



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA**



**LA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO Y ARTICULACIÓN UNIVERSIDAD  
EMPRESA: CASO DE ESTUDIO EN CCADET-UNAM**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA  
PRESENTA:  
Arturo Pável Villanueva González**

**Director: Dr. Sergio Ordóñez Gutiérrez  
Asesor en el caso de estudio: Luis Roberto Vega González  
Ciudad Universitaria Marzo 2008.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Dedicatorias:**

A mis padres, Pilar González y Arturo Villanueva, por su tiempo, apoyo y amor.  
A mis hermanas, Hirede y Angélica, para que tomen lo mejor de la vida.  
A mi sobrina, Sureli, para que mire hacia el futuro.  
A mis primos, Alejandro y Ricardo Villanueva, por sus enseñanzas.

**Agradecimientos:**

Al Mtro. Luis Roberto Vega González, por su apoyo en el caso de estudio.  
A todos mis amigos del CCH-Vallejo, Ciencias y Economía.  
A Lu y familia por su apoyo.



**Agradezco a DGAPA el otorgamiento de una beca dentro del proyecto  
PAPIIT IN3061072 que coordina el Dr. Sergio Ordóñez Gutiérrez**

## ÍNDICE

Introducción.....	6
<b>Fundamentos tecnológico-productivos de la nueva fase de desarrollo del capitalismo</b>	
1. El conocimiento como factor productivo.....	12
1.1. Economía y conocimiento.....	13
1.2. El nuevo paradigma tecno-productivo o la nueva fase de desarrollo capitalista.....	16
1.3. El Toyotismo.....	19
1.4. La nueva base tecnológica.....	21
1.5. Nueva base productiva y nuevo ciclo industrial.....	24
Conclusiones del capítulo.....	28
<b>Fundamentos científico-institucionales de la nueva fase de desarrollo</b>	
2. Tecnología y sociedad.....	31
2.1. Tecnología y Conocimiento.....	31
2.2. La tecnología según los clásicos.....	32
2.3. La tecnología según los neoclásicos.....	36
2.4. La tecnología según los neoschumpeterianos.....	37
2.5. Empresa, Universidad, Estado y Conocimiento.....	38
2.6. El Sistema Nacional de Innovación.....	41
2.7. Las instituciones científico-educativas y las empresas como espacios para la producción, circulación y acumulación de conocimiento.....	42
2.8. Las empresas y la administración en tecnología.....	45
Conclusiones del capítulo.....	49
<b>El sector electrónico-informático en México</b>	
3. El sector electrónico-informático.....	52
3.1. Análisis cualitativo del SE-I en México.....	53
3.2. Análisis cuantitativo del sector electrónico.....	57
3.3. Análisis cuantitativo del sector informático.....	61
Conclusiones del capítulo.....	67
<b>El sector científico-educativo en México</b>	
4. El sector científico-educativo.....	70
4.1. La licenciatura y postgrado.....	73
4.2. El sistema nacional de investigadores (SNI).....	80
4.3. Producción científica.....	81
4.4. Centros de investigación.....	87
4.5. La Universidad Nacional Autónoma de México.....	94
4.5.1. Licenciatura y postgrados de la UNAM.....	94
4.5.2. El Sistema Nacional de Investigadores en la UNAM.....	100
4.5.3. La producción científica en la UNAM.....	105
Conclusiones del capítulo.....	108
<b>Caso de estudio. Vinculación del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y la empresa: El caso de Harry Mazal.</b>	
5. Introducción al caso de estudio.....	111
5.1. La innovación y el mercado.....	111
5.2. Antecedentes históricos.....	115
5.3. La gestión tecnológica dentro del CCADET.....	119
5.4. La empresa: Harry Mazal.....	122

5.5.	La experiencia de desarrollo, transferencia tecnológica recíproca e innovación .....	125
5.5.1.	Según lo proyectado.....	126
	A) La demanda.....	126
	B) Diagnóstico.....	126
	C) Especificación.....	127
	D) Planteamiento de la propuesta económica.....	130
	E) Negociación.....	128
	F) Convenios.....	129
	G) Administración tecnológica (Laboratorios y desarrollo tecnológico).....	129
5.5.2.	Lo acontecido.....	130
5.6.	Innovación tecnológica y nuevos productos.....	134
5.7.	Evaluación y balance del caso de estudio.....	138
	<b>Conclusiones generales.....</b>	<b>141</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>148</b>

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, las actividades del hombre han estado inscritas en la búsqueda continua de formas y maneras para satisfacer sus necesidades naturales, sociales y espirituales. Pero en esta tarea, los hombres han implantado reglas y leyes de cómo dominar a las fuerzas características de la naturaleza y la manera para desenvolverse y compartir sus actividades en sociedad.

Cómo hacerlo, representa cientos, quizá miles de repeticiones de la misma acción con el objetivo de contener y explotar a la naturaleza; pero también de manejar y solucionar, en lo posible, los conflictos sociales. Por lo que estas acciones han dejado como legado un sinfín de conocimientos. Al principio estos últimos fueron pasando de generación en generación, conllevando a la transmisión continua de ideas empíricas acerca de la dominación de su entorno tanto natural como social para el beneficio propio y de sus congéneres.

Pero el ímpetu de estas sociedades es tal que aquellos conocimientos los convirtieron en ideas más concretas, más entendibles para todos. De tal forma que el dominio fuese más efectivo y más eficiente y que su transmisión fuera más sistemática y codificada. Así este ejercicio de las facultades intelectuales para entender la naturaleza y a la sociedad, sus cualidades y su relación con las demás cosas, se fueron acumulando por años.

Este acumulamiento y la búsqueda de formas para explotar y dominar el entorno social, es decir, la gran cantidad de información que se originó de estas actividades tuvo que ser transformado en un lenguaje común a todos: el lenguaje de la ciencia. Este lenguaje contribuyó a la rápida evolución del hombre como ser social y productivo. Favoreció las formas y herramientas que ayudaron a la transformación de la naturaleza y la sociedad.

En resumen, la conjunción tanto del conocimiento científico como del empírico formaron los principales instrumentos que favorecieron la utilización eficaz y eficiente de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas, pero también formaron los pilares que permitieron a los hombres relacionarse adecuadamente entre sí, es decir, poder vivir en sociedad. Por lo que la aplicación de la ciencia a favor de la producción de satisfactores, tanto naturales como sociales, existe desde mucho tiempo atrás. En nuestros días, la aplicación de la ciencia se acentúa y se profundiza, o lo que es lo mismo, vivimos en un contexto histórico donde el conocimiento es la principal fuerza creadora de mercancías que potencializa las fuerzas productivas del capitalismo.

Pero el conocimiento como fuerza productiva no actúa por sí misma, es decir, el conocimiento no es creado para el conocimiento mismo, sino que necesita de eslabonamientos para poder concretar sus potencialidades, para penetrar de manera eficiente en la sociedad, para que ésta lo utilice a su favor. Estos eslabonamientos los encontrará tanto en la esfera de la producción como en la esfera científica. Esto indica que si el conocimiento está ligado con la producción, entonces las empresas están ligadas a los recintos creadores del mismo, y viceversa.

Entonces, existe una colaboración directa o una vinculación de las actividades de las empresas con las actividades de las universidades y/o con los centros e institutos de investigación. Esta vinculación catalizará todas las ideas surgidas en el sector científico-educativo o en las empresas, para que se transformen en mercancías y sean llevadas al mercado. Pero no solamente para este fin, sino que también es para generar nuevo conocimiento, nuevas ideas que pondrán ser utilizadas para multiplicar el ya existente. Por lo tanto, el acercamiento de las universidades (y otras instituciones científico-educativas) con las empresas, y de éstas a hacia aquellas, es de vital importancia para evolucionar como sociedad y como entes económicos y poder amplificar el acervo intelectual y acentuar nuestro poder cognoscitivo.

Esta colaboración o vinculación traerá consigo, en algún momento histórico (e.g. revolución industrial), cambios en la forma de producción que se establece a partir de una revolución tecnológica o paradigma tecnológico. Lo que indica una relación directa entre conocimiento y tecnología (conceptualmente, conocimiento y tecnología son distintos. El primero indica indagar sobre los fenómenos naturales, investigar el por qué de la existencia misma; mientras que el segundo son los medios materiales y organizaciones estructurales que ponen en práctica los descubrimientos y aplicaciones de la ciencia) y a la vez relacionados con la producción, induciendo la innovación en el sentido económico del término, es decir, producción de mercancías novedosas llevadas al mercado. En el actual contexto, la relación tecnología-conocimiento-producción se acentúa, potencializando sus particulares características de acción incidiendo en los beneficios particulares y sociales.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo mostrar los eslabonamientos que el conocimiento necesita para penetrar en la sociedad y con ello satisfacer aquellas necesidades que mencionamos al principio, identificar las relaciones que existen entre

ciencia y tecnología y su influencia tanto en la esfera productiva como en las instituciones científico-educativas y poder identificar las condiciones necesarias para que esta relación sea eficiente y eficaz, es decir, identificar con claridad los elementos que se necesitan para que la vinculación entre empresas e instituciones científico-educativas sea eficiente.

