

UNIVERSIDAD DE SONORA

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES
MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**

**LA RELACIÓN ENTRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA
UNIVERSIDAD DE SONORA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**

**PRESENTA:
ROBERTO JIMÉNEZ ORNELAS**

**ASESOR-DIRECTOR:
DR. JOSÉ RAÚL RODRÍGUEZ JIMÉNEZ**

**ASESORES:
SECRETARIO: DR. JORGE BARTOLUCCI INCICO
VOCAL: M.E. FERNANDO COTA MADERO
SUPLENTE: DR. JUAN MANUEL ROMERO GIL**

HERMOSILLO, SONORA

AGOSTO DE 2003

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Agradecimientos

Para llevar a cabo este trabajo recibí los generosos apoyos del Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad de Sonora y de la Dirección de Desarrollo Académico de la UNISON, que mediante una beca me permitió cumplir con los requisitos de los estudios de Maestría en Innovación Educativa de la UNISON y desarrollar la presente investigación. Igualmente, la Secretaría General Académica, la Dirección de Investigación y Posgrado y las Divisiones de Ciencias Exactas y Naturales y de Ingeniería de la Unidad Regional Centro –con los Departamentos que las integran– me proporcionaron, en todo momento, información valiosa para este estudio.

Me siento en deuda con el Dr. José Raúl Rodríguez Jiménez, quien siguió con paciencia las peripecias de la presente investigación y corrigió las innumerables versiones de los escritos. Y por supuesto, que los méritos que tenga el presente trabajo son de su autoría, mientras que los desaciertos son sólo imputables a mi persona.

A mis sinodales: Dr. Jorge Bartolucci Incico, M.E. Fernando Cota Madero y Dr. Juan Manuel Romero Gil cuyas orientaciones, comentarios y observaciones le dieron forma a este estudio; me alegra que en el futuro podré seguir compartiendo sus invaluable ideas.

A la Maestría en Innovación Educativa, con su coordinadora M.E. Guadalupe González Lizárraga, por las facilidades y disposición para hacerme transitable el camino de la maestría.

Finalmente, a mi familia: Magy, Fer y Ale por su resignación y aguante.

ROBERTO JIMÉNEZ ORNELAS

Índice

Introducción general	5
Capítulo 1. Ciencia, tecnología y educación superior	12
1. Desarrollo de la ciencia y la tecnología y su contexto social.....	12
2. Ciencia y técnica en América Latina.....	19
3. La situación de la ciencia y la técnica en México.....	24
4. La ciencia y la técnica en la educación superior.....	36
5. Las universidades como lugares de ciencia y tecnología.....	52
6. La UNISON como espacio de ciencia y técnica.....	53
7. Bibliografía.....	60
Capítulo 2. Desarrollo de la ciencia y la tecnología en la Universidad de Sonora	62
1. Antecedentes.....	62
2. La fundación de la UNISON.....	64
3. Las carreras cortas (1942-1953).....	65
4. Las escuelas de nivel superior (1953-1963).....	68
4.1 Escuela de Agricultura y Ganadería.....	69
4.2 Escuela de Ciencias Químicas.....	72
4.3 Escuela de Altos Estudios.....	76
5. Los primeros centros de investigación (1963-1985).....	77
5.1 El Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.....	78
5.2 Investigación en Alimentos.....	80
5.3 El Centro de Investigación en Física.....	81
5.4 El Centro de Investigación en Polímeros y Materiales	83
5.5 El Centro de Investigación y Docencia en Matemáticas Educativas.....	84
5.6 El Centro de Investigación sobre Ingeniería.....	84
6. Organización de la investigación en la UNISON.....	89
7. Oferta educativa de las divisiones seleccionadas.....	94
8. Docencia e investigación (1991-2000).....	96

9. Bibliografía.....	104
Capítulo 3. La relación entre la ciencia y la tecnología en la Unidad Regional Centro de la UNISON.....	105
1. Factores internos y externos que influyen sobre la ciencia y la tecnología.....	105
1.1 Influencias laborales y políticas sobre la investigación.....	111
2. Los espacios institucionales de ciencia y tecnología.....	113
3. Particularidades de las divisiones seleccionadas.....	120
3.1 División de Ingeniería.....	120
3.2 División de Ciencias Naturales y Exactas.....	122
4. Comparativo de las divisiones seleccionadas.....	123
5. Funcionamiento de las Academias.....	133
6. Bibliografía.....	144
 A manera de conclusiones.....	 145
 Bibliografía general.....	 148
 Anexo.....	 151
1. Guía de entrevista para presidentes de Academia	
2. Recuperación de información de campo	

Introducción.

Este trabajo se inició con el cuestionamiento de ¿cuál es el estado de la relación entre el quehacer científico y el técnico en la Universidad de Sonora? En el transcurso de la investigación se generaron otras interrogantes como: ¿cuáles son las diferencias metodológicas de la ciencia y la tecnología en función de esta interrelación?, ¿cuál fue el desarrollo histórico –en el nivel internacional– de la relación entre la ciencia y la tecnología?, ¿qué influencia tienen los nuevos modos de producción del conocimiento para esta relación?, ¿qué papel juega la educación superior en esta relación?, ¿cómo es la interacción de las universidades con la enseñanza y generación de los conocimientos en ciencia y tecnología en los países desarrollados y subdesarrollados?, ¿cómo ha sido esta relación en América Latina y en México?, ¿cuál fue el desarrollo histórico de esta relación en la Universidad de Sonora?

El conocimiento científico y el técnico –y sus interrelaciones– es el factor de cambio de las sociedades desarrolladas, de tal manera que este factor puede ser un indicador del grado de desarrollo económico de un país. En la actualidad, la transformación de las sociedades está basada, en buena medida, en la educación superior, ya que este nivel educativo es uno de los agentes responsables de generar esos conocimientos y formar a los profesionistas de esos campos. La educación superior debe someterse a cambios e innovaciones que garanticen su diversificación, pertinencia y calidad, para así poder responder a las necesidades de la sociedad. Es así que el desempeño de la educación superior, como nunca antes, contribuye a la riqueza de las naciones, al construir capital humano y conocimiento acumulado (Kerr, 1987). Los cambios vertiginosos que se están llevando a cabo en los modos de

producción de las sociedades hacen que el cambio y la innovación sean propósitos compartidos en las universidades, gobiernos, asociaciones de universidades y organismos internacionales. Una primer etapa en el conocimiento de la relación de estos conocimientos es obtener información confiable (cuantitativa y cualitativa) sobre los problemas complejos de los procesos que se dan en los establecimientos de educación superior (Mendoza, 2002).

Uno de esos procesos importantes de cambio, en el nivel terciario de la educación que hay que tomar en cuenta, es el proceso de transformación de una universidad “profesionalizante” a iniciar un modelo de universidad más sustentada en la investigación (Clark, 1998). Este propósito fue uno de los argumentos en que se basó, por ejemplo, la última transformación de ley orgánica (Ley 4) de la Universidad de Sonora (UNISON) en 1991.

Los conocimientos científico y técnico se han ido interrelacionando a través de su desarrollo histórico, en la actualidad estos conocimientos se encuentran completamente entrelazados y todavía más, las fronteras de estos conocimientos son cada día menos definidas. De ahí la importancia de que en las instituciones de educación superior se tome en cuenta, tanto en la función de docencia como en investigación, la interrelación entre los conocimientos científicos y técnicos. También el estudiar un establecimiento donde se enseña y se produce este tipo de conocimientos, como es el caso de la UNISON. El presente trabajo trata sobre las actividades de docencia e investigación, y de sus interrelaciones, en el campo de la ciencia y la tecnología que se lleva a cabo en una universidad representativa de la región noroeste de México, aportando información sobre el establecimiento, los actores que se dedican a estas actividades e información sobre los factores que han

influido y están influyendo en el fomento o inhibición del conocimiento científico y tecnológico que se enseña o se genera, así como de las interrelaciones entre ambos.

Las experiencias tardías desarrolladas en el campo de la ciencia y la técnica, en países como México, son experiencias comunes en grandes regiones del mundo; se llevan a cabo en unas tres cuartas partes del orbe, es decir, en los países subdesarrollados. El desarrollo de la ciencia en Sonora es también tardío (hasta la mitad del siglo XX), por lo que es importante conocer los factores que hicieron posible el establecimiento de este tipo de conocimientos y su posterior desenvolvimiento. Se analizan los factores que influyeron en ese desarrollo tardío, cuáles fueron las experiencias que tuvieron éxito y las que fracasaron, así como las dificultades a las que se enfrentó este desarrollo. Sobre todo en el momento de iniciar la investigación científica en una sociedad donde esta actividad no era parte de su realidad. También las experiencias personales, intereses y las relaciones con el poder político de los académicos que lograron fundar los primeros centros de investigación y su posterior desarrollo.

Existen dos momentos en toda reconstrucción del desarrollo de la ciencia y la técnica, el primero se refiere a las experiencias pioneras de los protagonistas y el segundo cuando se logran establecer las instituciones que pueden reproducir a los investigadores y a la actividad científica misma. Estas instituciones pueden desaparecer, quedar en un estado de debilitamiento permanente o avanzar y fortalecerse (Bartolucci, 2003). Para el caso de la UNISON, fue un proceso de pasar de algo que no existía a la creación de establecimientos donde se enseñan y generan conocimientos en ciencia y tecnología. Cuál fue el proceso mediante el cual se fue incrustando la investigación científica en una institución pensada para la docencia y para la formación de profesionistas de las carreras tradicionales y cómo se pasó de la

ausencia de ciencia a ingresar en la estructura de la investigación científica moderna, son cuestiones que este trabajo trata en forma panorámica para la Universidad de Sonora; dadas las características del establecimiento, es un modelo importante para la entidad, además de seguir pautas similares a otras universidades públicas en los estados del país.

Se revisaron los antecedentes de educación superior en Sonora, ya que es en ese pasado histórico donde se explican las dificultades para iniciar estudios superiores en el estado y que influyeron en el desarrollo de las instituciones de educación superior. Tuvieron que pasar 60 años para que desde los primeros intentos de los gobiernos porfiristas sonorenses se hiciera realidad el establecimiento de la primera universidad del estado (Universidad de Sonora) en el año 1942.

En cuanto a la delimitación temporal, ésta se tomó desde la fundación de la institución (1942) hasta casi una década después de la última transformación de su ley orgánica (2000), lo que permite analizar los efectos de esta última transformación. En el desarrollo histórico del conocimiento científico y tecnológico en la UNISON se pueden distinguir las siguientes cinco etapas: 1ª) Fundación: secundaria, normal y preparatoria (1942-1953); 2ª) Carreras cortas de carácter técnico (1953-1963); 3ª) Establecimiento de las primeras licenciaturas profesionales (1963-1970); 4ª) Fundación de los centros de investigación científica (1970-1990); y, 5ª) Transformación de la estructura organizativa de la investigación (1991- 2000). En las dos etapas, de 1953 a 1970, el gobierno estatal y los sectores productivos constituyeron la influencia más determinante para la institución, en dichas etapas el desarrollo económico de la entidad estaba ligado a la UNISON, se le confirió el papel de formadora de los cuadros técnicos y profesionales que dicho desarrollo necesitaba. En la siguiente etapa, de 1970 a 1990, por cuestiones políticas, hubo un

distanciamiento entre la institución y el gobierno estatal, la influencia más importante en esta etapa lo fue el gobierno federal a través de sus agencias impulsoras de la ciencia (SEP y CONACYT); en la última etapa, de 1991 a 2000, tanto el gobierno estatal como el federal influyeron para los cambios estructurales que pretendían entre otras cosas, impulsar la ciencia y la tecnología en la UNISON.

En cuanto a la delimitación espacial del problema, ésta se circunscribió a dos divisiones (División de Ciencias Exactas y Naturales y la División de Ingeniería) de la Unidad Regional Centro (Hermosillo) de la institución. Esta limitación se explica en el hecho que estas divisiones son las más representativas, por su oferta educativa, número de académicos, reconocimientos y producción en los campos de ciencia y tecnología de la institución. Además el hecho de que la UNISON sea la institución de mayor reconocimiento y de mayor actividad en estos campos, dentro de la entidad, le confiere al estudio cierta generalidad en el nivel estatal.

Para los recursos e instrumentos en el acopio de información, se apeló primeramente a documentos nacionales e internacionales, lo que permitió situar tanto al país en el nivel internacional como a la UNISON en el nivel nacional. También se recurrió a la revisión y análisis de material documental disperso, como los archivos de la institución, informes de las autoridades y publicaciones referentes a estos campos en los departamentos involucrados. Otro recurso que se utilizó también fueron entrevistas semi-estructuradas aplicadas a 28 presidentes de academia y 5 líderes académicos de las divisiones seleccionadas. Para el estudio de los académicos dedicados a las actividades de ciencia e ingeniería de esas divisiones se utilizaron 5 indicadores referentes a la escolaridad, pertenencia a grupos o sistemas de reconocimiento nacional, financiamiento de proyectos por agencias nacionales y a su

producción (artículos publicados en revistas internacionales y nacionales de excelencia).

Referente a la estructura donde laboran los académicos de las divisiones seleccionadas se analizó mediante los siguientes parámetros: oferta escolar en el nivel licenciatura y posgrado, número de personal académico, porcentaje de académicos tiempo completo respecto a académicos de asignatura en la actividad de docencia, proporción de alumnos por profesor en las diferentes áreas. Finalmente se investigó la organización básica de actividad colegiada: las academias, con indicadores de membresía, periodicidad de las reuniones, enfoque principal de las funciones académicas y las relaciones existentes con otras academias.

El análisis de estos parámetros permitió obtener un panorama general de la relación existente entre el conocimiento científico y tecnológico en las funciones de docencia e investigación, obteniendo información sobre las orientaciones generales de las áreas de ciencia y tecnología de la institución y de la relación entre ellas. Comparando a los académicos dedicados a estas labores se obtuvo un perfil de ellos, sus diferencias y similitudes, en esas áreas.

Finalmente, el contenido de este trabajo está dividido en tres capítulos: en el primero se abordan el desarrollo de la ciencia y la técnica en el contexto social, sus interrelaciones y su influencia en la economía de los países. Otro punto de este capítulo es el análisis de las instituciones de educación superior en la enseñanza y generación de los conocimientos científico y técnico, tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados, se estudia el caso especial de la región de América Latina y de México, terminando con la Universidad de Sonora. La intención de este primer capítulo fue operar como marco de referencia para situar la relación entre la ciencia y la técnica en la UNISON.

En el segundo capítulo se estudia el desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología en la UNISON en el período comprendido entre 1942 y 2000, se consideraron las influencias externas a este desarrollo, se utilizaron intervalos de tiempo que involucran cambios cualitativos en el desarrollo histórico, tanto en la docencia como en la investigación de este establecimiento. Este capítulo trata de mostrar el peso del pasado histórico en la situación presente de las actividades de ciencia y tecnología, así como de sus interrelaciones dentro de la institución.

En el último capítulo se estudian los nuevos modos de producción del conocimiento y sus consecuencias en la relación entre el conocimiento científico y tecnológico y en el desempeño de las universidades. Se analizan los espacios institucionales de enseñanza e investigación de la UNISON, las particularidades de las divisiones seleccionadas y se comparan sus actividades en las funciones de enseñanza e investigación de los conocimientos de ciencia y técnica para mostrar las coincidencias y diferencias entre las áreas de ciencia y técnica de la institución.

Capítulo 1

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN SUPERIOR

Introducción. En este capítulo se muestra el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el contexto social, así como la cada vez más fuerte interrelación entre el conocimiento científico y tecnológico, también su implicación actual en la economía de los países. Se consideran los cambios acelerados en las sociedades desarrolladas como una consecuencia de la interacción de este tipo de conocimientos con la producción de esas sociedades. También se analizan las características de la enseñanza y la generación de este tipo de conocimientos en las instituciones de educación superior, en especial las latinoamericanas. Finalmente se aborda la situación en México, con la tardía inserción de la ciencia y la tecnología a los planes del gobierno. Se toma a la Universidad de Sonora (UNISON) como un ejemplo de institución de la región en la enseñanza y generación de este tipo de conocimientos. El contenido de este capítulo operó como marco de referencia para situar la relación entre la ciencia y la tecnología en la UNISON.

1. Desarrollo de la ciencia y la tecnología y su contexto social actual. La ciencia moderna tiene sus orígenes en el siglo XVII, cuando se construye el método del conocimiento científico. Con los trabajos de Galileo se inició dicho método, basado en la observación, el desarrollo de una teoría y la vuelta a la experimentación para confrontar constantemente a la teoría con la realidad. El empleo del lenguaje matemático para la descripción del modelo teórico fue también otra de las

aportaciones de Galileo*. Este método permite explicar y predecir fenómenos de partes del mundo físico. Posteriormente, Newton elaboró la teoría del movimiento mecánico de los cuerpos, válida tanto en la Tierra como en el Universo. Los resultados obtenidos con este método fueron altamente provechosos, sobre todo en la física y hasta se llegó a considerarlo como paradigmático para el resto de las ciencias. Desde el siglo XVIII, los gobiernos de los países más poderosos reconocieron el trabajo de los científicos, auspiciando sus asociaciones profesionales, apoyando laboratorios de ciencia y tecnología, así como espacios propios para la ciencia, en especial las instituciones de educación superior.

Una de las características de este tipo de conocimiento es que cambia a gran velocidad. Tomando como origen el año cero, el conocimiento tardó 1750 años en duplicarse (el conocimiento publicado y registrado internacionalmente), luego volvió a hacerlo en 150 años, después cada 50 años y actualmente esta acción dura 5 años, estimándose que para el año 2020 el conocimiento se duplicará cada 73 días (Brunner, 2001).

La tecnología, de orígenes más remotos, cuyo método está basado en la prueba-error-prueba, permitió que el hombre inventara instrumentos nuevos cada vez más sorprendentes y eficaces. Esta acción dio superioridad al hombre respecto a los otros animales, dicha cualidad estriba en la coordinación entre el cerebro y la mano: un cerebro más capaz que permite múltiples combinaciones y una mano más hábil para realizarlas porque no está adaptada a una sola función (Ducassé, 1979).

Una realización técnica es un sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso (Quintanilla, 1989). Los sistemas tecnológicos son sistemas

* Para demostrar la dependencia de la velocidad con el tiempo, en la caída de un cuerpo, Galileo tuvo que crear algo del lenguaje matemático moderno que trata del movimiento. Esto es verdaderamente el punto de partida de la física moderna (March, 1977: 24).

orientados hacia la intervención en la naturaleza o en la sociedad, para transformar cosas concretas, para explotar partes de ellas en beneficio de los seres humanos.

Las diferentes técnicas son los procedimientos y métodos de creación de bienes materiales de consumo, de equipo o de comunicación, cuya libre disposición ha determinado, y determina todavía, la evolución del modo de existencia del hombre. En cambio el término tecnología se refiere a los dominios de avanzada, para los cuales el soporte científico de la creación tecnológica se encuentra extremadamente desarrollado. Existe una aceleración temporal en las etapas del desarrollo de las técnicas: primero, la unidad de medición del progreso de estas lo fue el milenio, luego las centurias, la década y en nuestra época los años (Daumas, 1983).

La ciencia, cuya base metodológica se encuentra en la experimentación, emplea la tecnología para llevar a cabo sus observaciones y experimentos de manera más precisa: Galileo usó el telescopio –inventado primeramente por los artesanos– para sus trabajos en astronomía, sus observaciones del Sol, Júpiter y la Luna tuvieron consecuencias fundamentales en la visión occidental de su época*, se tuvo que reconsiderar el modelo cosmogónico, en el cual la Tierra era el centro del Universo. En nuestros días, para el estudio de los constituyentes más finos de los átomos, se usa la tecnología de los enormes aceleradores de partículas, que requiere de grandes comunidades de investigadores científicos y técnicos, de laboratorios multinacionales de investigación –fuertemente financiados por varios gobiernos– también se necesitan de las tecnologías más sofisticadas de instrumentación e interpretación

* De hecho, los pensadores de la *Accademia dei Lincei* (una de las primeras instituciones científicas europeas), como Galileo, eran los primeros en aplicar los instrumentos analíticos de la sapiencia a los problemas prácticos del artesano, con lo que establecieron los vínculos modernos entre la ciencia y la técnica (March, 1977: 20)

computacional de datos. Por su parte, la tecnología recurre a la ciencia para la invención de nuevos instrumentos, por ejemplo, a la física del estado sólido para encontrar nuevos materiales, a la mecánica cuántica para nuevos dispositivos electrónicos o a la biología para clonar seres vivos, curar enfermedades hereditarias, el desarrollo de biocomputadoras compuestas de neuronas vivas y circuitos de silicón, que pueden aprender y resolver problemas sin programarlas, entre otros muchos campos.

El conocimiento científico y el técnico* fueron influyendo, cada vez más, en el desarrollo de las sociedades. En la Revolución Industrial del siglo XVIII, que Alvin Toffler (1999: 20) llama el segundo gran cambio de la humanidad, el trabajo de los ingenieros-artesanos fue decisivo y en forma exclusiva para la invención de la máquina de vapor –que fue el motor de esa Revolución– mientras la intervención de los científicos en este proceso fue prácticamente nula. Por otro lado, en el año de 1865, las predicciones de la teoría electromagnética, elaborada por el físico James Maxwell, implicaban la existencia de las ondas electromagnéticas, como una consecuencia de las ecuaciones matemáticas en las que está basada dicha teoría. Fue hasta cuatro décadas después, cuando los ingenieros pudieron generar y manejar estas ondas y convertirlas, por ejemplo, en señales de radar, de radio o televisión.

En los siglos XVIII y XIX la ciencia y la tecnología, si bien estaban relacionadas, no llevaron un desarrollo parejo, a veces una adelantaba a la otra. Esta situación cambió para el siglo XX, en el que empezaron a depender fuertemente la una de la otra. Los conocimientos de ciencia y tecnología se fueron entrelazando más profundamente; por ejemplo, cuando los científicos abordaron el estudio de la máquina de vapor (cuando ésta ya estaba funcionando ampliamente en la industria y

* En este trabajo se usan indistintamente los términos: tecnológico y técnico.

el transporte) desde un punto de vista energético, encontraron leyes generales (teoría llamada Termodinámica) que permitió no sólo explicar este motor en particular, sino entender y perfeccionar todo tipo de motor (como los de combustión interna, los motores eléctricos y los organismos vivos, entre otros). El uso de estas máquinas en la industria, el comercio y las guerras, impulsó el tipo de investigaciones conjuntas, de ciencia e ingeniería, con el fin de perfeccionar dichas máquinas e ir creando nuevas. En nuestros días, el avance de uno de estos tipos de conocimiento –ciencia y técnica– es imposible sin el apoyo del otro.

Los conocimientos generados en ciencia y tecnología durante la segunda mitad del siglo XX se fueron interrelacionando todavía más y al mismo tiempo se fueron haciendo indispensables a la producción económica, sobre todo, de los países desarrollados, a través de su aplicación en la industria. En los países desarrollados las industrias impulsan fuertemente la investigación en ciencia y tecnología. De tal manera que en el mundo globalizado en que vivimos, el desarrollo de las sociedades contemporáneas de los países del primer mundo está cimentado en la producción y posesión del conocimiento y, principalmente, del conocimiento científico-técnico, por ello Toffler (1999) le llama a este tercer cambio de la humanidad: *la sociedad del conocimiento*. El conocimiento es el factor de cambio de cualquier país debido fundamentalmente a las relaciones del conocimiento en ciencia y tecnología con la producción, al que se le denomina en este trabajo el factor ciencia-técnica-producción (factor CTP). En las sociedades desarrolladas el sector productivo impulsa a la ciencia y la tecnología y la interrelación entre ellas; al mismo tiempo, la ciencia y la tecnología mejoran la producción en costos, tiempos de producción y calidad. Las transformaciones de las sociedades contemporáneas basadas en el factor CTP han generado una mayor interrelación en el comercio, las comunicaciones, los

flujos financieros, entre los sectores más destacados. Estas interrelaciones tienen también sus repercusiones en las esferas de lo político, social, cultural y educativo.

En palabras de E. Morin (1984: 78), el circuito en que la ciencia produce a la técnica, la cual produce a la industria, la cual produce a la sociedad industrial, es un circuito en el que efectivamente se da una vuelta, y cada término retroactúa sobre el precedente, es decir, que la industria retroactúa sobre la técnica y la orienta, y la técnica retroactúa sobre la ciencia y la orienta... Ya no se puede separar el concepto tecnología del concepto ciencia, del concepto industria, y se trata de un concepto circular, puesto que todo mundo sabe que uno de los problemas de la civilización occidental es que la sociedad, en el fondo evoluciona y se transforma en este circuito.

Los cambios en el desarrollo de la ciencia y la técnica han revolucionado la organización de los procesos productivos, además el tiempo entre la generación del conocimiento científico y la aplicación de las tecnologías, derivadas de él y aplicadas a la producción –y convertidas en mercancías– es cada vez más corto. Por ejemplo, el desarrollo del rayo *laser* por los científicos y su uso en aparatos portátiles de uso corriente, llevó un intervalo de pocos años.

Otra faceta de la revolución científico-técnica en las sociedades contemporáneas es el peso específico de las tecnologías de la información y la comunicación, las que han propiciado, entre otras cosas, que las economías de todo el mundo se hayan hecho interdependientes a escala global, introduciendo una nueva forma de relación entre economía, Estado y sociedad (Castells, 2001). Lo anterior puede observarse en el acceso y la distribución masiva de la información a través de los medios de comunicación, también en las formas de organización de las economías de países agrupados en bloques regionales, economías que, al mismo

tiempo que segmenta a los países en pobres y ricos, tiende a globalizarse más; en las formas de gobierno con un reclamo de democracia y libertad; finalmente, la distribución inequitativa de la riqueza, donde el sector de la población en pobreza extrema aumenta.

Algunas de las características de las sociedades actuales basadas en la ciencia y la tecnología son: las economías dependen cada vez más de la producción, distribución y aplicación del conocimiento; importancia del sector servicios basados en el conocimiento (educación, comunicación e información); la unión de la informática y la computación, que involucra el crecimiento de las transmisiones; valor creciente del conocimiento para capacitación de personas (capital humano); el trabajo de analistas simbólicos*; y el desarrollo y difusión de las infraestructuras de comunicación (Brunner, 1998).

Las anteriores características presentan una gran cantidad de elementos relacionados entre sí. En la economía, los servicios están desplazando en medida cada vez mayor a la manufactura como fuente de riqueza. Mientras que el trabajador típico de la sociedad desarrollada, conocida como sociedad informática o del conocimiento, ya no trabajará en una fundición de acero o en una fábrica de automóviles, ahora labora en un banco, una empresa de software, en un restaurante o en una universidad. Además las características laborales se van globalizando a medida que la tecnología informática, con menores costos, rebasa las fronteras nacionales de una manera más rápida. Se espera que el trabajador de las nuevas empresas inmersas en las sociedades del conocimiento, sea más fragmentado, su horario se haga más flexible, y se enfrente a cambios más frecuentes en sus tareas

* La función de los *analistas simbólicos* está enfocada a la intermediación estratégica y la identificación y resolución de problemas, trabajan de manera intelectual (analista) utilizando sistemas simbólicos, aquí están incluidos los investigadores científicos, los ingenieros, banqueros, artistas, especialistas en información y comunicaciones (Reich: 1993).

debido a las variaciones, cada vez más aceleradas, en los productos y a las constantes reorganizaciones de las líneas laborales. Una de las exigencias para este trabajador emergente será haber adquirido las necesarias destrezas interpersonales, un nivel de escolarización donde sepa leer y entender información técnica y estar alfabetizado computacionalmente. En particular, la formación de los profesionistas en el nivel superior tendrá que considerar estos cambios de las sociedades contemporáneas, basados en el conocimiento científico y técnico.

2. Ciencia y tecnología en América Latina. Existe un abismo enorme entre la ciencia de los países desarrollados y los no desarrollados. En un informe del Banco Mundial (BM, 2000) se establece que los países desarrollados tienen casi diez veces más científicos y técnicos *per cápita* que los países no desarrollados; la matrícula en educación superior en el área de ciencias de las naciones desarrolladas, es mucho mayor que en los no desarrollados; el gasto en ciencia (respecto al PIB) de los primeros es, en promedio, cuatro veces mayor que en los segundos; los países industrializados publican el 84% de los artículos científicos en el orbe y registran el 97% de las patentes en Europa y Estados Unidos.

Observados con mayor detalle, los países no desarrollados mantienen una plataforma industrial débil, la participación en el mercado internacional está basada en la exportación de recursos naturales, agricultura, energía y minería, con déficit comercial del sector manufacturero; la estructura industrial está enfocada al mercado interno y sustentada, básicamente, en una tecnología obsoleta e importada; se tiene la aspiración de reproducir el modo de vida de los países industrializados, sobre todo, en su consumo; es limitada la valoración social de la función empresarial; un último elemento es el escaso desarrollo de la base científica-tecnológica endógena,

combinada con una enseñanza superior centrada en las carreras "blandas". Además, América Latina va perdiendo participación en el comercio internacional, un reflejo de esta pérdida es que sus exportaciones pasaron en 1980, a la mitad de las de 1950 (Brunner, 1990).

El patrón de desarrollo seguido en la región se concentra en las exportaciones del sector primario, mientras la tendencia del comercio internacional va en sentido contrario, con productos industrializados de alto valor agregado. América Latina participa en forma inversa a los países desarrollados: a mayor requerimiento de capacidades endógenas de producción y adaptación de conocimientos, responde con una menor participación de productos industrializados en el contexto mundial (Brunner, 1990). Este cuadro tiene, en cierta manera, su reflejo en el tipo de enseñanza y generación de los conocimientos científico y técnico y características de los actores de estas actividades, que se desarrollan en la región.

Una de las características del subcontinente es el tamaño relativo de las comunidades de investigadores. De acuerdo a las dimensiones de dichas comunidades existen tres grupos de países: el primer grupo constituido por cerca de las dos terceras partes de científicos e ingenieros de investigación y desarrollo de la región, se encuentran en los tres más grandes países (Brasil, Argentina, y México). El segundo grupo lo forman los países con alrededor de 4,000 participantes y que constituyen una cuarta parte de la comunidad de científicos e ingenieros de la región (países andinos, Ecuador y Cuba). El tercer grupo lo conforman las comunidades pequeñas, con alrededor de 1,000 participantes, comprende a países de Centro América, Paraguay y Uruguay (Brunner, 1990: 137). Aunque existen fuertes diferencias entre los tres grupos, en cuanto al tamaño de sus comunidades, el

conjunto de estas comunidades latinoamericanas de científicos e ingenieros, está muy por debajo de los países desarrollados.

El estado de la ciencia y la tecnología en América Latina fue advertido por los organismos internacionales que recomendaban fortalecer al sector. La OCDE señalaba, en 1994, que para el caso de México se incrementara al menos unas tres veces el número de científicos de los que existían, lo cual significaba que debería de haber al menos 20,000 miembros en el SNI en ese año que solamente tenía 5,879. Para mejorar esta situación las autoridades educativas mexicanas llevaron a cabo medidas como el Programa Nacional de Superación del Personal Académico y el Programa de Mejoramiento del Profesorado, de 1994 a 1999, apoyando la formación del personal de carrera de las instituciones de educación superior y la consolidación de cuerpos académicos (ANUIES, 2000: 94). Otra de las medidas que se tomaron fue renovar los planes de estudio del posgrado, de tal manera que los estudiantes se titularan máximo en cuatro años y que lo hicieran al menos la cuarta parte de los que ingresaban y no el 10% como sucedía en ese año (Pallán, 1995: 75)

Las dimensiones globales del esfuerzo regional de investigación y desarrollo dan los resultados siguientes: la participación de América Latina a nivel mundial, en el número de científicos e ingenieros de investigación y desarrollo, si bien se duplicó de 1970 a 1980, significó sin embargo sólo pasar de 1.4% al 2.4% del total mundial, mientras que el gasto de investigación y desarrollo aumentaba de 0.8% al 1.8% de su PIB, entre 1970 y 1980. Las actividades científicas y tecnológicas han ido ubicándose dentro de las universidades y fuera, en institutos públicos y privados de investigación y desarrollo.

