desarrollo nacional. El acuerdo entró en vigor el 16 de Junio de 1997. Esta Coordinación intensificó esfuerzos para tratar de alcanzar una mayor relación con actores sociales, particularmente con las empresas.

²²⁴ Díaz Barriga, A. (2006) "Los programas de evaluación (estímulos al rendimiento académico) en la comunidad de investigadores. Un estudio en la UNAM". *Revista mexicana de investigación educativa*. Consejo Mexicano de investigación educativa. Vol. 1, núm. 2, julio-diciembre. México, pp. 408-423.

²²⁵ UNAM (1998) *Informe 1997 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

UNAM (1999) *Informe 1998 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

UNAM (2000) *Informe 1999 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

Es necesario mencionar que la vida universitaria se vio trastocada cuando se inició una huelga en abril de 1999, lo que fue detonado por la propuesta del Rector de cambiar el Reglamento General de Pagos, con ello, una gran parte de las actividades fueron suspendidas o realizadas extramuros, en particular las clases de licenciatura. Cabe mencionar que los centros e institutos de investigación científica del SIC, así como la Coordinación de la Investigación Científica y el Consejo Técnico (CTIC) continuaron sus labores y las sesiones de trabajo durante prácticamente toda la huelga, solamente los Institutos de Geología y Geografía interrumpieron unos dos o tres meses labores antes del fin del conflicto, por el cierre de sus estudiantes de posgrado que apoyaban el movimiento. Por su parte, el CTIC, se pronunció enérgicamente en diversas ocasiones en contra de la huelga y continuó sus reuniones y actividades, teniendo siempre lista una sede alterna por si se cerraba el edificio donde sesiona, ubicado en Ciudad Universitaria, en el edificio de la Coordinación de la Investigación Científica.

Finalmente se aprobó, en febrero de 1999, el incremento de cuotas de ingreso y permanencia para los alumnos²²⁶. La huelga duró hasta el 6 de febrero de 2000, cuando ingresó la Policía Federal Preventiva (PFP) para recuperar las instalaciones que llevaban ya nueve meses tomadas por los huelguistas. El Dr. Barnés de Castro renunció a la rectoría en noviembre de 1999 y se nombró rector al Dr. Juan Ramón de la Fuente.

El Consejo Técnico del SIC, continuó sus actividades, y como parte de las políticas de contratación de personal de investigación, decidió el 30 de junio de 1999

²²⁶ La propuesta que la UNAM aprobó fue la restricción de tiempo para finalizar los estudios en los distintos niveles (bachillerato, licenciatura y posgrado); y en cuanto al pago de inscripción y servicios diversos que brinda la Universidad, se estipuló que los pagos continuarían siendo de 20 centavos para cuando fueran pagados en cajas dentro de los *campi* universitarios, pero de un mínimo de 100 pesos al pagar en bancos, además de que se propuso un esquema de donativos de libre albedrío para alumnos y exalumnos.

no contratar personal académico de medio tiempo, la tendencia ya era disminuir las escasas plazas existentes, pero con esto se le da solidez a la medida. En esa misma fecha también se acordó que los Directores y Representantes de las entidades académicas del SIC podrán participar en las sesiones ordinarias y extraordinarias del CTIC, así como excepcionalmente en algunas de las comisiones del Consejo, a través de videoconferencia, aunque para casos especiales se solicitaría la presencia en la sala del Consejo, esto mostraba el interés por descentralizar las actividades del CTIC como se trataba de hacer desde algunos años antes con el fin no sólo de tener mayor cobertura en el territorio nacional, sino de otorgar mayor independencia de gestión y administración a las sedes foráneas.

A partir del año 2000 y hasta 2006

En este apartado se revisa lo que ocurrió en la UNAM y el Subsistema, para los primeros años de la década, ya que -no está de más insistir-, el presente estudio se refiere a lo acontecido hasta el año 2006, con el fin de contemplar un cuarto de siglo en la vida científica universitaria.

El inicio del nuevo siglo vio llegar también cambios en la UNAM, durante el rectorado del Dr. De la Fuente, de 1999 a 2007, el cual fue un periodo inicialmente crítico para la Universidad por la huelga, pero que sin embargo pudo subsanar con el trabajo conjunto de los universitarios.

Los primeros años de la década se enfocaron en la reintegración de la vida académica, pero sobre todo en resaltar las cualidades y logros de la UNAM, así como su importancia para el desarrollo nacional, ya que la imagen pública estaba muy deteriorada. Se buscó además retomar un papel líder en diversas áreas y en escenarios internacionales, lo cual se logró al aparecer en el *ranking* de

universidades como una de las dos mejores de Iberoamérica en 2003 y del mundo en Webometrics en 2009. (Figura 26)

(Figura 26) *La UNAM en el ranking de universidades*

Institución	País	Webometrics*					Academic Ranking of World Universities**							
		2009-1	2009-2	2010-1	2010-2	2011-1	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Universidad de Sao Paulo	Brasil	87	38	53	122	51	166	155	139	134	128	121	115	119
Universidad Nacional Autónoma de México	México	44	44	58	70	66	184	156	160	155	165	169	181	170
Universidad de Barcelona	España	155	192	225	214	317	178	210	189	193	198	189	189	202

* CSIC-España

**By the Shanghai Jiaotong University

Fuente: Selección tomada de: UNAM (2011) *Base de datos: Universidades Iberoamericanas en los principales rankings internacionales 2003-2010*. Dirección General de Evaluación Institucional. México.

En la investigación científica, se reorganizaron las formas de gestionar las actividades con la modificación de criterios y de estructuras de la Coordinación, por ejemplo, mediante acuerdo del Rector del 16 de febrero del año 2000²²⁷, desapareció la Coordinación de Vinculación, y sus funciones se asumieron por la de Investigación Científica. En la propia estructura de la CIC, en 2001, por Acuerdo del Rector, desapareció la Dirección General de Servicios de Vinculación Tecnológica, sus funciones serían ejercidas por la Dirección para el Desarrollo de la Investigación. Asimismo, desaparece la Secretaría de Gestión, Vinculación y Desarrollo Tecnológico, y sus funciones serían ejercidas por la Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica²²⁸.

²²⁷ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001b) *Acuerdo del Rector*, 16 de febrero.

²²⁸ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001c) *Acuerdo del Rector*. 22 de enero.