Estos objetivos nos permitirán establecer con cierta claridad la situación de nuestro país en este nuevo contexto mundial bajo la hipótesis de que: La economía del conocimiento en México ha sido incorporada a sectores sociales y económicos de manera ineficiente e ineficaz, ya que el desarrollo científico y tecnológico (esencial en el nuevo paradigma tecno-productivo) no ha sido lo suficientemente amplio como para poder penetrar en la esfera productiva. Por lo que esta última no considera y no toma en cuenta los pocos aportes que surgen de la academia, de los centros e institutos de investigación. Pero ¿Por qué no se han logrado incorporar las contribuciones, por muy pocas que sean, que las Universidades, Centros Tecnológicos, entre otros, han realizado en ciencia y tecnología a la esfera mencionada? ¿Por qué no se han logrado los eslabonamientos y puentes necesarios entre el sector productivo y la esfera de la ciencia y la tecnología que permitan un mejor bienestar económico y social? ¿El Estado, ha contribuido a generar la certidumbre necesaria que permita el buen funcionamiento de la vinculación entre empresas y el sector científico-educativo? La respuesta, es que la vinculación universidad-empresa en México no existe de forma adecuada por qué los canales para su ejecución no son los apropiados, ya que se parte de la estricta idea de un relación directa entre científicos-empresarios, más no de científicos-técnicos-empresarios, haciendo más integral la relación entre ciencia y tecnología, lo que permitirá concretar mucho del conocimiento que se genera en las instituciones de educación superior y los centros e institutos de investigación.

Sin embargo, hay que resolver algunas incógnitas como: ¿Qué es y dónde se crea el conocimiento? ¿Cómo se aplica éste socialmente y cómo se aplica en la producción? ¿Quién participa en la creación del mismo? ¿Qué es la tecnología, cómo y dónde penetra en el ámbito actual? Y así poder determinar si los eslabonamientos o la vinculación entre el sector científico-educativo y la esfera productiva crean círculos virtuosos en los sectores mencionados. Para tal tarea, el trabajo esta seccionado como sigue:

En el primer capítulo, se introduce el concepto de economía del conocimiento (o capitalismo del conocimiento), que se refiere esencialmente a la creación de valor a partir del mismo. En

otras palabras, se explicará cómo el conocimiento ha contribuido a la transformación acelerada y sin precedentes del modo de producción capitalista. Se muestran las características distintivas del actual paradigma tecno-productivo en relación al anterior, es decir, las características que distinguen al Toyotismo y al sector electrónico-informático de la forma de producción pasada que se conoció como fordista-keynesiana, o lo que es lo mismo, se expondrán las características básicas de la nueva fase de desarrollo basada en el Toyotismo y la convergencia del sector electrónico e informático como nueva base tecnológica y productiva del paradigma actual; ya que el conocimiento incorporado a la producción en este contexto histórico no tiene precedentes.

Una vez que establecimos el rol del conocimiento en esta nueva era, en el segundo capítulo, de inicio se muestra la distinción entre conocimiento y tecnología, ya que aunque estén relacionados indican diferentes conceptos. Para después profundizar en la tecnología vista desde la perspectiva clásica (Marx y Smith), de los neoclásicos y por último desde los neoschumpeterianos. En estos últimos basamos nuestro trabajo, por que se encuentran elementos teóricos necesarios para el análisis y estudio de la tecnología y la innovación, es decir, con esta corriente podemos determinar porqué la tecnología es un elemento dinamizante y porqué el aprendizaje es un elemento esencial para la innovación. Esto nos lleva al análisis de la relación que existe entre las empresas, las instituciones de educación superior y centros de investigación y el Estado con respecto a la producción de conocimiento, es decir, se analiza cuál es la perspectiva de cada uno de ellos y en conjunto con respecto a la creación y aplicación del mismo. Esta interrelación se institucionaliza en el Sistema Nacional de Innovación; que tiene como objetivo apoyar la innovación, establecer redes de desarrollo tecnológico, desarrollar el capital humano para las actividades de innovación, entre otras. El capítulo termina con el análisis más extenso de cómo es la dinámica del conocimiento y la tecnología en las empresas y en las instituciones de educación superior, ya cada una de ellas concibe de manera distinta a estas dos categorías. El análisis que se hace en los dos capítulos anteriores es delimitado al ámbito nacional, por lo que en el capítulo tres analiza de un lado, la problemática general de nuestro país con respecto a los procesos de incorporación a la economía del conocimiento mundial y de innovación que se establecen sobre el sector electrónico-informático (sobre aspectos cualitativos). Por otro lado, se analiza el estado general de la industria electrónica y la

informática (con énfasis en las telecomunicaciones) en México, y así poder describir cuantitativamente la problemática general del sector electrónico-informático.

En la línea del sector científico-educativo, el capítulo cuatro tiene como partida analizar las características generales e institucionales de la ciencia y la tecnología, de las Instituciones de Educación Superior, los centros e institutos de investigación en nuestro país. Esto, con el fin de determinar el impacto tanto nacional como internacional de la producción científica nacional y su aplicación a la esfera productiva. Consecuentemente, el capítulo se delimita a establecer las características institucionales y de producción científica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ya que esta universidad cuenta con el mayor apoyo económico por parte del Estado y que brinda la posibilidad de desarrollar proyectos de investigación que inciden directamente en diferentes áreas de conocimiento, influyendo en los diferentes ámbitos sociales y económicos de nuestro país, y en algunos casos fuera de él.

En el capítulo cinco, y último, mostraremos un caso de estudio que nos abrirá la posibilidad de conocer el porqué de la ineficiente creación de los eslabonamientos y puentes necesarios que permita la eficaz vinculación entre un representante del sector productivo y una institución académica. Este caso de estudio se refiere a la vinculación entre el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET, dependiente de la UNAM) y la empresa Harry Mazal. Se mostrará el proceso, primeramente, de gestión tecnológica que lleva a cabo el Centro con el fin de administrar eficientemente los trabajos de investigación que se realizan dentro de esta institución y su posible aplicación en el ámbito productivo. Esta gestión tecnológica, permite dos cosas: satisfacer la demanda tecnológica de aquellas empresas que acuden al Centro y contribuir a la trayectoria tecnológica y de vinculación del CCADET mismo. En segundo término, se mostrarán ciertas características de Harry Mazal (actividad productiva) y cómo decidió incorporar mayor tecnología a sus actividades y en qué términos se dio el acercamiento al Centro. Para finalmente, mostrar el desarrollo tecnológico que realizó el CCADET, que pudo satisfacer la demanda tecnológica de la empresa con el fin de mejorar la posición en el mercado de esta última.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS TECNOLÓGICO-PRODUCTIVOS DE LA NUEVA FASE DE DESARROLLO**

*Algo he aprendido en mi larga vida: que toda nuestra ciencia, contrastada con la realidad, es primitiva y pueril; y, sin embargo, es lo más valioso que tenemos.*  
**ALBERT EINSTEIN**

## **1. EL CONOCIMIENTO COMO FACTOR PRODUCTIVO**

En la actualidad, asistimos a una nueva fase de desarrollo capitalista conocida como la economía del conocimiento<sup>1</sup>, que entre sus características está la aplicación y transformación del conocimiento como principal fuerza productiva, seguida de la revolución tecnológica y la transformación de las relaciones económicas<sup>2</sup>. En este capítulo, mostraremos particulares características de esta nueva fase de desarrollo.

En palabras de Marx: es en la gran industria donde la ciencia es separada del trabajo como potencia independiente de producción y aherrojada al servicio del capital<sup>3</sup>. La aplicación de la ciencias y el conocimiento a la producción social es uno de los aspectos civilizadores del capitalismo [en ORDÓÑEZ, 2004].

Por lo tanto, en la nueva fase de desarrollo, que se explicará más adelante, hay que tener en cuenta que la valorización de conocimiento es uno de los ejes que el desarrollo de las fuerzas productivas requieren para su fin último, a saber, producir mayor plusvalía vía la elevación de la productividad, y por tanto la ganancia.

Así, el conocimiento científico genera “información técnica de valor comercial inmediato, con un impacto directo en la conformación del proceso de desarrollo industrial, en donde se integra investigación básica, investigación tecnológica y desarrollo tecnológico en un solo proceso productivo<sup>4</sup>; con el último fin de la innovación tanto de los procesos del trabajo como de los medios de producción, y sin pérdida de generalidad, en las mercancías.

Por lo tanto, hay una vinculación entre ciencia, conocimiento y producción social. Ordóñez explica que esta vinculación tiene como base dos procesos, el primero es el incremento en la capacidad de procesamiento de información y la producción de la ciencia y conocimiento

---

<sup>1</sup> El concepto de Economía del Conocimiento utilizado aquí se refiere principalmente al capitalismo del conocimiento, es decir, a la obtención de valor a partir del conocimiento, es la valorización del mismo. Ya que el concepto en si mismo es más amplio, por que abarca campos en donde el capitalista no puede penetrar, como en el campo del software libre.

<sup>2</sup> ORDÓÑEZ, Sergio. La nueva fase de desarrollo y el capitalismo del conocimiento. Elementos teóricos. Comercio Exterior, Enero de 2004

<sup>3</sup> “Entre el hombre de cultura y el obrero productor se interpone un abismo y la ciencia, que, puesta en manos del obrero, serviría para intensificar sus propias fuerzas productivas, se coloca casi siempre enfrente de él... La cultura se convierte en un instrumento susceptible de vivir separado del trabajo y enfrentado con él”. MARX, El capital. Fondo de Cultura Económica. Tomo I, Pág. 294

<sup>4</sup> CAMPOS, Miguel Angel. La Tercera Revolución Industrial en México: diagnóstico e implicaciones. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1992

en forma directamente accesible y aplicable a la producción y, segundo, el incremento dramático en la velocidad y el nivel de acceso y difusión del conocimiento y la información.

Pero la valorización del conocimiento y la vinculación entre ciencia y producción social está ligada a otros sectores de la sociedad, como lo es el sector científico-educativo, el Estado y las empresas, creando un círculo virtuoso entre estos sectores sociales. Esta nueva articulación es uno de los aspectos distintivos de la economía del conocimiento.