En cuanto a la inversión en los países de la región, apenas se había mejorado la posición de América Latina en las actividades de investigación y desarrollo (I+D).

La crisis de la región a partir de 1980 condujo a que el ritmo de gasto e inversión en I+D haya disminuido en varios países. En América Latina una alta proporción de los fondos viene del sector público. A diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, el sector productivo privado incide de manera escasa y marginal en la investigación. Existen dos tendencias, en cuanto al financiamiento de estas actividades, en los países de la región: 1ª) se transforma la “distribución benevolente” de los recursos públicos –a través de los gobiernos– para la investigación científica, por una asignación competitiva vía concursos, por pares, y; 2ª) se contratan investigaciones, tanto por organismos públicos como por las empresas. Siguen existiendo barreras culturales y desconfianza que separan a las universidades y a las empresas. El propio “patrón de desarrollo” de los países de América Latina hace escasa la “necesidad estructural” en la investigación académica con el sector industrial, mientras las transnacionales importan la I+D.

En la producción científica de corriente principal (*mainstream science*) –aquella registrada en el nivel internacional por las publicaciones, los autores y las citas, dentro de revistas científicas consideradas de mayor prestigio e impacto internacionales– América Latina y el Caribe participaron con unos 35 mil artículos, representando sólo el 1% de la producción mundial. Los principales países científicos de América Latina, con excepción de Brasil, están perdiendo posiciones relativas y están siendo superados por nuevos países emergentes (China, Egipto, Tawian, Hong Kong, Arabia Saudita y Corea). Una forma de medir el impacto de la producción científica es por el número de citas entre el número de artículos en un cierto tiempo (IACYT, 2000: 75). En el cuadro I, se registra el impacto de la producción científica de varios países.

Cuadro 1. Impacto de la producción científica
(1995-1999)

País	Impacto
Estados Unidos	5.63
Alemania	4.30
Japón	3.36
Argentina	2.31
México	2.15
Brasil	2.13

Fuente: Construido a partir de IACYT, (2000: 242)

Comparando la producción en este campo de conocimiento, toda América Latina tiene un número de áreas de actividad científica de corriente principal similar a la India y es la tercera parte de la existente en Francia o Japón. La participación en la actividad científica de corriente principal de los diversos países latinoamericanos tiende a la baja. En América Latina los sistemas nacionales de educación superior se hacen cargo de una proporción significativa de las actividades locales de I+D y del entrenamiento de los futuros investigadores a través del nivel de la formación de postgrado, pero el desarrollo es profundamente desigual y heterogéneo y sólo un pequeño número está diseñado para investigación.

Los rasgos que caracterizan la situación de América Latina en ciencia y tecnología son: escaso tamaño de la comunidad I+D, su crecimiento es lento y sólo existe en algunos países; lento desarrollo del nivel superior del postgrado en estas áreas; es bajo el gasto en I+D, tanto respecto al PNB, como por académico; el origen público, casi exclusivo, de los recursos para I+D; escasa participación del sector

productivo nacional en el financiamiento y su vinculación; peso marginal e insignificante que posee la producción científica de corriente principal latinoamericana en el mundo; y desequilibrio en flujos de tecnología importada y generada localmente ante la aparición de nuevas tecnologías que están revolucionando al comercio internacional. Finalmente, ante esta situación dice Brunner (1990: 160) que se necesita encontrar para nuestros países “nichos de especialización” y desarrollar políticas consistentes y estables, condición imprescindible para poder fortalecer sus capacidades endógenas de I+D y aprovecharlas en función de economías cada vez más abiertas y expuestas a la competencia mundial.

3. La situación de la ciencia y la tecnología en México. En mayor o menor medida, el peso del factor de ciencia y tecnología en el desarrollo de los países se ha visto reflejado en todo el mundo. Como se expuso antes, en América Latina la situación de la ciencia y la tecnología mantiene un nivel débil en comparación con el resto del mundo. En México, fue hasta 1970 que el gobierno institucionalizó estas actividades, al considerar a la ciencia y la tecnología como parte de los planes de gobierno. A partir de ese año se incluyó a la ciencia y tecnología en los planes de gobierno posteriores, incluida la administración actual. Con la creación del CONACYT, en 1970, se establecieron también políticas para la generación y aplicación de este tipo de conocimientos, con dos principales estrategias: el apoyo a científicos de alto nivel y el apoyo a programas de investigación científica y tecnológica. Desde su fundación, ha sido el instrumento principal del gobierno federal en materia de ciencia y tecnología. Como resultado de estas políticas se tiene, por ejemplo, que en 1998 el gasto federal en el rubro de ciencia y tecnología alcanzó

el 0.47% del Producto Interno Bruto (PIB) (17,724 millones de pesos) el más alto desde 1990. Sin embargo, si se compara este gasto con los correspondientes de los países desarrollados se encuentra que es cinco veces menor. En Estados Unidos este gasto representó el 1.9% de su PIB en el mismo año. Además el indicador de Investigación y Desarrollo se caracteriza por una baja inversión nacional, una alta proporción del financiamiento público (cerca del 75%) y una participación reducida del gasto del sector productivo (cerca del 25%), en comparación con los países industrializados donde los financiamientos de los sectores citados se lleva a cabo en forma inversa (PECYT, 2001).

En el año 2000 se destinó a la Investigación y Desarrollo (IDE) el 0.40% del PIB, cuando la Organización de las Naciones Unidas recomendaba al final de la década de los años setenta, que los países en desarrollo deberían incrementar el gasto de IDE y servicios científicos y técnicos al 1% del PIB. Lo anterior coloca al país, en cuanto al gasto en ciencia y técnica, entre los últimos lugares de los miembros de la OCDE (PECYT, 2001).

Las actividades de ciencia y tecnología se llevan a cabo en las instituciones de educación superior, en los centros SEP-CONACYT –los más consolidados– en centros e institutos de gobierno y del sector paraestatal, así como en algunos centros y laboratorios del sector productivo. El grueso de la actividad de investigación científica y tecnológica en América Latina ha estado ubicado en el sector universitario público (Vessuri, 2000). En México, en el año 1996 las instituciones de educación superior reportaron un total de 12,819 investigadores –el Sistema de Centros SEP-CONACYT contaba en 1999 con 2,106 investigadores (ANUIES, 2000)– aunque este número es el cuádruplo respecto a 1970, está todavía por debajo de los niveles aceptados internacionalmente de 2.5 investigadores por cada 10,000

habitantes (que corresponderían a unos 22,500 en el año de 1996). Mientras que en el país la proporción de investigadores en ciencia y tecnología es de 0.7 por cada 1,000 personas de la población económicamente activa.

Una de las políticas importantes desarrolladas en el país fue la creación por el gobierno federal del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1984, con el propósito fundamental de fortalecer y estimular la eficiencia y la calidad de la investigación en México, en cualquiera de sus ramas y especialidades. Ello mediante el apoyo económico a los investigadores de las instituciones de educación superior y centros de investigación que se han destacado por su labor y contribuciones en tareas de investigación, educativas y de formación de investigadores y profesores (IACYT, 2000). El SNI fue una respuesta del gobierno federal a una situación que amenazaba con terminar con la investigación científica nacional, esta acción fue impulsada por la misma comunidad científica a través de la entonces llamada Academia de la Investigación Científica. En palabras de uno de sus actores: en 1982, *estábamos en plena crisis económica y los sueldos de los investigadores, de por sí bastante limitados, ya no eran suficientes para satisfacer las necesidades básicas. Muchos investigadores empezaron a dedicarse a otros menesteres... Por otro lado, no había fondos para adquirir los reactivos que se necesitaban con urgencia, no se podían importar sustancias ni refacciones... De tal manera que se convenció primero al secretario de educación y después al presidente de la República de la conveniencia de crear el SNI* (Rudomin, 1994: 360).

El SNI tuvo varias reestructuraciones con la finalidad de hacer más claro y transparente el proceso de evaluación para que sea realizado en forma minuciosa y por un mayor número de especialistas, incrementando el número de las comisiones dictaminadoras responsables de revisar las solicitudes de ingreso y reingreso al

Sistema. Entre las medidas llevadas a cabo en 1999, se encuentran también ampliar la vigencia del nombramiento de investigadores mayores de 65 años, si han permanecido en el SNI; apoyo a las mujeres inscritas en el Sistema para períodos de embarazo; y, apoyo a la descentralización a investigadores que se establezcan en entidades federativas, extendiendo el nombramiento hasta en cinco años (IACYT, 2000: 62).

Las categorías en el Sistema Nacional de Investigadores son:

- **Candidato** a investigador nacional
- **Nivel I:** Investigadores que cuenten con el doctorado y participen activamente en trabajos de alta calidad, publicados en revistas científicas de reconocido prestigio con arbitraje e impacto internacional, o en libros de editoriales de reconocimiento académico. Además de impartir cátedra y dirigir tesis de licenciatura o posgrado.
- **Nivel II:** Además de cubrir los requisitos del Nivel I, hayan realizado investigación original reconocida, apreciable, de manera consistente, en forma individual o en grupo, y participado en la divulgación y difusión de la ciencia.
- **Nivel III:** Además de cumplir con los requisitos del Nivel II, hayan realizado contribuciones científicas o tecnológicas de trascendencia y actividades sobresalientes de liderazgo en la comunidad académica nacional e internacional y hayan efectuado una destacada formación de profesores e investigadores independientes (IACYT, 2000).

En 1999 el SNI tenía registrados 7,079 investigadores de los cuáles 1,290 (18.23%) pertenecían a la categoría de candidato a investigador y 5,789 en las tres categorías de investigador nacional. El 23% de los investigadores pertenecientes al

S N I se concentró en el área de ingeniería y tecnología, el 18% en ciencias físico-matemáticas, 32% en ciencias biológicas, biomédicas y químicas, y el 27% en ciencias sociales y humanidades. Los datos nos muestran que la mayoría (alrededor del 70%) de los investigadores mexicanos con calificación internacional se encuentran en el campo de la ciencia y la tecnología (áreas I, II, III, VI y VII).

Cuadro 2. Miembros del S N I por área de la ciencia* en 1999.

ÁREA DE LA CIENCIA	MIEMBROS S N I	Porcentual del área
I. Físico-Matemáticas y de la Tierra	1,621	22.35
II. Biología y Química	1,435	19.79
III. Medicina y de la Salud	721	9.94
IV. Humanidades y de la Conducta	1,266	17.46
V. Sociales	738	10.2
VI. Biotecnología y Agropecuarias	642	8.85
VII. Ingeniería	829	11.43
<i>Total</i>	<i>7,252</i>	<i>100.00</i>

Fuente: Construida a partir de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1990-1999, SEP-CONACYT, México, 2000, p. 236

El área de mayor concentración de investigadores de alta calificación en el país, se encuentra en el área de Físico-Matemáticas y de la Tierra, mientras que el área de menor pertenencia de miembros al Sistema es la de Biotecnología y Agropecuarias. Las primeras tres áreas son la de mayor producción, mientras que las áreas IV, V, VI y VII las de menor producción de artículos.

* La clasificación de las áreas fue establecida por el CONACYT

En cuanto a la producción científica y tecnológica, medida por el número de publicaciones científicas y por las patentes registradas, en el período de 1981-1997 se publicaron 29,625 artículos de científicos mexicanos, lo que representaba un poco menos de la mitad de lo que se publica diariamente en el mundo. La disciplina que registró el mayor número de publicaciones científicas mexicanas en ese período fue la física (18.1%) seguida de la medicina clínica (13.9%)

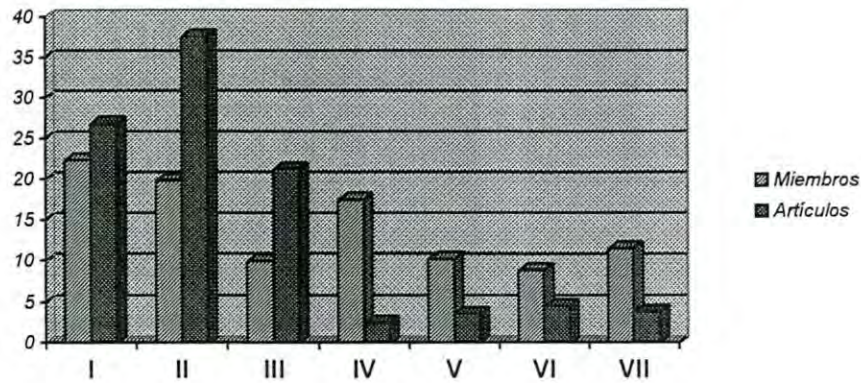
Cuadro 3. Artículos publicados por científicos mexicanos, por área, 1981-1999

ÁREA DE LA CIENCIA	Artículos publicados	Porcentual por área	Artículos / Miembro
I. Físico-Matemáticas y de la Tierra	10,575	26.85	6.52
II. Biología y Química	14,811	37.60	10.34
III. Medicina y de la Salud	8,356	21.21	11.59
IV. Humanidades y de la Conducta	970	2.46	0.77
V. Sociales	1,389	3.53	1.78
VI. Biotecnología y Agropecuarias	1,772	4.50	2.76
VII. Ingeniería	1,516	3.85	1.83
<i>Total</i>	<i>39,389</i>	<i>100.00</i>	.

Fuente: Construido a partir de IACYT, 1990-1999, p.237

En la gráfica 1 se muestra la producción de artículos de los miembros del SNI por área del conocimiento.

Gráfica 1. Cantidad de miembros del S N I (%) y producción de artículos (%) por área, hasta 1999



Fuente: Construido a partir de los cuadros 2 y 3.

En cuanto al gasto en investigación y desarrollo, es decir el gasto en el trabajo sistemático y creativo realizado con el fin de aumentar el acervo de nuevo conocimiento y el uso de ese conocimiento para idear nuevas aplicaciones, en el año de 1997 México gastó 2,476.1 millones de dólares (IACYT, 2000). El sector educativo participó, en este gasto, con un 39.9%, mientras al gobierno le correspondió un 38.7%; el 19.7% al sector productivo y el 1.6% al sector privado no lucrativo. Las aportaciones del sector productivo a las actividades de ciencia y tecnología son todavía insuficientes y reflejan la demanda restringida a desarrollos nacionales propios ante la amplia importación de equipos y tecnologías. Destaca en cambio, la participación fuerte del sector educativo en este rubro, así como también en el gasto federal (ANUIES, 2000).

El conteo de citas de un artículo científico publicado es uno de los métodos que capta la relevancia del artículo dentro de la comunidad científica, por lo que se le considera un parámetro de calidad. En el cuadro 4 se muestra el impacto de las publicaciones en varios estados de México.

Cuadro 4. Producción e impacto de publicaciones científicas en varios estados de la República 1990-1999

Estado	1990-1994			1994-1999			Incrementos	
	Artículos	Citas	Impacto	Artículos	Citas	Impacto	$\Delta A (+)$	$\Delta I (-)$
<i>D. F.</i>	10,089	57,910	5.7	17,858	30,878	1.7	7,769	4.0
<i>Morelos</i>	728	5,141	7.1	1,812	4,848	2.7	1,084	4.4
<i>Puebla</i>	548	2,614	4.8	1,417	2,286	1.6	869	3.2
<i>Guanajuato</i>	393	2,204	5.6	1,119	1,984	1.8	726	3.8
<i>B. C.</i>	442	2,454	5.6	1,091	1,966	1.8	649	3.8
<i>Jalisco</i>	372	2,321	6.2	831	1,113	1.4	459	4.8
<i>N. L.</i>	400	1,537	3.8	693	926	1.3	293	2.5
<i>Edo. Mex.</i>	256	844	3.3	531	482	0.9	275	2.4
<i>Sonora</i>	232	919	4.0	504	631	1.3	272	2.7
<i>Yucatán</i>	188	781	4.2	471	663	1.4	283	2.8

Fuente: construida a partir de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1990-1999. SEP/CONACYT. México, 2000, p. 85

El impacto se define como el cociente del número de citas entre el número de artículos en un determinado tiempo. De las 32 entidades federativas del país, el CONACYT reportó en 1999, la producción –por el número de artículos– de diez de ellas y el impacto de los artículos. El de mayor producción le corresponde al Distrito Federal, pero el de mayor impacto lo tiene el estado de Morelos. Sonora aparece en el penúltimo lugar de producción y en cuanto al impacto de sus artículos se encuentra entre los estados de Puebla y Nuevo León. El *cuadro 3* también muestra una caída en cuanto al impacto en el nivel nacional, si se compara el quinquenio 1994-1999 respecto al quinquenio 1990-1994, a pesar de que existe un incremento absoluto en la

producción de artículos en todos estos estados. El promedio de artículos por entidad en el primer quinquenio fue de 1,364.80 y el impacto promedio fue de 5.03; en el segundo quinquenio el promedio de artículos fue de 4,582.73, 3.36 veces más grande, mientras que el impacto promedio correspondiente fue de 1.59, el impacto de los artículos, en este último quinquenio, se redujo así en 3.16 veces.

Si se considera el gasto que México hace en investigación y desarrollo, a pesar de que dicho gasto, en términos absolutos ha ido aumentando, pero respecto a otros países, se encuentra que está por debajo, en cantidades absolutas y también en porcentaje respecto al PIB (*cuadro 4*); lo anterior es un reflejo de escasa atención que los diferentes gobiernos mexicanos han concedido al desarrollo de la ciencia y la tecnología, en términos de su financiamiento, dado que el gasto en este rubro es pieza clave en el desarrollo de estos campos.

Cuadro 5. Gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE*) por país, 1997.

País	Gasto en investigación y desarrollo experimental (millones de dólares)	GIDE/PIB %
E.U.A.	211,928.0	2.71
Japón	90,207.5	1.08
Alemania	41,900.0	2.31
Francia	27,876.2	2.23
Reino Unido	22,603.4	1.87
Italia	13,261.5	2.92
Canadá	11,515.4	1.60
Suecia	6,965.3	3.85
España	5,419.5	0.86
Brasil	?	0.76
Chile	?	0.65
Colombia	?	0.41
México	2,476.1	0.34

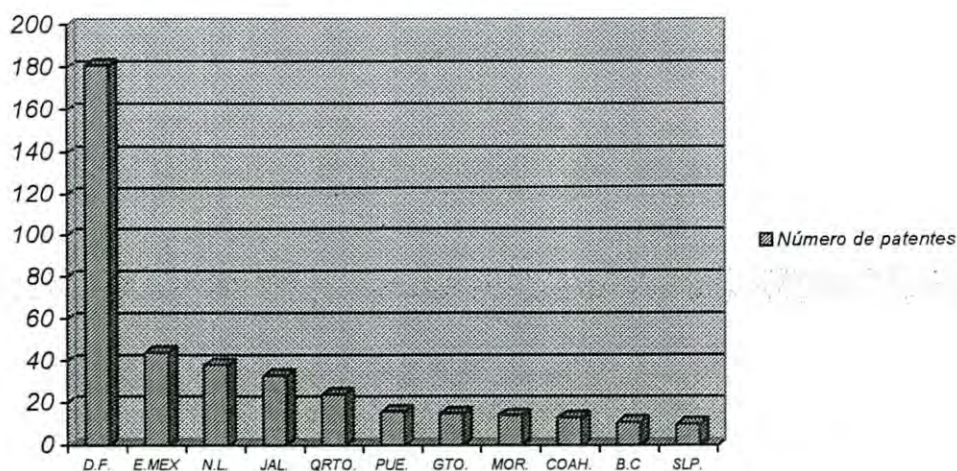
Fuente: Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1990-1999, SEP-CONACYT, México, 2000, p. 200

En lo que toca a la tecnología, una de las formas de medir su producción son las patentes, éstas se consideran como indicador del dinamismo tecnológico y la inventiva del país, se observa que el número de solicitudes por parte de los

* Se define al GIDE como el total de gastos en actividades de investigación y desarrollo experimental realizado en territorio nacional por todos los agentes económicos durante un periodo determinado

mexicanos aumentó en 1999, respecto a los años anteriores, registrándose 455 solicitudes de patentes nacionales, la sección de artículos de uso y consumo fue la que recibió mayor número de solicitudes de patentes y su registro como patentes concedidas con el 22.6%; le siguieron las técnicas industriales diversas con el 18.9%; la de química y metalurgia con el 15.2% y; mecánica, iluminación y calefacción, armamento y voladura con el 14.1%. La distribución geográfica del número de patentes nacionales (*gráfica 2*) da una idea del origen del desarrollo de la invención. En el período 1991-1999 los principales estados en solicitud de patentes son: Distrito Federal 1,548 (41.9%), el estado de México 410 (11.1%), Nuevo León 400 (10.84%) y Jalisco 252 (6.8%). Estos cuatro estados representan el 70.6 por ciento del total de solicitudes tramitadas por nacionales en los años noventa (IACYT, 2000: 93).

Gráfica 2. Número de patentes solicitadas por nacionales en México en 1999, según su origen geográfico



Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2000 (IACYT, 2000: 93)

Estas son algunas de las características del sistema de ciencia y tecnología del país, que lleva treinta años de ser incluido explícitamente dentro de los planes de

gobierno. Los cinco planes de ciencia y tecnología de los correspondientes gobiernos mexicanos, elaborados entre 1970 y 2000, representan esfuerzos muy importantes para normar y favorecer el desarrollo de esas actividades. Sin restar importancia a lo alcanzado, las limitaciones estructurales de la economía han imposibilitado revertir la situación casi marginal en la que se ha mantenido al sistema de ciencia y tecnología en términos de sus aportaciones a la economía nacional y de su posición en el contexto internacional. En los planes más recientes puede detectarse que el objetivo de mejorar la competitividad en el contexto de la globalización de los mercados tiene un lugar preponderante la ciencia y tecnología. Se ha pasado así de una concepción de autodeterminación en materia de ciencia y tecnología, a la necesidad de encontrar las estrategias que permitan tener un mejor lugar para nuestras exportaciones en la lucha por los mercados mundiales de productos y servicios (Alcántara, 1999: 221).

Desde la mitad de la década de 1980, se han deteriorado las posiciones de la ciencia mexicana en las redes internacionales del conocimiento y se prevé que en la década de 2000-2010, México no jugará un papel importante en la división internacional de la ciencia y la tecnología, su papel seguirá siendo subordinado, aunque internamente diferenciado con áreas de acelerada obsolescencia y otras de punta, ambas dependientes del consumo de conocimientos externos; el elemento de causalidad más importante para explicar las anteriores condiciones se encuentra en las políticas de educación superior y de ciencia y tecnología. Una salida a las nuevas condiciones es realizar una profunda reforma en las instituciones de educación superior y la redefinición de la política científica y tecnológica, ello para que se eleve la capacidad instalada del denominado sistema de ciencia y tecnología (Didriksson, 1999).

4. La ciencia y tecnología en la educación superior. Aunque no están muy desarrolladas las estimaciones cuantitativas de las relaciones entre educación, capacitación y productividad, numerosos estudios han mostrado claras correlaciones positivas entre estas variables. Investigaciones realizadas en Estados Unidos por la Comisión sobre la Productividad en la Industria del Instituto Tecnológico de Massachusets, han señalado al deficiente sistema de educación y formación de ese país como una causa de la merma de competitividad, respecto a países de Europa occidental y del sudeste asiático (Sojo, 1999: 86)

Las naciones que (proporcionalmente) más invierten en educación (Alemania, Japón y Corea) tienen ventajas en muchas industrias, imputables en parte a los recursos humanos. Aún más elocuente es que las industrias más competitivas en cada nación son aquellas donde la inversión especializada en educación y capacitación ha sido extraordinariamente grande (Porter, 1990: 628).

Ante las presiones de eficiencia, calidad y competencia de los cambiantes factores de la producción es necesario prever las transformaciones, acordes a estos factores, de la educación superior, tanto en la enseñanza como en la investigación. Es importante mencionar también que una de las características de los países subdesarrollados es que la interrelación entre la ciencia, la técnica y la producción es muy débil; la investigación científica se encuentra aislada mientras que la técnica es importada del exterior y, como consecuencia, nos encontramos inmersos finalmente en la problemática de que la producción nacional no puede competir en el nivel internacional, al mismo tiempo que las importaciones crecen constantemente. La escasa incorporación de la ciencia y la tecnología en la producción nacional es el principal factor de dependencia del sector productivo y de las economías nacionales en este tipo de países.

Actualmente, en las sociedades consolidadas la aplicación del conocimiento científico y tecnológico ocupa un lugar central en la escala de prioridades sociales porque la vida está dominada por la exigencia de lograr la mayor rentabilidad del capital, de ahí que se asignan cuantiosos recursos humanos y financieros al desarrollo de estas actividades. La economía de la sociedad del conocimiento se caracteriza por la habilidad para generar y aplicar conocimiento técnico y socioeconómico que le permita aventajar competitivamente con base a innovaciones tecnológicas, en otros términos, apoyándose en el uso del conocimiento. Los bienes y productos tienen ahora un mayor contenido tecnológico y científico, por lo que el crecimiento económico es sobre todo un proceso de acumulación del conocimiento científico y tecnológico, más que una acumulación de capital. De tal manera que las ventajas que anteriormente tenían algunos países, sobre todo aquellos que contaban con recursos naturales y mano de obra barata, han quedado superadas por las ventajas que ofrece el conocimiento y su aplicación a la producción.

Las naciones industriales avanzadas sólo pueden mantener su ventaja competitiva mediante la utilización de recursos y habilidades que no se pueden imitar con facilidad. Esta demanda la satisfacen las nuevas tecnologías que dependen a su vez de la generación de nuevo conocimiento. Con objeto de ser internacionalmente competitivas las empresas maduras y de punta tienen que mantenerse constantemente al día en términos de conocimiento y de disponer de un acceso instantáneo al mismo (Gibbons, 1997).

En la actualidad, al igual que la fuerza de trabajo, la ciencia como conocimiento es una fuerza productiva que está determinada por las mediaciones del mercado capitalista. Lo anterior está dado por el hecho de que el conocimiento tiene un precio y un valor mercantiles en las sociedades desarrolladas contemporáneas (Gallegos,

1993:16). No quiere decir esto que *la universidad se transforme en una unidad comercial sino su conversión en una instancia capaz de responder con iniciativa propia a las múltiples demandas que hoy tienen las sociedades que buscan el crecimiento, la cohesión social e incorporarse a la sociedad global de la información* (Brunner, 1998). Las instituciones del nivel terciario de la educación son primordiales dentro de las sociedades contemporáneas. No solamente ofrecen la educación necesaria para las economías basadas en la tecnología, sino también son los centros más importantes para la investigación y la innovación en muchas áreas del conocimiento. Estas instituciones son fundamentales para la nueva sociedad basada en la posesión del conocimiento, ya que este es el elemento central del nuevo paradigma productivo, con el cual la transformación educativa se convierte en un factor importante para desarrollar la capacidad de innovación y creatividad, al igual que para promover la integración y solidaridad como elementos claves para el ejercicio de la moderna ciudadanía y del logro de altos niveles de competitividad. Se observan tres tendencias en la educación superior: expansión cuantitativa, diversificación de las instituciones y restricciones financieras (UNESCO, 1995).

Se acepta ampliamente que la investigación constituye un elemento esencial en la misión de las instituciones de educación superior porque está claro que ningún sistema de educación superior puede cumplir su misión y puede ser un aliado de la sociedad a menos que una parte de su cuerpo académico y sus unidades orgánicas lleven a cabo actividades de investigación (Vessuri, 2000). La función de investigación en las universidades, presenta las siguientes características: el entrelazamiento entre la universidad y la actividad científica ha sido cada vez más estrecho, al mismo tiempo que esta actividad tiene un mayor rango académico. Existe una complementariedad entre estos dos cuerpos sociales: hay normas

internas de la vida académica y estructuras que la conforman, que proyectan su autoridad sobre la organización de la investigación, de la misma manera otras características originadas en la ciencia (comunicación abierta, cuestionamiento permanente, entre otras) se proyectan en la universidad con toda la fuerza de su prestigio.

Las instituciones de educación superior tienen un reto formidable por ser instituciones de generación en las áreas científico-tecnológicas en la sociedad del conocimiento. En esta dirección pueden señalarse como funciones prioritarias la formación de los científicos e ingenieros capaces de generar y mantener las dinámicas tecnologías y también ser fuente de innovaciones que se puedan traducir en nuevos productos, procesos o servicios. Además debe tomar en cuenta la interrelación entre los científicos y los ingenieros porque la distancia entre las ciencias básicas y la aplicación tecnológica está disminuyendo, si no es que desapareciendo, y en consecuencia la ciencia, la tecnología y la formación de nuevos profesionistas en estos campos, deben estar fuertemente interrelacionadas.

Los cambios en la producción y en los puestos laborales implican transformaciones en el nivel educativo, principalmente porque la sociedad contemporánea requiere del dominio del saber como principal fuente de desarrollo. Como ya se dijo, uno de los lugares donde se enseña y genera el conocimiento científico y técnico lo constituyen las instituciones de educación superior. Estas instituciones deben entonces formar recursos humanos de alto nivel, competir entre sí y con instituciones extranjeras, y por otro lado resolver con éxito las exigencias de calidad y eficiencia que impone la sociedad del conocimiento. Debe fortalecer, finalmente, una especial vinculación con las necesidades del sector productivo local, sin que las universidades abandonen sus valores más propios: autonomía, dedicación

incondicional al saber, colegialidad y compromiso con el conocimiento como un bien público (Brunner, 1998).

En los países subdesarrollados se encuentran todavía elementos de la sociedad industrial (y aún de la sociedad agrícola, anterior a ella), junto a estos elementos se detectan los efectos de la sociedad del conocimiento que empiezan a filtrarse debido a la globalización en los diferentes estratos de la actividad social, en especial en la esfera educativa. En esta circunstancia, la política social está situada, entre otros, ante dos imperativos. De una parte, debe asimilar las transformaciones tecnológicas pertinentes en la producción y prestación de servicios sociales. De la otra parte, las modificaciones sociales, particularmente en el campo de la educación, deben contribuir a crear los factores de la producción concomitantes a la transformación productiva. Se necesita una mejora y un aprendizaje constantes para adaptar los productos a las necesidades constantes (Sojo, 1999).

Debido a la acelerada obsolescencia formativa, a raíz de los cortos ciclos científicos y tecnológicos, resulta que los recursos humanos deban contar con un mayor espectro de habilidades generales, al igual que con gran capacidad de aprendizaje, de flexibilidad y de respuesta a la innovación. Un elemento que puede ayudar a esta necesidad, es la vinculación de la universidad con los sectores productivos de la sociedad. Para la vinculación de las empresas con las instituciones de educación superior, las primeras pueden asumir diversas responsabilidades, por ejemplo, influir en el tipo y en el carácter de los programas de posgrado, en las orientaciones de investigación y en la calidad de los servicios públicos; apoyo a estudiantes mediante becas, apoyo al personal para realizar estudios avanzados o programas de capacitación, asumir un papel activo en la identificación de las necesidades de recursos humanos de la industria y en la planificación curricular y

promover la inserción laboral de los graduados, entre otros. También se debe promover el intercambio de investigación entre las universidades y las empresas. Las primeras estarán más acordes a la demanda educativa del sector productivo y se podrán insertar la ciencia y la tecnología endógenas en la producción de las segundas.