Por acuerdo del CTIC, del 14 de julio de 2001, el entonces Coordinador, Dr. René Raúl Drucker Colín, “propuso transformar la Comisión de Sedes Foráneas por otra que se denominaría Comisión de Modernización, Análisis y Crecimiento del SIC, que tendría por objeto analizar el crecimiento de las diferentes dependencias, detectar y evaluar las áreas estratégicas y proyectos institucionales de desarrollo que el Subsistema consideraría de mayor relevancia para la UNAM y para el país, a fin de que sea apoyado por el CTIC, de tal manera que el crecimiento sea ordenado y de alta calidad. Algunos consejeros opinaron que tendría más impacto para la UNAM y para el país desarrollar un proyecto integral de investigación básica o tecnológica, con una duración de 5 años, inter-dependencias y extramuros con otras universidades, considerando las áreas rezagadas que habría que impulsar y apoyando aquellas pequeñas unidades a través de convenios de colaboración con Universidades locales para fomentar tanto el crecimiento local, como la descentralización de la ciencia y la renovación dinámica del personal académico, que seguir desarrollando proyectos individuales. Para esto, se solicitó se hiciera un catálogo de necesidades para determinar las áreas estratégicas para el país y para la UNAM. El Presidente del CTIC con fundamento en lo previsto en los Artículos 9 y 26 del Reglamento Interno del CTIC, sometió al Pleno el cambio de denominación y funciones de la "Comisión de Sedes Foráneas" a "Comisión de Modernización, Análisis y Crecimiento del Subsistema de la Investigación Científica", la cual además de las atribuciones y facultades ya establecidas con anterioridad, tendrá la siguiente: Planeación y análisis del Subsistema de la Investigación Científica”²²⁹

En mayo de 2001 el CTIC aprobó el documento *Criterios Generales para la Evaluación del Personal Académico del Subsistema de la Investigación Científica*²³⁰, donde se establecieron los lineamientos y precisiones sobre las figuras de investigador y

²²⁹ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001a) *Acuerdo del CTIC*, 14 de julio.

²³⁰ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001d) *Criterios Generales para la Evaluación del Personal Académico del Subsistema de la Investigación Científica*. México. 25 p.

técnicos académicos, con los requisitos para ingreso, permanencia y promoción, así como las obligaciones de las labores propias de cada figura.

La Secretaría de Investigación y Desarrollo se creó (en 2001) con grandes atribuciones y para ejercer las funciones de:

1. “Apoyar a la Coordinación de la Investigación Científica en la consolidación de las capacidades institucionales de investigación científica, tecnológica y de servicios de apoyo, con miras a desarrollar proyectos orientados con carácter prioritario para la UNAM y para la Nación;
2. Promover una capacidad organizativa en el Subsistema de la Investigación Científica y en su proyección al ámbito nacional para contribuir a consolidar la competitividad académica de las unidades de investigación de esta Universidad, con otros equivalentes en el país y en el resto del mundo;
3. Auxiliar al Coordinador de la Investigación Científica en la orientación y coordinación de los programas universitarios adscritos a la Coordinación, así como con las plataformas y los buques oceanográficos;
4. Fomentar y apoyar la definición, formulación y desarrollo de proyectos de investigación pluridisciplinarios en atención a temas y problemas nacionales y a demandas sociales, a ser desarrolladas a través de las entidades y dependencias del Subsistema de la Investigación Científica;
5. Auxiliar al Coordinador de la Investigación Científica en la orientación y coordinación de las funciones que desarrolla en la dirección para el desarrollo de la investigación y la coordinación de servicios de gestión y cooperación académica;

6. Responder a demandas de apoyo de la sociedad, en materia de calidad organizativa;
7. Estudiar y proponer estrategias de mediano y largo plazos, para el desarrollo de proyectos y programas de investigación básica y aplicada en temas y problemas de relevancia nacional y de la humanidad;
8. Fomentar el intercambio de recursos humanos, bienes, conocimientos e información entre la Universidad , los sectores público, privado y la sociedad en general;
9. Colaborar con las entidades académicas y/o dependencias en el diseño y seguimiento de sus programas de transferencia de resultados de investigación a los sectores productivo y social;
10. Formular recomendaciones relativas a la propiedad industrial de las investigaciones que se desarrollen en el Subsistema de la Investigación Científica y en su caso, elaborar contenidos de las solicitudes respectivas;
11. Proporcionar opinión técnica a las entidades académicas y/o dependencias universitarias que lo soliciten sobre la solicitud de patentes, así como de los contenidos, términos y condiciones de contratos de desarrollo y transferencia de tecnología, dando la participación que en la materia corresponde a la Oficina del Abogado General, y
12. Realizar las demás actividades que le encomiende el Coordinador y representarlo en aquellos asuntos que éste le indique.”²³¹

En octubre de 2004 se dieron a conocer los proyectos aprobados por el Rector y dependientes de la CIC, del programa denominado IMPULSA (Programa de Investigación Multidisciplinaria de Proyectos Universitarios de Liderazgo y Superación Académica), para fomentar investigaciones de mediano y largo plazo y

²³¹ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001) *Op cit*

sumando los esfuerzos humanos y de infraestructura de diversas dependencias del propio SIC, ya que se concibieron con la idea de conjuntar disciplinas y aportar en “temas de trascendencia nacional e internacional”²³². Fueron cinco los proyectos financiados y abordaron problemas como nanotecnología ambiental, células troncales y Parkinson, genoma de *Taenia solium*, desalación de agua de mar y purificación de aguas residuales y un sistema informático para la diversidad y el ambiente.²³³

En 2006 el CTIC acordó definir proyectos prioritarios para el Subsistema. Los objetivos generales de estos proyectos fueron:

“a) Apoyar áreas de interés básico o aplicado de valor estratégico para el desarrollo de la Universidad y del país que no estén suficientemente representadas en el subsistema.

b) Apoyar áreas en las que sí exista un desarrollo importante dentro del subsistema y de la Universidad que constituyan un nicho de oportunidad para el desarrollo científico.

c) Apoyar las áreas que estén bien desarrolladas y puedan incidir en la solución de los problemas fundamentales del país. La definición de cuáles son las áreas que se apoyará en forma especial por parte del CTIC se hará por un grupo interdisciplinario de científicos de las entidades académicas del CTIC.”²³⁴

Estos criterios y acuerdos, si bien constituyen importantes iniciativas, no fueron concretadas en su totalidad, a la fecha, no se tiene información pública y

²³² UNAM (2006) *Informe 2005 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.

²³³ El informe de 2010 de la CIC indica que estos proyectos fueron evaluados como «“altamente positivos” por comités científicos internacionales independientes, que certificaron la calidad y los avances logrados, con los que la UNAM innova estrategias para realizar investigación científica de frontera en áreas prioritarias del país, con un enfoque multidisciplinario y con la participación de varias entidades académicas.» Ver: UNAM (2010) *Memoria UNAM*. México.

²³⁴ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2006) *Acuerdo del CTIC*. 14 de septiembre.

disponible en lo que se refiere a acciones concretas para el establecimiento de las políticas del Subsistema de la Investigación Científica.

Este acercamiento a los diversos escenarios en los cuales se ha conformado la investigación del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, nos permite comprender mejor el contexto, desarrollo y evolución en que se han desarrollado las capacidades científicas y pone de relieve la importancia de atender diversos aspectos significativos para fortalecer e incrementar la investigación que se realiza en la UNAM.

Conclusiones

La ciencia en América Latina se encuentra estrechamente relacionada con las instituciones de educación superior dado que en ellas se forman los recursos humanos para la investigación, y en el caso de México, donde se realiza la mayor parte de la investigación científica.