De inicio, se explicará los factores que influyen para que el conocimiento sea un factor para la producción, para después relacionar a éste con las esferas productivas y las esferas científico-educativas.

### **1.1 ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO.**

Con el surgimiento del nuevo paradigma tecno-productivo, un factor que impulsa la revolución de los procesos de trabajo, vía la revolución tecnológica, es lo que conocemos como economía del conocimiento. Es decir, la potenciación de la producción de bienes y servicios tiene como base las innovaciones tecnológicas que se crean tanto en las grandes empresas como en las instituciones de investigación científica y tecnológica, las cuales emplean la investigación básica y aplicada para los fines antes propuestos; por lo que el conocimiento es un elemento de las fuerzas productivas sociales y naturales, ya que las ideas se convierten en materia prima para la producción.

En el nuevo paradigma, el trabajo intelectual creador del conocimiento se ha convertido en un factor central de la producción y de la creación de valor, transformándose en el eslabón principal de la nueva división social del trabajo. Este nuevo paradigma productivo centrado en el capital intelectual representa un giro radical respecto al paradigma fordista keynesiano, tanto en el plano de la organización del trabajo, como en la propia estructura empresarial.

Al conocimiento lo entendemos como la reproducción en el pensamiento del mundo material orientada a la transformación (consiente) de la realidad. El conocimiento es, por tanto, indisoluble de la práctica del sujeto social [ORDÓÑEZ, 2004].

Así, el conocimiento se separa en conocimiento explícito y conocimiento tácito. El conocimiento explícito se ha definido como el conocimiento sistemático y racional que puede ser expresado con palabras, números, fórmulas, etc., el cual desarrolla una explicación de la esencia de los fenómenos, es decir, tiende a dar cuenta en forma sistemática la esencia de

éstos y cómo ésta se presenta en la apariencia .Por otro lado tenemos el conocimiento tácito, que es aquel que una persona, comunidad, organización o país, tiene incorporado o almacenado en su mente, en su cultura y es difícil de explicar, a éste se le conoce también como conocimiento empírico o sensitivo [ORDÓÑEZ, 2004], es decir, rinde cuantas de la exteriorización, lo aparential, de los fenómenos.

Este último, a su vez, puede ser de diversos tipos: a) conocimiento incorporado a las habilidades del sujeto (*emboided knowledge*); b) conocimiento incorporado a en la capacidad cognitiva del sujeto (compresión de la lectura, resolución de problemas, analizar, visualizar ideas, etc.) que le permite acceder a otro más complejo o resolver problemas nuevos (*embrained Knowledge*); c) conocimiento incorporado en la rutina de una práctica colectiva u organizacional (*embedded Knowledgege*) y d) conocimiento incorporado en patrones de comportamiento, “sentido común”, Ideas, experiencias, destrezas, habilidades, costumbres, valores, historia, creencias (*encultured Knowledgege*).

Por lo que el conocimiento explícito y tácito son incorporados a los procesos productivos para generar nuevos bienes y servicios. El conocimiento ha ocupado un lugar central del crecimiento económico y de la elevación progresiva del bienestar social. La capacidad de inventar e innovar, es decir, de crear nuevos conocimientos y nuevas ideas que se materializan luego en productos, procedimientos y organizaciones, ha alimentado históricamente al desarrollo<sup>5</sup>. Pero en esta nueva fase la aplicación de la ciencia y del conocimiento incide en mayor proporción y más directamente en la producción.

Pero a la vez que existe una valorización del conocimiento también existe una desvalorización del trabajador dentro de este nuevo paradigma. Como las nuevas tecnologías incorporadas a los procesos productivos están determinadas a partir del conocimiento especializado y complejo, entonces aquellos trabajadores que no cuentan con tal capacidad serán desvalorizados en cuanto a sus funciones y por lo tanto son postergados a tareas lacónicas o simplemente son despedidos.

---

<sup>5</sup> Paul A. David y Dominique Foray. Revista Internacional de Ciencias Sociales, marzo 2002, no. 171, “la sociedad del conocimiento”.

El aspecto esencial está constituido por una aceleración sin precedentes del ritmo de creación, acumulación y sin duda también de depreciación del conocimiento. Esta tendencia se plasma en particular en una fuerte intensidad del progreso científico y tecnológico<sup>6</sup>.

Los historiadores económicos han expuesto el papel fundamental que ha desempeñado la tecnología en el crecimiento económico, vía el aumento de la productividad, a lo largo de la historia y en especial en la era industrial. La hipótesis sobre el papel crucial de la tecnología como fuente de productividad en las economías avanzadas parece ser capaz de abarcar también buena parte de la pasada experiencia de crecimiento económico<sup>7</sup>.

La relación directa entre ciencia, producción y tecnología han creado un conjunto de nuevas categorías explicativas que indican cambios fundamentales en la valorización del trabajo intelectual complejo y de los conocimientos como valor económico. Por lo que el desarrollo de la tecnología es entendida como un proceso social y económico: “el proceso de avance tecnológico en términos de conocimiento e invención es un proceso relativamente autónomo, pero la invención, i.e. la aplicación y la difusión de técnicas específicas en la esfera productiva, está mucho más determinada por las condiciones sociales y decisiones de ganancia económica.<sup>8</sup>

De esta manera, se le considera al conocimiento como fuerza productiva porque estimula el incremento de la productividad del capital, pero también las ideas, surgidas de la mente humana, conlleva a generar nuevas tecnologías; por lo tanto, el conocimiento es al mismo tiempo un valor de uso y de cambio. El conocimiento es producido para ser vendido, y es consumido para ser valorizado en la producción: en los dos casos, para ser cambiado.

Este intercambio, manifiesta la necesidad de las firmas por incrementar su campo de dominio y, sobre todo, de incrementar sus ganancias, creando una espiral ascendente de competitividad entre ellas, aunque este intercambio no solo se presenta del lado empresarial, sino que también del lado científico-educativo, instaurando una dinámica económica y productiva.

Este conjunto tanto de individuos como de instituciones, empresas, entre otros, buscan en el conocimiento su principal fuerza de productividad: son redes cuyo objetivo fundamental es la

---

<sup>6</sup> Idem.

<sup>7</sup> CASTELLS, Manuel. La era de la información. Tomo I: La sociedad red. Siglo XXI editores. Tercera edición, México, 2001. Haciendo referencia a C. Freeman, prólogo a la parte II.

<sup>8</sup> DIDRIKSSON, Axel. CAMPOS, Guillermo. ARTEAGA, Carlos. Coordinadores. El futuro de la educación superior en México. Ed. UNAM, Plaza y Valdés y Centro de Estudios sobre la Universidad. México 2004. Pág. 42

producción y la circulación de nuevos conocimientos y que ponen en juego a personas que pertenecen a entidades diferentes o incluso rivales<sup>9</sup>. A esto conjunto se le categoriza como comunidades epistémicas<sup>10</sup>.

Antes de pasar a la explicación de la nueva relación entre el sector productivo y el sector científico-educativo, se procederá a explicar cómo la aplicación de la ciencia ha llegado a manifestarse en el nuevo paradigma tecno-productivo.

## **1.2 EL NUEVO PARADIGMA TECNO-PRODUCTIVO O LA NUEVA FASE DE DESARROLLO CAPITALISTA.**

En esta sección se pretende explicar las características básicas de la nueva fase de desarrollo capitalista. Esta explicación comprende dos puntos esenciales, 1) El agotamiento de un paradigma centrado en una economía donde la organización del trabajo estaba bien diferenciada (aumento de la división del trabajo) y estaba regida por lo que se conoce como Fordismo, y 2) La ascensión y desarrollo del nuevo paradigma tecno-productivo, donde la organización del trabajo se basa en el Toyotismo, que a la vez se combina con el sector electrónico-informático.

Pero, primeramente, cabría la siguiente pregunta en el contexto mismo de esta transición: ¿qué entendemos por paradigma? En palabras de T. Kuhn, el paradigma es un modelo o patrón aceptado<sup>11</sup> por los miembros de una comunidad, en este sentido podemos decir que el paradigma es lo que se acepta generalmente. Con esta conceptualización ¿podemos considerar al nuevo patrón de producción, que se basa en la economía del conocimiento, como un nuevo paradigma? Adelantándonos a la exposición, podemos decir que si. Para corroborar dicha afirmación debemos referirnos a los determinantes históricos de dicho cambio en el marco de la producción y la organización del trabajo, haciendo referencia a sus elementos distintivos, y mostrando las características del nuevo paradigma.

---

<sup>9</sup> Paul A. David y Dominique Foray. Ob. Cit.

<sup>10</sup> Son pequeños grupos de "agentes que trabajan sobre un subconjunto comúnmente reconocido de temas de conocimiento, quienes convienen en un marco común de procedimientos autorizados entendido como esencial para el éxito de sus actividades de conocimiento" [Cowan et al., 1998]. Así, las comunidades epistémicas pueden ser definidas como un grupo de agentes que comparten una meta común de creación del conocimiento y un marco común que permite comprender esta tendencia. La meta de las comunidades epistémicas está simultáneamente fuera y por encima de los miembros de la comunidad.