Debido a los cambios en la economía y la producción de las nuevas sociedades, las universidades enfrentarán los siguientes retos y dificultades: al convertirse la investigación en una actividad cada vez más importante, la operación de las instituciones de educación superior resulta paulatinamente más costosa. Esto conduce a que los gobiernos demanden un mayor grado de control sobre estas instituciones. Otra dificultad que presentan las universidades, es el transformarse, de instituciones básicamente orientadas a la docencia, hacia establecimientos que combinen la investigación y la docencia, pero centrándose en la primera función. Esta última dificultad puede llegar a ser de gran magnitud en los países subdesarrollados, donde la tradición profunda de las universidades ha sido la docencia.

Otro reto importante de la educación superior de nuestros días tiene que ver con su flexibilidad, como lo analiza la OCDE: *la aceleración del progreso técnico a lo que se ha llamado revolución de la inteligencia, es decir, la utilización del saber no sólo como medio de entrar en una carrera y acceder a una posición social de por vida, sino, más bien, como factor de producción, de adaptación y de competitividad(...)* para los individuos sea cual fuere la calidad de su formación inicial, a lo largo de su vida tendrán la necesidad de adaptarse al cambio y continuar aprendiendo. *Flexibilidad y movilidad aparecen ahora como las palabras claves* (OCDE, 1997: 97).

En los países desarrollados, se le concede a la educación superior ser un factor decisivo del desarrollo de sus sociedades, los mismos organismos internacionales de financiamiento han reexaminado las necesarias reformas del nivel terciario que estén acordes a esta importancia. En la última mitad del siglo XX se ha desarrollado en todo el mundo una compleja relación entre la educación superior y la investigación.

A continuación una rápida mirada de cinco países desarrollados (Alemania, Gran Bretaña, Francia, Estados Unidos y Japón) donde se han llevado a cabo cuestionamientos ante la problemática que enfrenta la educación superior en cada uno de ellos y las relaciones entre la investigación y la universidad (Clark, 1998).

Desde el siglo XIX la reforma universitaria alemana, relacionada generalmente con W. Humboldt, estableció como principio la unidad entre la investigación y la docencia, consistente en entrenar a los estudiantes de los últimos niveles en la investigación, haciéndolos partícipes de la misma. El papel del profesor universitario comprende entonces la investigación y la docencia, la actividad de investigación se vuelve un modo de aprendizaje. Este principio marcó profundamente la vida universitaria de todo el orbe, a la que se le conoce como el modelo de universidad de investigación. Por ejemplo, los académicos estadounidenses adoptaron, a finales del siglo XIX, este modelo alemán de universidad, considerando sus propias condiciones, crearon la escuela de grado. Avanzaron del tradicional *College* imperante durante 200 años y en pocas décadas inventaron el modelo norteamericano de universidad.

En Gran Bretaña, los problemas actuales de las universidades tienen que ver con las presiones sobre el nivel de posgrado y la infraestructura de investigación. El sistema universitario produjo una educación superior intensamente elitista, donde el

distintivo principal es el compromiso profundo y perdurable entre profesores y estudiantes (los modelos de Oxford y Cambridge), con el nivel de pregrado de alta calidad. Las universidades eran pequeñas y con vida residencial. Las presiones vienen también de la competencia internacional y de una fuga de cerebros, principalmente hacia las universidades estadounidenses. La tendencia a la investigación llegó bastante tarde, en gran parte por la influencia de los otros países y no se consideraba a las universidades como entidades productoras de investigación y centros sistemáticos de investigación, sino que se encontraban todavía atadas a la tradición docente. Mientras en la inexorable sofisticación del conocimiento las disciplinas crecen en tamaño y complejidad se contrastaba con el modelo pequeño y elitista británico. A partir del periodo de entreguerras se empezaron a instalar laboratorios académicos en Oxford y Cambridge, de esta manera la investigación fue influyendo en estos centros docentes. Desde la década de 1990 se están promoviendo la orientación de las universidades británicas hacia la investigación.

En Francia la educación superior, que está basada en sus *Grandes Écoles* donde se entrena a una elite y se tiene además un sector fuerte de investigación centralizada como lo es el *Centre Nationale de la Reserche Scientifique*, mientras las universidades quedan relegadas a una tercera categoría: son sitios con una muy extendida matrícula masiva y que no compiten con la preparación de elites ni reciben el grueso de los fondos asignados por el gobierno para la investigación básica. La descentralización gubernamental y la autonomía de las universidades podrían ampliar las actividades de investigación en estas instituciones.

La educación superior estadounidense en general es asombrosamente extensa, descentralizada, diversificada y empresarial. Existe una lucha competitiva entre las universidades para obtener recursos; estos dan prestigio y fortalecen los programas

doctorales basados en la investigación y marcados por las condiciones del mercado, lo que implica una fuerte inversión en la investigación académica. La escuela de grado se volvió un hogar para la ciencia, un lugar donde los estudiantes doctorales se reúnen con sus profesores en el laboratorio y el seminario. En este modelo se integran operativamente la investigación, la docencia y el estudio.

En Japón la industria privada provee el 80% del gasto en investigación y desarrollo del país y no el gobierno, esto hace que la investigación esté cargada hacia el área aplicada y no a la básica. Se ha construido una tremenda estructura para la investigación aplicada compuesta de laboratorios y equipo, que ha hecho de Japón una potencia tecnológica. Solamente que la tecnología japonesa no está tan íntimamente relacionada con la ciencia como en Estados Unidos y Europa occidental. Lo anterior se refleja en que la educación superior esté cargada principalmente hacia la ingeniería, los apoyos financieros están enfocados, las tres cuartas partes, hacia la ingeniería. Desde finales de 1980 se están llevando a cabo experiencias de una educación universitaria basada en la investigación y a inicios de 1990 se empezó a una reforma universitaria con el objetivo de que las universidades públicas japonesas tengan un mayor control en su presupuesto, el personal y el currículo.

Después de esta panorámica de cinco países desarrollados, se debe tomar en cuenta también las siguientes características: que la problemática de la educación superior se manifiesta en que las necesidades de la investigación moderna dictan que una parte de las actividades de investigación se ubiquen fuera de los departamentos académicos y aún fuera de las universidades, mientras que la masificación de estas instituciones hacen que la docencia se retire de las universidades centradas en la investigación y se conviertan en establecimientos dedicados únicamente a la

enseñanza. Los gobiernos urgidos de acelerar la productividad científica, por razones de progreso económico, se inclinan a favorecer preferentemente a los institutos que se dedican a la producción de conocimiento científico, fuera de las universidades. Y para complicar más esta situación, a la industria le interesa, naturalmente, la investigación que resulta benéfica para sus empresas.

A pesar de estas dificultades el ideal humboldtiano, de unir la docencia y la investigación, todavía es operativo. La competencia institucional basada en el prestigio obtenido gracias a la investigación se vuelve un motivo favorable a la relación docencia-investigación (la llamada universidad de investigación). El grupo académico de investigación es esencial en las universidades porque los estudiantes avanzados deben participar en laboratorios o seminarios de investigación, al mismo tiempo que necesitan una enseñanza departamental más a tono con la amplitud sustantiva de las disciplinas generales que los que suministran los grupos de investigación. Es necesario encontrar las conexiones y complementariedad de la investigación, la docencia y el posgrado y la licenciatura que favorezcan su integración en las universidades contemporáneas (Clark, 1998).

Actualmente existe un debate sobre la reforma universitaria en prácticamente todo el orbe, esto es un indicio de la alta prioridad que se le concede a la educación superior, por ejemplo, el Banco Mundial (BM, 2000) ha modificado su posición respecto a los sistemas de educación superior del mundo subdesarrollado, reconsiderando el anterior apoyo exclusivo a la educación básica y financiando proyectos de educación superior. Otro aspecto del debate, es que en tres de los países mencionados anteriormente (Francia, Reino Unido y Estados Unidos) se han generado pronunciamientos a partir de la constitución de comisiones especiales, independientes de los gobiernos, para el estudio de la educación superior (Rodríguez,

2000B). Entre las funciones de las universidades se incluye hacer progresar el conocimiento en su relación investigación-docencia; establecer un cuerpo para la orientación de las políticas nacionales sobre la distribución y monto de recursos para la investigación en el ámbito de la educación superior; tener la expectativa y oportunidad para trabajar con investigadores experimentados y talentosos, con la capacidad de guiar los esfuerzos de los estudiantes.

En esta experiencia internacional de varios países desarrollados se pone de manifiesto el modelo de universidad de investigación donde, como dice la Comisión Estadounidense de estudio de la educación superior: *la universidad debe facilitar la indagación en contextos tales como la biblioteca, la computadora y el estudio, con la idea de que estudiantes tengan una expectativa educativa integral(...) con espíritu de indagación y el enfoque para la resolución de problemas(...) informado con una rica y diversa experiencia(...) es la clase de persona que proveerá el liderazgo científico, tecnológico, académico, político y creativo para el próximo siglo* (Comisión Estadounidense, 2000)

Una situación distinta surge en la educación superior de los países no desarrollados, las instituciones de educación superior cumplen con varias misiones: son los sitios principales para la formación de profesionales en una amplia variedad de disciplinas; se comprometen en el análisis de asuntos de interés público y algunas se empeñan en contribuir en la solución de problemas sociales; otras también tienen como una alta prioridad la creación y difusión de nuevo conocimiento mediante la investigación en ciencia básica y aplicada, las ciencias sociales y las humanidades. Por ejemplo, las instituciones africanas de educación superior enfrentan las circunstancias más difíciles para lograr un nivel aceptable de desarrollo científico. En cambio, sus símiles asiáticas son las que tienen las mejores condiciones para

competir con las principales instituciones del mundo desarrollado. Las instituciones latinoamericanas de educación superior podrían colocarse en medio de las de África y Asia porque sus comunidades científicas –pequeñas pero con alto potencial para hacer contribuciones significativas en varios campos científicos– adolecen todavía de los recursos suficientes para realizar la investigación científica en condiciones óptimas (Alcántara, 2002).

En América Latina, el origen de la educación superior tiene dos vertientes. En la época colonial se importó el modelo de universidad católica española, cuyo modelo consistía en la transmisión del conocimiento validado por la Iglesia. La otra vertiente viene del siglo XIX donde se copió el modelo napoleónico de universidad, en el cual el Estado suministra monopólicamente la educación con un modelo de educación técnica y profesionalizante basada en la ciencia, pero donde se encuentra ausente la investigación. Estas dos influencias conformaron hasta 1950 a los establecimientos de educación superior de élite de esta región.

En la formación del modelo de educación superior de la región, intervinieron luego de las influencias católica y napoleónica, los modelos de Alemania, Inglaterra y posteriormente Estados Unidos. Para el primer caso se tiene como objetivo la formación de la élite intelectual con un objetivo humanista, pero incorporando la investigación científica; este modelo alemán conjuga rasgos del modelo inglés con el francés, pero sobre todo se considera a la investigación científica como algo propio de la universidad. Mientras que del modelo estadounidense se ha tomado, por algunas instituciones latinoamericanas, la organización departamental.

Otro aspecto importante que afecta a la educación superior en América Latina, es el fenómeno de masificación; este fenómeno estriba en incorporar a un sistema pequeño y cimentado en la formación de cuadros de gobierno y elites

políticas, a las grandes masas que presionan para entrar al nivel superior de la educación. Este aspecto afecta a la orientación de la institución porque, por ejemplo, el aumento en la matrícula tuvo un impacto directo en la creación de nuevas vacantes académicas. Los procesos de ocupación de vacantes se rigieron más por atender a las nuevas generaciones de estudiantes que por criterios emanados de comunidades académicas o los impuestos por las instituciones escolares (Rodríguez, 2000: 36).

En realidad dentro de las instituciones de educación superior de América Latina subsisten mezclados tres modelos de instituciones: la de formación profesional, la de investigación científica y la de formación masiva (Schwartzman: 1993). En esta región se tiene entonces el problema de la gran expansión de la demanda de la educación superior con el hecho de que no se llega a poner en funcionamiento ninguno de los modelos europeos a plenitud.

Los desafíos de la educación superior en América Latina son enormes. Por un lado, ante la sobrecarga de demandas y expectativas de los gobiernos y las sociedades, y en un contexto de escasez de recursos y políticas débiles o cambiantes, a las instituciones de educación superior se les exige responder con pertinencia, calidad y equidad. Por otro lado, ante la lógica perversa de inercias, simulaciones y rutinas burocráticas que caracterizan grandes zonas de los ambientes institucionales universitarios, tienen que producir en contextos de libertad académica y uso escrupuloso de los recursos públicos, profesionistas, técnicos y científicos, estudios e investigaciones que permitan el fortalecimiento de las capacidades locales para entender los misterios y desafíos de una globalización que es, al parecer, irreversible. Ello es parte de un largo proceso de aprendizaje social que debería empezar en primerísimo lugar, en esas ciudades del intelecto, que son, o que representan, las propias universidades (Acosta: 2001).

Brunner ha identificado tres grandes problemas de la región relacionados con la educación superior: 1) la posibilidad de que las universidades puedan diversificar sus fuentes de ingresos a fin de dejar de depender exclusivamente del subsidio estatal; 2) las actuales formas del gobierno universitario no son las más adecuadas para generar lo que denomina “liderazgo de cambio” dentro de las instituciones. La ausencia de este liderazgo provoca formas de gobierno universitario débil; y 3) la competencia ya no va a ser entre las instituciones universitarias de una región o de un país, sino que va a ser, cada vez más, una “competencia global”.

Si a lo anterior se agrega el contexto económico, de crisis recurrentes, no resulta prometedor el escenario futuro de la ciencia y tecnología de la región y en sus relaciones con la educación superior. En América Latina y el Caribe se han hecho esfuerzos importantes por desarrollar la ciencia y crear tradiciones científicas, sobre todo durante la segunda mitad del siglo XX, donde fueron establecidos, por ejemplo, organismos gubernamentales para la promoción y financiamiento de la actividad científica y el posgrado, aumentó la matrícula universitaria y se instituyeron numerosos programas de posgrado (Vessuri, 2000: 245). Sin embargo la educación superior refleja los rasgos débiles de la economía regional. Los sectores manufactureros de la región son generalmente pequeños, alejados de la alta tecnología, extensivamente penetrados por el control multinacional y con una brecha honda entre la intensidad de su investigación y desarrollo y la de los países más avanzados.

El grueso de la investigación científica y tecnológica en América Latina ha estado ubicado en el sector universitario público. La actividad de investigación en el sector de educación superior privada continua muy débilmente desarrollada en la región. La investigación científica está concentrada en pocas universidades y dentro

de ellas en un segmento reducido de profesores. Por otro lado, la producción científica latinoamericana, medida en artículos publicados, es pequeña. Se calcula la contribución en el nivel mundial, alrededor de un 3% para las publicaciones de corriente principal y otro tanto para las publicaciones de menor circulación (Vessuri, 2000).

El financiamiento de la investigación universitaria en América Latina comprende los siguientes apoyos: el derivado de la misión educativa de la universidad (presupuestal); el que proviene del mecenazgo desinteresado de la ciencia por parte de los gobiernos a través de los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología; y, el que proporcionan los consumidores de la investigación que pueden ser públicos o privados y que ha sido muy limitado en la región (Vessuri, 2000: 252). En el primer apoyo, dado que las universidades latinoamericanas se concentraron en la misión docente, además con la explosión de la matrícula, ese apoyo a la investigación, fue disminuyendo cada vez más.

En 1990, de los 13 países de la región con información disponible en esta materia, en cinco de ellos, más de la mitad de los investigadores se encontraba trabajando en las universidades y demás instituciones de educación superior. Como estimación en los países grandes y medianos, no más de entre 5 a 10 universidades, concentraban a los investigadores universitarios, por lo que de las 400 universidades, la investigación llamada académica se hacía en unas 60 de ellas (Brunner, 1990:139). Las universidades latinoamericanas carecen de una bien asentada tradición en la investigación. Ésta empezó en museos, observatorios y centros de investigación agrícola*. Otra etapa posterior fue cuando se incorporaron a las instituciones de educación superior públicas y a algunas privadas varios laboratorios y centros

* Algo similar sucedió en la Universidad de Sonora, cuyo desarrollo histórico se analiza en el siguiente capítulo.

experimentales, como en las escuelas de medicina, ingeniería y agronomía. Después en algunas universidades empezaron a crearse facultades de ciencias e institutos científicos con el fin de hacer investigaciones exclusivamente. En la década de 1960 se inició la investigación en las ciencias sociales. Al mismo tiempo, se fueron incorporando jóvenes investigadores que habían hecho su postgrado en el extranjero, existiendo también un impulso a la departamentalización y el surgimiento de políticas gubernamentales en la materia a nivel nacional.

Las características de las comunidades académicas que llevan a cabo investigación científica y tecnológica en América Latina, son: de un escaso tamaño; un lento desarrollo dentro del contexto internacional; la matrícula del nivel posgrado en la región es todavía baja, lo que explica la poca expansión de la investigación; el gasto en investigación y desarrollo es insuficiente; el origen del gasto en investigación proviene casi totalmente del sector gubernamental; la participación del sector productivo en el financiamiento, apoyo y vinculación con las universidades es limitado; la producción científica de "corriente principal" en América Latina desempeña un papel marginal y casi irrelevante en el contexto internacional; existe un desequilibrio entre los flujos de tecnología importada y la producción tecnológica local (Brunner: 1990); doce años después esta situación todavía es cierta.

El panorama difícil que presenta América Latina para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y por otro lado la ubicación preferente de estas actividades en las instituciones de educación superior de la región, implican estudiar con más detenimiento los factores que garanticen una más rápida incorporación de los avances de conocimiento científico y tecnológico en las sociedades latinoamericanas, sobre todo aprovechando el potencial académico que representan los

establecimientos de educación superior y relacionando ese potencial con las necesidades de las sociedades de la región.

5. Las universidades mexicanas como lugares de ciencia y tecnología. Las razones por las que se promueve la investigación científica en las universidades de México pueden ser, entre otras, que: las universidades de alto prestigio realizan investigación; la investigación puede resolver problemas nacionales y asegurar desarrollo tecnológico; se puede contribuir al desarrollo de la "ciencia mundial"; el deseo y el gusto de hacer la propia investigación; por la relación entre la docencia y la investigación; por el desarrollo de la profesión de científico.

Una de las características que presenta la investigación en las universidades mexicanas es la tendencia mayoritaria hacia la investigación básica, ésta se puede desarrollar en la comodidad del cubículo, con estancias en el extranjero, con la seguridad de producción de artículos en revistas internacionales; mientras que la investigación aplicada presenta altos riesgos en sus resultados, y que por el enfoque local es más difícil la publicación de sus resultados en revistas internacionales y esto viene a traducirse en puntos para la promoción y remuneración del investigador (Gelman, 1999).

En los cambios de la universidad debe estar presente los intercambios con el Estado y la sociedad, inclusive con el mercado, sobre todo en el hecho de que el conocimiento es el factor que hace posible construir y conducir el avance social, de ahí que la universidad pública mexicana tenga que sacar provecho de la investigación como ventaja comparativa a otras instituciones educativas, ya que cuenta con más medios para combinar conocimiento (Muñoz, 2002: 74).

Una de las características, respecto a la investigación, de las universidades públicas de México es su tendencia a dedicarse mayoritariamente a la investigación básica, lo que en cierta medida se contrapone a la necesidad de que estas instituciones se relacionen con el entorno social.

6. La UNISON como un espacio de ciencia y tecnología. La UNISON es la institución del estado que presenta la oferta educativa en el área de ciencia y tecnología más diversa. Es también uno de los establecimientos donde se lleva a cabo buena parte de la generación del conocimiento científico y tecnológico en la entidad.

En el aspecto de la docencia, la matrícula total de la institución en el año 2001, fue de 28,838 alumnos, de estos, 22,622 se ubicaban en el nivel de licenciatura y 622 en el de posgrado, el resto estaban inscritos a idiomas y educación artística. La matrícula presenta el siguiente panorama: el 67.1% se concentraba en el área de ciencias sociales y administrativas, el 15.8% en carreras del área de ingeniería, el 9% en ciencias biológicas y de la salud, el 3.5% en ciencias exactas y naturales y el 4.6% en educación y humanidades. La institución es la única, en la entidad, que oferta carreras de diferentes áreas, en ciencias exactas: física y matemáticas. En otras, como electrónica y computación están orientadas hacia la investigación. Sin embargo, por cada estudiante de la UNISON que se ubica en estas carreras, existen casi 20 que cursan carreras del área social y administrativa, mientras 4.5 alumnos están inscritos en carreras de ingeniería. Esta preferencia muestra el poco interés de los estudiantes sonorenses por cursar carreras de las áreas de ciencia y tecnología. Los estudiantes de posgrado de la institución representaron solamente el 2.7%, respecto a la licenciatura, porcentaje que está por debajo del promedio que registraron las instituciones de educación superior del país, que fue para ese año del

6.2%. La institución es única en ofertar programas de ciencia y tecnología, pero su matrícula está por debajo de la media nacional.

En la entidad, la UNISON es la institución que ofrece el mayor número de opciones educativas en los distintos niveles. En el año 2001, 31 programas correspondieron a licenciatura, 23 a posgrado y uno en el nivel de técnico. De los programas de licenciatura, 29 de ellos se ofrecieron en la Unidad Regional Centro (URC). De acuerdo a la distribución de la oferta de licenciatura por áreas de conocimiento, 11 programas pertenecieron a ciencias sociales y administrativas, 6 a biológicas y de la salud, 5 a humanidades, 5 a ciencias exactas y naturales y 4 a ingeniería (Rectoría, 2000). En cuanto al personal académico de la UNISON, en el ciclo 2000-2001, estuvo conformado por 2,341 miembros, de los cuales 2,111 eran profesores, 170 investigadores y 60 técnicos académicos. La institución contó con 126 miembros que fueron acreditados por la Secretaría de Educación Pública como profesores con "perfil deseable" (lo que representó el 5.38% del total de profesores), lo que conllevó a apoyos económicos extraordinarios. De estos, 97 poseían título de doctor y 29 el grado de maestría. El área de ciencias exactas y naturales concentra cerca del 45% de estos profesores. El 28.7% del total de académicos tenían título de posgrado (el promedio nacional era de 26%) (Rectoría, 2000).

En el año 2001, la UNISON tenía 71 investigadores registrados en el S N I, de estos, 8 en el nivel II, 54 en el nivel I y 9 candidatos a investigador. Esta cifra colocó a la UNISON como la institución con más integrantes en el Sistema, tanto en el ámbito regional del Noroeste del país, como en el estado de Sonora. Dentro de las universidades de la región noroeste representaba el 34% del total de investigadores adscritos en ese organismo, y del total de investigadores de universidades y centros de investigación en la entidad, la mitad de los integrantes de ese Sistema son

investigadores de la institución. La distribución de estos miembros del S N I, según las áreas definidas por el CONACYT, muestra que el 59.68% se encuentran en la de ciencias exactas y naturales, (de acuerdo a la tendencia nacional de concentración por área) siguiendo la de ingeniería con un 16.13% (*cuadro 6*)

Cuadro 6. Distribución de los académicos inscritos al S N I de la UNISON, en el año 2000

División URC	Candidato	I	II	III	Total
CEN	7	26	4	-	37
(% por nivel)	53.85	66.67	44.44		59.68
ING	3	5	1	1	10
(% por nivel)	23.08	38.46	11.11	100	16.13
CBS	1	5	1	-	7
(% por nivel)	7.69	38.46	11.11		11.29
CSO	-	2	2	-	4
(% por nivel)		5.13	22.22		6.45
HBA	-	1	1	-	2
(% por nivel)		2.56	11.11		3.22
EAD	1	-	-	-	1
(% por nivel)	7.69				1.61
URN	1	-	-	-	1
(% por nivel)	7.69				1.61

Fuente: Construido a partir de información de la Dirección de Investigación y Posgrado de la UNISON (DIP, 2002)

(CEN= Ciencia Exactas y Naturales, ING= Ingeniería, CBS= Ciencias Biológicas y de la Salud, CSO= Ciencias Sociales, HBA= Humanidades y Bellas Artes, EAD= Económicas y Administrativas, URC= Unidad Regional Centro, URN= Unidad Regional Norte)

Sí se consulta la distribución de miembros en el S N I en el estado de Sonora (IACYT, 2000: 236), se muestra que la totalidad de los miembros del área de física, matemáticas y Ciencias de la Tierra se encuentran en la UNISON, mientras que el 91% del área de ingeniería del estado pertenecen a esta institución, por lo que se puede afirmar que para el estudio de la investigación de estas áreas en la entidad, se abarca prácticamente el total de la investigación en tales áreas en el estado.

En cuanto al financiamiento, la UNISON ha recurrido a instancias externas, como el CONACYT, FOMES*, SIMAC** y en menor proporción a diversas dependencias de los sectores productivos y de servicios gubernamentales e instituciones extranjeras. De 1997 a 2001, más del 40% de los proyectos de investigación se realizaron con apoyo de esos organismos. La institución también maneja una vía de financiamiento llamada Apoyos Internos a Proyectos de Investigación.

La institución ofrecía 29 programas de licenciatura y, de éstos, 12 correspondían a las áreas de ciencia e ingeniería. El nivel de posgrado contaba con 23 programas, de los cuales 22 se ofrecían en la URC. Si bien en este nivel se incorporaron diez programas más en el período, 1993 a 2001, la matrícula del posgrado disminuyó de 796 a 606, es decir, en un 24%. Siete de los programas de este nivel estaban inscritos en el Padrón de Excelencia del CONACYT, en las áreas de física, geología, matemáticas, polímeros-materiales, alimentos y acuacultura; dichos programas representaron el 66% de los posgrados adscritos al citado Padrón en el Estado de Sonora. Del total de los programas de posgrado de la UNISON, 13 corresponden a las áreas de ciencia e ingeniería, además de que el 65% del total de

* Fondo para el Mejoramiento de la Educación Superior (SEP)

** Sistema Mar de Cortes Asociación Civil

los programas están en las divisiones estudiadas en esta investigación (Rectoría, 2000).

De un total de 2,341 académicos, en el año 2000, 170 estaban clasificados, por la institución, como investigadores de tiempo completo. En cuanto al índice de escolaridad de los investigadores de tiempo completo, 65 tienen estudios de doctorado y 70 de maestría. Aparte de los investigadores universitarios, se han ido incorporando maestros que también realizan labores de investigación y que antes estaban exclusivamente dedicados a la docencia, de tal manera que estos profesores integran una planta de aproximadamente 300 académicos (Informe, 1999: 72), en las tres unidades regionales. De los investigadores pertenecientes al S N I las Divisiones de Ciencias Exactas y Naturales y la de Ingeniería tienen un total de 47 académicos, lo que representa el 75.81% del total de los investigadores de la UNISON pertenecientes a dicho Sistema.

En cuanto al personal académico dedicado a la investigación, los grupos más consolidados en la institución, tomando como indicadores el número de proyectos y la escolaridad de los académicos adscritos, están compuestos por los grupos de investigadores pertenecientes a las áreas de mayor antigüedad y del más alto nivel de producción científica, estos grupos son: física, alimentos, recursos naturales, ciencias del mar y polímeros-materiales (Informe, 2000).

Finalmente, aunque no es despreciable la vinculación de la institución con el sector productivo, es todavía débil y la desconfianza de ambos actores está presente. Una de las razones de esta debilidad se encuentra en *las limitaciones de la economía estatal: las fuertes ligas con la economía estadounidense; en la estructura productiva y; en el carácter fronterizo del estado*. Lo que conduce a una fácil importación de tecnología, pero al mismo tiempo, *este carácter de integración al*

exterior, abre... para la UNISON la posibilidad de realizar convenios que faciliten el intercambio, la movilidad académica y estudiantil... El estar inmersos en la sociedad del conocimiento, hace que se revalore el papel de la institución. Pero al mismo tiempo, el ritmo acelerado de los avances científicos y tecnológicos, enfrenta a la UNISON a la posibilidad de quedarse rezagada con el actual esquema rígido en la formación de profesionales. (PDI, 2001: 18 y 19).

Desde sus orígenes la ciencia y la tecnología han estado interrelacionadas, en la actualidad esa interrelación es completamente dependiente la una de la otra e influyen directamente en el desarrollo económico de las sociedades del llamado "Primer Mundo". Además tiene como característica que el ritmo de crecimiento de estos conocimientos es vertiginosamente acelerado además las economías se encuentran interconectadas. Es importante por lo tanto analizar los aspectos de enseñanza y generación de los conocimientos científico y tecnológico, así como de sus interrelaciones en las regiones subdesarrolladas, sobre todo en el nivel terciario de la educación, donde se encuentra la formación de cuadros profesionistas y la generación de conocimientos en estas áreas así como el rol que pueden desempeñar en el desarrollo económico de las naciones. En México hasta hace relativamente poco, este tipo de conocimientos se empezaron a considerar parte de los programas de gobierno lo que hace necesario estudiar el desarrollo de estos conocimientos en las entidades del país. En la UNISON, la enseñanza y la investigación de este tipo de conocimientos ha tenido una inserción más tardía.

Surge, en particular, la pregunta: ¿Cuáles han sido las razones históricas que condujeron al estado actual de la ciencia y la tecnología en la Universidad de

Sonora? Lo que permitirá, posteriormente, enmarcar el estudio de la interrelación entre las áreas de ciencia e ingeniería de esta institución.

Bibliografía del Capítulo 1

- Acosta, Silva Adrián** (2001): *Poder, políticas y cambio institucional en la educación superior latinoamericana*, Revista Universidades, UDUAL, No.21
- Acosta, Silva Adrián** (2001A): *Universidades públicas: modernización anárquica y viabilidad académica*, revista Educación 2001, marzo 2001, pp. 55-60, México
- ANUIES**, (2000): *La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo*. ANUIES, México
- Alcántara, Armando** (2002): *La investigación científica en las universidades del mundo en desarrollo: en busca de resonancia global*, Revista de Educación Superior, No. 123, ANUIES, México
- BM**, (2000) Banco Mundial: *La educación superior. Las lecciones derivadas de la experiencia. 1994*, en Disyuntiva actual de la educación superior. Documentos. J. Rafael Campos Sánchez (compilador), ed. UNAM-Práxis, México.
- Bolivar, Zapata Francisco** (2001): *La investigación científica y desarrollo tecnológico del país*, CIENCIA-UANL, Vol. IV, No. 3, Julio-Septiembre 2001, ed. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Brunner, José Joaquín** (1990): *Investigación científica y educación superior en América Latina: cambios y desafíos*, ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Brunner, José Joaquín** (1998): *La universidad latinoamericana frente al próximo milenio*. Unión de Universidades de América Latina
- Brunner, José Joaquín** (2001): *Peligro y promesa: Educación Superior en América Latina*, Chile.
- Castells, Manuel** (2001): *La era de la información. Vol. I La sociedad red*, ed. Siglo XXI, México.
- Clark, R. Burton** (1998): *Las universidades modernas: espacios de investigación y docencia*, ed. UNAM-M. Angel Porrúa, México.
- Comisión Estadounidense de Estudio de la Educación Superior**, citado en (Rodríguez, 2000B:)
- Daumas, Maurice** (1983): *Las grandes etapas del progreso técnico*. ed. FCE, México
- Didriksson, Axel** (1999): *El nuevo papel de las universidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología*, ed. Universidad y Vinculación, UNAM-IIMAS, México.
- DIP**, (2002): Dirección de Investigación y Posgrado de la UNISON, ed. UNISON, México.
- Ducassé, Pierre** (1979): *Historia de las técnicas*. ed. Eudeba, Argentina
- Gallegos, Elías Carlos** (1993): *Las funciones de la universidad contemporánea*, ed. Revista de Acta Sociológica, FCPyS-UNAM, mayo-agosto 1993. México.
- Gibbons, Michael, et al.** (1997): *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, ed. Pomares Corredor, España.
- Guerra, Rodríguez Diorodo** (1996): *Los retos de las instituciones de educación superior frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología*, ed. Diplomado a distancia: Prospectiva universitaria de la ciencia y la tecnología, ed. UNAM/ IPN/ UAM/UPN/ANUIES/UNESCO, México.