El conocimiento generado en las universidades y centros de investigación es visto cada vez más como un bien capaz de producir beneficios económicos al formar parte de los procesos y de los productos, es decir, el valor que se asigna al conocimiento ya no está en función de lo que el conocimiento genera o produce, sino que se considera en sí mismo un bien capaz de incrementar las ventajas competitivas de quienes lo poseen. El reto es entonces poder conjuntar las capacidades de generación de conocimiento con el sector productivo, ámbitos que operan con muy distintas lógicas, valores y tradiciones.

En la UNAM, la integración de los trabajos de investigación con los sectores productivos y sociales ha sido una historia de encuentros y desencuentros en la que no siempre se han encontrado los mejores caminos. Es así que ha buscado configurar nuevas relaciones entre la Universidad y otros actores y se ha puesto de manifiesto la necesidad de adecuar las estructuras universitarias, muchas veces anquilosadas, sin comprometer la libertad de investigación ante el mercado.

Si bien la Universidad Nacional siempre ha estado en comunicación e intercambio constante con grupos de investigación de todo el mundo, es en los últimos veinte años cuando se decidió a dar un fuerte impulso al ampliar sus horizontes en la búsqueda no sólo de compartir el saber y validar el conocimiento

científico generado como es natural, sino para buscar el financiamiento internacional que de mayor fortaleza a las actividades en el entramado mundial.

En el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, la ciencia y tecnología a lo largo de los años ha desarrollado un camino propio que le permite estar a la vanguardia en investigación conforme los estándares internacionales. Sin embargo, los procesos de cambio en la generación del conocimiento científico, su valoración social y económica, hacen necesarias transformaciones en los esquemas de gestión y administración de las actividades de investigación para imprimir mayor dinamismo, rapidez y eficiencia en los procesos.

Como parte de los resultados obtenidos sobre los abordajes del capital intelectual, podemos inicialmente afirmar que la integración de planteamientos teóricos aportados por autores como Bourdieu, Sánchez, Bueno y Fazlagic, en las discusiones teóricas sobre capital intelectual se aportan elementos para apuntalar su importancia en la gestión de las universidades.

Por otra parte se pudo apreciar que el modelo general de indicadores más difundido para la actividad científica es el que se refiere a los procesos de generación y comunicación del conocimiento científico como un proceso de inputs y outputs, en donde los inputs son los recursos económicos, los recursos humanos (investigadores, becarios) el instrumental científico y el propio conocimiento científico; y los outputs o productos son: la formación de científicos, la difusión de resultados, y las aportaciones al conocimiento, económicas y culturales.

Hay un gran número de indicadores para medir la productividad de la investigación científica y tecnológica, en dichos indicadores las publicaciones tienen

un lugar central y son muy valiosos porque permiten visualizar no sólo la cantidad de producción, sino las relaciones entre temáticas e investigadores. Sin embargo, los fines de la investigación científica y tecnológica no son únicamente la publicación de los resultados, sino que éstos son un medio para traducir el conocimiento y no un fin. Así, los estudios de input y output si bien proporcionan valiosa información sobre las actividades científicas, no son suficientes para explicar cómo funciona un sistema y explicar las fallas en las estructuras que lo hacen o no funcional. Es por ello que se considera necesario tomar en cuenta otras variables para explicar y proponer la toma de decisiones sobre la política científica. El sistema lineal, si bien permite tener una panorama general sobre las actividades de investigación, muestra una imagen donde los outputs se confunden con los fines, es decir, son formas de mirar las actividades en “dos dimensiones” con un plano de ingresos y otro de egresos, cuando la investigación es mucho más, son muchos y diversos procesos jugando el mismo tiempo en distintos planos que por momentos convergen entre sí.

La ciencia no es un proceso lineal, sino que está constituida por múltiples acciones que generan conocimiento, éste no es solamente de una forma específica - como los artículos o *papers*- por lo que los insumos para generar ciencia, así como los productos que de ella surgen tampoco son únicos, sino que pertenecen a una amplia variedad de ámbitos. Es por ello que se considera aquí que la utilización de un esquema de medición del capital intelectual, junto con el análisis de sus políticas y gestión, ofrece un mejor reflejo de la ciencia que se genera en la Universidad Nacional, de manera particular en el Subsistema de la Investigación Científica.

Los indicadores de capital intelectual permiten establecer un diálogo entre los productores del conocimiento, los gestores, los administradores y los diversos agentes, para considerarlos junto con los recursos e infraestructura. Se observan

también las relaciones formales e informales, y se revisan las estrategias y políticas para los fines que se persiguen en una institución u organización.

Por estas razones ha sido posible corroborar que la perspectiva del capital intelectual proporciona herramientas útiles para medir de forma estructurada e integral distintos procesos de organización y generación de las actividades científicas en la Universidad Nacional. Sin embargo, al igual que todos los indicadores son un instrumento valioso en la medida en que no se consideren como un fin en sí mismo, sino como un instrumento más para la toma de decisiones.

Es necesario hacer notar, como parte de los resultados que se han encontrado, la complejidad para recabar los datos sobre la investigación científica en el SIC, lo cual ha resultado un verdadero reto para esta investigación. Por ello, no es sorpresa cuando en las publicaciones ofrecidas por la propia Universidad se encuentran afirmaciones tales como: “Este capítulo pretende dar una visión retrospectiva de lo que ha ocurrido en el desarrollo de la investigación científica realizada en la UNAM desde 1929. En parte ha sido escrito con base en la información proporcionada por los centros e institutos que conforman el subsistema de investigación científica de la UNAM. Se presenta un panorama cualitativo fundamentado, en lo posible, en lo cuantitativo. En principio éste presenta, apenas, un prediagnóstico del estado actual porque aún es necesario recabar más información y procesar la ya disponible para completar el diagnóstico de la estructura²³⁵. Sin embargo, la falta de tiempo y el mucho trabajo por realizar nos impiden el cumplimiento cabal de esta aspiración.”²³⁶. Esta nota se encuentra en el

²³⁵ El subrayado es de la autora de la presente investigación.

²³⁶ Ayala Castañares, A. (Coord.) (1987) *La investigación científica de la UNAM 1929-1979*. Vol. V, Tomo I. Col. Cincuentenario de la Autonomía de la Universidad Nacional de México (Coord. de la serie Dr. Jorge Carpizo). UNAM-Dirección General de Publicaciones.

informe de 1987 en la edición conmemorativa del cincuenta aniversario de la Autonomía Universitaria.