<sup>11</sup> KUHN, Tomas T. S. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, Breviarios, núm. 213. México 1995

Hacia la época de la segunda posguerra, y hasta los años setenta, la economía estaba dirigida por el crecimiento de industrias como la automotriz, los productos petroquímicos, los equipamientos de transporte, los electrodomésticos y la construcción, que constituían los grandes propulsores del crecimiento económico. Es decir, existía una difusión generalizada de la lógica industrial (economías a escala) al conjunto de actividades económicas<sup>12</sup>, además, se caracteriza por aquellas empresas de producción a gran escala con métodos de producción tayloristas<sup>13</sup>, la integración vertical en la organización de la empresa (separación de cada uno de los departamentos del proceso de producción), traduciéndose esto último en una alta división del trabajo y el crecimiento de los créditos al consumo. Sin olvidar que se moderniza la infraestructura en transportes y comunicaciones y se incentiva la mayor participación del Estado dentro de las actividades económicas; todo esto sumergido en una cultura de masas.

En esta misma dinámica, la línea de montaje (el cual es un mecanismo automatizado) y la combinación con el taylorismo darían lugar al Fordismo, el cual agregaría dos principios al primero: 1) el sistema secuencial (o de convoy) de la producción y 2) la conversión de los operarios en consumidores de sus propios productos [ORDÓÑEZ, 2004]. La base tecnológica es esta fase, o este paradigma, estaba basada en el motor de combustión interna y electricidad (el sector articulador y dinamizador del crecimiento es el complejo industrial automotriz-metalmecánico-petroquímico) Por lo que este sistema, se ajustaba en la rigidez de la producción, desde los niveles de dirección hasta los de comercialización, colocando al trabajador como ultraespecialista de su área. A esta fase de desarrollo se le conoce como “fase de desarrollo fordista keynesiano”,

Pero a comienzos de la década de los años setenta la fase de desarrollo fordista-keynesiana se agotó, es decir, ya no se encontraban soluciones económicas viables dentro de este paradigma, en otras palabras, este agotamiento se tradujo en una crisis de productividad<sup>14</sup>,

---

<sup>12</sup> CASTELLS, Manuel. Ob. Cit.

<sup>13</sup> El taylorismo (administración científica) se refiere a los principios de dirección y organización de trabajo bajo 1) la separación entre concepción, programación y control de calidad del trabajo de su ejecución; 2) parcialización y estandarización del trabajo y 3) pérdida de la visión del conjunto del proceso de trabajo por el obrero individual, a favor de un nuevo estrato de técnicos de la producción. (ORDÓÑEZ, Sergio, 2004)

<sup>14</sup> La crisis de productividad, gestada desde finales de los años 60 en los Estados Unidos, se manifestó hacia el año de 1978, donde la tasa fue de apenas 0.6% anual. El análisis del gobierno fue que la desaceleración de la productividad se debía a la escasa formación de capital, la relación de stock de capital por trabajador se redujo. Las causas, a su vez, eran la falta de incentivos para invertir debido a la recesión y a la inflación, y también por la crisis energética, las regulaciones innecesarias y excesivas que aumentaban los costos y los precios.

por lo que se buscaron salidas a dicha crisis. Si nos remitimos a Kuhn, este sistema deja de considerarse un paradigma, por que deja de proporcionar soluciones a los problemas de la baja de productividad, y por ende, deja de ser aceptado en su totalidad y por la comunidad en general. Lo anterior se tradujo en la búsqueda de nuevas formas producción que interrumpieran la caída tendencial de la tasa de ganancia (y con esto de la productividad) y revertirla; por lo que el modelo fordista-keynesiano tuvo que ser descartado como forma de organización de la producción.

Algunos autores llaman a esta fase venidera la “sociedad de la información”<sup>15</sup>, otros autores la manejan como la “sociedad del conocimiento”, “economía del conocimiento”, “sociedad red”, “economía digital”, etc. Pero lo esencial de este trabajo, es remitirse a los factores que llevaron a las firmas a encontrar nuevos períodos de gran productividad, de producción de elementos de innovación tanto en organización como en mercancías y a una nueva forma de ordenación social y de pensamiento.

Para analizar esta nueva fase de desarrollo nos centraremos en sus aspectos teóricos-organizativos, es decir, se analizará esta fase de producción desde sus elementos distintivos como la forma de organización-trabajo y su base tecnológica, terminando con la nueva vinculación del sector científico-educativo y la economía en general.

Un primer acercamiento a los aspectos teóricos de la nueva fase es que las relaciones de producción tenían que ser modificadas para contrarrestar las dificultades que se suscitaron con respecto al rango de la tasa de ganancia, ya que el Fordismo dejó de dar soluciones a los problemas de baja productividad, por lo que los modelos de producción se enfocaron en los principios japoneses, a esta forma de producción se le conoce como Toyotismo<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Algunos autores, como Bell, en un principio, caracterizaban a esta fase como aquella en donde la economía pasaría de productora de mercancías a otra productora de servicios; por la preeminencia de las clases profesionales y técnicas sobre los trabajadores manuales; por la primacía del conocimiento teórico sobre el empirismo y su conversión en el recurso estratégico, desplazando al capital físico; por la planificación, el control y el uso intensivo de la tecnología; un componente de la sociedad que Bell ya prefigura es la creación de una nueva “tecnología intelectual” que tendrá tanta importancia como lo fue “la tecnología maquinista en el siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX”.

<sup>16</sup> El Toyotismo es un sistema de gestión ideado para la implantación de estructuras organizativas poco jerarquizadas, el paso de la producción rígida a la producción flexible, reducción de la división del trabajo mediante la integración de funciones, abandono de sistemas complejos de normas y la simplificación del desarrollo de nuevos productos mediante el trabajo en equipo y una automatización controlada.

### 1.3 EL TOYOTISMO

El Toyotismo tiene como objetivo la producción de pequeñas series de productos diferenciados y variados. Los principios básicos del Toyotismo son: 1) La autoactivación de la producción. 2) El sistema Kan-Ban<sup>17</sup>, 3) Las líneas de producción en “U” y el trabajo en equipo y 4) La implicación productiva del operario [ORDÓÑEZ, 2004].

La autoactivación de la producción se entiende como una extensión de la automatización que, a su vez, se refiere a los conceptos de autonomía y automatización (estos conceptos emanan de la concepción en la producción por medio de máquinas autónomas para la producción con el fin de reducir los costos, en términos de desperdicio y errores humanos). Sin embargo, las consecuencias de la automatización no se limitan simplemente a la reducción de desperdicios, si no que también permite que un solo obrero trabaje varias máquinas distintas a la vez. Así se promueve la desespecialización y la plurifuncionalidad, contraviniendo con ello el espíritu taylorista caracterizado por la fragmentación extrema de los tiempos y movimientos de trabajo y, con ello, la parcelación extrema de los conocimientos laborales (GARCÍA, P. Luis, 2000).

El diseño de las líneas de producción en forma de “U” nos refiere a la disposición espacial de las máquinas, donde las entradas y salidas de producto están unas frente a otras. Por lo que las máquinas, son unidades autónomas y bien organizadas, con el fin de llevar a cabo una producción más eficiente, lo que indica, producir solo lo que se necesita y justo a tiempo, con el objetivo de satisfacer la demanda (si importar cuánto crezca ésta) sin la necesidad de aumentar la capacidad del personal (ORDÓÑEZ, 2004). En este sistema, se reducen los costos e incrementando la eficiencia, ya que el trabajador solo tomará el producto necesario, controlando el flujo de recursos [materias primas] en los procesos de producción a través de tarjetas, las cuales son utilizadas para indicar el nivel de abastecimiento de material o producción de piezas, reduciendo los inventarios y la obsolescencia de los productos. A esta forma bien organizada se le conoce como sistema Kan-Ban. El Kan-Ban tiene como propósito comunicar qué piezas deben producirse, cuándo iniciar la producción, cuándo finalizar la producción, cuántas piezas es necesario producir y dónde entregarlas.

---

<sup>17</sup> Este sistema es un sistema de producción que determina el flujo de materiales a través de señales que indican cuando debe producirse un bien o producto y cuando debe reabastecerse de materias primas entre dos centros de trabajo que son consecutivos.

El trabajador interviene en mayor medida dentro de los procesos productivos (tanto en la producción misma como a nivel organizativo); el trabajador tiene una mayor participación en la solución de problemas que se suscitan en los procesos productivos, hay una interrelación entre la inteligencia y la aplicación. Por lo que los obreros se comprometen con los objetivos de la producción. Esto, conlleva a una empresa bien organizada horizontalmente, donde el trabajador, que tiende a ser plurifuncional, asume una mayor control de los procesos de trabajo, siendo este último un elemento rotativo en todos los puestos de trabajo. Sin embargo, adquieren relevancia los conocimientos tácitos, no codificados y específicos de cada unidad fabril. La capacidad de absorber y sedimentar acumulativamente el conocimiento tecnológico práctico sobre la operación de las nuevas tecnologías flexibles parece esencial<sup>18</sup> (conjugación de los *learning by doing, by using y by experimenting*).

Entre las ventajas principales de la instauración de esta nueva organización destaca la mayor facilidad para adaptarse a las exigencias cuali-cuantitativas de la demanda y reducir el personal en casos de contracción de ésta. Además, este sistema de trabajo permite reducir los costos de transporte, ya que las piezas o componentes de las mercancías se fabrican de forma independiente y conforme al precio de la fuerza de trabajo.

Carlota Pérez describe algunas otras características de este paradigma referidas a las relaciones organizacionales<sup>19</sup> (ver cuadro 1.1).

De esta manera, el nuevo sistema de trabajo como el paralelismo que se conformó con la revolución en las tecnologías, que más adelante se explican, principalmente de la electrónica e informática, impulsaron las nuevas bases para un mejor desenvolvimiento del capital, dejando de lado el problema en la reducción de la tasa de ganancia que se presentó a inicios de los años sesenta.