- IACYT** (2000): *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. 1990-1999*, CONACYT, México
- Kerr, C.** (1987): *A critical age in the university world: accumulated heritage versus modern imperatives*, en *European Journal of Education*, vol. 22, num. 2
- March H. Robert** (1977): *Física para poetas*. ed. Siglo XXI, México
- Mendoza, Rojas Javier** (2002): *Las políticas de Educación superior y el cambio institucional*, en Universidad: política y cambio institucional, Humberto Muñoz García (Coordinador), ed. UNAM-M.A. Porrúa, México.
- Morin, Edgar** (1984): *Ciencia con Conciencia*, ed. Antropos, España.
- OCDE**, (2000): *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*
- PECYT**, (2001). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, CONACYT, México.
- Pallán, Carlos** (1995): *La investigación en la educación superior*. Temas de hoy en educación superior, No.1, ANUIES, México
- PDI**, (2001): *Plan de Desarrollo Institucional, 2001-2005*. Pedro Ortega Universidad de Sonora, México
- Porter, Michael** (1990): *The competitive Advantage of Nations*, ed. The Free Press, New York, Estados Unidos.
- Rectoría**, (2000) Informe Rectoría 2000-2001, Jorge Luis Ibarra Mendivil, Universidad de Sonora, México.
- Reich, Robert** (1993) *El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI*, ed. Vergara, 1993, pp. 176-225
- Rodríguez, Gómez Roberto** (2000A): *Educación superior y desarrollo en América Latina. Un ensayo de interpretación*, en Políticas de reforma de la educación y la universidad latinoamericana hacia el final del milenio, Jorge Balám (compilador), ed. UNAM, México.
- Rodríguez, Gómez Roberto** (2000B): *La reforma de la educación superior. Señas del debate internacional a fin de siglo*. Revista electrónica de educación superior, V2 (1), consultado el día 10 de noviembre de 2002 en el World Wide Web.
- Rodríguez, Jiménez José Raúl** (2000): *Mercado y profesión académica en Sonora*, ed. ANUIES, México.
- Rodríguez, Jiménez José Raúl** (2003): *Hacia la estabilidad institucional. las transformaciones de los años noventa en la Universidad de Sonora* (inédito)
- Rudomín, Pablo** (1994): *Algunas reflexiones acerca del Sistema Nacional de Investigadores*, en México. ciencia y tecnología en el umbral del siglo XXI, ed. CONACYT, México.
- Sojo, Ana** (1999): *El bienestar de la población de América Latina y el Caribe*, ed. El Colegio de México, México.
- Toffler, Alvin** (1999): *La tercera ola*, ed. Plaza & Janes, España.
- Schwartzman, Simón** (1993): *Políticas de educación superior en América Latina*.
- Vessuri, Hebe** (2000): *Universidad e investigación científica después de las reformas*, en Políticas de reforma de la educación y la universidad latinoamericana hacia el final del milenio, Jorge Balam (compilador), ed. UNAM, México.

Capítulo 2

DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Introducción. En este capítulo se analiza el desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología en la Universidad de Sonora (UNISON), en el periodo comprendido entre 1942 y 2000. Para el análisis se toma en cuenta el desarrollo de la oferta educativa de la institución, considerando la formación de profesionales en las áreas de la ciencia y la ingeniería. Se considera también el desarrollo histórico de la investigación en esta institución y se puntualizan sus relaciones con la enseñanza. Así mismo se analizan las influencias externas a la institución, como las políticas de los gobiernos estatal y federal que contribuyeron a dicho desarrollo. El estudio de la oferta educativa y la investigación científicas y tecnológicas, en los campos mencionados, permitirá conocer el desarrollo en la transmisión y la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos, procesos claves en el desarrollo de las sociedades contemporáneas. Para el estudio se utilizan intervalos de tiempo que involucran cambios cualitativos en el desarrollo histórico, tanto en la enseñanza como en la investigación. Estos análisis permitirán enmarcar la situación presente de las actividades en ciencia tecnología, y sus interrelaciones dentro de la institución.

1. **Antecedentes** (1882-1942). En este apartado se mencionan los intentos de introducir conceptos sobre ciencia y tecnología en el ramo de la educación a finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX en el estado de Sonora. La inauguración de la UNISON, en octubre de 1942, hace realidad la idea de que la entidad contara con un centro de estudios superiores. Esta idea había estado presente

desde 1882, cuando el gobernador del estado, Carlos R. Ortiz, establece el *Instituto Sonorense*, donde se llevarían a cabo estudios secundarios y carreras técnicas cortas que sembrarían el camino hacia la educación superior. Debido, entre otras cosas, a las pugnas internas de la clase gobernante de aquella época y, sobre todo, por el nivel alcanzado por la educación en Sonora, fijado sobre todo en la instrucción básica, el Instituto fue un fracaso, cerrándose finalmente en 1886, porque según el siguiente gobernador, el General Luis E. Torres, no había “respondido a los propósitos de su fundación”.

Tomando en cuenta esta experiencia fallida, otro de los gobernadores de la entidad, Ramón Corral inaugura en 1889, el *Colegio de Sonora* (Jiménez, 1987) con las carreras prácticas de contabilidad, agrimensor, ensayador* y profesor de educación primaria; aprovecha y traspa también los materiales didácticos y bibliográficos traídos de Europa y Estados Unidos para el anterior proyecto del Instituto Sonorense. El Colegio funciona hasta 1914, pero en realidad se fue convirtiendo en una Escuela Normal, que también regulaba y vigilaba la enseñanza primaria del Estado.

Estos dos ejemplos muestran los esfuerzos que los gobiernos porfiristas realizaron para avanzar en el nivel superior de la enseñanza en Sonora, sin embargo, en ambos casos no dieron los resultados esperados. Los logros más sobresalientes, en este período, se encuentran más bien en el fortalecimiento de la educación básica.

El esfuerzo de los gobiernos postrevolucionarios en Sonora, dejó a un lado establecer la educación superior y se centró más en el apoyo a la educación tecnológica y media superior. Por ejemplo, el gobernador Plutarco Elías Calles, futuro presidente de México, funda en 1916 la *Escuela “Cruz Gálvez”* (Jiménez,

* Técnico especializado en determinar la concentración de un metal en minerales.

1989) con una estructura de escuela industrial, que funcionó hasta 1934 como un establecimiento de artes y oficios, sirviendo de ejemplo para la fundación de este tipo de escuelas en todo el país; dicho proyecto se prolongó hasta el gobierno de Lázaro Cárdenas con las escuelas *Hijos del Ejército* (Jiménez, 1989: 129). Tanto El Colegio de Sonora como la Escuela "Cruz Gálvez" siguieron funcionando, en las primera tres décadas del siglo XX, como establecimientos de fortalecimiento educativo, el primero de la educación básica y el segundo de la educación técnica y artesanal.

Conviene mencionar que entre los gobiernos profiristas y posrevolucionarios en Sonora se perfila un cierto continuismo en la educación. Ambos tienden a un nivel de educación para los servicios, aunque los segundos fueron más pragmáticos. El gobernador Ortiz en 1882, intenta introducir materias de cultura y conceptos de ciencia para preparar la futura educación superior, luego continua el pragmatismo del gobernador Corral que sólo aspira a carreras cortas y técnicas. En cambio el gobernador post-revolucionario Elías Calles, se conforma solamente con una educación de nivel básico de oficios y artesanías en 1916. Esto muestra las dificultades por establecer el nivel terciario de la educación en la entidad y el reto a que se enfrentará el proyecto de establecer una universidad en Sonora.

2. La fundación de la Universidad de Sonora. Aunque desde 1928 empieza a hacerse explícito en la esfera del gobierno sonorense la necesidad de una institución de educación superior, es hasta 1938 que el gobernador Román Yocupicio establece el Comité Pro-fundación de la Universidad de Sonora; a su vez, éste comité, nombra al Maestro José Vasconcelos, Organizador Técnico del proyecto. Vasconcelos se proponía, desde un principio, abrir la Escuela de Altos Estudios para que los profesionistas que ya tuvieran estudios "alcanzaran licenciaturas y doctorados". Pero,

otra vez, ante el nivel educativo del estado, enfocado a la educación básica, se tuvo que modificar el objetivo y ofrecer sólo cursos semiprofesionales en carreras cortas y cursos de extensión para todo público. Decía Vasconcelos en defensa de la creación de la UNISON:

“La universidad tardará algunos años en producir un abogado; muchos más para dar un médico, pero desde el principio de su funcionamiento dará al estado, peritos en agricultura y en ganadería; enfermeras y parteras; biólogos y ensayadores(...) además ofrecerá a todo el mundo cursos en corte, cocina, economía doméstica y música(...) La universidad no es un lujo, es una base de autonomía y progreso (Mendivil, 1939: 13).

La fundación de este establecimiento, en 1942, logra iniciar la educación superior en Sonora; sin embargo, los primeros diez años de su existencia arrastran la inercia del atraso educativo de la entidad, quedándose en un establecimiento de nivel medio superior. En el proceso de fundación de la UNISON pueden detectarse dos interpretaciones del proyecto universitario. Una, la de los empresarios y comerciantes, que consideraban a la institución exclusivamente para la preparación de empleados en el apoyo al crecimiento de sus actividades, principalmente agropecuarias; la otra, la de los vasconcelistas, que consideraban que la instrucción debería ser tanto en las actividades económicas, pero al mismo tiempo preparar “personas versadas en ciencia” y por supuesto también en las profesiones llamadas liberales (Castellanos, 1991: 8)

3. Las carreras cortas (1942-1953). Una vez expulsados los vasconcelistas de la dirección del Comité Profundación, en agosto de 1939, los esfuerzos se dedicaron a la construcción de edificios y para “llenarlos”, los miembros del Comité obtuvieron del gobernador la supresión de las escuelas secundaria y normal, anexándolas a la

futura institución de educación superior. El edificio principal alojaría a la preparatoria y otro contiguo, a la secundaria y la normal.

En la apertura de la UNISON se ofrecieron cursos de niveles medio y medio superior: secundaria, preparatoria y normal. En cuanto a las carreras llamadas “profesiones liberales”, la universidad no abarcaría todas, enfocándose a la agricultura, ganadería y minería, ya que éstas constituían los principales recursos de la entidad y sería donde la UNISON vendría a formar los “técnicos especializados” necesarios. Se pensaba que éstos, aplicando procedimientos modernos, coadyuvarían a “abandonar los sistemas anticuados y antieconómicos” de explotación de esos recursos (Castellanos, 1991: 22)

De la preocupación inicial de construcción de edificios, la institución centró su atención sobre todo en conservar la matrícula que, literalmente, se les escapaba de las aulas. A pesar de que se fundan, entre 1944 y 1948, las escuelas de Enfermería, Superior de Comercio, Farmacia e Ingeniería; el grueso de los estudiantes “universitarios” (87%) siguen perteneciendo a las escuelas secundaria, preparatoria y normal. Los mismos alumnos se referían a la UNISON llamándola “la escolota”. En los primeros diez años de vida de la universidad, sus directivos se concentraron no sólo en incrementar la matrícula, sino principalmente en conservarla; durante estos años se llega hasta dudar de la pertinencia del mismo proyecto universitario.

6.2%. La institución es única en ofertar programas de ciencia y tecnología, pero su matrícula está por debajo de la media nacional.

En la entidad, la UNISON es la institución que ofrece el mayor número de opciones educativas en los distintos niveles. En el año 2001, 31 programas correspondieron a licenciatura, 23 a posgrado y uno en el nivel de técnico. De los programas de licenciatura, 29 de ellos se ofrecieron en la Unidad Regional Centro (URC). De acuerdo a la distribución de la oferta de licenciatura por áreas de conocimiento, 11 programas pertenecieron a ciencias sociales y administrativas, 6 a biológicas y de la salud, 5 a humanidades, 5 a ciencias exactas y naturales y 4 a ingeniería (Rectoría, 2000). En cuanto al personal académico de la UNISON, en el ciclo 2000-2001, estuvo conformado por 2,341 miembros, de los cuales 2,111 eran profesores, 170 investigadores y 60 técnicos académicos. La institución contó con 126 miembros que fueron acreditados por la Secretaría de Educación Pública como profesores con "perfil deseable" (lo que representó el 5.38% del total de profesores), lo que conllevó a apoyos económicos extraordinarios. De estos, 97 poseían título de doctor y 29 el grado de maestría. El área de ciencias exactas y naturales concentra cerca del 45% de estos profesores. El 28.7% del total de académicos tenían título de posgrado (el promedio nacional era de 26%) (Rectoría, 2000).

En el año 2001, la UNISON tenía 71 investigadores registrados en el S N I, de estos, 8 en el nivel II, 54 en el nivel I y 9 candidatos a investigador. Esta cifra colocó a la UNISON como la institución con más integrantes en el Sistema, tanto en el ámbito regional del Noroeste del país, como en el estado de Sonora. Dentro de las universidades de la región noroeste representaba el 34% del total de investigadores adscritos en ese organismo, y del total de investigadores de universidades y centros de investigación en la entidad, la mitad de los integrantes de ese Sistema son

Cuadro 7. Población escolar de la UNISON (1948-1953)

Escuela	1948-1949	1949-1950	1950-1951	1951-1952	1952-1953
Secundaria	282	364	390	426	428
Preparatoria	84	105	93	127	169
<i>Subtotal</i>	<i>366</i>	<i>469</i>	<i>483</i>	<i>553</i>	<i>597</i>
Normal	53	47	66	68	55
Comercio	68	83	98	74	53
Enfermería	49	32	23	14	3
Farmacia	16	23	21	30	27
Ingeniería	7	6	6	11	0
<i>Subtotal Carreras</i>	<i>193</i>	<i>191</i>	<i>214</i>	<i>197</i>	<i>138</i>
TOTAL	559	660	697	750	735

Fuente: Castellanos (1991: 28)

De la población escolar mostrada en el cuadro anterior, los únicos sectores que mantienen un incremento anual son los correspondientes a la secundaria y preparatoria; la normal y las carreras cortas muestran una variación que tiende a decrecer. En mayo de 1949 las instalaciones del edificio principal aún no habían sido concluidas, pero alojaban, ya con holgura a las escuelas de Bachilleres, Normal, Comercio, Farmacia, Ingeniería y de Enfermería-Obstetricia.

El Rector, Manuel Quiroz Martínez, dijo en el acto de clausura de las actividades de la universidad en junio de 1953: “en la escuela preparatoria, que es la antesala de las escuelas profesionales, su población crece cada año y se sostiene a pesar de nuestras numerosas dificultades para encontrar profesorado y adoptar el Plan Único de Bachillerato” (Quiroz, 1953). Tanto la escuela de Enfermería, que tuvo que retractarse y pedir como requisito sólo la enseñanza primaria, pues al exigir la secundaria casi se queda sin alumnos; como la Superior de Comercio y

Administración, donde el principal problema era conseguir un buen profesorado y cuya práctica fue recurrir a sus propios pasantes, mostraban el débil nivel de la institución.

Un ejemplo de la situación difícil que imperaba en esos años en la Universidad lo constituye la Escuela de Ingeniería, que abrió en 1948 con los planes de estudio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Llevó una vida precaria, carente de estudiantes, de maestros y de equipo. Tres años después de fundada la escuela, había cerrado. Fue hasta en 1958 que se reinauguró y cuatro años después, ya contaba con 50 alumnos que pronto formarían parte de la primera generación de ingenieros egresados de la UNISON.

Aunque de 1942 a 1953 el proyecto principal de los fundadores de la institución era la creación de cuadros técnicos que ayudaran a los servicios locales, sin embargo, estas carreras cortas (Comercio, Farmacia y Enfermería) no tuvieron el impacto esperado, como lo demuestra la matrícula de la universidad en ese período que seguía concentrada principalmente en el nivel secundario y preparatorio.

4. Las escuelas de nivel superior (1953-1963). En este período la institución inició los esfuerzos para crear las primeras escuelas de nivel superior. Estos esfuerzos recibían también las influencias del gobierno del estado, del gobierno federal y de organizaciones privadas que se agregaron al impulso de estas escuelas. Las primeras escuelas universitarias que se fundaron en este período tienen entonces objetivos acordes a los intereses de quienes las impulsaron, como la formación de cuadros profesionales que atendieran los requerimientos de las nuevas tecnologías en la producción agropecuaria y los planes del gobierno en materia educativa. De esta

manera se da una concordancia entre la institución, el gobierno y sectores sociales. La UNISON respondía a la demanda de los diferentes sectores productivos para sus necesidades y las clases medias sonorenses apoyaban a la institución educativa porque veían en ella una señal de ascenso y prestigio social: la posesión de un título universitario como inequívoca muestra de modernización de las clases medias sonorenses. Se creó un círculo virtuoso de crecimiento, legitimidad social y vinculación, es decir, estabilidad y expansión de influencia de la institución en la sociedad sonorense (Acosta, 1997: p.161).

4.1 Escuela de Agricultura y Ganadería El proyecto más apreciado por el Comité Administrativo, órgano directivo de la UNISON, a principios de 1950, fue la Escuela de Agricultura y Ganadería (EAG). Desde 1941 se había aprobado el proyecto, en 1944 la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo envió a la UNISON un plan de estudios para la carrera de Ganadero Técnico Práctico, pero fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que, aprovechando la llamada Revolución Verde en la agricultura –generada en los Estados Unidos– se concretó el proyecto de fundación de la Escuela de Agricultura. El proyecto contó además, con el apoyo de organismos e instituciones externas a la UNISON. La Unión Ganadera Regional de Sonora y el Banco Ganadero y Agrícola, a mediados de los cuarenta, donaron 100,000 pesos para la creación de esta Escuela. La presidencia de la República, al mando de Miguel Alemán, simpatizó con el proyecto y aportó la cantidad de 500,000 pesos. El presidente Alemán inauguró protocolariamente, sin iniciar actividades, la Escuela en octubre de 1952. En el surgimiento de la Escuela está presente la idea de formar técnicos medios y prácticos que pudieran dirigir a las empresas agropecuarias.

Para cumplir con el proyecto se contrató como director al Dr. Jorge de Alba^{*}, con experiencia en esta área. El Dr. de Alba, en sus primeras intervenciones, declaró que en la escuela predominarían las investigaciones en el mejoramiento de las semillas, en agostaderos y en tipos de ganado. Las acciones más destacadas del Dr. de Alba fueron establecer relaciones con la Fundación Rockefeller y contratar maestros de buena calidad. El impacto de esta escuela en los proyectos del gobierno y en las autoridades universitarias fue tan grande que hasta se removió al mismo Rector, para traer a la conducción de la UNISON una persona especializada en el ramo agrícola, como lo era el Ing. Norberto Aguirre Palancares, rector de 1953 a 1956^{**}.

Una explicación del interés que despertó la EAG se encuentra en la economía del Estado de Sonora, porque a raíz de la crisis de los mercados internacionales en 1929-1933, la economía sonorenses fincó su desarrollo fundamentalmente en la agricultura extensiva, promovida por los presidentes Obregón y Calles. Durante más de dos décadas (1930-1950) el campo sonorenses constituye el pilar de la economía estatal; las actividades agrícolas generaron el mayor volumen de valor económico y ocuparon la mayor cantidad de fuerza de trabajo, incluso, en estos años al estado se le conocerá como "el Granero de México" (HGS, 1985).

En octubre de 1953 se aprobó en la EAG el plan de estudios de Perito Agropecuario, con duración de tres años, con el objetivo de capacitar a los hombres del campo. Dos años después esta carrera se transformó en la de Agrónomo, con una

^{*} El Dr. Jorge de Alba fue Jefe del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica.

^{**} Anteriormente, el Ing. Aguirre Palancares había dirigido la Comisión Nacional del Maíz y posteriormente, fue Secretario de Agricultura en el Gobierno del presidente Gustavo Díaz Ordaz.

duración de 5 años y con un nuevo plan de estudios, revalidando materias a los alumnos de la primera carrera.

Que la EAG estuviera en concordancia con las necesidades de los sectores productivos de la entidad, no la dejaba libre de dificultades. De ellas dio cuenta el rector Luis Encinas, quien en la inauguración de los cursos 1957-1958, expresaba:

Cuando se crearon las escuelas no se tomaron las medidas oportunas para contar en el momento preciso con los maestros indispensables ni se consideraron los presupuestos que se requerían para el pago de los maestros, por ejemplo en la Escuela de Agricultura, no obstante que había transcurrido la tercera parte del año escolar, no se estaban impartiendo 18 materias(...) en 1953 se inscribieron en la primera generación 33 alumnos para la inscripción de 1956-57 sólo se inscribieron 17 alumnos(...) parecía que la escuela estaba en decadencia(...) y además, no se contaba en su personal docente con un solo agrónomo. Lo (primero) que hice fue elevar los salarios de los profesores". (Encinas, 1957: 5)

El rector Encinas agrega que la Fundación Rockefeller proporcionó a la Universidad de Chihuahua 40,000 dólares para una escuela de ganadería, mientras al Tecnológico de Monterrey le donó 100,000 dólares. En Chapingo esa Fundación ha establecido un magnífico campo de experimentación agrícola y ganadero... "nuestra escuela, inexplicablemente, ha permanecido asilada, atendida a sus propios recursos". En agosto de 1957 se comunicó con el Dr. Edwin Wellhausen, representante en México de dicha Fundación, quedando el representante de venir a Hermosillo a buscar formas de colaboración, "nos interesa, dijo el rector, el establecimiento de una estación experimental en nuestro campo agrícola, que sería de gran utilidad a

agricultores, así como que (la Fundación) nos proporcione becas a maestros y alumnos” (Encinas, 1957).

La EAG logró así que en 1958, con la anuencia del gobierno del estado, la Fundación Rockefeller aportara 160,000 dólares para el establecimiento de un centro de experimentación e investigación agrícola en la EAG. El gobernador del estado, Álvaro Obregón (hijo), inauguró dicho centro de investigación, llamado Laboratorio de la Escuela de Agricultura, expresando que era el laboratorio más completo de todo el Noroeste del país, especialmente en la clasificación de las semillas de trigo.

La escasez de profesores y su baja preparación en el área de agricultura llevan a las autoridades universitarias a buscar el apoyo de las agencias norteamericanas que ofrecen recursos para la investigación, logrando establecer el primer laboratorio de investigación agrícola con una fuerte interacción en la docencia, resolviendo de esa manera tres problemas: superar el retraso académico de la escuela, iniciar en la institución la investigación de tipo aplicada e incidir en el sector productivo más fuerte de la entidad. Se conjugan de esta manera, los intereses de investigación en la universidad con las áreas de desarrollo económico de la entidad.

4.2 Escuela de Ciencias Químicas. Otra de las escuelas que la UNISON fundó entre 1950 y 1960 fue la Escuela de Ciencias Químicas (ECQ). En 1954 se comenzó a manejar la idea de crear la ECQ para sustituir a la Escuela de Farmacia, lo cual se llevó a cabo en septiembre de 1955. La marcha de esta escuela estuvo llena de dificultades. Los problemas de la escuela se centraban en la carencia de aulas, laboratorios, materiales, libros, almacén, entre otros y sobre todo la rigidez e inflexibilidad de ofrecer una sola carrera. Posteriormente, en 1962, siendo

gobernador Luis Encinas* se implementó el Plan de Diez Años, que pretendía impulsar el desarrollo industrial de Sonora y en el cual se le asignaba un importante papel a la Escuela de Ciencias Químicas, que formaría a los profesionistas que sustentarían las industrias que se fueran estableciendo en el estado.

Durante el mes de Abril de 1962, el gobierno de Luis Encinas llevó a cabo el primer Congreso Industrial de Sonora con el objetivo de impulsar el desarrollo industrial de Sonora, al mismo tiempo enviaba una iniciativa de Ley de Fomento Industrial para la creación de nuevas industrias y favorecer a las ya existentes (Encinas, 1962: 35).

El gobernador Encinas llamó a estas acciones el Plan de Diez años para la Industrialización del Estado. En su segundo informe de gobierno anota que “un capítulo importante de este plan se refiere a la preparación de técnicos de nivel superior y nivel medio para el desarrollo industrial... (y agrega que) la escuela de Ciencias Químicas de la UNISON inició a partir de Septiembre de 1962 las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Química y Química Industrial; mientras que el Instituto Tecnológico de Sonora se ha avocado a la preparación de técnicos de nivel medio para la industria” (Encinas, 1963: 38).

Con las escuelas Superior de Agricultura y Ganadería y la de Ciencias Químicas se ponen de manifiesto los intentos de los gobiernos por el desarrollo agropecuario e industrial, basándose en la preparación de profesionistas de ingeniería que apoyaran dicho desarrollo. Por otro lado, la creación de estas escuelas muestra también la estrecha vinculación de la UNISON con la sociedad sonoreña, con tres características: las opciones profesionales son acordes al desarrollo económico del Estado; los egresados obtienen empleo y la oferta educativa empieza a ampliar su

* Había sido Rector de la UNISON de 1956 a 1961

espectro (Rodríguez, 2000) . De esta manera la institución está en las expectativas educativas de importantes núcleos de la población del estado. Esta cercanía de la institución con la sociedad, permite que la UNISON obtenga fuertes recursos financieros, en especial un impuesto especial del 10% para su sostenimiento.

Los recursos financieros permiten a la UNISON emprender nuevos proyectos, como fue el caso del primer centro de investigación. En enero de 1963 el Consejo Universitario acordó la creación del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICTUS), cuyos propósitos fueron estudiar los recursos naturales del estado; desarrollar y adaptar tecnologías para la explotación de los recursos naturales; y preparar investigadores en estas áreas. En los primeros meses de existencia del CICTUS se utilizaron las facilidades de la ECQ (instalaciones, laboratorios, equipo y personal) para poder iniciar los trabajos de este centro, es decir que este centro estaba, en su inicio, completamente inserto en la Escuela.

En lo referente al desarrollo de la tecnología industrial, comentaba el gobernador Encinas, la UNISON creó el CICTUS, "iniciándose de inmediato trabajos sobre proyectos contenidos en el Plan, tales como fermentación y destilación de uva industrial y de *maguey bacanora*. El gobierno ha dado las facilidades necesarias al CICTUS para que, en colaboración con la Universidad de Arizona, se instale la primer planta piloto en América Latina, que aprovechando la energía solar convierta agua de mar en agua potable, en la población de Puerto Peñasco".

Durante julio y agosto de 1962 el rector Canale se entrevistó con el Ing. Carl Hodges, jefe del Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Arizona, para una posible colaboración con la UNISON en el establecimiento de una planta desmineralizadora de aguas marinas, que sería construida en Puerto Peñasco, Sonora. Se esperaba que la planta produjera diariamente 10,568 litros de agua potable,

extraídos directamente del mar. Además el equipo usado en esta planta serviría para las prácticas en la enseñanza de los estudiantes de la ECQ (Canale, 1963: 35).

Las acciones de creación del CICTUS y los cambios en la orientación de las carreras de la ECQ vienen a destrabar la situación difícil por la que atravesaba dicha escuela, de 1955 a 1962. El director de la ECQ en 1963, Manuel Puebla, la consideraba como “una escuela en agonía que marchaba por una senda escabrosa cuya meta era el propio anquilosamiento (...) La planeación de la escuela llevó más de dos años, en el aspecto arquitectónico y en el diseño de los planes de estudio para las carreras adecuadas para la proyección económica y social del noroeste de México” (Puebla, 1963: 81). El que la oferta creciera a cuatro carreras profesionales en lugar de una, “fue la contribución más valiosa de la UNISON al plan de desarrollo industrial trazado por el Sr. Lic. Luis Encinas, Gobernador del Estado y exRector de nuestra Máxima Casa de Estudios (...) la Universidad está preparando ya al profesional de alto nivel para planear, diseñar, operar y promover este desarrollo y aporta uno de los pilares más sólidos y más grandiosos en que descansa el Plan de Diez Años para el Desarrollo Industrial del la entidad” (Canale, 1963: 87). Este Plan comenzó a cambiar la orientación fundamental de la economía del Estado, de una basada en la agricultura y la ganadería, a otra basada en la industria. De esta manera queda de manifiesto, que en el cambio de la orientación en la economía del Estado, la UNISON contribuyó en la formación de profesionistas preparados para este cambio y al mismo tiempo inició la función de investigación orientada hacia las necesidades de ese cambio, mostrando así una interrelación estrecha entre la institución y los planes del gobierno estatal.

4.3 La Escuela de Altos Estudios. Las recomendaciones de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), que desde 1948, sugería la implantación de nuevas carreras universitarias y el intercambio de personal docente de las instituciones; en 1955, también recomendó la contratación de Maestros y Doctores de las áreas de ciencias y de filosofía y letras para reestructurar la educación superior del país (ANUIES L.T: 1948 y 1955). Esto influyó para que la UNISON creara la Escuela de Altos Estudios, con la idea de convertirse en un centro regional y tomando como modelo la experiencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La propuesta inicial contemplaba la creación de las licenciaturas en Historia, Filosofía y Ciencias Físico-Matemáticas. En 1963, el entonces rector, Moisés Canale afirmaba que en esta facultad se unirían la investigación humanística y la investigación científica para “darle personalidad original a la UNISON” (Canale, 1963), es decir, una imagen de universidad completa. Finalmente el proyecto fue modificado por el Consejo Universitario, que aprobó la creación de la Escuela de Altos Estudios con las licenciaturas de Letras y la de Físico-Matemáticas, iniciando actividades en 1964 con una matrícula de 26 y 17 estudiantes respectivamente.

Con la creación de la Escuela de Altos Estudios se cierra un período de fundación de escuelas que obedeció a dos factores: el desarrollo económico del estado y la instrumentación de las políticas nacionales. El primer factor impulsó las carreras ligadas a las actividades agropecuarias, mientras que el segundo, tuvo que ver con las políticas de regionalización instrumentadas por la ANUIES en la educación superior.

A pesar de las dificultades en la fundación de la Universidad por establecer carreras de nivel superior, desde la década de 1950 y hasta la segunda mitad de los

años sesenta, la UNISON presenta un acelerado proceso de fortalecimiento institucional que la colocaba como el establecimiento educativo de mayor importancia en el estado. Dicho fortalecimiento se sustenta en tres aspectos: la reorientación institucional; la obtención de líneas de financiamiento; y, el establecimiento de relaciones de complementariedad entre la institución y la sociedad local. La reorientación institucional estuvo sustentada en las carreras que respondían a las expectativas generadas por el desarrollo de la entidad.

Finalmente, se anota que la naciente investigación que se llevaba a cabo en la UNISON, en este período, fue del tipo de investigación aplicada o bien de servicios, lo cual respondía a las expectativas de los grupos de apoyo de la institución, sobre todo el gobierno estatal y las agencias de financiamiento internacional.

5. Los primeros centros de investigación (1963-1985). En la UNISON, los primeros profesionales formados en las áreas de la ciencia y la tecnología provinieron, fundamentalmente, de las escuelas ECQ y de Altos Estudios. Unos en el campo de la química, en especial de la ingeniería química e industrial y los otros en las matemáticas y la física. Algunos de estos profesionistas siguieron estudios de postgrado y se capacitaron en la investigación. También los profesores visitantes y la práctica de otras universidades, influyeron en la fundación de los primeros centros de investigación en la UNISON. Esta situación se fue fortaleciendo en la medida que aumentaba el número de académicos con preparación para la investigación.