La historia de tropiezos de la propia Universidad con la información, se repitió cuando veinte años más tarde, en 2007, la publicación de la Coordinación de la Investigación Científica *La ciencia en la UNAM 2007 a través del Subsistema de la Investigación Científica*²³⁷, presentó, como parte de las *Consideraciones para una correcta interpretación de cifras y gráficas*, algunas notas para la integración de la información del periodo 1997-2006: “Para las entidades de creación más reciente, la información inicia en el año de su creación o el inmediato posterior. Para algunos de los datos solicitados (y en ciertas entidades), el acopio o discriminación de cierta información, a menudo la más lejana en el tiempo, resultó difícil o imposible²³⁸. En dichos casos, la ausencia de datos para un año o periodo dado quedó representada en las gráficas de la entidad (y debe considerarse al analizar las gráficas y tablas de datos acumulados por área de estudio y por subsistema)... Para elaborar este libro, la Coordinación de la Investigación Científica solicitó a las entidades académicas del Subsistema de la Investigación Científica (además de información sobre estructura, objetivos, actividades e imágenes), el llenado de un grupo de tablas relativas a distintos productos de sus académicos durante el periodo 1997-2006. La información numérica y diversas gráficas sobre productividad que presenta el libro (artículos científicos, nacionales e internacionales, patentes, tesis dirigidas terminadas, tareas de divulgación, citas a artículos, premios y distinciones, conferencias por invitación, y otros productos) fueron elaboradas... con base en los datos aportados por cada entidad. La información correspondiente al personal académico (investigadores por categoría y nivel -2006-, evolución de los investigadores -1997-2006-, investigadores en el Sistema Nacional de

²³⁷ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *La ciencia en la UNAM 2007 a través del Subsistema de la Investigación Científica*. México, 176 p.

²³⁸ El subrayado es de la autora de la presente investigación.

Investigadores -SNI-, investigadores por nivel en el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Carrera -PRIDE-, porcentaje de investigadores del sexo femenino, edad y antigüedad promedio de los investigadores, porcentaje de investigadores con doctorado y número de técnicos académicos) fue elaborada a partir de las nóminas, los informes del SNI que le entrega el CONACYT (cruzados individualmente con las nóminas), y las bases de datos del Consejo Técnico de la Investigación Científica.”

Estos registros dan cuenta de la dificultad y obstáculos que para las propias autoridades de la Universidad ha resultado la intención de integrar los acervos y las bases de datos. Cabe mencionar que el único sitio donde se encontraban completos los libros con las memorias y anuarios estadísticos de la UNAM, era en la biblioteca de la Dirección General de Planeación, la cual cerró en el transcurso de la presente investigación y no se conoce con precisión dónde se encuentra el acervo, aunque si fue posible recopilar una buena parte de la información contenida antes del cierre, amén de que hubo otra información que resultó prácticamente imposible de sistematizar por la heterogeneidad de criterios en su clasificación. Esta heterogeneidad se hace evidente cuando en el capítulo III presento las gráficas con los resultados de las cifras de patentes y desarrollos tecnológicos, los cuales tienen un salto cuantitativo de un año a otro de forma inexplicable y poco clara, particularmente en los años ochenta, aunque la información posterior no está disponible públicamente.

A partir de la década de los años noventa la información sobre el SIC es cada vez más consistente y uniforme, pues se fueron conformando con las tendencias y estándares de medición internacional. Sin embargo, para los fines del presente trabajo, son insuficientes para medir con precisión el capital intelectual del

Subsistema, debido a que hay elementos, por ejemplo, de infraestructura, que no es posible desprender de otras áreas de la Universidad.

Los datos que se presentan aquí son resultado de la integración de las diversas fuentes institucionales, las cuales no siempre coinciden entre sí, y como resultado se presenta un acervo en base de datos (anexo) con la información del SIC que ha sido posible sistematizar a partir de 1980 y hasta 2006, conforme el esquema que se elaboró como propuesta de medición del capital intelectual.

Los indicadores de capital intelectual para medir el estado de la actividad científica en la UNAM proporcionan una nueva perspectiva para reconsiderar la importancia de la constitución organizacional y adecuada integración del sistema científico universitario.

Es importante mencionar que los informes de medición de capital intelectual en las organizaciones que se han realizado en el mundo, consideran incluso como estratégico e indispensable incorporar información acerca de los recursos humanos dedicados a las áreas operativas, de gestión, administración y seguimiento de las actividades, sin embargo, tampoco se cuenta con información disponible acerca del personal que labora en éstas áreas tanto en los centros e institutos, como en la propia Coordinación de la Investigación Científica, por lo que no ha sido posible incluirla en este estudio. Dichos datos tendrían que estar acompañados no sólo del número de personas, sino su formación profesional y experiencia en las áreas que se desempeñan pues el *know how* con el que se cuenta constituye una valiosa parte de las capacidades del Subsistema.

Las experiencias de medición del capital intelectual en los organismos públicos y privados del mundo se han realizado, en su mayor parte, a solicitud de la propia institución y con la activa colaboración en la integración de la información, sin embargo, un proceso de tal participación requiere en primera instancia, de un convencimiento político de la necesidad de trabajar en ello y también dedicar recursos humanos e infraestructura para un estudio así. Por ello, para esta investigación se trabajó únicamente con los datos disponibles públicamente y de libre acceso y no se accedió a las bases de datos con los que tal vez se cuenta en los centros, institutos, y se sabe que en la Coordinación de la Investigación Científica.

Una investigación que implique la participación institucional de los interesados resultaría un trabajo sumamente productivo y valioso, además de que así se realizan los análisis de estrategias y capital intelectual en otras latitudes, lo cual provee de un mayor conocimiento de las fortalezas y debilidades de la organización y posibilita la mejora de los procesos de gestión del conocimiento.

En cuanto a las estrategias y políticas de desarrollo, resulta apremiante para el Subsistema armonizar la gestión, administración, información y organización institucional mediante las que opera la investigación científica si se pretende que funcione no sólo de manera eficiente y desde el modelo de universidad que se pretenda o desde la perspectiva económica más adecuada, sino como una forma de potencializar sus capacidades, que si bien han demostrado ser de alto nivel, actualmente se requiere más que eso. La investigación científica contemporánea es aún tradicional pero cada vez más multi y trans disciplinaria, por lo cual el reto resulta mayor para desarrollar las capacidades institucionales y de políticas acordes a lo que ya no solamente es una tendencia internacional, sino una práctica y necesidad para la consolidación y vigorización del SIC.

Finalmente, en función de la investigación realizada, **se sugieren las siguientes acciones para el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM.**

I) En términos de la estructura organizacional y de la información:

- i) Realizar un análisis de las capacidades y recursos con los que se cuenta para consolidar y profesionalizar la gestión, promoción y vinculación de las actividades científicas en un marco global e integral.
- ii) Integrar institucionalmente la información del SIC, como un ejercicio indispensable para potenciar al Subsistema.
- iii) Definir acciones específicas para poner a disposición pública la información completa del SIC.

II) En relación con el desarrollo del capital intelectual:

- i) Establecer un esquema de medición integral que apueste por la interacción de los diversos activos con que cuenta la actividad científica.
- ii) Integrar a todas las áreas de gestión del Subsistema en el ejercicio de medición de su capital intelectual con el fin de reconocer sus propias capacidades y limitaciones.
- iii) Analizar los resultados para fortalecer las actividades científicas y de gestión.

III) En términos de política científica:

- i) Definir con urgencia las estrategias que se adoptarán, en función de las orientaciones establecidas para las actividades científicas y tecnológicas, con el fin de instaurar compromisos claros y consistentes a corto, mediano y largo plazo.
- ii) Establecer instrumentos de políticas para los acuerdos y decisiones tomadas.
- iii) Integrar los esfuerzos de las diferentes dependencias del SIC y de las áreas de la CIC para disponer un sistema organizado, claro y funcional que descentralice esfuerzos y fortalezca capacidades.