Pero en qué consistió esta revolución en la tecnología, cuáles son los elementos científicos en lo que sustenta y en qué aspectos de la producción incide el conocimiento científico aplicado. Estas interrogantes se tratarán de contestar en el siguiente apartado.

---

<sup>18</sup> BURGUEÑO Oscar, HOUNIE Adela y PITTALUGA Lucía. Ob. Cit.

<sup>19</sup> PÉREZ, Carlota. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México, 2003. Pág.32-33.

Cuadro 1.1

ÁREA	NUEVO PATRÓN DE EFICIENCIA
Mando y control	Autonomía, Autoevaluación y automejoramiento. "Siempre puede haber una mejor manera".
Estructura y crecimiento	Flexibilidad de unidades ágiles
Partes y nexos	Lazos de interacción y cooperación entre funciones definidas por mercados finales.
Estilo de cooperación	Prácticas adaptables. Definición de tareas para cada grupo. Personal polivalente. Equipos <i>ad hoc</i> . Amplia delegación de toma de decisiones. Flujo múltiple horizontal y vertical.
Personal y entrenamiento	Trabajadores vistos como capital humano. Mucho entrenamiento y reentrenamiento internos. Iniciativa/colaboración/motivación.
Equipos y escala	Equipo adaptable, programable y flexible.
Programación de la producción	Usar puntos bajos para mantenimiento y entrenamiento.
Medición de la productividad	La meta es cero defectos y cero rechazos.
Proveedores, clientes y competidores	Fuerte interacción con el mundo exterior. Lazos de colaboración con proveedores, con clientes y, en ciertos casos, con competidores.

Fuente: Carlota Pérez

#### 1.4 LA NUEVA BASE TECNOLÓGICA.

Una vez explicado los nuevos elementos organizativos y de producción que conformaron la aparición del nuevo paradigma, nos centraremos en sus bases tecnológicas, ya que es un elemento inherente a este cambio. La nueva fase de producción, tiene dentro de sus aspectos característicos el desarrollo vertiginoso de la tecnología. Así como el incremento de la aplicación de la ciencia a los procesos productivos.

Una revolución tecnológica se desprende de una revolución en las ciencias básicas, la cual esta determinada como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es remplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible<sup>20</sup>. Esta revolución científica estuvo caracterizada por el desarrollo de la física cuántica y la teoría de la relatividad general. Las cuales llevaron a crear un ambiente diferente sobre aspectos filosóficos y productivos (simplemente pensemos en las posibilidades de viajar a grandes velocidades o de almacenar millones de archivos de información en un solo microchip). Las nuevas tecnologías se centraron en áreas como la electrónica, en las tecnologías de la información, la biotecnología, los nuevos materiales, la optoelectrónica y las nuevas fuentes de energía. Son áreas donde la investigación científica básica y aplicada y el desarrollo tecnológico son las principales materias primas para el avance capitalista, indicando que el conocimiento se convierte en conocimiento lucrativo y mercantil. Para nuestro interés,

<sup>20</sup> KUHN, Op. Cit. Pág. 149

existen dos ramas de la ciencia aplicada y su subsecuente desarrollo tecnológico: la tecnología de la informática y las comunicaciones y la electrónica, así como dos subáreas inherentes a estas: los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía.

Tenemos que determinar las características elementales de los elementos físicos de esta base tecnológica. Primeramente, uno de los elementos que incidió sobre esta base es la electrónica, que a su vez, estuvo determinada por los avances en microelectrónica y sus aplicaciones al tratamiento de la información.

La microelectrónica comprende la aplicación de la ciencia electrónica a componentes y circuitos de dimensiones muy pequeñas, microscópicas y hasta de nivel molecular para producir dispositivos y equipos electrónicos de dimensiones reducidas pero altamente funcionales. El teléfono celular, el microprocesador de la CPU y la computadora tipo [Palm](#) son claros ejemplos de los alcances actuales de la microelectrónica. Un aspecto importante dentro de la revolución electrónica es el descubrimiento del transistor<sup>21</sup>, que permitió un gran avance en el tratamiento de las comunicaciones, pensemos en el microprocesadores y circuitos integrados, los cuales impulsaron el avance en las computadoras.

Aunque la electrónica tuvo una incidencia notable para la nueva base tecnológica, los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía también constituyen un parte importante en el desarrollo de la propia electrónica. Estos materiales, que constituyen un nuevo sistema tecnológico con el fin de hacer frente a las demandas de estos sectores, refieren principalmente a materiales ligeros, para altas temperaturas y para componentes electrónicos. Estos incluyen metales, materiales cerámicos e inorgánicos, polímeros, materiales compuestos y silicio, este último de gran aplicación en la electrónica.

Las nuevas fuentes de energía incluyen la energía solar, la eólica, la geotérmica, de esquistos bituminosos, la biomasa y la termoquímica, así como nuevos desarrollos de la energía nuclear<sup>22</sup>. Hay que recordar que la energía de última generación, esta basada en los biocombustibles, los cuales tienen como base productiva la caña de azúcar, y el biodiesel. Si bien la electrónica y los demás desarrollos tecnológicos antes expuestos, son parte

---

<sup>21</sup> El transistor hizo posible procesar los impulsos eléctricos a un ritmo más rápido en un modo binarios de interrupción y paso, con lo que fue posible la codificación de la lógica y la comunicación con máquinas y entre ellas. El transistor incorporó las propiedades de los bulbos de amplificación, control y generación de señales eléctricas en un dispositivo de semiconducción de estado sólido, lo cual revolucionó la electrónica en varios sentidos: a) incorpora la semiconducción, b) se trata de un dispositivo de estado sólido y c) sus dimensiones son reducidas

<sup>22</sup> *Ibíd.* Pág. 5

importante de la nueva fase, el desarrollo de las telecomunicaciones también se integra en esta dinámica.

La capitalización y automatización (digitalización) del sector de la información propició el enorme crecimiento del mercado de la industria de la informática, de las telecomunicaciones y de otras tecnologías de la información, y a partir de ahí el aumento de la productividad del sector servicios<sup>23</sup>. También, esta revolución en la informática fue el resultado de la conversión del desarrollo en microelectrónica (fenómeno específicamente tecnológico) en una nueva revolución productiva de enormes alcances económicos y sociales<sup>24</sup>.

La revolución en las tecnologías de la informática y las comunicaciones se establecen históricamente a través de cuatro fases: 1) La invención del transistor 2) Conversión del transistor en microprocesador, 3) Invención de la computadora personal y 4) Convergencia de la informática y las comunicaciones, por medio del MODEM, la televisión interactiva o el acceso a Internet vía satélite [ORDÓÑEZ, 2004].

En la actualidad, La CEPAL (LIRA, Adrián: 2005) categoriza a las TIC (Tecnologías de la información y de las comunicaciones) como la convergencia entre las trayectorias tecnológicas de los medios de información, de comunicación y de informática con base tecnológica en la Internet, telefonía celular 3G, televisión digital y asistentes digitales personales. Por lo que el uso de estas tecnologías permite que las personas puedan comunicarse y compilar, generar, manejar, transferir y divulgar información desde puntos geográficos distantes, por medio del desarrollo del software y el hardware especializados, la Internet y la programación.

El resultado de la utilización de la TIC conlleva a la digitalización de datos, información y conocimientos en formatos digitales de texto, imágenes y sonido, voz u otros, los cuales son almacenados, manejados, procesados y difundidos en el denominado proceso informacional (es decir, generar información). Por lo que la revolución tecnológica de la informática y las comunicaciones tiene como fundamento la incidencia en el desarrollo de los circuitos integrados y del software.

En los últimos veinte años, la potencia creciente de los microprocesadores, o del chip, ha dado como resultado un interesante aumento de la potencia de la microinformática. A los

---

<sup>23</sup> ídem.

<sup>24</sup> DABAT, Alejandro.

avances de ésta última y el desarrollo del software hay que añadir los importantes progresos efectuados en cuanto a las capacidades de interconexión. La posibilidad de añadir memoria y capacidad de procesamiento compartiendo la potencia informática en una red electrónica, cambió de forma radical la era del ordenador en la década de los 90's, de un almacenamiento y procesamiento de datos centralizado a la utilización compartida de la potencia del ordenar interactivo en red, culminado en lo que se conoce como la Internet<sup>25</sup>.

Las telecomunicaciones han sufrido la revolución producida por la combinación de las tecnologías de nodos (conmutadores y selectores de rutas electrónicos) y los nuevos enlaces (tecnologías de la transmisión). Los importantes avances en optoelectrónica (fibras ópticas y transmisión por láser) y en la tecnología de la transmisión de paquetes digitales ampliaron de forma espectacular la capacidad de las líneas de transmisión.

De esta manera, en la nueva fase convergen aquellas prácticas de investigación y desarrollo tecnológico susceptible de ser aplicado, más concretamente, en las áreas de la electrónica y las tecnologías de la información, lo que implica una mayor participación del capital humano altamente calificado (científicos, técnicos, ingenieros, etc.).

Pero, cuál es la incidencia directa de estos desarrollos tecnológicos, o de esta base tecnológica, en los procesos productivos. Por qué la electrónica y las tecnologías de la información son elementos esenciales para la potenciación de las fuerzas productivas.

## **1.5 NUEVA BASE PRODUCTIVA Y NUEVO CICLO INDUSTRIAL**

Nuestra primera visión de la nueva base productiva es que ésta tiene como elementos característicos<sup>26</sup>, entre otros, al microprocesador, al desarrollo de las computadoras (entre las que se desataca la PC) y el software. El desarrollo y conjunción de estos tres elementos permitió el mejoramiento del procesamiento de datos, cálculos numéricos avanzados, realidad virtual, entre otros. Así mismo, se constituyo un gran despliegue de las comunicaciones vía la implantación de la Internet, misma que es precedida por la invención del Módem. En los que sigue se tratarán de explicar más afondo estas características.