Esta tendencia fue un proceso básicamente interno en la institución con el apoyo de los organismos federales de impulso a la investigación científica (SEP y CONACYT principalmente). A diferencia del período 1953-1963 en que la influencia del gobierno estatal fue predominante, en el período 1963-1985 la

influencia de este gobierno, se fue cada vez debilitando, entre otros factores, a los movimientos políticos (internos en las esferas del gobierno estatal y sus repercusiones sobre la UNISON) que se dieron en esos años. A partir de 1967 la Universidad dejó de ser el aliado incondicional de los planes de gobierno para convertirse en un centro de rebeldía estudiantil y posteriormente sindical, no confiable para el sistema estatal.

De las carreras de la ECQ se desprendieron dos centros de investigación: uno, orientado hacia el estudio de los recursos naturales de la entidad: el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, y el otro hacia la investigación en alimentos: el Centro Coordinador de Investigación en Alimentos.

5.1 El Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Como ya se mencionó, en enero de 1963 se acordó la creación del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS), dependiente de la Escuela de Ciencias Químicas, con los objetivos de: a) investigar los recursos naturales de Sonora y del Noroeste del país; b) desarrollar y adaptar tecnologías aplicadas a la explotación de dichos recursos; c) diseñar nuevos productos y mejorar la calidad de los ya existentes; d) lograr una preparación más científica del personal docente; e) asignar temas de investigación para la elaboración de tesis; f) cabal preparación del personal en los campos de la investigación científica y tecnológica; g) elaboración de trabajos científicos de interés general y práctico, dándoles adecuada publicidad; y h) contribuir al progreso de la ciencia y la técnica (CCIP, 1982).

Para el primer año de vida del CICTUS ya se tenían registrados siete proyectos de investigación en técnicas y procedimientos de fermentación de

diferentes plantas y sustancias. Otra de las ideas rectoras era que este centro proveyera de grandes ingresos financieros a la universidad con el licenciamiento y certificación de procesos industriales. Tres ejemplos de estas actividades son: a) en 1964, el CICTUS establece un convenio con la Comisión Nacional de Energía Nuclear para el estudio y aprovechamiento de los minerales radioactivos de la entidad; b) en octubre de 1964 el gobierno del Estado implementó, tomando como eje al CICTUS, un programa de evaluación, desarrollo e industrialización de los recursos marinos del Golfo de California en colaboración con otras dependencias del gobierno federal, de la UNAM y de la Universidad de Arizona y; c) en octubre de 1963 inaugura la Unidad Experimental de Puerto Peñasco, del CICTUS, como un programa de investigación en colaboración con la Universidad de Arizona, para desalinizar el agua de mar y su aprovechamiento en irrigación y suministro de energía.

A finales de la década de los sesenta, el CICTUS dejó de ser una dependencia de la ECQ, logrando con el tiempo ser completamente independiente y orientando sus investigaciones a los recursos marinos, especialmente la desalación del agua de mar y el camarón. A mediados de la década de los setenta el CICTUS ya era uno de los centros de investigación de provincia con mayor prestigio en la investigación de los recursos marinos y del desierto en el nivel nacional e internacional. La ECQ y el CICTUS se complementan, en cuanto que la primera formaba profesionistas en aplicaciones de la química y de la biología hacia aspectos industriales, mientras que el segundo, con sus investigaciones, presentaba la posibilidad de realizar tesis sobre aspectos industriales de los recursos bióticos del estado de Sonora, existiendo una relación entre la enseñanza y la investigación de la química y la biología.

Lo que está también influyendo en estos cambios hacia la investigación científica y tecnológica en la UNISON, es que la entidad registra transformaciones profundas, en que se pasa de un carácter rural y agrícola a un estado preferentemente urbano e industrial. Este cambio se basa en el incremento demográfico del Estado, en la transformación económica de Sonora, que cambia de una base agrícola a una de industrialización fundamentada en inversión de capitales norteamericanos y políticas públicas; finalmente, hasta en el aspecto cultural donde se pasa de una imagen comunitaria, a una donde los sujetos e intereses son heterogéneos y fragmentarios (Rodríguez, 2000). Estas transformaciones requieren de profesionistas entrenados en las industrias que se van estableciendo. Algunos de estos profesionistas incursionan en el campo de la investigación por iniciativa propia o por la necesidad del área de trabajo.

5.2 La investigación en alimentos. Como consecuencia de la relación entre la investigación y la docencia en el CICTUS y la ECQ y también por las necesidades de las industrias alimentarias que se iban estableciendo en el Estado, entre 1972 y 1973 se plantea la formación del Departamento de Alimentos de la ECQ y también la reestructuración de planes de estudio para las carreras y opciones que culminan posteriormente en la elaboración de programas de las asignaturas enfocadas al área de alimentos, en los últimos semestres de la carrera de Ingeniero Químico. En 1974 se inician las primeras investigaciones en alimentos: el proyecto de nixtamalización del sorgo para consumo humano; en 1975 la obtención de concentrados proteínicos de pescado, soya, cártamo y ajonjolí. En 1978 la SEP apoyó el primer proyecto sobre el almacenamiento de trigo. Una vez encontrado el camino del apoyo económico a estos proyectos de investigación, el panorama se amplió a otros granos y para 1981 se aprobó el proyecto de la Maestría en Ciencias y Tecnología en Alimentos, con la

especialidad de Almacenamiento y Procesamiento de Granos, desde entonces la SEP, el CONACYT y la OEA han sido los principales patrocinadores de la investigación en granos y alimentos marinos en la UNISON (CCIP, 1990: 15).

5.3 El Centro de Investigación en Física. Desde la segunda mitad de la década de los setenta, a instancias de la representación del CONACYT, cuyo encargado era el Doctor Enrique Peña, se reunieron en el edificio central a una serie de profesores de matemáticas y física, algunos de ellos habían obtenido recientemente el grado de maestría. Estas reuniones eran presididas por el Secretario General de la UNISON (Lic. Raúl Valderrain Otero). En ellas se analizaron las dificultades y las posibilidades de iniciar grupos de investigación. No se llegó a establecer en esas fechas ningún grupo, porque el organismo impulsor de la investigación en el país, el CONACYT, atendía más bien grupos que ya estuvieran desarrollando investigación (Jáuregui, 2002).

Posteriormente, la SEP impulsó a grupos de investigación en formación de las universidades públicas. Al mismo tiempo profesores de física de la UNISON, con el apoyo de investigadores reconocidos como el Dr. Carlos Ruiz Mejía, del Instituto de Física de la UNAM, quien dio su aval para un proyecto de creación de un grupo de investigación sobre Centros de Color, presentaron a la SEP proyectos de arranque de la investigación en el campo de la física. Otro de los proyectos presentado por los físicos estaba enfocado al Aprovechamiento de Energía Solar. Estos dos proyectos fueron financiados en 1978 por la SEP y se considera a este año como el de la fundación de este Centro.

En cuanto a la situación de los maestros que recibieron este apoyo y que se dedicaron a la investigación, tenían el problema de desempeñar, al mismo tiempo, las

actividades de docencia e investigación. La administración central universitaria separó a estos maestros de la Escuela de Física y los ubicó en el edificio del Museo y Biblioteca, donde se construyeron cubículos. A esta nueva zona del Museo se le llamó Laboratorio de Física, al mismo tiempo que se descargaba parcialmente de las actividades docentes a los maestros que iniciaban investigaciones en física. Esta fue una de las primeras medidas institucionales orientadas al apoyo y reconocimiento de la investigación en física.

En 1978, con el apoyo de DGICSA-SEP, se iniciaron dos proyectos de investigación en el área de física, lo cual sirvió de punto de partida para promover y fomentar otras líneas de investigación en esta ciencia y crear así la infraestructura en equipo y humana necesarias para la formación de un Centro de Investigación en Física (CIFUS); estos dos proyectos tenían tres investigadores; pero doce años después, en 1990, el proceso de crecimiento de este centro ha sido acelerado, pues contaba ya con 21 plazas de investigador y una nómina de 50 personas: 5 doctores, 14 con maestría y 1 con licenciatura, además de técnicos y administrativos que desarrollaban 24 proyectos de investigación (año 1990). Los objetivos del CIFUS son: organizar, realizar, promover y asesorar investigación científica, tanto básica como aplicada en física y en campos interdisciplinarios; formar investigadores en física; difundir de manera más amplia los conocimientos de la física y formar personal docente altamente capacitado. El tipo de investigación que se desarrolló, desde un principio en este centro fue del tipo de investigación básica. Una vez que se tuvo el número suficiente de investigadores, el CIFUS inició la Maestría en Física en 1984.

5.4 El Centro de Investigación en Polímeros y Materiales (CIPYM). Este centro se inicia en 1979, cuando se incorporan un grupo de profesores que emprenden labores de investigación en este campo. Se funda en 1981 enfocando sus trabajos en el desarrollo de nuevos materiales funcionales, con los objetivos de: 1) desarrollar nuevos polímeros y materiales orgánicos e inorgánicos, 2) formar investigadores capaces en esta área y 3) contribuir al desarrollo tecnológico en estas áreas. Una vez lograda la consolidación del CIPYM, en 1984 se inició el programa de maestría en polímeros y materiales. En el Acta del Consejo Universitario del 16 de enero de 1984 quedó aprobada esta maestría; en la misma sesión se había aprobado la maestría en física y también se solicitaba la creación de la maestría en metalurgia. En esta sesión surge una discusión sobre la ubicación de estas maestrías ya que se decía “deberían asignarse a las Unidades Académicas correspondientes (...) adaptarlas a los departamentos” existentes (Acta-CU 105, 1984: 21). En 1990 se habían titulado 6 egresados del programa de Maestría en Polímeros; estos alumnos seleccionaron algún tipo de material polimérico, compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos para llevar a cabo su investigación.

En 1986, una vez que egresó la primera generación del programa de maestría se empezó a preparar un programa de doctorado en ciencias de materiales. Este programa fue el primero en su tipo en la UNISON, para dicho programa se dio un curso propedéutico en 1989 y para septiembre de 1990 se aceptaron los alumnos de la primera generación. Cabe destacar el apoyo en varios proyectos de este centro (entre ellos, los estudios de posgrado), aparte de los organismos nacionales, por la Japan International Cooperation Agency, que envió peritos con grado de doctor y donó equipo y materiales para laboratorio. Hasta 2001 este departamento ha formado a 5 doctores en la especialidad. Para 1999 el DIPYM había publicado 44 artículos en

17 revistas especializadas, en el nivel internacional del área de polímeros y materiales.

5.5 El Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa. El Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa se creó en 1984, adscrito al Dpto. de Matemáticas, con los siguientes propósitos: 1) la formalización y actualización de profesores de matemáticas y 2) la investigación y difusión de los problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y sus soluciones como una materia fundamental para la formación de mejores cuadros profesionales en ciencias e ingeniería que impactan los requerimientos del desarrollo industrial. Sus orígenes están en el CINVESTAV, cuando esta institución se propuso formar, en 1980, un grupo nacional con la participación de diez universidades, entre las que se encontraba la UNISON, un programa de maestría en matemáticas educativas, que luego abrirían programas similares en cada una esas universidades. Se inició una licenciatura en enseñanza de las matemáticas en todo el país, en Sonora se atendieron 400 profesores de educación media superior y superior.*

Este centro estaba enfocado a la investigación educativa. Sus tres líneas de trabajo son: la investigación de los problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, la difusión y el intercambio académico. En la primer línea participa en el Programa Nacional de Formación y Actualización de Profesores de Matemáticas de la SEP. Ofrece desde 1990 la Maestría en Matemática Educativa.

5.6 El Centro de Investigación y Servicios en Ingeniería (CISIUS). En 1958 se refunda –había sido cerrada en 1953– la Escuela de Ingeniería Civil, siendo

* Entrevista al Mtro. Agustín Grijalva Monteverde, coordinador de la Maestría en Matemática Educativa

la primer carrera en el ramo de las ingenierías, con la licenciatura en ingeniería civil; posteriormente se establece la carrera de ingeniero en minas en 1970 y en 1972 la carrera de ingeniero geólogo*, que a partir de 1985 se independiza para funcionar como Departamento de Geología.

Desde 1958 la Escuela de Ingeniería Civil se había dedicado exclusivamente a la docencia, sin incursionar en la investigación. En septiembre de 1985, un grupo de profesores y alumnos asumió la responsabilidad de organizar y realizar investigaciones formalmente. Este Centro se ha dedicado a las áreas de Geotecnia, Hidráulica y Computación. Los objetivos del CISIUS fueron: 1) participar en el desarrollo de nuevas metodologías para el progreso de la técnica, 2) participar en el mejoramiento de la enseñanza de la ingeniería, 3) fomentar entre maestros y alumnos el espíritu de la investigación y 4) hacer contacto profesional con el exterior a través de los servicios. En enero de 1987 el CISIUS fue aprobado como programa de la Escuela de Ingeniería (Sortillón, 1998: 305).

El siguiente cuadro presenta un resumen de los centros de investigación en la UNISON tomando en cuenta la fecha de su fundación, los campos de investigación y el inicio de los estudios de posgrado.

* Cabe apuntar que en 1974 se había instalado la Estación Regional del Noroeste perteneciente al Instituto de Geología de la UNAM.

Cuadro 8. Centros de Investigación de la UNISON de 1963 a 1985

Centro	Siglas	Año de fundación	Campos de investigación	Fundación del postgrado
Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas	CICTUS	1963	-Recursos naturales de la entidad -Servicios	-----
Centro Coordinador de Investigación en Alimentos	CCIA	1973	-Procesos en alimentos y almacenamiento de granos	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos 1981
Centro de Investigación en Física	CIFUS	1978	Básica y aplicada en física	-Maestría en Física 1984 -Doctorado en Física, 1995
Centro de Investigaciones en Polímeros y Materiales	CIPYM	1981	-Desarrollo de nuevos polímeros y materiales	-Maestría en Polímeros y Materiales, 1984 - Doctorado en Polímeros y Materiales, 1989
Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa	CIDME	1984	-Actualización de Profesores - Procesos de Enseñanza-Aprendizaje	Maestría en Matemática Educativa, 1990
Centro de Investigación y Servicios en Ingeniería	CISIUS	1985	-Geotecnia -Hidráulica -Computación	-----

Fuente: Construido a partir de los informes del Centro Coordinador de la Investigación y el Posgrado UNISON, 1982, 1985 y 1991

Es importante hacer notar que entre la fundación del primer centro de investigación, CICTUS en 1963, y el segundo, el CCIA en 1973 hay una diferencia de 10 años. Ambos centros tienen una orientación hacia la investigación aplicada en dos campos muy relacionados: el agropecuario y la transformación de sus productos, es decir, el procesamiento y conservación de los alimentos, lo anterior tiene su explicación histórica en la orientación que se dio a la investigación aplicada hacia las necesidades del sector productivo más importante de la entidad en esos años.

Para el establecimiento del tercer centro, CIFUS en 1978, sólo median cinco años, pero además existe una diferencia notable, este centro de investigación en el

campo de la física se dedica a la investigación básica, a la generación de nuevos conocimientos de una mayor generalidad, más “universales”, que los conocimientos específicos planteados por la investigación aplicada. Esta nueva orientación en la investigación universitaria se debe ahora a tendencias nacionales, influenciadas por las políticas de los organismos gubernamentales de impulso a la ciencia y también a la influencia que recibieron los profesores que realizaron estudios de posgrado en otras instituciones.

De 1978 a 1985 se fundan cuatro centros de investigación (CIFUS, CIPYM, CIDME y CISIUS), en ese mismo período se inician los esfuerzos institucionales para la organización de la investigación científica y tecnológica a través del Centro Coordinador de la Investigación y el Posgrado, estas acciones muestran como esta última década está marcada, tanto por los esfuerzos de la comunidad académica, como por las acciones de la institución, por un pronunciado fortalecimiento de la investigación en la UNISON. Es el tiempo más importante para el desarrollo de la investigación en la institución.

Otra característica de la década de 1980 se encuentra en la creación de los estudios de posgrado, que se da por iniciativa de los centros de investigación y que obedece a dos cuestiones: una, la necesidad de los mismos investigadores por reproducir y aumentar los recursos humanos para la investigación, y, por otro lado, las políticas de los organismos nacionales de fomento a la investigación, que recomiendan y apoyan el establecimiento de este tipo de estudios. Una diferencia que salta a la vista también, es que entre los centros de investigación, originados en la investigación aplicada no se ofrecen estudios de posgrado, como son los casos del CICTUS y del CISIUS aún si se toma en consideración el intervalo amplio de 22 años que separan la fundación de estos dos centros. En cambio los otros centros

ofrecen, en términos generales, los estudios de posgrado en un tiempo “mínimo”—en cuanto estos centros tienen el necesario personal académico preparado— así por ejemplo, el lapso de tiempo entre la fundación de los dos doctorados que ofrece la UNISON, el del CIPYM y el del CIFUS* median 6 años de diferencia respectivamente. Adicionalmente, el lapso de tiempo entre el establecimiento del doctorado, a partir de la fundación de los estudios de maestría, es menor en el caso del CIPYM, que es de cinco años, de 1984 a 1989, mientras que para el caso del CIFUS, es de 11 años, de 1984 a 1995. Una de las posibles explicaciones de estas diferencias en los periodos, se encuentra en los procesos de maduración disciplinaria distinta.

Además de los centros de investigación en ciencias duras y en ingeniería, la UNISON desarrolló centros de investigación orientados a las ciencias sociales. La diferencia con los centros de investigación en las ciencias sociales y humanidades de la institución —nótese que también la fundación de estos centros de investigación se da, mayormente, en la década de 1980— es que estos últimos centros se originan desde las escuelas o departamentos, pero no ofrecen estudios de posgrado y están, en términos generales, orientados a reforzar la docencia y sobre todo que no tuvieron continuidad, sino que fueron desapareciendo.

* Conviene aclarar que son los únicos doctorados existentes en la institución, además de estar reconocidos como de excelencia por el CONACYT, hasta el año 2000.

Cuadro 9. Centros de investigación correspondientes a las áreas de ciencias sociales y humanidades de la UNISON (1960-1990)

Centro	Siglas	Año de fundación	Campos de investigación
Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales	IIES	1960	Estudios económicos y sociales de diferentes Municipios
Instituto de Investigaciones Históricas	IIH	1974	Difusión e investigación para fortalecer la enseñanza
Letras y Lingüística	DLYL	1984	Investigación básica
Centro de investigación y Servicios en Psicología	CISPUS	1986	Investigación para fortalecer la enseñanza
Centro de Investigaciones Económicas y Sociales	CIES	1987	Investigación ligada a la docencia

Fuente: Construido a partir de informes del CCIP, 1982, 1985 y 1990

6. Organización institucional de la investigación en la UNISON. En 1978, la UNISON llevó a cabo una reforma en su organización académica donde se pretendía pasar de una estructura basada en escuelas a una departamental. Este proceso no se efectuó de manera completa, resultó más bien en un esquema de organización académica híbrida, que conjugaba escuelas, departamentos académicos y centros de investigación con una administración capturada por los intereses de grupo y facciones, y una creciente incapacidad de las autoridades para resolver las demandas académicas y las diferencias políticas y laborales de la institución.

Por un lado, la institución presentaba una organización académica heterogénea, híbrida, por el otro, la forma en que se fueron generando los diferentes grupos de investigación en la UNISON, tuvo como resultado el que, todavía en la década de 1970, la investigación se realizaba por grupos aislados. Estos grupos surgidos de la inquietud interna de los mismos investigadores, se habrían ido

fundando primero, ante la necesidad de resolver los problemas concretos que planteaba el desarrollo del Estado, y después también por el influjo de las políticas de las agencias gubernamentales encargadas de la ciencia. El interés de los académicos con el deseo de consolidar la investigación científica y al mismo tiempo con la necesidad de formar los recursos humanos necesarios para la reproducción de los mismos investigadores, vía los estudios de posgrado, también empezó a ser una exigencia en las políticas gubernamentales de impulso a la investigación.

Siguiendo las pautas nacionales, las autoridades académicas de la UNISON le asignan un peso cada vez más grande a la investigación científica en la universidad, como se establece en el documento "Investigaciones en Proceso" de 1980, donde se declara que: "la Universidad de Sonora crea, mediante la investigación, una base científica y tecnológica orientada a la resolución de los problemas regionales y nacionales que, a largo plazo, conduzca a la superación de nuestra rica y variada cultura nacional" (CCIP, 1982). Desde 1952 ya se advertía la necesidad de iniciar los servicios de investigación, pues se afirmaba que el desarrollo económico y social de la entidad demandaba un ritmo acelerado en la preparación de investigadores profesionales, sobre todo en las ramas agrícola, industrial y contable. Posteriormente (a partir de 1962), bajo los auspicios del Congreso Estatal de Industrialización del Estado de Sonora, se origina el primer centro de investigación de la UNISON, con el objeto de que sirviera como organismo de apoyo técnico a los planes de industrialización del Estado.

En un principio se planteó que la investigación debidamente consolidada se desarrollara en Centros o Institutos, mientras que los estudios de posgrado dependieran de una División de Estudios de Posgrado y los escasos proyectos de investigación "individuales", que generalmente se desarrollaban en las escuelas,

dependieran del Centro Coordinador de la Investigación, pero alentando a que estos últimos evolucionarán hacia Centros o Institutos.

En el período 1981 a 1984, el Consejo Coordinador de Investigación y Posgrado de la UNISON (CCIP), hizo un serio esfuerzo para conservar y estimular la investigación, esperando que, “permeara a todo el quehacer académico de la institución”, teniendo los siguientes objetivos: 1) establecer una sólida infraestructura en investigación; 2) coadyuvar a la solución de problemas planteados por la sociedad; 3) formar recursos humanos de alto nivel académico. Para cumplir estos objetivos se establecieron las siguientes políticas: i) institucionalizar la investigación con normas jurídicas; ii) vincular la investigación con la problemática del desarrollo regional y con la docencia; iii) formar recursos humanos a nivel de posgrado; y, iv) difundir los resultados de las investigaciones (CCIP, 1985: 21).

Fue propósito del CCIP, en aquella época, “conseguir la incorporación de estas actividades (de investigación) al resto de la estructura universitaria” (escuelas y departamentos)... Se pretende lograr la estrecha vinculación “entre la investigación y el posgrado, estando éste claramente sustentado en grupos con capacidad comprobada en realizar investigación productiva” (CCIP, 1985: 22). En 1984 la institución contaba con cerca de un centenar de investigadores y 54 proyectos de investigación. Asimismo se tenían 4 programas de posgrado (Administración, Alimentos, Física y Polímeros-Materiales). Se habían producido 10 artículos de investigación en revistas de circulación internacional. Se inició el doctorado en polímeros-materiales, que fue el primero en el país en esta disciplina. Se firmaron convenios de colaboración en investigación con 5 unidades académicas de la UNAM, con el gobierno de Japón y con instituciones nacionales e internacionales. La UNISON tenía en esos años 96 investigadores de tiempo completo, concentrados

la mayor parte en 4 centros de investigación; los otros hacían labores de investigación, en unidades encargadas de la docencia. El crecimiento futuro del número de investigadores se previó a través de un programa de superación del personal académico, del cual decían: “si bien es todavía incipiente, ya se contemplan medidas concretas”. En esa época estaban por regresar unos 10 becarios que la UNISON había enviado al extranjero; algunos más realizaban estudios doctorales en instituciones nacionales y un tercer grupo en maestrías internas de la UNISON (CCIP, 1985).

A finales de la década de 1980 y durante la siguiente, se incrementa la investigación en los departamentos, al mismo tiempo que varios de ellos ofrecen estudios de maestría. Este impulso en la investigación y el posgrado se debe principalmente a dos factores: las medidas de organismos gubernamentales como la SEP y el CONACYT y al marco institucional de la UNISON, que se reforma en 1991 para dar reconocimiento en la estructura organizacional de la institución a estas actividades.

En 1991 se produce un cambio en la normatividad de la UNISON con la llamada Ley 4, impulsada principalmente por el gobierno del estado y por un sector de las autoridades universitarias. Este sector consideró a la modernización de la Universidad como determinada por la innovación tecnológica del sector productivo, que requiere de un fuerte impulso a la investigación por parte de las instituciones de educación superior, y, por otro lado, “el nuevo mercado de servicios educativos que somete a las universidades a la competencia y a la calidad”, factores que implican la especialización de la institución, reformas a los planes de estudio y a la vinculación con el sector productivo y la optimización de los recursos (Flores, 1992: 3).

Los cambios establecidos por la Ley 4 dan pleno reconocimiento a la investigación, al quedar la estructura académica organizada en departamentos; en estos se deben desempeñar las funciones de investigación, docencia y extensión. Los investigadores, por un lado, tienen plena representación en los órganos colegiados académicos como los consejos académicos (máximo órgano académico de cada unidad regional) y el colegio académico (máximo órgano académico de toda la institución); por otro lado, según la ley, todos los académicos deben desarrollar actividades de investigación.

Sin embargo, el desarrollo en las actividades de investigación no ha sido homogéneo en las diferentes instancias de la universidad. Por ejemplo, si comparamos (en el año 2002) el número de proyectos de investigación y los apoyos financieros recibidos en la Unidad Norte (Caborca) y, por otro lado, solamente dos divisiones de Unidad Regional Centro (Hermosillo), las Divisiones de Ciencias Naturales y Exactas y la de Ingeniería. Se encontró que estas dos últimas divisiones presentaron conjuntamente 53 proyectos de investigación con un apoyo de 16,706,705 pesos, mientras que en las otras Unidades de la institución, sólo una división de la Unidad Norte presentó un proyecto de investigación que recibió apoyo de 20,000 pesos, es decir, unas 835 veces menos que las divisiones seleccionadas, como se puede apreciar más puntualmente en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Comparativo del apoyo a proyectos de investigación (año 2000) entre la totalidad de la Unidad Regional Norte y sólo dos divisiones de la Unidad Regional Centro

Características	Institución	No. Proyectos	Monto en pesos
Total de la Unidad Regional Norte			
Interno	UNISON	1	20,000
Externo	-----	-----	-----
SUBTOTAL		1	20,000
División de Ingeniería de la Unidad Regional Centro			
Interno	UNISON	3	250,000
Externo	CONACYT y OTROS*	5	3,497,350
SUBTOTAL		8	3,747,350
División de Ciencias Exactas y Naturales de la Unidad Regional Centro			
Interno	UNISON	15	281,500
Externo	CONACYT y OTROS*	30	12,677,855
SUBTOTAL		45	12,959,355

Fuente: Construida a partir de información proporcionada por la Dirección de Investigación y Posgrado de la UNISON, 2002.

* OTROS = Dependencias del sector social y productivo, de los gobiernos municipal y estatal e instituciones y organismos del extranjero.

7. Oferta educativa en las divisiones seleccionadas. En cuanto a la oferta educativa de nuevas carreras en la División de Ciencias Exactas y Naturales y la División de Ingeniería, se encuentra que ambas presentan una baja oferta; en la División de Ciencias Exactas y Naturales las primeras carreras datan de 1963 (Física y Matemáticas); en esta área se tardó 9 años para ofrecer una nueva Licenciatura (Geología) en 1972, pero, más aún, tuvieron que pasar 26 años para ofrecer otra nueva carrera (Ciencias de la Computación) en 1998. La División de Ingeniería

también presenta una escasa oferta para nuevas carreras. Desde la primer carrera que ofreció esta área (Ingeniería Civil) en 1958, con un promedio de cada 7 años se fueron fundando las carreras de ingeniería en química, minería e industrial, esta última en 1985, lo que quiere decir que desde hace 16 años no se abren nuevas carreras en ingeniería.

Cuadro 11. Oferta educativa de la División de Ciencias Exactas y Naturales y la División de Ingeniería de la Unidad Regional Centro y año de su fundación

Programas	Año de fundación
Lic. en Matemáticas	1963
Lic. en Física	1963
Lic. en Geología	1972 (1985*)
Lic. en Ciencias de la Computación	1998
Lic. en Tecnología Electrónica	1999
Ing. Civil	1958
Ing. Químico	1972
Ing. Minero	1978
Ing. Industrial	1985

*Esta carrera se ofrecía en 1972 como Ing. en Geología en la Escuela de Ingeniería Civil y en 1985 pasó al Departamento de Geología como Lic. en Geología.

La oferta educativa del nivel de posgrado que se ofrece en departamentos, que tradicionalmente estaban orientados a la docencia más que a la investigación, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 12. Posgrados desarrollados en Departamentos de la Unidad Regional Centro

Título de la Maestría	Departamento	Año de fundación	Áreas de estudio
Metalurgia Extractiva	Ing. Química y Metalurgia	1987	Ingeniería Minera
Geología	Geología	1990	Geología Regional y Yacimientos Minerales
Ciencia de Ingeniería	Ing. Química y Metalurgia	1998	Ingeniería Ambiental y Biotecnología

Fuente: Construido a partir del Catálogo de Programas de Posgrado 1998, Dirección de Investigación y Posgrado, UNISON.

De la oferta educativa de ambas divisiones se puede deducir que en el nivel licenciatura, en la División de Ingeniería no existen nuevas carreras desde hace 16 años y en la DCEN tuvieron que pasar 26 años para que esta división ofreciera dos nuevas carreras. Mientras que la oferta para nuevos posgrados (maestrías y doctorados) de la Unidad Regional Centro, en la década de 1990, más de la mitad (tres de cinco) pertenecen a las divisiones estudiadas, dos de la DI y uno de la DCEN.

8. La enseñanza y la investigación en el período 1991-2000. Uno de los problemas que tuvo la investigación en la UNISON fue la carencia de un marco jurídico legal sobre esta importante función universitaria. De 1953 a 1973 se reglamentó por la Ley de Enseñanza Universitaria No. 39, en la cual reservaba prácticamente la orientación de la investigación al rector y a los altos funcionarios de la institución. Con la promulgación de la Ley No. 103, en 1973, se hace más explícita la actividad de investigación, sin embargo, para finales de la década de 1970, el marco legal había quedado desbordado por el desarrollo de la misma investigación, pero ésta no tenía una representación legal donde se discutiera y decidieran los objetivos, políticas y

metodologías de la investigación (PDI 90-93,). A principios de la década de los ochenta se creó el Centro Coordinador para la Investigación y el Postgrado, al margen de una estructura legal. En la práctica este Centro se dedicó a realizar los trámites de financiamiento ante las instituciones externas y presentar los informes técnicos y financieros de los proyectos de investigación. Incluso las disposiciones organizativas que ya había generado no se encontraban sancionadas por el Consejo Universitario, órgano máximo de autoridad en la institución.

En el Plan de Desarrollo Institucional 1990-1993 de la UNISON se declara la falta de una estructura que abarque la totalidad de las actividades de investigación, lo que trae como consecuencia la ausencia de un órgano formal donde se discuta y oriente la función de investigación en la institución. Igualmente la falta de planificación y mecanismos para impulsar la investigación y la aprobación, seguimiento y evaluación de los proyectos.

En el año de 1991 entra la Ley 4, ley orgánica de la UNISON, donde los centros de investigación se establecen como departamentos con las funciones de docencia e investigación. Adquieren de esta manera el estatus en la estructura académica de la institución con representantes en los órganos de gobierno de la nueva estructura, con igualdad de derechos y obligaciones que los demás departamentos, donde también se establece que los académicos deben realizar funciones de docencia e investigación. En principio, la función de investigación queda establecida para los académicos de tiempo completo. Esta nueva estructura departamental permite organizar, en principio, las funciones de docencia e investigación de una manera más eficiente, sobre todo considerando la proliferación de establecimientos del nivel terciario en el estado.

En el nivel estatal, la problemática detectada para la educación superior local, por el Programa de Desarrollo Educativo del Gobierno del Estado de Sonora 1998-2003, es la siguiente: i) insuficiente correspondencia entre educación y sociedad; ii) carencia de oferta del nivel técnico superior universitario; iii) rigidez curricular para el ingreso; iv) retraso en la actualización de los planes y programas; v) indefinición para la calidad y evaluación y vi) débil investigación en el campo de la educación (Moreno, 2001).