Bibliografía

- ✓ Academia Mexicana de Ciencias (AMC) México. <http://www.amc.unam.mx/>

- ✓ Alavi. M. y Leidner, D. (1999) "*Knowledge management systems: Issues, challenges, and benefits*".
Ed. Communications of Association for Information Systems (AIS), Volumen 1,
Artículo 7, Febrero.

- ✓ Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) México. <http://www.anuies.mx/>

- ✓ Aréchiga, Hugo (1993) "Evaluating the Status of Science in Developing Countries: The Case of Mexico", en Boldú, José Luis y De la Fuente, Juan Ramón (eds.) *Science Policy in Developing Countries: The Case of Mexico*. UNAM-FCE. México.

- ✓ Ayala Castañares, A. (Coord.) (1987) *La investigación científica de la UNAM 1929-1979*. Vol. V, Tomo I. Col. Cincuentenario de la Autonomía de la Universidad Nacional de México (Coord. de la serie Dr. Jorge Carpizo). UNAM-Dirección General de Publicaciones.

- ✓ Banco Mundial (2009) *Knowledge Assessment Methodology*. Instituto del Banco Mundial.
Disponible en línea en: <http://www.worldbank.org/kam>

- ✓ Barreiro, A. y Amílcar, D. (1999) *Cincuenta años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (ORCYT/UNESCO) Un análisis histórico de la cooperación en la región*. UNESCO, octubre.

- ✓ Barrenechea, J., Castro, J., Ibarra, A. (2008) *Calidad relacional y evaluación integral de la actividad científica en ciencias sociales y humanidades: propuesta metodológica e indicadores*. Universidad del País Vasco y Cátedra Sánchez-Mazas. San Sebastián, 130 p.

- ✓ Bellavista, J. (1999) "Introducción a la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina", en *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. Publications de la Universitat de Barcelona, España.

- ✓ Blume, F. (1985) "After the darkest hour... Integrity and engagement in the development of university research", en B. Wittrock B. y Elzinga (Eds.) *The University Research System. The Public Policies of the Home of Scientists*. Estocolmo, Almqvist & Wiksell International. pp. 139-165.

- ✓ Bontis, N. (1998a) "Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models". *Management Decision*, Vol. 36, No. 2, pp. 63-76.

- ✓ Bontis, N. (1998b) "Managing organizational knowledge by diagnosing intellectual capital: framing and advancing the state of the field". *Journal of Technology Management*, Vol. 18, No. 5-6-7-8, pp. 433-462.

- ✓ Bourdieu, P. (2008a) *Homo academicus*, Siglo XXI, 320 p.
Y la versión original: Bourdieu, P. (1984) *Homo academicus*, Les éditions de minuit, Paris, 321 p.

- ✓ Bourdieu, P. (2008b) *Capital cultural, escuela y espacio social*. Siglo XXI, México, 206 p.

- ✓ Bourdieu, P. (2003) *Intelectuales, política y poder*. Eudeba, Universidad de Buenos Aires. Argentina, 270 p.

- ✓ Bourdieu, P. (2000) *Poder, derecho y clases sociales*. Ed. Desclée de Brouwer. Bilbao. 244 p.

- ✓ Bourdieu, P. (1979a) "Les trois états du capital culturel", *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, núm. 30, pp. 3-6

- ✓ Bourdieu, P. (1979b) *La Distinction*, Ed. de Minuit, París

- ✓ Bueno, E. (Dir.) (2003) *Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid y Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

- ✓ Bueno, E. (1998) "El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual". *Boletín de Estudios Económicos*, Vol. LIII, No. 164, pp. 207-229.

- ✓ Bush, V. (1945) *Science, the endless frontier. A Report to the President*. United States Government Printing Office, Washington, julio.

- ✓ Casalet, M. (2007) *Cambios en la gobernabilidad del sector de cyt en México*. CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

- ✓ Casalet, M. (2006) "Las nuevas tendencias en la organización y financiamiento de la investigación". Ponencia para el *Seminario Internacional Globalización, conocimiento y desarrollo desde la perspectiva mexicana*. Sede: Coordinación de Humanidades e Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, 15 al 17 marzo, México.

- ✓ Casalet, M. (2003) *Políticas científicas y tecnológicas en México: evaluación e impacto*. Documentos de trabajo. Serie Avances de Investigación y Aportes Metodológicos-2. FLACSO, México. 70 p.

- ✓ Casalet, M. (2000) "The Institutional Matrix and Its Main Functional Activities Supporting Innovation", en Cimoli, M. (Ed.) *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*. The Continuum International Publishing Group, London and New York.

- ✓ Casas, R. y Dettmer, J. (2008) “ Sociedad Del Conocimiento, Capital Intelectual Y Organizaciones Innovadoras”, en G. Valenti, M. Casalet y D. Avaro (Coords.), *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*, FLACSO México / Plaza y Valdés, México, pp. 21-59.
- ✓ Casas, R. (Coord.)(2001) *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Ed. IIS-UNAM-Anthopos. Barcelona. 381 p.
- ✓ Casas, R. y Luna, M. (1999) *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. IIE-UNAM - Plaza y Valdés. México.
- ✓ Chavero, A., González, G., Rodríguez, M. y Vergara, D. (1992) *México: Ciencia y tecnología*. Col. La estructura económica y social de México. IIEc. UNAM-IPN, México.
- ✓ Cimoli, M. (Coord.) (2010) *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 108 p.
- ✓ Clark, Burton R. (2000) *Creando universidades innovadoras. Estrategias organizacionales para la transformación*. Col. Problemas educativos. UNAM-Coordinación de Humanidades y Porrúa, México.
- ✓ Comisión Europea: http://ipts.jrc.ec.europa.eu/index_es.cfm y
- ✓ CONACYT-Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica (2009) *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología. Anexo estadístico*.
- ✓ CONACYT (2008a) *Sistema Nacional de Investigadores. Información estadística*. 1º. de enero de 2008. www.conacyt.mx

- ✓ CONACYT (2008b)
<http://www.conacyt.gob.mx/Comunicacion/Comunicados/47-08.html>
 Consultado el 14 de mayo de 2008.

- ✓ CONACYT (2000) *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*. México, 195 p.

- ✓ Danish Agency for Trade and Industry - Ministry of Trade and Industry (2003) *Intellectual Capital Statements. The New Guideline*. Copenhagen, 73 p.

- ✓ Danish Agency for Trade and Industry - Ministry of Trade and Industry (2000) *A guideline for intellectual capital statements. A key to knowledge management*. Copenhagen, 111 p.

- ✓ Déctor , Piedad (1989) "Publicaciones y base de datos del Centro de Información Científica y Humanística (CICH) UNAM" en *Biblioteca universitaria, boletín informativo de la Dirección General de Bibliotecas*. Vol. IV, No. 1 enero - marzo.