El cambio sobre el eje tecnológico consiste en la incorporación del microprocesador como dispositivo operativo fundamental de los equipos electrónicos complejos, la introducción del

---

<sup>25</sup> CASTELLS, Manuel. Ob. Cit. Pág. 71

<sup>26</sup> ORDÓÑEZ, Sergio. Ob. Cit 2004

software como controlador de su funcionamiento y la interconexión de los equipos en las redes digitales. Con la incorporación del microprocesador como dispositivo operativo fundamental en el equipo de telecomunicación y del software como controlador de su funcionamiento, conllevó a una revolución tecnológica de la información, la cual se extendió indisolublemente a las telecomunicaciones<sup>27</sup>. El sector electrónico-informático (este último se puede ver como sector de la informática y de las telecomunicaciones) constituye una cadena productiva particularmente integrada, como resultado de las grandes interacciones y sinergias derivadas del sistema tecnológico común que articula sus partes [ORDÓÑEZ, 2004].

Por un lado, la amplitud del sector electrónico-informático (SE-I) puede percibirse a partir de su articulación en tres grupos. En primer término, puede identificarse un grupo compuesto por los sistemas y productos finales, que estarían caracterizados por la importancia que adquiere el *software*, por el hecho de presentar un nivel de digitalización significativo, y por una gran automatización del proceso de producción. Este grupo tendería a desarrollar una gran capacidad de almacenar y transmitir información. Tomando un criterio de mercado, podría realizarse la siguiente clasificación de los componentes<sup>28</sup> susceptibles de aplicación en la esfera productiva:

- *informática*
- *automatización de escritorios (bureautique)*
- *telecomunicaciones y telemática*
- *electrónica profesional*
- *automatismos y robótica*
- *electrónica médica*
- *instrumentación técnica y científica*
- *electrónica de masa (bienes de consumo durables)*
- *servicios de telecomunicaciones*

En segundo término, figuran los componentes, insumos procesados y materias primas.<sup>29</sup> En este grupo tendrían una importancia creciente los componentes microelectrónicos

---

<sup>27</sup> ORDÓÑEZ, Sergio. La nueva fase del desarrollo y el capitalismo del conocimiento. Revista "Comercio Exterior" Vol. 5, núm. 1. Enero de 2004.

<sup>28</sup> BURGUEÑO, Oscar y PITTALUGA, Lucia. Ob. Cit. Pág. 6.

<sup>29</sup> Los productos que integran este grupo son: componentes: dispositivos optoelectrónicos, microelectrónica, telas planas, fibras ópticas, ferrites, soportes magnéticos, captosres, conectores, tubos catódicos, insumos procesados: silicio, vidrio electrónico, materiales para soportes magnéticos, cerámica, tierras raras, AsGa (arsenio de galium), aleaciones especiales. materias primas:

(semiconductores activos) y los componentes destinados a la visualización de las informaciones, a la interrelación de los sistemas y a la transmisión de informaciones.

Por último, se halla el grupo compuesto por los conocimientos tecnológicos y científicos.<sup>30</sup>

Estas tecnologías constituyen un elemento esencial de unidad técnica del CE, ya que son utilizadas tanto por los productores de productos y sistemas finales, como por los fabricantes de componentes e insumos. También se pueden considerar cuatro sub-sectores orientados a diferentes tipos de aplicaciones "verticales", destinadas a un tipo particular de industrias o actividades, como son el equipo de telecomunicaciones, la electrónica de producción, la electrónica de consumo o el equipo militar y espacial<sup>31</sup> [ORDÓÑEZ].

En consecuencia, el progreso de dichas tecnologías tiene un gran efecto de encadenamiento sobre varias actividades productivas al mismo tiempo, generándose un proceso muy dinámico. Aunado a esta dinámica, la expansión de este sector se relaciona con prácticamente todos los sectores productivos mediante diversos eslabonamientos: Hacia delante, con los procesos productivos (equipo e instrumental utilizado en la producción directa o indirecta de investigación y desarrollo), productos y actividades de administración y comercialización y hacia atrás, con sectores como el eléctrico y componentes, la industria óptica y el sector científico-educativo<sup>32</sup>.

Desde las perspectiva económica, la evolución de la electrónica ha permitido, con la miniaturización de los componentes, la reducción de los costes de fabricación y el aumento de la fiabilidad de los dispositivos, además, ha permitido una incorporación masiva de las técnicas digitales a los equipos de telecomunicación (pensemos en la comunicación de la fibra óptica y los enlaces que establecen gracias a los satélites).

Por el otro lado, la informática, y sus subsecuentes vínculos (TIC's) tiene gran relevancia en el sector productivo. Primeramente: "telecomunicaciones" significa comunicar a distancia, "informática" (que proviene de "información", auto y mática) supone el procesamiento automático de la información; "telemática" es la conjunción de "telecomunicaciones" e

---

silicio, tierras raras, metales raros, P.V.C.

<sup>30</sup>. La siguiente es una lista aproximada de las disciplinas a las que se está aludiendo: electrónica micrónica, electrónica submicrónica, metalurgia de los óxidos, microsoftware, software, térmica, micromecánica, mejora de los procesos de fabricación existentes, CAD/CAM, conmutación, optoelectrónica, óptica integrada.

<sup>31</sup> De estos sectores, los más importantes por su peso y dinamismo en la producción y el comercio internacional son los semiconductores, el software, las computadoras y el equipo de telecomunicaciones.

<sup>32</sup> CONTRERAS, Oscar F. Economía digital e industria emergentes en México: el caso del software y los servicios informáticos. Seminario Académico de El Colegio de Sonora. 2004.

"informática", e implica la transmisión y el procesamiento automático de la información<sup>33</sup>. Lo cual nos indica que el sector informático es de suma relevancia para el intercambio de conocimiento aplicado a los procesos productivos.

Un aspecto importante de esta nueva base productiva fue el desarrollo de la Internet, ya que permite la mayor interconexión de aplicaciones digitales mediante redes, brinda acceso público a contenidos digitales estructurados en sitios y portales, ofrece oportuna transferencia de datos, información y conocimientos previamente digitalizados, y promueve la exactitud y relevancia en sus contenidos mediante acciones presentes y futuras<sup>34</sup>.

Así mismo, el desarrollo del microprocesador y de la computadora supone la creación del software para el funcionamiento integral de estos dos. Existen tres tipos de software: 1) Los sistemas operativos, que controlan el funcionamiento de la computadora, incluido el control de redes y los compiladores, 2) Las herramientas de aplicación, que soportan el desarrollo de diferentes aplicaciones, como la programación, la ingeniería y las bases de datos y 3) Las soluciones de aplicación, que permiten al usuario final acceder a las funciones requeridas, como el conteo o el procesamiento de palabras<sup>35</sup>. Por lo tanto, el desarrollo del computador junto con el desarrollo de estos tres tipos de software convergen para el desarrollo de las telecomunicaciones y la informática. Haciendo con ellos una relación sinérgica en el ámbito de la información.

Esta capacidad de transmisión, basada en la optoelectrónica, junto con avanzadas arquitecturas de conmutación y selección de rutas, como el Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode, ATM) y el Protocolo de Control de Transmisión/Interconnection Protocol (TCP/IP), son la base de la denominada autopista de la información. Las diferentes formas de utilización del espectro de radio (transmisión tradicional, transmisión directa por satélite, microondas, telefonía celular digital), así como el cable coaxial y la fibra óptica, ofrecen una diversidad y versatilidad de tecnologías de

---

<sup>33</sup> KUHLMANN, Federico y ALONSO, Antonio Concheiro. Información y telecomunicaciones. Fondo de Cultura Económica. México 2003.

<sup>34</sup> Desde un enfoque técnico, Internet se define como un complejo sistema tecnológico digital de información y comunicación que relaciona cuatro subsistemas esenciales: infraestructura física, terminales y servicios, protocolos de interfase y aplicaciones tecnológicas.

<sup>35</sup> ORDÓÑEZ, Sergio. Ob. Cit.

transmisión que se están adaptando a toda una gama de empleos y posibilitando una comunicación entre usuarios móviles<sup>36</sup>.

De esta manera, para alcanzar los beneficios necesarios, las empresas, instituciones y organizaciones han llevado el uso de las TIC a la esfera en la cual se generan nuevos conocimientos, intervenciones e innovaciones, a partir del perfeccionamiento de uso de la tecnología. Lo que conduce a que se genere un conjunto de acciones digitales que permiten generar nuevas oportunidades económicas a los usuarios de la TIC con la aplicación de sus conocimientos y habilidades sobre el dominio de la tecnología y la generación de nuevos desarrollos tecnológicos internos. Esto conlleva a ciertas oportunidades tecnológicas: disminución de costos de producción y operación, penetración de mercados, eficiencia en procesos y renta tecnológica (LIRA, Adrián, *Ob. Cit.*)

Por lo que la interconexión electrónica de los medios de información y comunicación no solo aceleró el conjunto de los procesos productivos del sector, sino que también modificará la importancia económica y la jerarquía relativa de los distintos sectores productivos y de los diferentes espacios territoriales en torno a un conjunto de nuevos parámetros de estructuración del conjunto de la actividad económica.