En la década de 1970 sólo se ofrecían, en la entidad, unas cuantas licenciaturas de corte tradicional, mientras que en la década de los noventa existían más de 110 licenciaturas. Uno de los rasgos sobresalientes del sistema educativo superior de Sonora, es la tendencia en la década de los ochenta y consolidada en la de los noventa, del impresionante avance de la aparición de nuevas carreras ligadas a la ciencia y tecnología; siendo este aumento muy superior al registrado en las carreras consideradas como tradicionales y de corte administrativo (Moreno, 2000:). Estas nuevas carreras están relacionadas con la informática, microelectrónica, química, biología, geología, nuevos materiales, biotecnología, sistemas, geociencias, ecología, física, etc. Sin embargo, el número de alumnos inscritos a estas carreras sólo representa el 27.3% del total de la matrícula en educación superior en el estado.

La aparición de nuevas carreras en la entidad, se ve acompañada del surgimiento de nuevas instituciones educativas del nivel terciario de la educación que a fin de cuentas viene a representar una competencia fuerte para la UNISON; las instituciones varían desde las universidades corporativas (Universidad de la Comisión Federal de Electricidad, en la ciudad de Hermosillo), hasta nuevas universidades creadas por el gobierno estatal (Universidad de la Sierra en la población de Moctezuma), pasando por las Universidades Tecnológicas con fuerte

impulso de la SEP. Aunque muchas de las nuevas carreras están enfocadas a los nuevos campos de la ciencia y tecnología, la demanda estudiantil sigue orientándose hacia las carreras de corte tradicional.

En la UNISON, en 1989, el 60% del estudiantado estaba concentrado en las carreras de contabilidad, derecho, administración e ingeniería industrial, mientras que el 3% se encuentra en carreras como economía, sociología, matemáticas, física y geología. Otra característica es que en las décadas de los ochenta y noventa aparece un incremento notable de posgrados; considerando sobre todo que anteriormente sólo se ofrecían dos posgrados en administración, uno por la UNISON (iniciado en 1978) y el otro por el Instituto Tecnológico de Sonora (iniciado en 1975). Doce años después, en 2001, la distribución de la matrícula del nivel licenciatura tiene un perfil similar: el 67.1% se concentra en el área de ciencias sociales y administrativas, el 15% en carreras del área de ingeniería, el 9.0% en ciencias biológicas y de la salud, el 3.5% en ciencias naturales y exactas y el 4.6% en educación y humanidades (PDI, 2001: 25)

De la segunda mitad de la década de 1990 la investigación científica se ha extendido a los diferentes departamentos de la UNISON, en donde tradicionalmente eran departamentos dedicados a la docencia. Lo anterior obedece, por un lado, al citado cambio de régimen normativo en que se establece que los diferentes departamentos de las divisiones deben llevar a cabo investigación, por otro lado se establece también que los profesores deben desempeñar actividades de docencia, investigación y extensión. Al mismo tiempo influyen las políticas públicas de organismos federales que promueven programas de estímulo académico, donde se da un peso importante a las actividades de investigación y que finalmente representa para el académico mayores percepciones económicas.

En cuanto al total de la oferta educativa de la UNISON de 1993 a 2000, ésta se elevó de 38 programas a 56 con 8 nuevas licenciaturas y 10 programas nuevos de posgrado. Resalta el hecho de que dos de estos nuevos programas son interinstitucionales (Acuicultura en el Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y el de Geología). Sin embargo, la respuesta de la UNISON a los cambios en los planes de estudio y a la creación de nuevas carreras es un procedimiento muy lento.

En este período también se siguen ofreciendo estudios de posgrado en diferentes departamentos, pero se mantiene solamente la oferta de dos doctorados (física y polímeros). Así los departamentos que anteriormente se dedicaban mayoritariamente a la enseñanza en el nivel de licenciatura, en este período ofrecen estudios de posgrado e impulsan la investigación entre sus docentes. De las divisiones estudiadas, en la DCEN este impulso es mayor que en la DI.

Cuadro 13. Año de fundación de las licenciaturas y los posgrados en las divisiones seleccionadas de la UNISON, hasta el año 2000

División	Departamento	Licenciatura	Año	Maestría	Año	Doctorado	Año
Ciencias Exactas y Naturales	Física	Física	1963				
	Investigación en Física	Electrónica	1999	Física	1984	Física	1995
	Geología	Geología	1972	Geología	1990		
	Matemáticas	Matemáticas	1963	Matemática Educativa	1989		
		Computación	1998				
Ingeniería	Ing. Química	Químico	1972	Ciencias de Ingeniería	1999		
	Ing. Civil	Civil	1958				
		Minero	1978				
	Ing. Industrial	Industrial	1985				
	Investigación en Polímeros y Materiales			Polímeros y Materiales	1984	Polímeros y Materiales	1989



La oferta educativa de las dos divisiones seleccionadas presentan las siguientes características: en ambas, la fundación de las primeras carreras tiene lugar en las décadas de 1960 y 1970. Las carreras más recientes en la DCEN se fundan a finales de la década de 1990, es decir que se tarda casi treinta años para que esta división ofrezca una nueva carrera. En la DI las carreras de ingeniería se fundan desde la década 1960 y la última nueva carrera ofrecida por esta división en 1985.

En el nivel de posgrado, la oferta de maestría, en las dos divisiones, se instituyen entre 1984 y 1990. La DCEN ofrece tres maestrías, mientras la DI ofrece dos maestrías. En la oferta de estudios de doctorado, ambas divisiones ofrecen, cada una, un doctorado; el de polímeros (DI) fundado en 1985 y el de física (DCEN) en 1995. Ambos doctorados son los únicos que brinda la UNISON en sus tres Unidades Regionales.

Las actividades de investigación comenzaron en la década de los 1970 en los departamentos, de las áreas de ciencias e ingeniería, que antes de la Ley 4 (1991) eran centros de investigación (Investigación en Física y Polímeros). Por las razones apuntadas anteriormente, en la década de 1990, los departamentos que se dedicaban exclusivamente a la docencia, iniciaron labores de investigación (la totalidad de los departamentos de la DCEN y dos [de cuatro] de la DI).

De los departamentos de ingeniería, que antes se dedicaban exclusivamente a la docencia, el de Ingeniería Química es el único que ofrece estudios de maestría y tardó 17 años, desde su fundación, para ofrecerlos en el año de 1999.

En el desarrollo histórico de las actividades de ciencia y tecnología de la UNISON se puede anotar que en la década de 1950 las relaciones entre el gobierno estatal y la Universidad eran muy estrechas. Al gobierno estatal le

interesaba principalmente la modernización de la agricultura y la ganadería y por tal motivo apoyó las acciones encaminadas a fortalecer la preparación de profesionistas y técnicos en estas áreas, recayendo sobre la institución la formación de estos profesionistas, acción que se vio plasmada en la Escuela de Agricultura y Ganadería con su avanzado –para esa época– Laboratorio de Investigación.

Para principios de la década de 1960 el gobierno de la entidad impulsó el Plan de Industrialización de Sonora, asignándole otra vez a la UNISON la formación de ingenieros que las industrias irían necesitando al establecerse en el estado. Esta formación se concretó en la Escuela de Ciencias Químicas y la creación del primer centro de investigación de la Universidad, el CICTUS, dedicado principalmente a la investigación aplicada. En estas dos últimas décadas el factor externo principal para el desarrollo de la investigación lo constituyó el gobierno del estado.

En la década de 1970 se fundaron los centros de investigación básica en física y en polímeros; para la siguiente década (1980) se establecieron uno de investigación en matemáticas educativas y otro dedicado a servicios de ingeniería. En estas décadas (1970 y 1980) la influencia principal para la fundación de centros de investigación lo constituyó el impulso de las agencias gubernamentales como la SEP y el CONACYT a la investigación en las instituciones públicas de educación superior del país.

A partir de 1991 se establece que todos los departamentos de la UNISON tengan programas de investigación (Ley 4), al mismo tiempo que se impulsan los programas de posgrado como una consecuencia de las políticas de fortalecimiento a la investigación en la Universidad. Sin embargo, a pesar de estas medidas, la proporción de académicos dedicados a la investigación en el año 2000 es todavía una minoría, 10% aproximadamente.

En el siguiente capítulo se analizan las relaciones entre el conocimiento científico y técnico en la UNISON, considerando los factores internos y externos que la influyen.

Bibliografía del Capítulo 2

- Acosta, Silva Adrian** (1997): *Estado, políticas y universidades en un periodo de transición 1984-1994*. Tesis Doctoral FLCS.
- Acta CU**: Acta de Consejo Universitario No.105
- Canale, R. Moisés** (1963): *Informe del Rector Dr. Moisés Canale R. 1962-1963* en Revista de la UNISON, p.35. ed. UNISON. México
- Castellanos, Miguel** (1992): *Historia de la Universidad de Sonora*, ed. STAUS, México
- CCIP**, (1982): *Investigaciones en proceso. 1980-1981*. ed. Universidad de Sonora. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado. México.
- CCIP**, (1985). *Investigaciones en proceso 1981-1984*. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado, UNISON, México
- CCIP**, (1990): *La investigación científica en la UNISON*. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado, UNISON, México.
- Encinas Luis**, (1957): *Reflexiones y Metas*. Ceremonia de Inauguración de Cursos 1957-1958. Rector Lic. Luis Encinas, en Revista de la Universidad de Sonora, No. 2, Sep-Nov. 1957, p.5
- Encinas Luis**, (1962) *Primer Informe de Gobierno del Lic. Luis Encinas J. Gobierno del Estado de Sonora*, 16 de Septiembre de 1962, p.35
- Encinas Luis**, (1963) *Segundo Informe de Gobierno del Lic. Luis Encinas J. Gobierno del Estado de Sonora*, 16 de Septiembre de 1963, p.38
- Flores, Rubén** (1992): *La modernización de la UNISON*, Revista de la UNISON, ed. 50 Aniversario 1992, p.3. ed. UNISON. México
- Jáuregui, Antonio** (2002): Entrevista al Mtro. Antonio Jáuregui del Departamento de Física, Mayo 2002
- Jiménez Ornelas Roberto** (1987): *El Colegio de Sonora*, Memorias del XV Simposio de Historia de Sonora, ed. UNISON, México
- Jiménez Ornelas Roberto** (1989): *La Cruz Gálvez*. Memorias del XVII Simposio de Historia de Sonora, ed. UNISON. México
- Mendivil, Rincón José Abraham** (1939): *La Universidad de Sonora desde su formación*. Revista de Sonora. Mayo 1939. México
- Moreno Moreno Prudenciano** (2001): *El sistema educativo en Sonora*. ed. UPN, 2001. México
- PDI 90-93**, Plan de Desarrollo Institucional de la UNISON, 1990-1993. ed. UNISON. México
- Puebla, Manuel** (1963): *Informe del Director de la ECO*, Revista de la UNISON, ed. UNISON. México
- Quiroz, Martínez Manuel** (1953): *Informe del Rector de la UNISON*. ed. UNISON, México
- Rodríguez, Jiménez José Raúl** (2000): *Mercado y profesión académica en Sonora*, ed. ANUIES, México.
- Sortillón, Manuel de Jesús** (1998): *Historia de la UNISON y de la Escuela de Ingeniería*, ed UNISON, México

Capítulo 3

LA RELACIÓN ENTRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA UNIDAD REGIONAL CENTRO DE LA UNISON

Introducción. El objetivo de este capítulo es conocer las relaciones existentes, entre las áreas de ciencia e ingeniería de la institución*, en las actividades de docencia e investigación. Se toma en consideración diferentes influencias, entre ellas, los nuevos modos de producción del conocimiento en las instituciones de educación superior.

Para desarrollar este propósito se seleccionaron la totalidad de los departamentos (ocho) de las divisiones de Ciencias Naturales y Exactas y la de Ingeniería de la Unidad Regional Centro de la UNISON, señalando sus características, se llevó a cabo una comparación entre estas divisiones. Se reportan las coincidencias, pero sobre todo las diferencias en los indicadores de: oferta educativa, caracterización del personal académico, actividades de investigación y funcionamiento de las academias en las divisiones seleccionadas. Finalmente se estudiaron tres grupos de investigación de carácter multidisciplinario que pertenecen a estas divisiones. Se perfilaron las posibles causas del estado de las relaciones entre estas áreas del conocimiento en la institución.

1. Factores internos y externos que influyen sobre la relación entre la ciencia y la tecnología. Para el estudio de las relaciones entre la ciencia y la tecnología en la UNISON, es importante cuestionar cómo y en qué medida las actividades de ciencia y tecnología son facilitadas o inhibidas tanto por factores externos como internos, que impulsan, reproducen o frenan estas relaciones. El estudio social del quehacer

* El estudio está restringido a las divisiones de Ciencias Exactas y Naturales (DCEN) y de Ingeniería (DI) de la Unidad Regional Centro de la UNISON.

científico y tecnológico requiere también de conocer las opciones sobre las orientaciones que se dan a estas actividades y las circunstancias bajo las cuales se llega a esas decisiones. Explicar los avances y retrocesos en el proceso de consolidación de la ciencia y la tecnología como resultado de las decisiones tomadas por sus protagonistas en un contexto de oportunidades históricas y sociales, en parte reales y en parte imaginarias, que cada quien percibe desde un punto de vista particular, forjado en el transcurso de su experiencia de vida (Bartolucci, 2000).

La ciencia, como todas las demás instituciones sociales, debe estar apoyada por valores de grupo (*ethos*), éste es un complejo de valores y normas que todo hombre de ciencia considera como obligatorio. Esto no significa que la ética científica tenga un código formal de referencia (explícito), Merton lo infirió del uso y la costumbre de estas comunidades:

La ética de la ciencia es ese complejo de valores y normas afectivamente templados que se consideran obligatorios para el hombre de ciencia. Las normas se expresan en forma de prescripciones, proscripciones, preferencias y autorizaciones. Se legitiman en relación con valores institucionales. Estos imperativos, transmitidos por el precepto y el ejemplo y reforzados por sanciones, son interiorizados en grados variables por el científico, formando así su conciencia científica. Aunque el ethos de la ciencia no fue codificado, puede ser inferido del consenso moral de los científicos expresado en el uso y la costumbre. (Merton, 1984: 637).

El desafío es entonces, bajo esta perspectiva, elucidar el desarrollo de la ciencia y la tecnología como un proceso cultural peculiar identificando los factores internos y externos, o si se prefiere, factores intelectuales (basados en ese consenso moral de los científicos) y factores sociales que impulsan y reproducen dicho desarrollo.

El estudio sociológico de la ciencia considera a la actividad de los hombres de ciencia, más que una carrera por la búsqueda de la verdad científica, como el establecimiento consensual en la búsqueda de los paradigmas científicos, según la propuesta de Khun (1971: 15). Se analiza entonces, los procedimientos internos mediante los cuales los científicos hacen progresar e impulsar a la ciencia y las estructuras que la sustentan. Este análisis comprende la descripción del sistema de valores, junto con un análisis de las instituciones mediante las cuales el sistema científico y tecnológico es transmitido y fortalecido.

Desde un punto de vista empírico el estudio consiste en relacionar algunos momentos clave en el proceso de fortalecimiento de las actividades de ciencia y tecnología de la institución, analizar hasta qué punto este proceso es explicado por la conducta de algunos de los personajes claves involucrados, directa o indirectamente, en la definición de la concreción de ese proceso.

Una influencia externa importante en la actualidad, sobre las actividades de ciencia y tecnología, se encuentra en lo que Gibbons (1997: 9) establece como la aparición de un nuevo modo de producción del conocimiento. Sin calificar a este nuevo modelo, lo importante es que está ocurriendo con mayor frecuencia en la frontera de los campos de la ciencia-tecnología y entre los líderes de dichos campos. Los cambios que está produciendo este nuevo modelo son profundos, llegando a cuestionar las instituciones que se dedican a la producción de nuevos conocimientos, como son: universidades, institutos de investigación y laboratorios de grandes empresas. Este modelo, al que Gibbons llama modo 2, se contrapone al modo 1 de producción de conocimiento cuyo ideal es la física empírica y la matemática newtoniana y que ha ido creciendo hasta controlar la difusión del modelo newtoniano a más ámbitos de la investigación. La tendencia del modo 1 es sintetizar en una sola

frase normas cognitivas y sociales que deben seguirse en la producción, legitimación y difusión del conocimiento. En el modo 1, el contexto donde se desarrolla es el de los académicos en comunidades específicas, siendo su enfoque netamente disciplinar.

En el modo 2, según Gibbons, el control de calidad se hace más dependiente del contexto y del uso, adoptando formas más transitorias y temporales, las normas son más fluidas con criterios de excelencia extras a las tradicionales de las ciencias, como pueden ser la eficiencia o la utilidad. La producción del conocimiento tiene así una estructura en que el descubrimiento, la aplicación y el uso se encuentran estrechamente integrados, esto debido principalmente a la expansión del mercado para el conocimiento y a la creciente comercialización de la ciencia. El enfoque del modo 2 es básicamente transdisciplinar.

La futura configuración de la producción del conocimiento debe verse en el contexto de la naturaleza cambiante de la economía global y en las siempre nuevas configuraciones del conocimiento. En este ambiente de incertidumbre y de volatilidad, la planificación se convierte en sí misma en un experimento y se le debe considerar como parte de un proceso experimental de aprendizaje social a largo plazo.

Otro aspecto que ha influido sobre las actividades de ciencia y tecnología es que después de la Segunda Guerra Mundial se ha experimentado, en los países desarrollados, un rápido crecimiento en el desarrollo de una educación superior masificada. Se han observado, por ejemplo, cambios en el carácter y aspiraciones del cuerpo estudiantil, en los currícula, en las formas de gobierno, en las relaciones estudiante-profesor, en el financiamiento y en las interacciones con otros sectores de la sociedad. La educación superior masificada también ha creado un crecimiento del mercado para nuevos productos comerciales, fundamentalmente porque aporta la

base desde la cual han podido generarse las industrias del conocimiento; además de apuntalar la amplia distribución de la iniciativa y la innovación en la economía y ampliar el conocimiento científico y difundirlo en la sociedad (Gibbons, 1997: 116).

Los cambios emergentes en la producción de nuevos conocimientos, que se están dando en las sociedades contemporáneas desarrolladas, también empiezan a influir en las instituciones que producen conocimiento, como las universidades; estos cambios se empiezan a filtrar también hasta en las instituciones de educación superior de los países subdesarrollados. Por eso es importante que en el estudio de las relaciones entre la ciencia y la tecnología en los establecimientos de educación superior se consideren los factores internos, como pueden ser cambios en la estructura organizativa de la institución, que impulsen o inhiban las actividades de ciencia y tecnología. Pero también son importantes los factores emergentes en la producción del conocimiento y que, por decirlo así, ya están llamando a la puerta.

Por otro lado, algunos autores establecen, respecto a la investigación, que en las universidades públicas del país los grupos de investigadores o investigadores solitarios han hecho posible proyectos y programas que tienen muy poca pertinencia social, escasa viabilidad económica, que aportan poco o nada al desarrollo del conocimiento en los diversos campos y disciplinas, y que tienen poco que ver con el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos de las diversas carreras (Acosta, 2001: 58).

En el caso particular de la UNISON, las repercusiones de esos cambios emergentes se pueden detectar, por ejemplo, en que las instancias federales están exigiendo cambios a los planes de estudio de las carreras de ingeniería, que comprenden la reducción de horas y créditos para las materias básicas de matemáticas y física. Esta exigencia de menos horas-aula está acompañada de

propuestas sobre mayor participación de los alumnos en su propio aprendizaje, junto a la posibilidad de una formación multidisciplinaria y a la posibilidad de apoyos financieros. Lo anterior implica cambios fuertes en la preparación de los profesores de esas materias básicas aunado a la necesidad del uso de nuevas técnicas en la enseñanza (Yeomans, 2003).

Después del rápido recorrido sobre los estudios de la ciencia, en este trabajo se decidió utilizar como categorías analíticas: la oferta educativa en los niveles de licenciatura y posgrado, matrícula en estos niveles, el reconocimiento en el padrón de excelencia del CONACYT; rasgos de la planta académica como la escolaridad y pertenencia al SNI, formación de estructuras académicas inducidas por las agencias federales en la rama de la educación y la investigación (por ejemplo, los Cuerpos Académicos); apoyo a proyectos de investigación, la producción de publicaciones; y, el desempeño de los cuerpos colegiados básicos (las academias). Se considera que estas categorías de análisis es una primera aproximación al estudio de las relaciones entre las actividades de ciencia y de la ingeniería en la institución.

Las líneas teóricas y los criterios de comparatividad, mencionadas anteriormente, permitirán estudiar, en especial, a las comunidades de académicos que se dedican a la enseñanza y la generación del conocimiento científico y tecnológico en las divisiones seleccionadas de la UNISON, tanto en sus estructuras internas como en los factores externos de otras comunidades académicas para modular la creación del conocimiento científico del establecimiento. Se parte de la emergencia de nuevos modos de producción del conocimiento y de cómo se están atendiendo estas influencias en las actividades de investigación y docencia en los campos de ciencia y tecnología. En una universidad en que aproximadamente el 10% de su personal académico se dedica actualmente a la actividad de investigación en ciencia y

tecnología, también de qué manera el modo 2 de producción del conocimiento está influyendo con cambios radicales sobre este pequeño grupo de académicos.

1.1 Influencias laborales y políticas sobre la actividad de investigación en la institución. Un aspecto de carácter histórico interno es que durante los primeros 28 años de existencia de la UNISON (1942-1970) la reglamentación institucional del trabajo académico ocupó una posición secundaria en la legislación universitaria. Se exigía fundamentalmente contar con título universitario o bien demostrar facultades y conocimientos en la materia de contratación, poseer destrezas pedagógicas y tener conducta honorable (Rodríguez, 2000: 94). Estas condiciones laxas para el trabajo universitario van a marcar el desempeño futuro de la institución en la labor de investigación.

Uno de los protagonistas más importantes de la década de 1980 en la UNISON, lo fue el sindicalismo universitario; la conducción de la institución se modulaba por los cotos de poder de los diferentes grupos, que obligaba a los demás actores universitarios (autoridades, profesores, estudiantes) a tomarlo en cuenta para cualquier tipo de negociación de los cambios académicos o administrativos (Acosta: 1997). En los primeros años de la década de 1980 la UNISON también registra incrementos notables en matrícula, puestos académicos y oferta educativa e inicia una amplia reforma académica y administrativa. El Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad de Sonora (STAUS) tiene un papel destacado en la reglamentación del trabajo académico, tanto en la permanencia como en la promoción del personal académico, el STAUS impulsa el Estatuto de Personal Académico que junto con el Contrato Colectivo de Trabajo, norman las relaciones laborales entre la institución y su personal académico. Desde esa época y hasta la fecha los concursos de oposición y curricular son los mecanismos mediante los

cuales se selecciona a los candidatos a ocupar vacantes de personal académico y constituyen el mecanismo normal de ingreso a la planta de profesores de la institución. En el caso de la definitividad laboral de los académicos, ésta se adquiere mediante concursos de oposición, en cualquiera de sus modalidades (Rodríguez, 2000: 97). Así en el Contrato Colectivo de Trabajo está establecido que:

Es personal académico ordinario es el que tiene a su cargo las labores regulares de docencia, investigación, difusión y preservación de la cultura, y aquellas de naturaleza profesional o técnica correspondientes a las anteriores. Todo el personal académico ingresará a la Universidad mediante concurso por oposición o por evaluación curricular. C.32(CCT, 2001:) Los trabajadores académicos ordinarios por tiempo indeterminado ingresarán a la Universidad mediante concurso de oposición. Los concursos de oposición deberán cumplir con lo establecido en el Estatuto. Cualquier infracción de los procedimientos de ingreso del personal académico por tiempo indeterminado se considerará como violación a este Contrato. C.38(CCT, 2001:)

La situación interna de la institución llegó a un alto grado de politización e ingobernabilidad hasta que a principios de la década de 1990 se destrabó con la aprobación de la Ley 4 y la reestructuración organizativa de la institución (1991), estableciendo la departamentalización; se le dio estatus institucional a la investigación y se decretó que todos los departamentos deberían iniciar, fortalecer e impulsar las actividades de investigación, las que anteriormente sólo en pocos departamentos se llevaban a cabo.

Sin embargo, la orientación del quehacer académico no tiene lugar en las organizaciones básicas, es decir, en las academias, sino sólo en instancias cupulares como el Consejo Divisional, el Consejo Académico y el Colegio Académico. En estos cuerpos si bien es cierto que la elección, de una parte de sus miembros, es por votación de académicos, estudiantes y trabajadores*, la comunicación entre los

* Por ejemplo, en el Consejo Académico de la URC (máximo órgano colegiado de la Unidad) de un total de 81 miembros, el 40.7% está compuesto por autoridades universitarias con nombramiento de

representantes y los representados es bastante débil, en la práctica el análisis, la orientación de las actividades en investigación y docencia con sus interrelaciones, no se tratan en las pocas reuniones de las academias (como se verá adelante) ni tampoco en alguna otra instancia colegiada.

En este contexto laboral y de reformas estructurales, fue impulsada la investigación científica en la institución, fundamentalmente por factores externos (como se puntualizó en el capítulo 2 de este estudio): primeramente por influencia del gobierno estatal y después por influencia de las agencias federales encargadas de la educación superior y la investigación científica, también influyeron los intereses de los propios académicos que habían estudiado posgrado y se habían incorporado a la institución, fue así como algunos investigadores iniciaron las actividades de investigación.

2. Los espacios institucionales de producción de la ciencia y la tecnología en la UNISON (la organización institucional). Para estudiar la producción de ciencia y tecnología en la UNISON es necesario analizar la organización académica en la institución, sobre todo aquella ligada a la estructura organizativa en la que actualmente se desenvuelven los académicos universitarios, es decir, la estructura de las divisiones escogidas (DCEN y DI), sus departamentos y las academias que los conforman.

A finales de la década de 1980 coincidieron diversos procesos en la transformación de la institución. Por una parte, el gobierno federal instrumentó un programa de políticas públicas tendientes a modernizar las instituciones de educación superior nacional, sobre todo en lo que se refiere a la calidad, entre ellas figuraba la

confianza (Vicerrector, Directores y Jefes) el 59.3%, el restante es electo por la comunidad en los departamentos.

UNISON. El gobierno estatal, por su parte, tuvo el interés de adecuar la institución al desarrollo del estado y al mismo tiempo obtener legitimación ante la sociedad sonoreense. Finalmente los grupos estatales de poder aspiraron a participar en la toma de decisiones internas de la institución (Rodríguez, 2000: 83). Además conviene anotar la existencia de un grupo de académicos y autoridades universitarios que buscaban cambios en la institución con el fin de concluir con un largo proceso de turbulencias políticas. Estos diferentes intereses culminan con la nueva Ley Orgánica (Ley 4) de 1991 que lleva a cabo transformaciones en el gobierno universitario y la organización académica y administrativa.

Las transformaciones más destacadas en el gobierno universitario han dado origen a estructuras jerárquicamente diferenciadas por funciones y responsabilidades, sobre todo la separación entre órganos colegiados y personales, con lo cual la toma de decisiones se presenta como un proceso fluido y no conflictivo, además de que ha propiciado la emergencia de nuevos actores en el escenario político de la institución, especialmente los funcionarios (Rodríguez, 2003). Por lo que toca a la organización académica, los cambios más importantes son la estructuración de la institución bajo dos principios de ordenación. El primero ordena la unidad por campos del conocimiento, ello da lugar a las divisiones y los departamentos. El segundo principio es la ordenación de las actividades en docencia, investigación y extensión, lo que origina los programas de docencia y las academias. De acuerdo a la normatividad general de la UNISON, esta estructura permite el control y la flexibilidad de las actividades académicas (Rodríguez, 2000: 93).

La organización se completa con una instancia administrativa de mayor amplitud, la Unidad Regional, que estructura los campos de conocimiento y las actividades académicas en las sedes que mantiene la institución en las distintas localidades del

estado, a saber, Caborca y Santa Ana (Unidad Regional Norte, URN), Navojoa (Unidad Regional Sur, URS) y Hermosillo (Unidad Regional Centro, URC). Cada una de estas unidades está concebida como independiente entre sí, con órganos de gobierno, oferta educativa y funcionarios propios, lo que supone un alto grado de desconcentración institucional. Así, cada una de ellas cuenta con un Consejo Académico, un vicerector –responsables de las toma de decisiones– divisiones, departamentos y academias encargadas de ordenar los campos de conocimiento y las actividades académicas.

Una vez que han sido descritas las características formales de la organización académica, conviene ahora anotar algunos de sus rasgos concretos. En este sentido, de acuerdo a las unidades regionales, la institución muestra una marcada diferenciación, algunos datos confirman esta aseveración. Las unidades regionales Norte (URN) y Sur (URS), están integradas por 3 y 2 divisiones respectivamente. La URN comprende en sus tres divisiones un total de 5 departamentos, mientras que la URS, con dos divisiones, abarca un total de 4 departamentos. Por su parte la Unidad Regional Centro tiene otras características, cuenta con 6 divisiones y un total de 27 departamentos*.

Pero no sólo es la organización académica lo que torna diferentes a las unidades, si se observan algunos datos sobre los académicos, programas escolares, incluidos el posgrado, academias, proyectos de investigación, las diferencias adquieren mayor profundidad. Así, la Unidad Regional Centro cuenta con una marcada consolidación o mayor desarrollo que las otras dos unidades regionales, por ejemplo, en 1999, esta Unidad concentraba el 81% de la matrícula y del personal académico, además de ofrecer la totalidad de los 20 programas de posgrado y 27 de

* De estos departamentos, cuatro se encuentran en proceso de aprobación (Arquitectura, Medicina, Ing. Electrónica y Ciencias de la Computación)

los 29 programas de licenciatura, de toda la institución (Rectoría, 1999: 21-25). De estos datos resalta la conveniencia de analizar únicamente esta unidad regional en lo que se refiere a las actividades de ciencia y la tecnología de la institución, ya que es aquí donde se producen la inmensa mayoría de los proyectos de investigación y los programas de posgrado.