- ✓ Díaz Barriga, A. (2006) "Los programas de evaluación (estímulos al rendimiento académico) en la comunidad de investigadores. Un estudio en la UNAM". *Revista mexicana de investigación educativa*. Consejo Mexicano de investigación educativa. Vol. 1, núm. 2, julio-diciembre. México, pp. 408-423.

- ✓ Domínguez, Raúl (2000), *Historia de la física nuclear en México 1933-1963*. Centro de Estudios Sobre la Universidad, UNAM - Ed. Plaza y Valdés, México.

- ✓ Domínguez, R., Suárez, G. y Zubieta, J. (1998) *Cincuenta años de ciencia universitaria: una visión retrospectiva* Col. Problemas educativos de México. Coordinación de Humanidades-Coordinación de la Investigación Científica (UNAM)-Porrúa. 125 p.

- ✓ Echeverría, J. (2002) *Ciencia y valores*. Ed. Destino, Barcelona. 312 p.

- ✓ Edvinsson, Leif y Malone, Michael S. (1997) *Intellectual Capital: Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*. Harper Business, NY.

- ✓ Embajada de Austria en Washington, D.C. (2006) "Intellectual Capital Report with Focus on Sustainability of the Austrian University of Natural Resources and Applied Life Sciences", *Revista Bridges*, vol. 12, diciembre.

- ✓ Espacio Europeo de Educación Superior (1999) *Declaración de Bolonia*. Bolonia, 16 de junio.

- ✓ Etzkowitz, H. (1990) "The Second Academic Revolution", en Susan Cozzens y Peter Healey (ed.), *The Research System in Transition*. Ed. Kluwer. Amsterdam.

- ✓ Etzkowitz, H. (1993) "Academic-industry relations: a new mode of production?". Ponencia presentada en el *Workshop on academic industry relations*, Centro para la Innovación Tecnológica-UNAM, 25 al 27 de enero, México.

- ✓ Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

- ✓ Fazlagic, Amir (2005) "Measuring the capital intellectual of a university". *Conference on Trends in the Management of Human Resources in Higher Education*, OECD, 25 and 26 August 2005. París.

- ✓ Feiwal G. (1975) *The Intellectual Capital of Michal Kalecki: A Study in Economic Theory and Policy*. University of Tennessee: Knoxville, TN.

- ✓ Fernández, R. (2008) "Nota para una Historia del Cómputo en México del Centro de Cálculo Electrónico al Centro de Investigaciones Matemática Aplicadas, Sistemas y Servicios", *Revista Digital Universitaria*, Vol. 9, núm. 9, septiembre.
<http://www.revista.unam.mx/vol.0/art4/princi.html>

- ✓ Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006) *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2001-2006)*. México. 285 p.

- ✓ García Espinosa de los Monteros, Catalina (2010) *El derecho ciudadano al acceso a la energía eléctrica, tensiones y singularidades en el caso de México*. Tesis doctoral. Posgrado en Filosofía de la Ciencia-UNAM, México.

- ✓ Garza Elizondo (Ed.). Chacón, S. (Coord.) (2002) *Entre la globalización y la dependencia. La política exterior de México 1994-2000*. El Colegio de México-ITESM, México.

- ✓ Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994) *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Sage Publications. London.

- ✓ González Arévalo, A. (2009) *El proceso de sustitución de importaciones en América Latina: el caso de México, 1940-1980*. Universidad de Málaga-Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. 134 p.

- ✓ Groff, T. y Jonas, T. (2003) *Introduction to Knowledge Management. KM in business*. Ed. Butterworth-Heinemann (Elsevier Science), Burlington, MA. 185 p.

- ✓ Guston, David (2000) *Between politics and science. Assuring the integrity and productivity of research*. Cambridge University Press.

- ✓ Guston y Keniston (1994) *The Fragile Contract: University Science and the Federal Government*. Cambridge, MA. MIT Press.

- ✓ Fundación para el conocimiento *madri+d* (2004) *Informe SPRING sobre capital intelectual en la comunidad de Madrid*. Proyecto SPRING II de la red europea PAXIS, con la colaboración del Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento.

- ✓ Instituto Nacional de la Investigación Científica (1970) *Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología*. México, 153 p.
- ✓ Instituto Politécnico Nacional (IPN) CICATA:
http://www.cicataqro.ipn.mx/wps/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=76&lang=es
- ✓ Instituto Universitario de Investigación en Administración del Conocimiento e Innovación de Empresas (IADE). Universidad Autónoma de Madrid.
<http://www.iade.org/>
- ✓ Instituto del Banco Mundial: <http://wbi.worldbank.org/wbi/>
- ✓ Leitner, Karl-Heinz (2004) "Intellectual capital reporting for universities: conceptual background and application for Austrian universities". *Research Evaluation*, Vol. 12, No. 2, 129-140.
- ✓ Lemarchand, Guillermo A. (Ed.) (2010) *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. UNESCO. Col. Estudios y documentos de política científica. Vol. 1. Uruguay.
- ✓ Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1996) "Emergence of a Triple Helix of university-industry-governement relations", *Science and Public Policy* #23 - 5, 279-286.
- ✓ Merino, M. (2007) "Inteligencia organizativa y capital intelectual: un ejercicio de integración". *INNOVAR Revista de ciencias administrativas y sociales*. Enero-Junio Año/Vol. 17, número 029. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, pp. 7-26.
- ✓ Merino, C. (2004a,) "Formación en inteligencia empresarial: competencias y capacidades del responsable organizativo". *Revista Puzzle*. Vol. 3, número 12, julio-agosto, pp. 17-20.

- ✓ Merino, C. (2004b). "La inteligencia organizativa como dinamizador del capital intelectual". *Revista Puzzle*. Vol. 3 número 14, nov-dic, pp. 4-10.

- ✓ Merino, M. (2003) "El papel de la gestión de la información en la estrategia organizativa". *Vigilancia tecnológica, Revista digital madri+d, Revista de investigación en gestión de la innovación y tecnología*. Número 17, junio - julio 2003, Madrid, España.

- ✓ Modrego, A. (Coord.) (2002) *Capital intelectual y producción científica*. Dirección General de Investigación, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y madri+d.

- ✓ Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press.

- ✓ Nowotni, H., Scott, P., Gibbons, M. (2001) *Re-Thinking Science. Knowledge and the public in an Age of Uncertainty*. Cambridge Polity Press, 278 p.

- ✓ Núñez Cabrera, Miguel (1989) "La investigación científica en la UNAM: Propuestas para el Congreso". *Revista Ciencias*, número 16, octubre.

- ✓ Observatory of the European University (2006) *Methodological guide. Strategic management of University research activities*. PRIME (Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area), Lugano, Suiza, noviembre.

- ✓ Organización de Estados Americanos (OEA) (1967) *Declaración de los presidentes de América*. Reunión de jefes de Estado americanos. Punta del Este, Uruguay, 12 al 14 de abril.
 Disponible en: <http://www.summit-americas.org/declaracion%20presidentes-1967-span.htm>

- ✓ Ortiz, D., Rodríguez, F. y Coello, C. (2008) "La IBM 650 el comienzo de la era del procesamiento electrónico de datos en México", *Revista Digital Universitaria*. Vol. 9, núm. 9, septiembre. <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art68/int68.htm>

- ✓ OECD (2002) *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities*, OECD. 256 p.