## **CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO**

- i. El conocimiento en el contexto económico y social actual es utilizado por el capitalista para crear nuevo valor, es decir, es en la esfera de la producción donde se valoriza la categoría en discusión. Por lo tanto, aquel es aplicado a la producción de mercancías novedosas (procesos de innovación) con el objetivo de obtener mayores ganancias y una mejor posición en el mercado. Entonces, se trata de producir más al menor costo.
- ii. Si bien la aplicación de la ciencia en la producción no es nueva. En el contexto histórico actual, su inserción en esta esfera es mucho mayor, de hecho es un elemento esencial de ésta, lo que trajo consigo la revolución en la tecnología y en la organización de la producción (del Fordismo-keynesianismo al Toyotismo). Rompiendo con esquemas que se formaron sobre la lógica industrial que existió hasta los años sesenta del siglo pasado y permitió la ascensión de la era electrónica-digital–informática. Pero no solo influyó en estos últimos elementos, si no que también lo hizo en la dinámica social y cultural.

---

<sup>36</sup> CASTELLS, Manuel. *Ob. Cit.* Pág. 72

- iii. La revolución tecnológica aceleró la incorporación, la circulación y acumulación de conocimiento, creando una esfera de aprendizaje que incide positivamente en el bienestar social. Esta aceleración es el resultado de revolución que se estableció principalmente en la electrónica y que incidió de manera directa en las telecomunicaciones, creando sistemas de comunicación sin precedentes, permitiendo el rápido intercambio de conocimiento.
- iv. Por lo que este último, sobre todo la ciencia aplicada, se convirtió en una mercancía con todas las implicaciones que esta categorización implica, es decir, puede ser vendido y comprado (intercambiado), puede ser mejorado y ser movido. Pero existe, en una visión particular, un elemento distintivo, el conocimiento es evolutivo e imperecedero. Pero además no es un bien público, sino que se jerarquiza. Por lo que no todos pueden acceder a él para su explotación.
- v. Dentro de este esquema, el conocimiento, se vislumbra como un ente para la producción y en su forma de mercancía, aquél es indispensable para la potencialización productiva: el saber ya es, y lo será aún más, un envite mayor, quizá el más importante, en la competición mundial por el poder<sup>37</sup>.

---

<sup>37</sup> LYOTARD, Jean-François. La Condición Postmoderna. Ed. Cátedra. Madrid 2004.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTOS CIENTÍFICO-EDUCATIVOS DE LA NUEVA FASE DE DESARROLLO**

**"La manera como se presentan las cosas no es la manera como son;  
y si las cosas fueran como se presentan la ciencia entera sobraría."  
KARL MARX**

## **2. TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.**

Existe una definición acerca de la tecnología: "la tecnología implica la aplicación del conocimiento científico para crear los instrumentos físicos para la producción, el intercambio, la comunicación y el consumo". Aunque no toda la tecnología proviene del conocimiento científico, por lo que aquella aparece desde el acontecer de la práctica misma. De esta manera, la tecnología contiene conocimiento científico y conocimiento tácito.

En este último sentido, tendremos que hacer una diferenciación entre el significado de conocimiento y el de tecnología, ya que si bien están directamente relacionadas entre si y las dos inciden en la transformación del hombre, transformación sobre la naturaleza y sobre el entorno social.

### **2.1 CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA**

El hombre ha creado una serie de mecanismos para satisfacer su incansable afán de conocer su entorno, pero también crea aquellos que sirven para modificarlo o transformarlo. Esto significa que para el hombre el mundo es objeto de indagación y de acción<sup>1</sup>. Estas dos modalidades están relacionadas con la ciencia (indagación) y tecnología (la acción).

En la primera modalidad, es decir, en la indagación el conocimiento puede ir de lo particular a lo general, de simples observaciones (conocimiento empírico) a lo general, a la construcción de la ciencia (conocimiento científico). Mientras que en la segunda modalidad, la tecnología es entendida, fuera del sentido económico y comercial puramente, como la suma ordenada de ciencia aplicada, modelos (plan, proyecto, diseño, patentes, entre otras), como destreza de montajes (construcción elaboración, acción), como destreza de operación (manejo, funcionamiento) y como objeto (instrumento, maquinaria, equipo, entre otras)<sup>2</sup>. En un sentido amplio, podemos afirmar que ciencia se refiere a la búsqueda de conocimiento basada en hechos observables en un proceso que comienza desde condiciones iniciales conocidas y que tiene resultados finales desconocidos. Por otro lado, el concepto de

---

<sup>1</sup> GAY, Aquiles. La ciencia, la técnica y la tecnología. Tecnored educativa.

<sup>2</sup> PADILLA, Hugo. Los objetos tecnológicos: su base gnoseológica. En la filosofía y la ciencia en nuestros días. Teoría y praxis. Ed. Grijalbo. México, 1975

tecnología se refiere a la aplicación de nuevo conocimiento obtenido a través de la ciencia para la solución de un problema práctico<sup>3</sup>. Por lo tanto, la diferencia entre conocimiento y tecnología radica en el propósito final de cada uno, en el primero, la de entender el fenómeno, en el segundo aplicar lo que el primero revela.

Pero la tecnología, o el conjunto de procesos y métodos para producir mercancías, son cambiantes, no es lo mismo hablar de la producción de mercancías a principios del siglo XIX que a finales del mismo. Para propósito de este trabajo, es importante saber cuál es el papel de la tecnología en nuestros días. Vamos primero a distinguir lo que los clásicos, como Marx y Adam Smith, pensaban a cerca de lo que es la tecnología.

## **2.2 TECNOLOGÍA SEGÚN LOS CLÁSICOS**

Smith consideraba que: el trabajo anual de cada nación es el fondo que en principio la provee de todas las cosas necesarias y convenientes para la vida<sup>4</sup>, es decir, la fuerza de trabajo es el principal sustento para la satisfacción de las necesidades; pero distingue dos tipos de trabajo, el primero es el trabajo que se da por la aptitud, la destreza y sensatez y el segundo es el trabajo que está en proporción entre el número de los empleados en una labor útil y aquellos que no lo están<sup>5</sup>, entre los productivos y los no productivos. El primero de ellos parece ser causa de la división del trabajo<sup>6</sup> y es el más relevante dentro de las sociedades avanzadas.

Esta concepción de la división del trabajo implica que en cuanto ésta puede ser aplicada, ocasiona en todo arte un aumento proporcional en las facultades productivas del trabajo<sup>7</sup>. Esta elevación en la productividad con base en la división del trabajo procede de tres circunstancias: la mayor destreza del trabajador (en donde éste incrementa la cantidad de trabajo), el ahorro del tiempo y la invención de máquinas<sup>8</sup>. Pero esto no solo pasa en las fábricas o en los oficios, sino también en las diferentes ramas del conocimiento, como la física, la química, etc. Cada uno de los individuos se hace más experto en su ramo, se

---

<sup>3</sup> BAZDRESCH, Parada Carlos & ROMO, Murillo David. El impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de México. Programa de Ciencia y Tecnología del CIDE. 2005.

<sup>4</sup> SMITH, Adam. Investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones. ED. Fondo de Cultura Económica. México. Décima reimpresión, 1999. Pág. 3

<sup>5</sup> *Ibíd.*

<sup>6</sup> *Ibíd.* Pág. 7

<sup>7</sup> *Ibíd.* Pág. 9

<sup>8</sup> *Ibíd.* Pág. 11

produce más en total y la cantidad de ciencia se amplifica<sup>9</sup>. Con esto hay una mayor opulencia dentro de todos los ámbitos de la sociedad.

Dentro de la perspectiva de nuestra definición de tecnología, la división del trabajo motiva a los individuos a mejorar sus destrezas personales concluyendo en el mejoramiento de los procesos de producción, desde el tiempo hasta la calidad de los bienes, es decir, la división del trabajo procura el mejoramiento de las técnicas de producción teniendo en cuenta las habilidades de cada trabajador, sea éste productor de mercancías o productor de ideas.

Dentro de la visión de Marx, una de las características del capital, es que la tecnología surge del progresivo desarrollo de la industria, que es el resultado a la vez del desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo en otras ramas<sup>10</sup>. Es decir, hay una fuerte relación entre una industria y otra con base en el desarrollo de las fuerzas productivas, la cual se remonta al carácter social del trabajo puesto en acción; a la división del trabajo dentro de la sociedad; al desarrollo del trabajo intelectual, en especial el de las ciencias naturales<sup>11</sup>.

Para Marx la tecnología se describe como la forma concreta que toma un proceso de trabajo real, lo cual indica la forma observable de producción, en un caso determinado, así, la tecnología se muestra como todas aquellas herramientas y máquinas usadas en los proceso de producción, pero no solamente los instrumentos físicos nos indican tal relación sino que además también están inmersos los diseños físicos de producción, la división técnica del trabajo, el empleo real de las fuerzas de trabajo (que, dentro del lenguaje de nuestros días, se vislumbra tanto a nivel del conocimiento tácito como a nivel de conocimiento codificado), los niveles de cooperación, las cadenas de mando, las autoridades y los métodos particulares de coordinación y control usados<sup>12</sup>.

En este contexto, la capacidad productiva del trabajo depende de una serie de factores, como el grado medio de destreza del obrero, el nivel de progreso de la ciencia y de sus aplicaciones, la organización social del proceso de producción, el volumen y la eficacia de los medios de producción y de las condiciones naturales<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> *Ibíd.* Pág. 14

<sup>10</sup> MARX, Karl. *El Capital*, Libro tercero, Vol. 6. El proceso global de la producción capitalista. Ed. Siglo XXI. Decimocuarta edición 1998. Pág. 99

<sup>11</sup> *Ídem.* Pág. 99

<sup>12</sup> HARVEY, David. *Los límites del capitalismo y la teoría marxista*. FCE, 1990 Pág. 107

<sup>13</sup> Marx, Karl. *Libro primero, sección primera*. Tomo I, Ed. Fondo de Cultura Económica, Pág. 7

El análisis marxista del desarrollo tecnológico tiene como punto de partida el trabajo, concebido como un proceso global del desarrollo de la capacidad natural del hombre para modificar su entorno material.