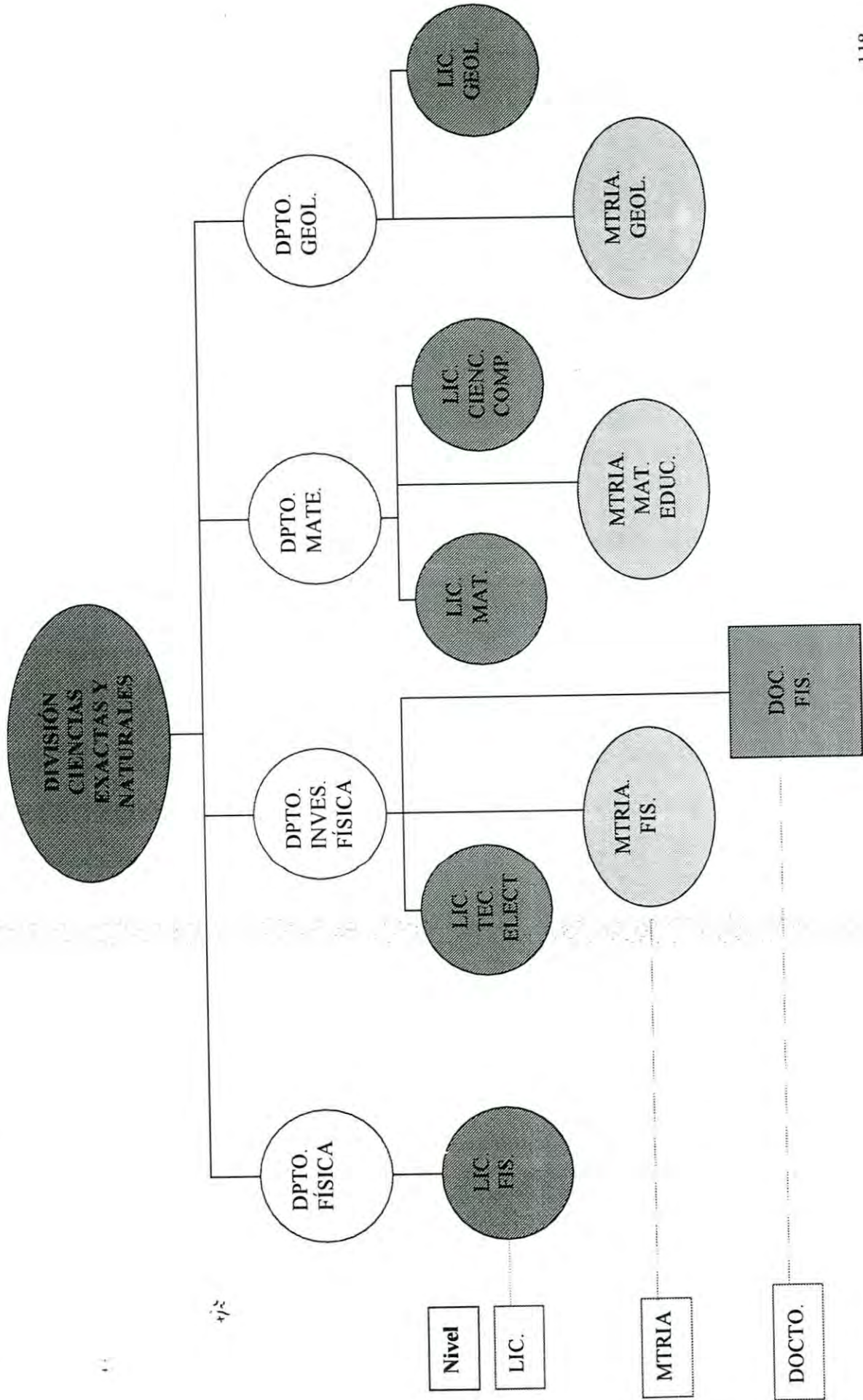
Desde el punto de vista de la estructura de la institución, el Estatuto General de la UNISON define, tomando en cuenta sus objetivos, a la División, al Departamento y a la Academia de la siguiente manera:

Las Divisiones que integran una Unidad Regional tienen como propósito fundamental cumplir los objetivos de la Universidad a través de la coordinación de programas de investigación, de docencia y de difusión de la cultura ... El Departamento es la organización académica básica de las Divisiones, constituido fundamentalmente para la investigación en disciplinas específicas o en conjuntos homogéneos de éstas, así como para desarrollar actividades de docencia y extensión... La Academia es una organización interna de los Departamentos cuyo propósito fundamental es desarrollar proyectos de investigación disciplinaria, en una especialidad o en especialidades afines; por lo mismo, estará formada por un número conveniente de miembros del personal académico relacionados con programas y proyectos de investigación definidos y con resultados publicados y reconocidos. Los miembros de la Academia deberán también impartir docencia y realizar actividades de extensión (Estatuto, 1993: 29-30).

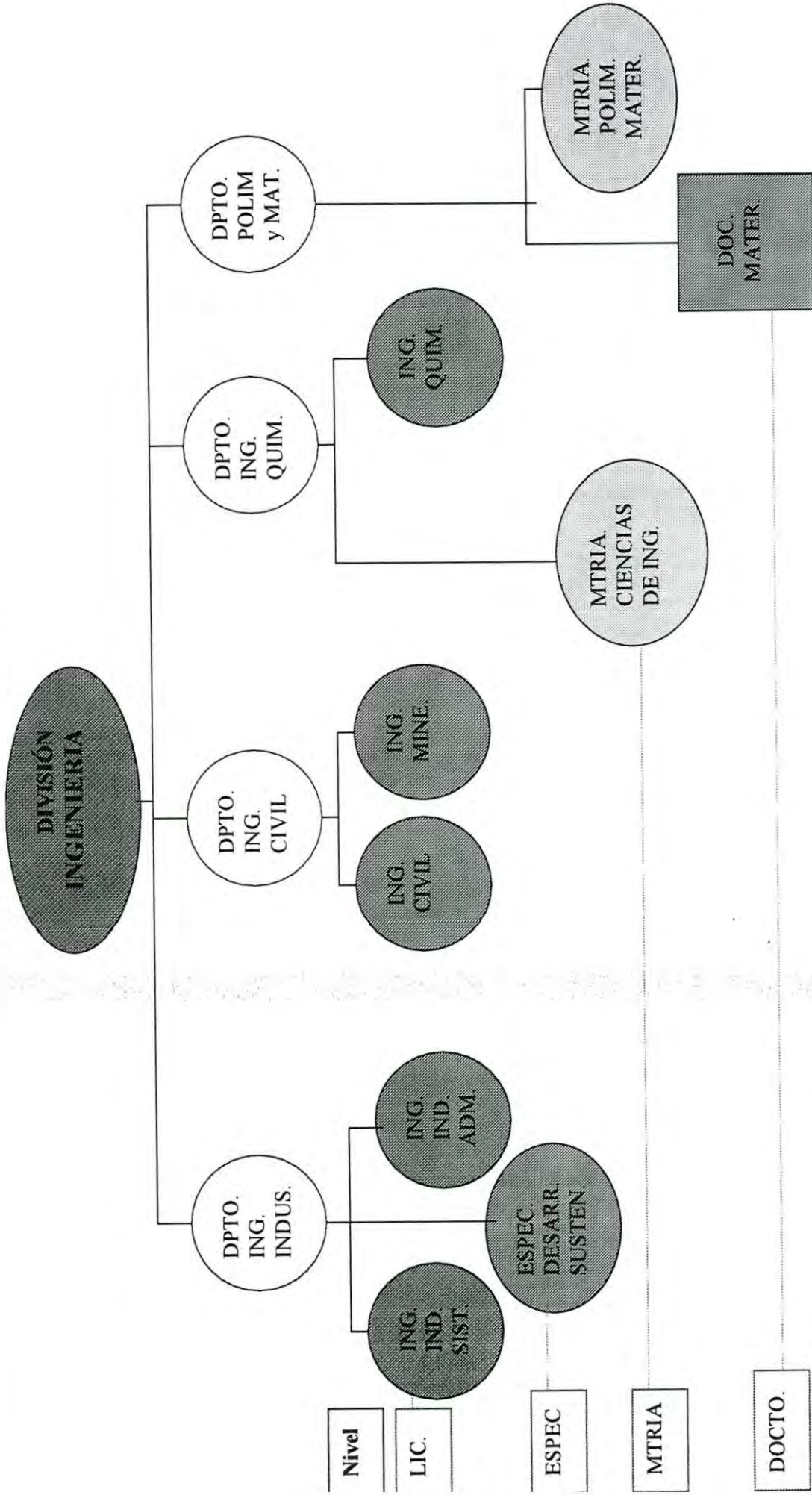
Las divisiones son, entonces, amplias agrupaciones por campos de estudio. El Departamento es una parte de las divisiones de menor amplitud y ofrece programas en ramas específicas que se ordenan por el sector de estudios que ofrece la institución y agrupan a los departamentos por áreas de conocimiento. Las academias deberían ser entonces, la organización colegiada básica del trabajo académico en la institución. De acuerdo a la organización institucional este trabajo enfoca a la

división y el departamento como primer nivel de observación. Paralelamente al nivel de organización, existen otros dos niveles que es necesario ubicar y analizar: el de las funciones y el del nivel de estudios. En el primer caso el acento está puesto en dos de las actividades fundamentales de la educación superior: la transmisión del conocimiento (docencia) y la producción del conocimiento (investigación), la actividad de extensión ha ido perdiendo interés y se ha debilitado.

Esquema 1. OFERTA EDUCATIVA



Esquema 2. OFERTA EDUCATIVA



3. Particularidades de las divisiones seleccionadas. La Unidad Regional Centro abarca un total de 27 departamentos distribuidos en 6 divisiones, dos de ellas, la DCEN y la DI, contienen una gran parte de los departamentos orientados hacia los campos de ciencia y técnica en la institución, estos departamentos constituyen 8 de los 12 dedicados a tales campos en toda la UNISON. Los 8 departamentos seleccionados cubren un total de 30 academias. Es en esta estructura organizativa donde se llevó a cabo la presente investigación.

3.1 La División de Ingeniería. Esta División comprende 9 programas de docencia, de los cuales 4 son programas de licenciatura, uno de especialidad, tres de nivel maestría y uno de doctorado. Al mismo tiempo esta división está conformada por cuatro departamentos y su personal académico se adscribe en alguna de las 13 academias existentes. Esta división recibe además el servicio docente externo* (en promedio el 25%) de seis departamentos que pertenecen a otras divisiones de la misma Unidad Regional Centro (PDD, 2000: 2)

En cuanto a la matrícula, en el año 2000, la División de Ingeniería estaba constituida por 3,290 estudiantes, de los cuales (98.94%) pertenecían a los programas de Licenciatura (Ingeniero Químico, Ingeniero Industrial y de Sistemas, Ingeniero Industrial Administrador**, Ingeniero Civil e Ingeniero Minero), mientras que 35 (1.06 %) eran alumnos de sus programas de posgrado (Metalurgia, Polímeros, Ambiental, Biotecnología y Desarrollo Sustentable).

La población estudiantil que han registrado los distintos programas de licenciaturas de la división ha sido muy variable pero siempre en forma creciente

* El servicio docente que se recibe consiste en materias básicas proporcionadas por profesores de otras divisiones de la institución y que responde al esquema de departamentalización de la UNISON.

** Ésta carrera fue suspendida y se encuentran cursándola los últimos estudiantes inscritos con anterioridad.

la totalidad de ellos, en tanto que de los programas de posgrado se detecta que su población estudiantil ha estado disminuyendo en los últimos años, y “ello (según el PDD, 2000) en gran parte es por la dependencia que se tiene del CONACYT en el ingreso a su padrón de excelencia”.

Entre las metas más importantes que se perciben en esta división se encuentra la mejora de la docencia:

Debido a que la población estudiantil va siempre en ascenso, por lo menos en los próximos cinco años, habrá más concentración de estudiantes en las carreras de ingeniería, para lo cual tendremos que estar preparados para atender académica y administrativamente a un mayor número de estudiantes, o soportar las presiones y elegir el número de alumnos de acuerdo a la capacidad real de atención y a los resultados de un examen, siendo que dicho examen debe ser elaborado cuidadosamente con la participación de expertos en el tema y de adscripción en ésta institución (PDD, 2000: 12).

Un estimativo del total de egresados de los programas de licenciatura de la división da 7,781 egresados desde 1958. El promedio de titulados es de aproximadamente el 35%. Este porcentaje está distante del valor promedio nacional que es del 44%, según datos de la ANUIES (2000) en lo referente a las carreras de ingeniería en el nivel nacional. No obstante lo anterior, hay constancia de que en los últimos diez años los departamentos han realizado acciones diversas para impulsar la titulación de sus egresados. Hoy en día, con la nueva modalidad de Disertación para Cursos de Titulación y/o por Trabajo Profesional, además de la opción tradicional de Tesis, se ha logrado atender a cientos de egresados de estos programas (PDD, 2000: 13), pero aún resulta insuficiente, por lo que la titulación en el nivel de licenciatura continúa siendo un problema para esta división.

De los programas de posgrado en la DI, la Maestría de Metalurgia y la de Polímeros y Materiales, así como el Doctorado en Ciencias de los Materiales, han

pertenecido al Padrón de Excelencia del CONACYT en varios períodos. Sin embargo, a la fecha sólo el Programa de Maestría en Polímeros y Materiales está dentro del padrón de excelencia mencionado, en la categoría de condicionado.

Actualmente el Programa de Doctorado en Ciencias de los Materiales está en reestructuración curricular, adosándose en dicha revisión doctoral las áreas de Metalurgia y Física de Materiales, con el propósito de ampliar la oferta en este programa, fomentar la labor académica y de investigación con un enfoque interdepartamental, y sobre todo que sea un programa más fuerte (PDD, 2000:19)

3.2 División de Ciencias Exactas y Naturales. Esta División está compuesta por 9 programas de docencia, de los cuales 5 son del nivel licenciatura, tres de nivel maestría y uno de doctorado. Al mismo tiempo esta división está conformada por 4 departamentos, con un total de 17 academias. La planta de profesores asciende a 261, de los cuales 52 tienen el grado de doctor, 60 tienen grado de maestría y 149 de licenciatura. Del total de maestros, 134 son de carrera (tiempo completo).

En lo que respecta a la matrícula, en el año 2000, la DCEN estaba integrada por 706 estudiantes, de los cuales 51 eran alumnos del nivel posgrado, lo que representaba el 7.22% del total. Se estima* que han egresado unos 410 de las carreras de licenciatura de la división, con una titulación cercana al 58.3%, destacándose el Departamento de Física con una titulación del 85%.

Esta estructura constituye el entramado organizativo donde se desenvuelven los actores académicos para la generación y enseñanza del conocimiento científico y tecnológico de la institución: qué es lo que se investiga, cómo se investiga, quiénes investigan y dónde se investiga; de la misma manera para la transmisión del conocimiento importó conocer: qué se enseña, cómo se enseña y quién lo enseña.

* Información transmitida por las jefaturas de los diferentes departamentos de las DCEN

En lo que toca a los programas curriculares de las divisiones estudiadas, las reformas en la formación profesional han conducido a que en la organización académica de la UNISON exista una relación formal entre los departamentos de ciencia y los de ingeniería, de tal manera que los primeros programan los contenidos y a los maestros responsables de impartir las materias de ciencia básica, es decir, el diseño de los *curricula* de esas materias para los alumnos de los primeros semestres de ingeniería. Sin embargo, una tendencia de los departamentos de ingeniería ha sido el querer impartir ellos mismos las materias de ciencias básicas (física y matemáticas). Se ha llegado al caso en que un departamento* decidió eliminar estas materias de ciencia, argumentando que el contenido y la forma de impartirlas no tenían utilidad en la carrera, sobre todo representaba una especie de “dique”, debido principalmente al alto índice de reprobación en dichas materias.

En lo relativo a las actividades de docencia e investigación, en términos generales, para la UNISON, es posible afirmar que la mayoría de los profesores no realiza labores de investigación, ya que esta actividad requiere de habilidades y destrezas que no todo académico logra desarrollar. Aunque el Estatuto General (1993) estipula que todo el personal académico de tiempo completo debe realizar tareas de este tipo, los académicos se consideran preferentemente docentes y esas son sus actividades prioritarias, de ahí que realizar investigación sea algo extraordinario (Rodríguez, 2000: 179).

4. Comparativo de las divisiones de Ingeniería (DI) y de la de Ciencias Exactas y Naturales (DCEN). Más allá de estas características generales, es necesario profundizar en el análisis de estas divisiones como los espacios institucionales de generación y

* Este fue el Departamento de Agricultura y Ganadería, a principios de la década de 1980

transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos. Con este fin se han considerado como criterios de comparatividad los siguientes: oferta educativa en los niveles de licenciatura y posgrado y matrícula en estos niveles; el reconocimiento en el padrón de excelencia del CONACYT; rasgos de la planta académica como la escolaridad y pertenencia al SNI, formación de estructuras académicas inducidas por las agencias federales en la rama de la educación y la investigación (por ejemplo, los Cuerpos Académicos); proyectos de investigación, la producción de publicaciones; y, desempeño de los cuerpos colegiados básicos, las academias.

En cuanto a la oferta educativa en el nivel de licenciatura, la DCEN ofrece una licenciatura más que la DI (5 y 4 respectivamente), con la peculiaridad de que la matrícula, para este nivel, es 4.72 veces menor que la matrícula de la DI (655 de 3091); la DCEN no ofrece ninguna especialidad, mientras la DI ofrece una, con 15 alumnos inscritos. Las dos divisiones ofrecen el mismo número de maestrías (3) con la particularidad de que la DCEN tiene el doble de alumnos en este postgrado (42 por 21). Igualmente las dos divisiones ofrecen un doctorado, sólo que, la matrícula en la DCEN es 4.5 mayor que en la DI (9 por 2).

Cuadro 14. **Oferta educativa de las divisiones escogidas**

Parámetros de comparación	DCEN	DI
<i>Oferta Educativa en Licenciatura</i>		
Número de Carreras	5	4
Matrícula en Licenciatura	655	3091
<i>Oferta Educativa en Posgrado</i>		
Pgma. de Especialidad	0	1
Matrícula en la Especialidad	0	15
Pgma. de Maestría	3	3
Matrícula en Maestría	42	21
Pgma. de Doctorado	1	1
Matrícula en Doctorado	9	2

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por las direcciones de las divisiones estudiadas

En cuanto al personal académico que labora en estas divisiones, su número es muy similar, existe una diferencia de 9.30% menor en el número de académicos adscritos a la DI, respecto a la DCEN; del personal académico de tiempo completo (PTC): el de la DCEN es mayor (134) que el de la DI (124) y el porcentaje de los PTC, respecto al total, es también un poco mayor en la DCEN (51.35%) que en la DI (48.63%).

En cuanto a la escolaridad de los académicos adscritos a estas divisiones, de los PTC de las divisiones estudiadas tienen las siguientes características, i) presentan un

“perfil deseable” 48 de la DCEN contra 11 de la DI*; ii) los académicos con grado de doctor son 52 en la DCEN contra 14 en la DI. Se concluye entonces que por los parámetros de las instituciones nacionales, por la escolaridad de estos académicos, la DCEN tiene un mayor número de profesores e investigadores mejor calificados que la DI.

Cuadro 15. Comparación del personal académico de las divisiones seleccionadas

Parámetros de comparación	DCEN	DI
<i>Características del personal académico</i>		
Personal Académico Tiempo Completo	134	135
Personal Académico Profesores de asignatura	122	71
Total	261	206
Número de alumnos por profesor (promedio)*	3.31	15.76
<i>Escolaridad de los académicos</i>		
Licenciatura	149	125
Maestría	60	67
Doctorado	52	14
Académicos, con “Perfil Deseable”	48	11

Fuente: Elaborado en base a la información proporcionada por las direcciones de las divisiones estudiadas

**Obtenido de dividir número de alumnos de las carreras entre el número de profesores en cada división*

Para comparar la actividad de investigación, un parámetro lo constituye el Cuerpo Académico, la DCEN tiene 6 Cuerpos Académicos registrados ante las instancias federales de educación, en comparación con uno solo en la DI. El Cuerpo Académico es definido por la SEP, como un grupo de profesores de tiempo completo que comparten una o varias líneas de investigación o de estudio en temas disciplinares o

* La SEP define el “perfil deseable” como el académico que tiene posgrado; desempeña funciones congruentes con programas de su dependencia; y, equilibra la docencia, la investigación y la extensión.

multidisciplinarios y un conjunto de objetivos y metas académicas. El cuerpo académico es entonces otro parámetro nacional para medir la “calidad” y obtener reconocimientos y apoyos en el campo de la investigación con criterios institucionales de nivel nacional.

Cuadro 16. **Comparación de la actividad de investigación en las divisiones seleccionadas** (año 2000)

Parámetros de comparación	DCEN	DI
<i>Reconocimientos a la investigación</i>		
Cuerpos Académicos	6	1
Miembros pertenecientes al SNI	37	10
Artículos publicados (Internacional y Nacional)	52 I* 18 N*	32 I 34 N
Proyectos-CONACYT	21	4

* *Artículos publicados en revistas internacionales (I) y nacionales (N) de calidad*

En cuanto a la actividad de investigación estos datos muestran que la DCEN tiene un mayor reconocimiento de sus académicos dedicados a esta actividad, por parte de las instancias federales encargadas del fomento a la investigación, así como la producción de estos académicos, medida por la publicación de artículos en revistas de calidad internacional. Vale la pena anotar que el Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales perteneciente a la DI es el departamento más calificado en cuanto a la actividad de investigación y el de mayor producción científica de esta División, pero analizando sus líneas de investigación y la orientación de sus investigadores, se podría clasificar dentro del campo de la investigación básica en el área físico-química, más que en el campo de la ingeniería.

En la actividad de docencia, otro de los parámetros que es interesante analizar es la “prestación de los servicios”, es decir, las materias que los departamentos ofrecen como *servicios* a otros departamentos de la UNISON. En la organización departamental

actual de la institución, las materias básicas de las carreras de ingeniería son impartidas por los departamentos de ciencias de la DCEN.

Existe una diferencia marcada en la prestación de los servicios, es decir, en las materias que los departamentos brindan a las licenciaturas de los propios departamentos de las DE o de otros departamentos en otras divisiones de la URC. La DI ofrece solamente servicios, a través del departamento de Ingeniería Civil al de Ingeniería en Minas, es decir, internamente al mismo departamento, mientras que la DCEN, por el alto número de materias de servicio que ofrece, tuvo la necesidad de que en dos departamentos (Matemáticas y Física) se estableciera una coordinación de los servicios en cada uno de estos departamentos. Dichas coordinaciones administran las materias de servicios llamadas también de "tronco común". Estos servicios comprenden un total de 2021 créditos de las materias que ofrecen internamente en orden de importancia los departamentos de: Matemáticas, Física, Investigación en Física y Geología y que van del 47.2% (Matemáticas) al 14.74% (Geología); recibe, en cambio, de otras divisiones de la URC servicios que representan sólo el 4.40% del total de los créditos en sus materias. Por otro lado, los servicios que prestan los departamentos de la DCEN a los distintos programas de licenciatura de otras divisiones de la URC son los siguientes: los departamentos de Matemáticas, Física y Geología brindan servicios a las licenciaturas de Ingeniería en las carreras de Civil, Minas, Química e Industrial de la DI, un total de 538 créditos con porcentajes que van del 23% al 35% de los créditos de cada licenciatura.

Para la oferta educativa, el número de carreras en el nivel de licenciatura que ofrecen ambas divisiones es prácticamente el mismo, pero la matrícula en la DI es 5 veces mayor que en la DCEN en este nivel. La oferta de posgrado, en el nivel de maestría, es el mismo número de disciplinas, pero la matrícula en la DCEN es el doble

que en la DI; en cuanto al doctorado, ambas divisiones ofrecen una posibilidad cada una, pero la matrícula es 5 veces mayor en la DCEN. Lo anterior se debe a que la DI atiende una demanda mayor en licenciaturas, mientras la DCEN atiende a una demanda mayor en el nivel de posgrado. Lo que también es un reflejo del peso mayor que tiene la investigación en la DCEN, dada la asociación que existe entre el desarrollo del posgrado y la actividad de investigación.

Los servicios que ofrecen estos dos departamentos de la DCEN a otros departamentos de la URC indica que la impartición de las materias básicas tiene una sola dirección: de las ciencias exactas a la ingeniería. La anterior situación puede ser consecuencia de una concepción actual generalizada, de que la ciencia es el elemento primario, mientras la tecnología es un derivado de aquélla, es decir, un elemento secundario. Como consecuencia de lo anterior los maestros e investigadores dedicados a la ciencia, en la UNISON, son los que han establecido y reestructurado, en forma mayoritaria, las materias básicas (conocidas como "tronco común") de los planes de estudio que se enseñan en el área de ingeniería. También se explica así, por qué los alumnos de ciencia no reciben formación en los métodos de la ingeniería. Esto da como resultado que la comunicación entre estas áreas sea en un solo sentido: de las ciencias básicas a la ingeniería y no en sentido contrario, de la ingeniería a las ciencias básicas.

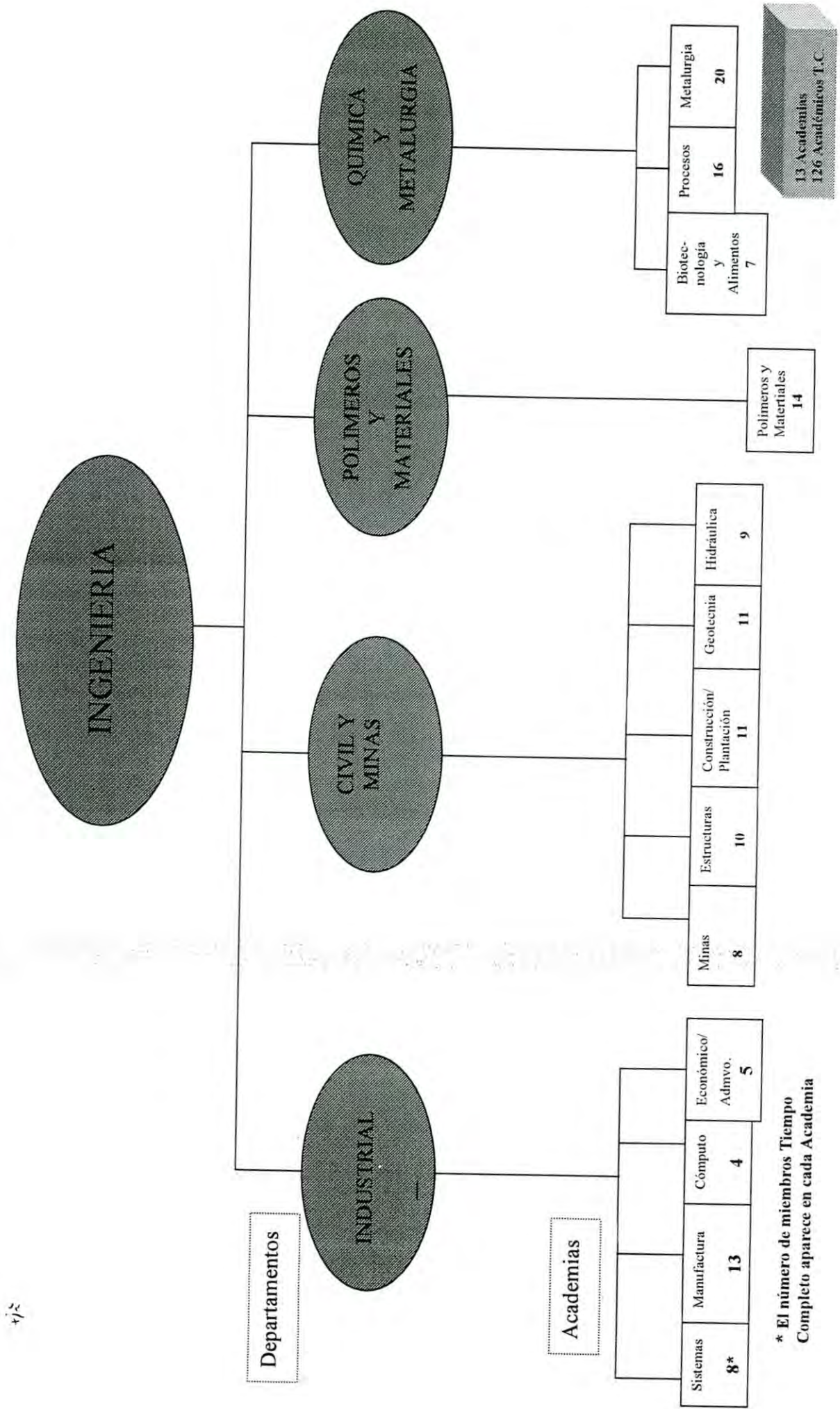
El personal académico que está adscrito a ambas divisiones muestra semejanzas en cuanto al número y al porcentaje de académicos de tiempo completo respecto a los de tiempo determinado, pero existen grandes diferencias en lo referente a la escolaridad de estos académicos y a su producción (medida en el número de artículos publicados), así como el máximo grado de escolaridad (el doctorado), el reconocimiento de los Cuerpos Académicos, el número de académicos que pertenecen al SNI, la producción de

artículos en revistas internacionales de reconocido prestigio y en los proyectos de investigación aprobados por el CONACYT.

Otra diferencia muy marcada entre ambas divisiones se refiere a la titulación de sus egresados en el nivel de licenciatura, y que algunas instancias la asocian con la eficiencia. En el caso de la DI la titulación es del 35% de sus egresados, mientras que en la DCEN alcanza el 58.3%. Esta diferencia fuerte (1.67 veces) tiene como causas probables: el mayor interés de los alumnos de la DCEN en proseguir estudios de posgrado, puede contribuir también que uno de los requisitos mínimos para trabajar en esta área sea necesariamente tener el título de licenciatura o finalmente, que los profesores pongan mayor atención en la titulación de sus estudiantes, cuyo indicativo sería la atención de cada profesor a los alumnos de las carreras de las divisiones.

En conclusión hay que resaltar de estos datos, que la DCEN presenta, desde los indicadores de la matrícula y de la oferta educativa, un enfoque más dirigido a la investigación, mientras que la DI tiene una orientación más dirigida hacia la docencia y hacia la formación de profesionistas, que a la investigación.

Esquema 3. ESTRUCTURA DE LA DIV. DE INGENIERIA EN DEPARTAMENTOS Y ACADEMIAS



* El número de miembros Tiempo Completo aparece en cada Academia

casos, además de que este cargo no ofrece interés para los líderes académicos, sobre todo los dedicados a la función de investigación.

De los objetivos y funciones de las academias, el Diagnóstico plantea las siguientes revisiones; primera, en caso de mantenerse la concepción de academia centrada en la investigación, se requiere depurar el número de academias y establecer al menos tres rangos en la evolución y consolidación de la academia; segunda, establecer una definición más flexible de la academia y la determinación de tipos de academia según las tareas prioritarias de los programas asociados a ellas.

Para fortalecer la labor de las academias, el Diagnóstico plantea establecer un reglamento de funcionamiento de las academias, se recomiendan estrategias de capacitación y asesoría para mejorar su planeación y organización, ya que en la mayoría de las academias son de nivel bajo. Para la consolidación de las academias se requiere que sus acuerdos tengan peso en las decisiones departamentales y divisionales. También se requiere que exista una comunicación fluida de las instancias administrativas hacia las academias, incluyendo la información de las agencias federales y estatales de apoyos académicos.

De este Diagnóstico se desprende que en 1999, a casi 10 años de establecida la nueva normatividad de la institución, la mayoría de sus academias no estaban y no están actualmente, basadas en la función de investigación, no existía reglamentación de estas instancias colegiadas y no tenían, ni tienen casi ningún peso en las decisiones de los departamentos y las divisiones. Finalmente, no existe comunicación de las instancias administrativas responsables del quehacer académico de la UNISON y tampoco información de las agencias federales y estatales de apoyos académicos.

Este Diagnóstico establece : que la mayoría de las academias no están basadas en la función de investigación; la mayoría de los presidentes de academia no cumple con la normatividad del cargo; recomienda depurar el número de academias y darle peso en las decisiones de los departamentos y las divisiones; y, fomentar la comunicación de las instancias de la administración y las academias.

Analizando el funcionamiento de las academias en las dos divisiones seleccionadas, es importante destacar que el número de academias y el número total de académicos adscritos a ellas, son muy similares en ambas (como puede observarse en los esquemas 3 y 4); no obstante, existe una diferencia en cuanto al número de miembros de cada academia, dependiendo del enfoque que tiene cada una de ellas.

En entrevistas con los presidentes de las academias de las divisiones en estudio, se encontró que la División de Ciencias Exactas y Naturales comprende un total de 17 academias donde laboran 138 académicos, distribuidos en sus 4 departamentos. El Departamento de Física comprende cinco academias en las que laboran 32 académicos, siendo el promedio de 6.4 académicos por academia. El Departamento de Matemáticas tiene también cinco academias donde trabajan 41 académicos con una membresía promedio de 8.2 académicos por academia (aca/Aca). El Departamento de Geología comprende 4 academias con 24 académicos en total, presentando un promedio de 6 aca/Aca. El Departamento de Investigación en Física tiene 3 academias con 31 académicos en total, presentando un promedio de 10.3 aca/Aca.