- ✓ OECD (2003) *Manuel de Frascati 2002: Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental, La mesure des activités scientifiques et technologiques*, OECD Publishing. 296 p.

- ✓ Olivé, L. (2007) *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. FCE, México.

- ✓ Olivé, L. (2005) "Los desafíos de la Sociedad del Conocimiento: ciencia, tecnología y gobernanza", *Este país. Tendencias y Opiniones*. No. 172, México, pp. 66-70.

- ✓ Organización Internacional del Trabajo: <http://www.ilo.org/>

- ✓ Ortiz, D., Rodríguez, F. y Coello, C. (2008) "La IBM 650 el comienzo de la era del procesamiento electrónico de datos en México", *Revista Digital Universitaria*. Vol. 9, núm. 9, septiembre. <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art68/int68.htm>

- ✓ Pacheco Méndez, T. (1993) "La Política de Planeación en Ciencia, Tecnología y Educación Superior en un contexto de Crisis", *Revista Pensamiento Universitario*. Centro de Estudios sobre la Universidad-UNAM, Núm. 8, México. p. 1-34.

- ✓ Petty, R. y Guthrie, J. (2000) "Intellectual capital literature review: measurement, reporting and management". *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 1, No. 2, pp. 155-176.

- ✓ Porter, M. (1982), *Estrategia Competitiva*, CECSA, México.

- ✓ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2007) *Informe sobre desarrollo humano (2007-2008)*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Nueva York. 386 p.
- ✓ Proyecto MERITUM (**ME**asu**R**ing **I**n**T**angibles to **U**nderstand and improve innovation **M**anagement) (2002) *Directrices para la gestión y difusión de información sobre intangibles (Informe sobre Capital Intelectual)*. Comisión Europea <http://www.uam.es/proyectosinv/meritum/>
- ✓ Puchet Anyul, M. (2005) “Aspectos institucionales de las políticas científicas y tecnológicas. Carencias en la definición de interfases entre investigación científica y usuarios de tecnología”. *Mesa: La política científica y tecnológica de México y la propiedad intelectual. Seminario de creación de capacidades en el campo de los derechos de propiedad intelectual*. CEPAL, México D.F., 16 de noviembre.
- ✓ Puchet, M. y Ruiz Nápoles, P. (2005) “Carencias institucionales en la legislación mexicana de CyT y regulación de procesos de producción de conocimiento: Interfases y coordinación entre investigación científica y educación superior”. Ponencia en *Los retos de la investigación científica. 2ª. Sesión del Seminario Permanente del Foro Consultivo Científico y Tecnológico*. México, 20 de abril.
- ✓ Puchet, M. Ruiz Nápoles, P. (2003) *Nuevas Leyes de Ciencia y Tecnología y Orgánica del CONACYT. Buenos propósitos, cambios institucionales y concentración presidencial de las decisiones*. Ed. Porrúa, Facultad de Derecho-UNAM, México.
- ✓ Puga, C. y Torres, D. (1996) *México: la modernización contradictoria*. Ed. Pearson, México.
- ✓ Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT) <http://www.ricyt.org/>

- ✓ RICYT - CYTED (2008) *El estado de la ciencia. Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2008*.
- ✓ Rojas, G. (2005) *Modelos universitarios. Los rumbos alternativos de la universidad y la innovación*. Col. Educación y Pedagogía, FCE-UAM. México, 400 p.
- ✓ Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001) *Capital Intelectual*. Buenos Aires: Paidós.
- ✓ Ruiz, Rosaura y Martínez, Rina (2007) "La renovación de las políticas de educación superior, ciencia y tecnología: una tarea estratégica para la construcción de las sociedades de conocimiento". *Revista Transatlántica de educación*. Número monográfico *Ciencia y tecnología: hacia las sociedades del conocimiento*. Coeditada por el Ministerio de España y Editora Santillana de México. Vol. III, diciembre.
- ✓ Sábato, Jorge A. y Botana, Natalio (1968) "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", *Revista de la Integración*. Buenos Aires: INTAL. Año 1, Número 3, pp. 15-36.
- ✓ Sánchez, P., Elena, S. y Castrillo R. (2006) "The intellectual capital Report for Universities" en *Methodological Guidelines*, Observatory of the European Universities, pp. 223-250.
- ✓ Sánchez, Paloma. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de estructura económica y economía del desarrollo http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/palomas/
- ✓ Sánchez-Daza y Campos Ríos (2005) "Ciencia y tecnología en México ¿Hacia la elaboración de políticas regionales?", en Corona, L. y Paunero, X. *Ciencia y tecnología para la innovación. Algunas experiencias en América Latina y el Caribe*. Ed. Universitat de Girona.

- ✓ Secretaría de Gobernación (2008) *Diario Oficial de la Federación*. Decreto de aprobación del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012*. México, 16 de diciembre. 70 p.
- ✓ Secretaría de Gobernación (2002) *Diario Oficial de la Federación*. *Ley de Ciencia y Tecnología y Ley orgánica del CONACYT*. México, 5 de junio.
- ✓ Secretaría de Gobernación (1999) *Diario Oficial de la Federación*. Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica. México, 27 de abril.
- ✓ Secretaría de Gobernación (1984) *Diario Oficial de la Federación*, México, jueves 26 de julio.
- ✓ Secretaría de Gobernación (1948) *Diario Oficial de la Federación*, México, martes 6 de enero.
- ✓ Secretaría de Programación y Presupuesto y CONACYT (1990) *Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994*. México.
- ✓ Secretariado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte
<http://www.nafta-sec-alena.org/>
- ✓ Serenko y Bontis (2004) "Meta-Review of Knowledge Management and Intellectual Capital Literature: Citation Impact and Research Productivity Rankings" *Knowledge and Process Management* Volumen 11, número 3, pp. 185-198.
- ✓ Schumpeter, J. A. (1934) *The theory of economic development*. Harvard University Press. Cambridge.
- ✓ Simón, N. y Rueda, I. (Coords.) (2002) *Globalización y competitividad. La industria siderúrgica en México*. FCA-IIEc-DGAPA, UNAM-Porrúa, México.

- ✓ Stewart, Thomas (1994) "Your company`s most valuable Asset: intellectual capital". *Fortune*, No. 3, pp. 28-33.
- ✓ Taylor, F. (1911) *Principes d'organisation scientifique des usines*. Dunod y E. Pinat, París.
- ✓ UNAM. ARIES. *Acervo de recursos de investigación en educación superior*. <http://www.aries.unam.mx/index.php>
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2007) *La ciencia en la UNAM 2007 a través del Subsistema de la Investigación Científica*. México, 175 p.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2006) *Acuerdo del CTIC*. 14 de septiembre.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2004) *Ciencia, estrategias de desarrollo del Subsistema de la Investigación Científica*. México, 302 p.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2003) *Informe de la Coordinación de la Investigación Científica 2000-2003*. México, 170 p.
- ✓ UNAM (2004) *Nómina del Personal Académico*.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2002a) *Boletín El faro*. México, agosto.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2002b) *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica*. México.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001a) *Acuerdo del CTIC*. 14 de julio.

- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001b) *Acuerdo del Rector*. 16 de febrero.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001c) *Acuerdo del Rector*. 22 de enero.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (2001d) *Criterios Generales para la Evaluación del Personal Académico del Subsistema de la Investigación Científica*. México. 25 p.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1996) *Revista Subsistema de la Investigación Científica-Coordinación de la Investigación Científica*. México, 31 p.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1976) *La investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México*. México, 170 p.
- ✓ UNAM-Dirección General de Planeación: <http://www.planeacion.unam.mx/>
- ✓ UNAM (2010) *Memoria UNAM*. México.
- ✓ UNAM (2009) *Memoria UNAM*. México.
- ✓ UNAM (1995) *Memoria UNAM*. México.
- ✓ UNAM (1993) *Revista UNAM hoy*. México. 23 p.
- ✓ UNAM-Coordinación de la Investigación Científica (1976) *La investigación científica en la Universidad Nacional Autónoma de México*. México, 170 p.
- ✓ UNAM (2011) *Base de datos: Universidades Iberoamericanas en los principales rankings internacionales 2003-2010*. Dirección General de Evaluación Institucional. México.

- ✓ UNAM (2009) *Memoria UNAM*. Coordinación de la Investigación Científica. UNAM.
- ✓ UNAM (2006) *Informe 2005 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (2000) *Informe 1999 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1999) *Informe 1998 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1998) *Informe 1997 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1994) *Reglamento interno de los Consejos Académicos de Área* (aprobado el 21 de febrero de 1994). Disponible en: <http://www.dgelu.unam.mx/o3-1-1.htm>
- ✓ UNAM (1993) *Informe 1992 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1992) *Informe 1991 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1991) *Informe 1990 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1993) *Informe 1992 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México.
- ✓ UNAM (1990) *Informe 1989 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 37 p.
- ✓ UNAM (1989) *Informe 1988 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 62 p.
- ✓ UNAM (1986) *Informe 1985 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 39 p.
- ✓ UNAM (1986) *Fortaleza y debilidad de la UNAM*. Rectoría-UNAM, México.
- ✓ UNAM (1985) *Informe 1984 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 98 p.
- ✓ UNAM (1984) *Informe 1983 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 68 p.

- ✓ UNAM (1983) *Informe 1982 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 51 p.
- ✓ UNAM (1981) *Informe 1980 UNAM*. Dirección General de Publicaciones, México. 67 p.
- ✓ UNAM-Oficina del Abogado General (2000) *Legislación*. Dirección General de Estudios de Legislación Universitaria-UNAM.
- ✓ UNAM. *Estadística UNAM*. www.estadistica.unam.mx
- ✓ UNAM. *Portal de Revistas Científicas y Arbitradas de la UNAM*.
www.revistas.unam.mx
- ✓ UNAM-Sarukhán, José (1996) *Informe 1996. Relación del acontecer universitario 1989-1996, UNAM*. México. 39 p.
- ✓ UNESCO: <http://portal.unesco.org/>
- ✓ Vence Deza, X. (1995) *Economía de la innovación y del cambio tecnológico. Una revisión crítica*. Siglo XXI, España. 496 p.
- ✓ Vessuri, Hebe (2007) *The training of researchers in Latin America and the Caribbean*. UNESCO, Forum on higher education, research and knowledge. Port of Spain, Trinidad, July. 48 p.
- ✓ Villarreal, R. (2002) *México competitivo 2020: Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo*. Ed. Océano, México.
- ✓ Yacamán, M. (1991) "El CONACYT y la investigación científica en México", en el *Simposium La Tercera Revolución Industrial en México*, México, octubre.

- ✓ Yusuf, Shahid y Nabeshima, Kaoru (Eds.) (2007) *How universities promote economic growth*. World Bank. Washington DC, 286 p.

- ✓ Zhao, J. y Ordóñez de Pablos, P. (2011) “Regional knowledge management: the perspective of management theory”. *Behaviour & Information Technology*. Vol. 30 número 1, pp. 39-49.

Lista de figuras

- Figura 1. *Gasto público en educación en América Latina (1991 a 2005)*
- Figura 2. *Inversión en I+D con relación al PIB*
- Figura 3. *Evolución de miembros del SNI, México 2000-2009*
- Figura 4. *Porcentaje de miembros SNI por área de investigación*
- Figura 5. *Crecimiento del SNI - México (1984 a 2008)*
- Figura 6. *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología*
- Figura 7. *Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación- México*
- Figura 8. *Organización del Subsistema de la Investigación Científica*
- Figura 9. *Índice de Economía del conocimiento*
- Figura 10. *Conocimiento en las organizaciones*
- Figura 11. *Capital intelectual*
- Figura 12. *Capital intelectual universidades - Austria*
- Figura 13. *Modelo para Polonia*
- Figura 14. *Modelo Intellect*
- Figura 15. *Información estadística UNAM*
- Figura 16. *Sistema estadístico UNAM*
- Figura 17. *Bases de datos de la Unidad de Indicadores UNAM*
- Figura 18. *Propuesta 1 para medir el capital intelectual del SIC-UNAM*
- Figura 19. *Propuesta de medición 2*
- Figura 20. *Datos y variables obtenidas para el esquema 1*
- Figura 21. *Datos obtenidos para el esquema 2*
- Figura 22. *Origen y evolución del SIC*

Figura 23. *Vinculación de la UNAM con sectores sociales e institucionales (públicos y privados)*

Figura 24. *Concepción sobre el desarrollo tecnológico en el Programa 1990-1994*

Figura 25. *Convenios y contratos de colaboración del SIC con empresas (1986-1994)*

Figura 26. *La UNAM en el ranking de universidades*

Lista de gráficas

CAPITAL HUMANO

Gráfica 1. UNAM - Personal académico en investigación

Gráfica 2. UNAM - SIC. Personal académico

Gráfica 3. SIC - Tasa de crecimiento del personal académico

Gráfica 4. México - SNI vs UNAM vs SIC

Gráfica 5. Personal académico en el SNI - UNAM vs SIC. Tasa de Crecimiento

Gráfica 6. UNAM - Personal Académico en el SNI por Subsistema

Gráfica 7. UNAM - SIC. Formación de recursos humanos

CAPITAL ESTRUCTURAL

Gráfica 8. Presupuesto UNAM vs Subsidio Federal (miles de pesos)

Gráfica 9. Presupuesto UNAM vs Investigación (miles de nuevos pesos)

Gráfica 10. Presupuesto - Porcentaje dedicado a investigación en el SIC

CAPITAL RELACIONAL

Gráfica 11. SIC. Total de eventos

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Gráfica 12. SIC - Patentes

Gráfica 13. SIC - Desarrollos Tecnológicos

Gráfica 14. SIC - Total de Publicaciones.

Gráfica 15. SIC - Total de artículos publicados en revistas