Por otro lado, la División de Ingeniería tiene un total de 13 academias que comprenden un total de 126 académicos distribuidos, en sus 4 departamentos, de la siguiente forma: en Ingeniería Industrial se encuentran 4 academias donde laboran 30

académicos presentando un promedio de 7.5 aca/Aca. El Departamento de Ingeniería Civil y Minas comprende 5 academias donde trabajan 49 académicos dando un promedio de 9.8 aca/Aca. El Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia comprende 3 academias con 43 academias en total y un promedio de 9.8 aca/Aca. El Departamento de Polímeros y Materiales tiene una sola academia con 14 integrantes.

La operación de las academias presenta patrones comunes, la información empírica disponible señala varias cuestiones: respecto a la periodicidad en las reuniones de las academias de las dos divisiones, se encontró lo siguiente: en la DCEN específicamente se encontró que en el Departamento de Geología de esta División, sus academias se reúnen desde una vez al semestre, hasta 5 veces al semestre. La mayoría se enfoca a cuestiones de docencia y de tipo administrativo, como son: revisión de plan de trabajo de los académicos, trabajos de tesis de licenciatura; y, las relaciones con las otras academias del departamento se hacen en forma esporádica y personal.

De las 5 academias del Departamento de **Física** de esta División, 4 se reúnen de una a dos veces por semestre. La quinta academia tiene un enfoque más a la investigación, esta academia tiene un seminario interno, además de reunirse regularmente. Tiene relaciones más estrechas con academias de otros departamentos. Las otras academias se reúnen para cuestiones administrativas, de tipo laboral y sus relaciones son muy débiles con las otras academias.

Las 3 academias del Departamento de **Investigación en Física** (DCEN) tienen el carácter de estar orientadas a la investigación, sin embargo se reúnen de una a dos veces por semestre y generalmente para tratar cuestiones administrativas, mientras sus relaciones con otras academias son débiles, las escasas relaciones que existen con otras academias son

de tipo personal. Una posible explicación puede ser que como la formación de estos investigadores ha sido generalmente fuera de la institución, es posible que los objetivos y las orientaciones de su labor académica se establezcan en esas instancias exteriores, de tal manera que el funcionamiento colegiado de su área de investigación se da en realidad afuera de la institución, o sea, en los centros nacionales e internacionales donde se formaron dichos investigadores. De ahí que sea explicable que las restringidas reuniones de estas academias, enfocadas a la investigación, tengan un carácter más bien administrativo.

Las reuniones de 4 de las 5 academias que pertenecen al Departamento de **Matemáticas** de la misma División, tienen el carácter de administrativas, no académicas, como evaluación de los planes de trabajo y están enfocadas principalmente a la docencia. No existen relaciones con las otras academias del departamento ni tampoco con las de otros departamentos.

En cuanto a la División de Ingeniería, respecto a la periodicidad de las reuniones de sus academias se encontró que en las 5 academias del Departamento de **Ingeniería Civil**, se reúnen desde cada dos o tres semanas, hasta dos por semestre. Estas reuniones tienen carácter administrativo y se refieren a planes de trabajo de los académicos, o bien a cuestiones docentes sobre las materias que están relacionadas con su disciplina.

El Departamento de **Ingeniería Química** (DI) comprende 3 academias, dos de ellas se reúnen cada 15 días y la otra cada 30 días para tratar aspectos de titulación, planes de trabajo y administrativos. Estas academias están más enfocadas a la docencia. Un comentario generalizado, en este Departamento, es que no está formalizado el quehacer de la investigación. Finalmente, sus relaciones con otras academias son escasas. Tienen estas reuniones un carácter administrativo con un enfoque docente, como son problemas

relacionados a la titulación y los planes de trabajo de sus miembros. Casi no tienen relación con otras academias del departamento y tampoco con otros departamentos.

Se visitaron 2 de las 4 academias del Departamento de **Ingeniería Industrial** (DI), una de ellas se reúne cada semana y la otra tiene una reunión por semestre; las reuniones de la primera son de carácter administrativo enfocado a la docencia y planes de trabajo. No existen relaciones entre ellas, ni con otros departamentos.

Cuadro 17. Funcionamiento de las academias en las divisiones DCEN y DI (2001-2002)

<i>Departamento</i>	<i>Número de Academias</i>	<i>Número de reuniones por semestre</i>	<i>Enfoque principal</i>	<i>Relaciones con otras academias de la UNISON</i>
DCEN	DCEN	DCEN	DCEN	DCEN
Geología	4	1 a 5	Docencia y administración	Nivel personal y esporádicas
Física	4	1 a 2	Administración	Débiles
	1	10	Investigación y Seminario	Fuertes
Investigación en Física	3	1 a 2	Administración	Débiles
	1	10	Investigación	Regulares
Matemáticas	4	1 a 2	Docencia y administración	Débiles
DI	DI	DI	DI	DI
Ing. Civil	5	2 a 12	Docencia y administración	Débiles
Ing. Química	3	4 a 8	Docencia y administración	Débiles
Ing. Industrial	2	1 a 12	Docencia y administración	Débiles
Polímeros y Materiales	1	8	Investigación y Seminario	Fuertes

En este acercamiento a las academias (28 en total) se pone de manifiesto que: **i)** del total de las academias visitadas, la mayoría se reúne de una a dos veces por semestre (19 de ellas). Las reuniones de las demás (7 academias) se llevan a cabo en forma continua variando de una vez por semana a 5 por semestre; **ii)** el enfoque hacia la investigación se presenta solamente en 4 de ellas, otras 3 tienen un enfoque hacia la docencia y empiezan a realizar actividades de investigación; el resto (19) se enfoca exclusivamente hacia la docencia; **iii)** la mayoría de las academias (23) mantiene escasas y débiles relaciones con las demás academias del propio departamento y con otros departamentos, solamente 3 academias mantienen relaciones continuas con academias del mismo departamento o de otros departamentos, y finalmente, **iv)** 3 academias de la DCEN y una de la DI participan en un grupo multidisciplinario llamado **Grupo del Agua**, con apoyo FOMES, aunque ha sido producto de voluntades individuales de los académicos por varios años, más que de un esfuerzo colegiado.

Como se mencionaba en la Ley 4 se contempla la relación entre la investigación y la docencia, sin embargo de acuerdo a la información recabada, no existe relación entre la investigación y el nivel licenciatura de la docencia. Tampoco existe la relación interna dentro del mismo departamento entre sus academias y mucho menos con otras academias de otros departamentos. Las escasas relaciones son, como se mencionaba anteriormente, en el nivel personal, no institucional. Una dificultad para establecer las relaciones entre docencia e investigación y la interrelación entre las academias probablemente se encuentre

en la diferencia de enfoques hacia la formación de sus egresados, la DCEN está enfocada a la investigación y la DI hacia la profesionalización de los ingenieros.

Las pocas academias que funcionan en forma colegiada presentan características unidisciplinarias, se acercan más al modo 1 de producción del conocimiento definido por Gibbons. En relación al trabajo multidisciplinario es importante mencionar que desde hace años se ha ido conformando el Grupo del Agua donde se han estado organizado académicos de diferentes áreas: geología, física, matemáticas, ingeniería y más recientemente del área de las ciencias sociales. Éste ha sido un esfuerzo básicamente de los académicos en sus diferentes áreas. Recientemente y sobre todo por la creciente problematización del aspecto del agua en la región, se ha recibido un primer apoyo relacionado con FOMES (unos 2.5 millones de pesos), pero por muchos años este grupo estuvo trabajando, casi sobreviviendo, sin apoyos importantes de financiamiento o institucionales.

Otro ejemplo de trabajo multidisciplinario se ha venido dando con el grupo de Materiales Bio-moleculares del Departamento de Física que comprende académicos de los departamentos de física, investigaciones científicas y tecnológicas, polímeros y materiales e ingeniería química y metalurgia, departamentos de la DCEN y la DI de la UNISON, pero además la multidisciplinariedad de este grupo se encuentra también en el nivel nacional, ya que están trabajando en colaboración con instituciones como la Universidad de San Luis Potosí, la Universidad Autónoma de México y el CINVESTAV, compartiendo un proyecto multi-institucional. Estas instituciones han conformado una red nacional de grupos de investigación en esa área. Su campo de acción se encuentra en la investigación básica en las ciencias de física, química y la biología, con posibles aplicaciones, en el futuro, en los sectores industriales. Es apoyado financieramente por el CONACYT (unos 20 millones de

pesos para el subgrupo de la UNISON). El establecimiento de este grupo fue por iniciativa individual de nuevos investigadores, recién graduados en doctorado (1998); en el principio no hubo el apoyo institucional, fue hasta después de ganar una primera etapa de un concurso del CONACYT y unirse a los otros pares de las instituciones mencionadas y ganar una segunda etapa del concurso, cuando se dio el apoyo institucional en las diferentes instancias (Departamento, División y Dirección de Investigación y Posgrado).

Un tercer grupo donde se encuentran aspectos de multidisciplinaridad es la maestría en ciencias de ingeniería con sus áreas de biotecnología, ingeniería ambiental y energía. En las dos primeras áreas los alumnos de posgrado toman como tema de tesis alguno de los proyectos que están desarrollando sus maestros, estos pertenecen a departamentos diferentes, inclusive de la propia División de Ingeniería, se organizan en seminarios y se dan interrelaciones entre diferentes disciplinas, aunque estén orientadas a la función de docencia en el nivel de posgrado.

Es muy difícil mantener grupos multidisciplinarios en las actuales condiciones de la UNISON, la estructura organizativa no considera la interrelación entre divisiones, por un lado, si se solicitan apoyos financieros tiene que ser a través del departamento y aquí entra como un proyecto más de los diferentes académicos de las academias; por otro lado, el equipo y las instalaciones tienen que pertenecer a un departamento lo que hace conflictivas las relaciones entre las divisiones participantes del grupo multidisciplinario.*

Los tres grupos mencionados anteriormente, se aproximan, por su trabajo multidisciplinario, a las características del nuevo modo 2 de producción del conocimiento definido por Gibbons. El Grupo del Agua, el de Materiales Bio-moleculares y los de la

* Entrevista al Dr. Rafael Cabanillas del grupo de Energía Solar

Maestría en Ciencias de la Ingeniería son posibilidades en tanto a las nuevas formas de producción del conocimiento –el primero ante un problema de impacto social y los otros dos en el campo de la investigación básica– mientras que el resto del trabajo en investigación que se desarrolla en la institución, en el mejor de los casos sigue las pautas del modo 1 de producción del conocimiento.

Ya se mencionaba que de los factores externos que están influyendo en la enseñanza y la generación del conocimiento científico y técnico, uno lo constituye la nueva forma de producir ciencia y tecnología, llamado modo 2, caracterizado por estar extendiéndose en todo el orbe y al mismo tiempo desatando cambios profundos en las universidades. Estas influencias se empiezan a resentir en la UNISON, de ahí la necesidad de obtener información precisa sobre cuál es la situación actual de las instancias responsables de estos conocimientos en la institución. Esta información debe contener también la oferta educativa, la pertenencia a sistemas de reconocido prestigio nacional e internacional en estas áreas, su escolaridad y la producción de los académicos adscritos a estas divisiones.

Las dos divisiones seleccionadas muestran similitudes formales en los factores internos como son: sus ofertas educativas y la membresía de sus académicos, pero también presentan grandes diferencias en cuanto a la escolaridad, reconocimiento nacional y producción de sus académicos, esto último es reflejo de los diferentes enfoques académicos en estas divisiones, una hacia la investigación, la otra hacia la formación profesional de sus egresados, esto puede ser una causa de la dificultad de relacionarse fuertemente entre ellas. Ambas divisiones, al igual que las demás de la institución, presentan un escaso trabajo colegiado en las instancias básicas del quehacer académico, de sus respectivas disciplinas: las academias. Finalmente, cabe resaltar los esfuerzos recientes de tres grupos

multidisciplinarios mencionados anteriormente (del agua, materiales bio-moleculares y ciencias de la ingeniería), que se acercan a los nuevos modos de producción del conocimiento.

Bibliografía del Capítulo 3

- Acosta, Silva Adrián** (1997): *Estado, políticas y universidades en un período de transición (1982-1994). Análisis de tres experiencias institucionales en México. (El caso de la UNISON)* Tesis doctoral, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México.
- Acosta, Silva Adrián** (2001): *Universidades públicas: modernización anárquica y viabilidad académica*. Educación 2001, No. 70, marzo 2001. México
- Bartolucci, Incico Jorge** (2000): *La modernización de la ciencia en México. El caso de la astronomía*, ed. UNAM-Manuel Porrúa, México.
- Becher, Tony** (2001): *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*, ed. Gedisa, España.
- CCT**, (2001): *Contrato Colectivo de Trabajo. STAUS-UNISON 2001-2003*, ed. STAUS, México.
- Cota, M. F., Moreno S. J. M., Otero S. J.** (1999): *Diagnóstico sobre el funcionamiento de las academias*. Dirección de Proyectos Especiales, UNISON, comunicación interna, México.
- Estatuto General de la UNISON** (1993), ed. UNISON, México
- Gibbons, Michael, et al.** (1997): *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, ed. Pomares Corredor, España.
- Khun, S. Thomas** (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*, ed. Fondo de Cultura Económica, México
- Merton, K. Robert** (1984): *Teoría y estructura sociales*, ed. Fondo de Cultura Económica, México
- PDD**, 2000: Plan de Desarrollo Divisional, División de Ingeniería (2000-2003) Septiembre 2000, UNISON, Unidad Regional Centro. México
- Informe**, (1999): *Informe de rectoría 1999-2000*. Jorge Luis Ibarra Mendivil, ed. UNISON, México
- Rodríguez, Raúl** (2000): *Mercado y profesión académica en Sonora*, ed. ANUIES, México
- Rodríguez, Raúl** (2003): *Hacia la estabilidad institucional, las transformaciones de los años noventa en la Universidad de Sonora* (inédito)
- Yeomans, Laura** (2003): *Sobre la formulación del eje básico de la división de ingeniería*. Cuadernos del Seminario de Docencia. Dpto. de Física, UNISON (en prensa), México

A manera de conclusiones.

El objetivo de este trabajo fue conocer la relación entre el conocimiento científico y tecnológico en la Universidad de Sonora. A través del estudio se encontró que, respecto a las actividades de docencia en las áreas seleccionadas, la relación es muy débil. Consiste en que los profesores de ciencia imparten a los alumnos de los primeros semestres de las carreras de ingeniería materias básicas en física y matemáticas, teniendo la particularidad de que los programas de estas materias han sido básicamente diseñados por los profesores del área de ciencias. No se encontró relación del área de ingeniería hacia la de ciencias. Lo anterior obedece, entre otras cosas, al estereotipo generalizado de que la técnica ocupa un lugar secundario y derivado respecto de la ciencia.

En cuanto a las actividades de investigación, las relaciones entre las áreas de ciencia e ingeniería en las divisiones seleccionadas son también débiles, se dan en forma individual, cuando se llegan a realizar actividades conjuntas son de forma personal, la estructura organizativa de la institución no fomenta este tipo de relaciones, debido, principalmente, a no estar contemplado en la normatividad . Por otro lado, y también como una consecuencia de lo anterior, la forma que presenta la actividad en la investigación es unidisciplinar.

Al comparar las divisiones seleccionadas, se encontró que una de las probables causas que dificultan las interrelaciones entre las áreas de ciencias e ingeniería se localiza en los diferentes enfoques de ambas divisiones: la de ciencias tienen como orientación la investigación, mientras que el enfoque de la división de ingeniería está cargada hacia la docencia para la formación profesional.

Otro hallazgo de la presente investigación es que en las divisiones seleccionadas existen tres grupos de investigación con características de trabajo multidisciplinario, estos grupos están conformados por profesores de ambas divisiones y también de otras en la institución. Estos colectivos presentan características y orígenes muy diferentes, ellos son: el del agua, materiales biomoleculares y la maestría en ciencias de la ingeniería, en sus áreas de biotecnología, medio ambiente, metalurgia, ingeniería de procesos y energía solar. En el grupo del agua se detectó conexión directa con la problemática social. A pesar de las dificultades a que se enfrentan estos grupos, pueden ser elementos de fortalecimiento para los nuevos modos de producción del conocimiento en la UNISON, además se están gestando en ellos incipientes formas de trabajo multidisciplinario en las actividades académicas.

Se encontró también en este trabajo y que está influyendo en la relación entre la ciencia y la tecnología en la institución, es la casi nula vida colegiada en las células primarias de la organización académica (las Academias), lo que trae como consecuencia la inhibición al fortalecimiento de la relación entre el conocimiento científico y técnico de la institución. El efecto subsiste a pesar de que ya se cumple más de una década de la transformación de la estructura organizativa universitaria (Ley 4 de 1991) que pretendía, entre otras cuestiones, fortalecer la labor académica con las Academias.

Otro hallazgo, de tipo histórico, es que en los inicios de las actividades de investigación de la institución se dieron interrelaciones entre la docencia, la investigación y las necesidades de sectores productivos de la localidad. En la década de 1960 existieron formas más cercanas a lo que Gibbons llama modo 2 de producción del conocimiento. Posteriormente, por cuestiones políticas se perdieron estas interrelaciones y en la actualidad

se presenta en forma débil este tipo de relaciones entre la docencia, la investigación y las necesidades de los sectores sociales de Sonora.

Ante la situación débil de la relación entre ciencia y técnica, existen tres posibles escenarios futuros de desarrollo: en el primero, se mantiene igual la situación actual, con una orientación de la institución, básicamente hacia la docencia y con un pequeño grupo de académicos dedicado a la investigación. En el segundo escenario posible, se separan los aspectos de docencia con los de investigación. Finalmente en el tercer escenario, la institución se transforma con una orientación más cargada a la investigación, con currícula flexibles y de interacción entre las carreras de ciencia y la ingeniería, se apoya la creación y fortalecimiento de los grupos interdisciplinarios de ciencia e ingeniería impulsando la conexión con la problemática social. Por la información obtenida, el escenario más probable es el primero, es decir que, en los próximos años, la tendencia en la institución será que la mayoría de los académicos de la institución estarán dedicados a labores de docencia mientras una mínima parte (un 10%) se dedicará a la investigación.

Este primer acercamiento al panorama general de la investigación científica y técnica en la UNISON permite por un lado contribuir al estudio del desarrollo de la ciencia y la tecnología en la entidad, pero por otro lado, se desprenden nuevas interrogantes que no se pueden contestar adecuadamente. Se requiere de nuevas investigaciones basadas por ejemplo, en el proceso de iniciación de los investigadores en su disciplina, cómo fue la elección de su especialización, cuál es la estabilidad laboral y cuánta movilidad existe entre las áreas estudiadas, cuáles son los premios y reconocimientos a los académicos, la competencia entre ellos, el plagio y las malas artes, las modas y el trabajo en equipo, el

sistema de valores, el compromiso con el trabajo y el involucramiento en cuestiones sociales o ambientales, entre otros.

Bibliografía general.

- Acosta, Silva Adrián** (1997): *Estado, políticas y universidades en un período de transición (1982-1994). Análisis de tres experiencias institucionales en México. (El caso de la UNISON)* Tesis doctoral, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México.
- Acosta, Silva Adrián** (2001): *Poder, políticas y cambio institucional en la educación superior latinoamericana*, Revista Universidades, UDUAL, No.21
- Acosta, Silva Adrián** (2001A): *Universidades públicas: modernización anárquica y viabilidad académica*. Educación 2001, No. 70, marzo 2001. México
- Acta CU**: Acta de Consejo Universitario No.105
- Alcántara, Armando** (2002): *La investigación científica en las universidades del mundo en desarrollo: en busca de resonancia global*, Revista de Educación Superior, No. 123,
- ANUIES**, (2000): *La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo*.
- ANUIES L.T** (1948 y 1955), La ANUIES en la Línea del Tiempo. <http://www.anui.es.mx>, México.
- Bartolucci, Incico Jorge** (2000): *La modernización de la ciencia en México. El caso de la astronomía*, ed. UNAM-Manuel Porrúa, México.
- Becher, Tony** (2001): *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*, ed. Gedisa, España.
- BM**, (2000) Banco Mundial: *La educación superior. Las lecciones derivadas de la experiencia. 1994*, en *Disyuntiva actual de la educación superior. Documentos*. J. Rafael Campos Sánchez (compilador), ed. UNAM-Práxis, México.
- Bolívar, Zapata Francisco** (2001): *La investigación científica y desarrollo tecnológico del país*, CIENCIA-UANL, Vol. IV, No. 3, Julio-Septiembre 2001, ed. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Brunner, José Joaquín** (1990): *Investigación científica y educación superior en América Latina: cambios y desafíos*, ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- Brunner, José Joaquín** (1998): *La universidad latinoamericana frente al próximo milenio*, Unión de Universidades de América Latina
- Brunner, José Joaquín** (2001): *Peligro y promesa: Educación Superior en América Latina*, Chile.
- Canale, R. Moisés** (1963): *Informe del Rector Dr. Moisés Canale R. 1962-1963* en Revista de la UNISON, p.35. ed. UNISON. México
- Castellanos, Miguel** (1991): *Historia de la Universidad de Sonora*, ed. STAUS, México
- Castells, Manuel** (2001): *La era de la información. Vol. I La sociedad red*, ed. Siglo XXI, México.
- CCIP**, (1982): *Investigaciones en proceso. 1980-1981*. ed. Universidad de Sonora. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado. México.
- CCIP**, (1985). *Investigaciones en proceso 1981-1984*. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado, UNISON, México
- CCIP**, (1990): *La investigación científica en la UNISON*. Centro Coordinador de Investigación y Posgrado, UNISON, México.
- CCT**, (2001): *Contrato Colectivo de Trabajo. STAUS-UNISON 2001-2003*, ed. STAUS, México.

- Clark, R. Burton** (1998): *Las universidades modernas: espacios de investigación y docencia*, ed. UNAM-M. Angel Porrúa, México.
- Cota, M. F., Moreno S. J. M., Otero S. J.** (1999): *Diagnóstico sobre el funcionamiento de las academias*. Dirección de Proyectos Especiales, UNISON, comunicación interna, México.
- Daumas, Maurice** (1983): *Las grandes etapas del progreso técnico*. ed. FCE, México
- Didriksson, Axel** (1999): *El nuevo papel de las universidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología*, ed. Universidad y Vinculación, UNAM-IIMAS, México.
- Ducassé, Pierre** (1979): *Historia de las técnicas*. ed. Eudeba, Argentina ed. UNAM, México.
- Encinas Luis**, (1957): *Reflexiones y Metas*. Ceremonia de Inauguración de Cursos 1957-1958. Rector Lic. Luis Encinas, en Revista de la Universidad de Sonora, No. 2, Sep-Nov. 1957, p.5
- Encinas Luis**, (1962) *Primer Informe de Gobierno del Lic. Luis Encinas J. Gobierno del Estado de Sonora*, 16 de Septiembre de 1962, p.35
- Encinas Luis**, (1963) *Segundo Informe de Gobierno del Lic. Luis Encinas J. Gobierno del Estado de Sonora*, 16 de Septiembre de 1963, p.38
- Estatuto General de la UNISON** (1993), ed. UNISON, México
- Flores, Rubén** (1992): *La modernización de la UNISON*, Revista de la UNISON, ed. 50 Aniversario 1992, p.3. ed. UNISON. México
- Gallegos, Elías Carlos** (1993): *Las funciones de la universidad contemporánea*, ed. Revista de Acta Sociológica, FCPyS-UNAM, mayo-agosto 1993. México.
- Gelman, Muravchik Ovsei** (1999): *Prospectiva de la investigación científica en las universidades mexicanas*, conferencia en el Claustro Anual de Profesores, Universidad Panamericana, México.
- Gibbons, Michael, et al.** (1997): *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, ed. Pomares Corredor, España.
- Guerra, Rodríguez Diorodo** (1996): *Los retos de las instituciones de educación superior frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología*, ed. Diplomado a distancia: Prospectiva universitaria de la ciencia y la tecnología, ed. UNAM/ IPN/ UAM/UPN/ANUIES/UNESCO, México.
- HGS**, (1985): *Historia General de Sonora*. Gobierno de Sonora, México.
- IACYT** (2000): *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. 1990-1999*, CONACYT, México.
- Jáuregui, Antonio** (2002): Entrevista al Mtro. Antonio Jáuregui del Departamento de Física, Mayo 2002
- Jiménez Ornelas Roberto** (1987): *El Colegio de Sonora*, Memorias del XV Simposio de Historia de Sonora, ed. UNISON, México
- Jiménez Ornelas Roberto** (1989): *La Cruz Gálvez*. Memorias del XVII Simposio de Historia de Sonora, ed. UNISON. México
- Kerr, C.** (1987): *A critical age in the university world: accumulated heritage versus modern imperatives*, en European Journal of Education, vol. 22, num. 2
- Khun, S. Thomas** (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*, ed. Fondo de Cultura Económica, México
- March H. Robert** (1977): *Física para poetas*. ed. Siglo XXI, México

- Mendivil**, Rincón José Abraham (1939): *La Universidad de Sonora desde su formación*. Revista de Sonora. Mayo 1939. México
- Mendoza**, Rojas Javier (2002): *Las políticas de Educación superior y el cambio institucional*, en Universidad: política y cambio institucional, Humberto Muñoz García (Coordinador), ed. UNAM-M.A. Porrúa, México.
- Merton**, K. Robert (1984): *Teoría y estructura sociales*, ed. Fondo de Cultura Económica, México
- Moreno** Moreno Prudenciano (2001): *El sistema educativo en Sonora*. ed. UPN, 2001. México
- Morin**, Edgar (1984): *Ciencia con Conciencia*, ed. Antropos, España.
- Muñoz**, García Humberto (2002): *La política en la universidad y el cambio institucional*, en Universidad: política y cambio institucional, Humberto Muñoz García (Coordinador), ed. UNAM-M.A. Porrúa, México.
- Pallán**, Carlos (1995): *La investigación en la educación superior*. Temas de hoy en educación superior, No.1, ANUIES, México
- PDD**, 2000: Plan de Desarrollo Divisional, División de Ingeniería (2000-2003) Septiembre 2000, UNISON, Unidad Regional Centro. México
- PDI** (2001): *Plan de Desarrollo Institucional, 2001-2005*. Pedro Ortega
- PDI 90-93**, Plan de Desarrollo Institucional de la UNISON, 1990-1993. ed. UNISON. México
- PECYT**, (2001). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, CONACYT, México.
- Porter**, Michael (1990): *The competitive Advantage of Nations*, ed. The Free Press, New York, Estados Unidos.
- Puebla**, Manuel (1963): *Informe del Director de la ECQ*, Revista de la UNISON, ed. UNISON. México
- Quintanilla**, Miguel Angel (1989): *La tecnología: un enfoque filosófico*", ed. Fundesco, España, citado por Olivé ()
- Quiroz**, Martínez Manuel (1953): *Informe del Rector de la UNISON*. ed. UNISON, México
- Rectoría**, (2000) Informe Rectoría 2000-2001, Jorge Luis Ibarra Mendivil, Universidad de Sonora, México.
- Rectoría**, 1999: *Informe de rectoría 1999-2000* . Jorge Luis Ibarra Mendivil, ed. UNISON, México
- Reich**, Robert (1993) *El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI*, ed. Vergara, 1993, pp. 176-225
- Rodríguez**, Gómez Roberto (2000A): *Educación superior y desarrollo en América Latina. Un ensayo de interpretación*, en Políticas de reforma de la educación y la universidad latinoamericana hacia el final del milenio, Jorge Balám (compilador),
- Rodríguez**, Gómez Roberto (2000B): *La reforma de la educación superior. Señas del debate internacional a fin de siglo*. Revista electrónica de educación superior, V2 (1), consultado el día 10 de noviembre de 2002 en el World Wide Web.
- Rodríguez**, Jiménez José Raúl (2000): *Mercado y profesión académica en Sonora*, ed. ANUIES, México.
- Rodríguez**, Jiménez José Raúl (2003): *Hacia la estabilidad institucional, las transformaciones de los años noventa en la Universidad de Sonora* (inédito)

- Rudomín, Pablo** (1994): *Algunas reflexiones acerca del Sistema Nacional de Investigadores*, en México, ciencia y tecnología en el umbral del siglo XXI, ed. CONACYT, México.
- Schwartzman, Simón** (1993): *Políticas de educación superior en América Latina*.
- Sortillón, Manuel de Jesús** (1998): *Historia de la Universidad de Sonora y de la Escuela e Ingeniería Civil*, ed. UNISON, México.
- Sojo, Ana** (1999): *El bienestar de la población de América Latina y el Caribe*, en Reforma del estado y democracia en América Latina, ed. El Colegio de México, México.
- Toffler, Alvin** (1999): *La tercera ola*, ed. Plaza & Janes, España.
- UNESCO** (1995): *Documento de política para el cambio y el desarrollo en la educación superior*, citado en Disyuntiva actual de la educación superior. Documentos. J. Rafael Campos Sánchez (compilador), ed. UNAM-Práxis, 2000, p.62, México.
- Vessuri, Hebe** (2000): *Universidad e investigación científica después de las reformas*, en Políticas de reforma de la educación y la universidad latinoamericana hacia el final del milenio, Jorge Balam (compilador), ed. UNAM, México.
- Yeomans, Laura** (2003): *Sobre la formulación del eje básico de la división de ingeniería*. Cuadernos del Seminario de Docencia. Dpto. de Física, UNISON (en prensa), México

ANEXO

1. Guía de entrevista para presidentes de academia

2. Recuperación de la información de campo

1. Guía de entrevista:

Datos generales

Nombre de la Academia

Nombre

Edad

Categoría y Nivel

Fecha de ingreso a la institución

Escolaridad y área de estudios

Características de la academia:

Número de integrantes

Proporción de Maestros Tiempo Completo y Maestros Horas Sueltas

Orientación general de la academia

Frecuencia de las reuniones de academia

Relaciones con otras academias del departamento

Relaciones con otras academias de otras divisiones

2. Recuperación de información de campo

Este documento describe el procedimiento seguido en la recuperación de la información de campo. Esta dividido en los siguientes apartados: criterios de selección, aplicación de la entrevista y características de los informantes.

2.1 Los criterios de selección de los informantes: Para la selección de los informantes se utilizó el criterio presidencia de cada academia

2.2 Se establecieron las relaciones institucionales para la aplicación de la entrevista. Presentando el proyecto de investigación y la guía de la entrevista a los directores de las divisiones y los jefes de departamento correspondientes a cada división para que dieran su autorización.

Una vez obtenido la autorización, se visitaron las diferentes academias de las dos divisiones seleccionadas y se concertaron citas con los informantes, asegurando que la información sería tratada de manera confidencial, la totalidad de los informantes acordó cooperar con la información requerida, manifestando el interés sobre el objetivo de la investigación. Este procedimiento aseguró la formalidad de los conductos y la confianza de los informantes.

Con estos formatos se logró entrevistar a 28 presidentes de academia de un total de 30 de las divisiones seleccionadas.

El grueso de las entrevistas de los presidentes de academia se realizaron en 8 meses de octubre de 2001 a junio de 2002. La duración de las entrevistas fluctuó de 30 a 45 minutos se llevaron a cabo en los cubículos de los profesores y todas tuvieron lugar con el responsable de esta investigación, lo que dio seriedad y confianza a los entrevistados.

2.3 Las características de los informantes son las siguientes: la mayoría de los presidentes está conformado por hombres 80% mientras que el 20% lo constituyen mujeres; la edad promedio de los presidentes es de 45 años; la escolaridad abarca, en posgrado el 90% mientras que la licenciatura el 10%. También se entrevistó a 10 líderes académicos, sobre todo los que fueron protagonistas de los hechos más importantes en la fundación y desarrollo de los departamentos, con entrevistas abiertas sobre el problema de la investigación, la docencia, las academias y tópicos relacionados con sus interrelaciones.