La concepción del desarrollo se presenta en tres vertientes: el proceso de trabajo (fuerza productiva social y fuerzas productivas), el desarrollo sustentado en el aprovechamiento y explotación económica de la naturaleza (fuerzas productivas naturales), y el desarrollo de la técnica y la tecnología (fuerzas productivas técnicas), que en su conjunto constituyen la fuerza productiva del trabajo<sup>14</sup>.

De estas condiciones, Marx se refiere a las fuerzas naturales como: la naturaleza misma del hombre (raza, etc.) y a la naturaleza circundante. Las condiciones de la naturaleza exterior (circundante) se agrupan económicamente en dos categorías: riqueza natural de medios de vida, o sea, fecundidad del suelo, riqueza pesquera, etc., y riqueza natural de medios de trabajo, a sea, agua, ríos navegables, madera, carbón. Al llegar a un cierto grado de progreso, la segunda categoría se jerarquiza<sup>15</sup>. Precisamente son los hombres, quienes gracias a su experiencia de producción y a la explotación de la naturaleza circundante, perfeccionan, inventan las maquinas y amplían sus propios conocimientos científicos y empíricos.

De esto resulta que, por fuerza productiva se indica el poder para transformar a la naturaleza y por relaciones sociales de producción se indica la organización social y las implicaciones que surjan del qué, cómo y del por qué de la producción<sup>16</sup>. Las primeras constituyen el elemento más dinámico para la transformación de la naturaleza que conlleva a la creación de bienes materiales; éstas se modifican continuamente debido a que los hombres no solo perfeccionan sin cesar los instrumentos de trabajo, sino que acumulan experiencia en cuanto al trabajo mismo. Las segundas son aquellas que llegan a convertirse en un producto colectivo de distintos miembros que participan en la manipulación de materias [primas] en grados distintos ya sea lejos o cerca de la materia.

Es decir, el carácter general de la aplicación de dichas fuerzas, es una de las bases para el desarrollo del modo capitalista. Dentro de esta perspectiva, hay un hecho fundamental del capitalismo que se refiere a la organización del propio trabajo, en cuanto a trabajo colectivo:

---

<sup>14</sup> CORONA; Treviño Leonel, coordinador. Ob. Cit. Pág. 13

<sup>15</sup> *Ibíd.* Pág. 429

<sup>16</sup> HARVEY, David. Op. Cit. Pág 107

mediante la cooperación, división del trabajo y combinación del trabajo con las ciencias naturales<sup>17</sup>.

A partir de este hecho la tecnología es una consecuencia inmediata que permite el buen desenvolvimiento de las relaciones de producción y la cual es determinada y modificada según el estadio de desarrollo histórico del capital.

De esta manera, la tecnología real del proceso de trabajo está formada por fases sucesivas históricas, y refleja necesariamente las relaciones sociales entre los seres humanos a medida que combinan y cooperan en las tareas fundamentales de la manufactura. Por lo que esta actividad incorpora cierto conocimiento del mundo, conocimiento que también es consecuencia de la actividad humana en general. Y en cada etapa histórica existe un estado de evolución de un tipo específico de ciencia, un sistema de conocimiento apropiado para las necesidades físicas y sociales distintivas.

De esta suerte, los propios inventos, surgidos de la aplicación de la ciencia, se convierten en un negocio, y la realización de nuevos entendimientos científicos, seguramente potenciados, llega a estar integrada necesariamente en la dinámica del capitalismo.

Por lo tanto, Smith y Marx coloca a las fuerzas productivas, y sus aspectos sociales, naturales y técnicos, como el bastión para el desarrollo económico [capitalista]. La tecnología es un trampolín necesario (o consecuente) para tal fin y ésta es determinada por las necesidades intrínsecas del desarrollo de las fuerzas productivas, es decir, si uno de los objetivos de la producción capitalista no es en si la producción de mercancías, si no que es, sustancialmente, producción de plusvalía<sup>18</sup>, la introducción de tecnología es un medio para lograr dicho objetivo.

Quizá falte un factor por considerar para que esta concepción sea más integral sobre la tecnología y el desarrollo económico en la perspectiva de los clásicos. Éstos contemplaron (sobre todo Marx), sea por los factores puramente históricos y sociales, la idea, y sobre todos los hechos, de que las empresas, al tratar de buscar mejores niveles de plusvalía, advierten entre si una gran *competencia*, la cual se basa en los precios de mercado. Es decir, al aumentar el nivel tecnológico de las empresas, los precios de producción serán menores a los precios de mercado, obteniendo una mayor plusvalía en el terreno del

---

<sup>17</sup> *Ibíd.* Pág. 341

<sup>18</sup> *Ibíd.* Pág. 425

mercado mismo, lo que induce a un incremento del capital físico y de la inversión en tecnología. El “problema” de los clásicos es que dejan de lado la competencia entre las firmas desde otras perspectivas como la publicidad, los recursos humanos de alto nivel generados en las empresas pero también éstas absorben los recursos y conocimientos generados desde fuera (universidades, centros de investigación, etc.); por lo que las empresas invierten más en conocimiento, en recursos humanos, que en capital fijo.

Pero existen otras dos perspectivas que inciden sobre el desarrollo tecnológico, el primero tiene su origen en el pensamiento neoclásico, el segundo aspecto tiene su origen en el pensamiento de los nombrados neoschumpeterianos.

### **2.3 LA TECNOLOGÍA SEGÚN LOS NEOCLÁSICOS**

Desde la perspectiva neoclásica, la tecnología es el conjunto de innovaciones incrementales (de los bienes de capital o a nivel organizativo) orientadas al mejoramiento de los procesos de producción con el último fin del elevar la productividad marginal de la empresa y sobrevivir a la competencia entre ellas mismas. Se basa en el principio de la función de producción, combinando los factores de trabajo y capital para maximizar el producto. Este enfoque, contrario a la teoría clásica, no se basa en el trabajo sino en el principio subjetivo de la teoría de la utilidad del comportamiento humano y la capacidad productiva de la maquinaria, expresada en el capital (CORONA TREVIÑO: 1999)

Esta visión es limitada ya que la absorción de tecnología por dicha empresa depende de factores externos, es decir, del desarrollo que realicen las demás empresas, o de los avances de las ciencias básicas y aplicadas en los centros de investigación.

Por lo que no existe procesos de aprendizaje ni de acumulación de conocimiento y existe solo un conjunto de habilidades que permiten manejar la información y aplicarla. Aunado a esto, la empresa para tener éxito adoptando nueva tecnología, es necesario que cuente con una gran capacidad de absorción (capacidad interna para captar y explotar conocimiento o información externa)<sup>19</sup>.

La tecnología esta estrechamente ligada a las habilidades de los trabajadores vía la educación, es decir, a mayor educación [capacitación constante] mayor productividad y

---

<sup>19</sup> BURGUEÑO, Oscar y PITTALUGA, Lucia. El enfoque neo-schumpeteriano de la tecnología. *Quantum*, vol. 1, núm. 3, Montevideo, 1994, Págs. 5-32

viceversa; bajo nivel educativo menor productividad. Así, la idea del vínculo entre educación-ciencias-economía es concebida en términos de una relación de beneficios en la productividad de la fuerza de trabajo y del capital físico, lo cual trae consigo diferencias sustanciales entre trabajadores: desde sus habilidades y conocimientos hasta el nivel de ingresos<sup>20</sup>.

Esto último nos indica que el desarrollo tecnológico, según los neoclásicos, solo tiene un componente como base dentro de la producción del conocimiento y su posterior aplicación, a saber, el solo hecho de la educación formal más no un aprendizaje integral que dentro de sus características se encuentran las habilidades y la estructura social del individuo.

## **2.4 LA TECNOLOGÍA SEGÚN LOS NEOSCHUMPETERIANOS**

Desde la perspectiva de los neoschumpeterianos, la tecnología juega un papel dinamizante, más integrador con varios sectores de la sociedad que participan en tal acción, como son las empresas mismas, las universidades, los centros de investigación y el gobierno. En esta esfera la creación, difusión y acumulación de conocimiento es vital importancia para el desarrollo económico<sup>21</sup> y tecnológico.

Aquí, la dinámica del cambio o de la evolución de la tecnología está inscrita desde un ámbito endógeno integrada por los tres niveles de la sociedad: empresa-universidad-gobierno. En otras palabras, la innovación tecnológica radical (aparición de un nuevo paradigma y nuevos productos) que sobre los procesos de producción se inserta, depende de la retroalimentación del conocimiento (tácito o acumulativo) entre estos tres niveles, y al interior de ellos. Además ese proceso de aprendizaje es de suma importancia ya que en él se encuentra el mecanismo para la exitosa incorporación de tecnología.

Desde esta perspectiva lo principal de la reestructuración actual (o el nuevo paradigma tecno-productivo) es la innovación tecnológica dura (o radical) que sintetiza en la idea de que hay una tercera revolución tecnológica caracterizada por la introducción de la microelectrónica, las tecnologías de la información, la biotecnología, los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía en los procesos productivos, circulatorios y de consumo. En esta teoría el marco institucional es de suma importancia, pero principalmente se ve

---

<sup>20</sup> DIDRIKSSON, Axel. CAMPOS, Guillermo. ARTEAGA, Carlos. Coordinadores. Ob. Cit. Pág. 34.

<sup>21</sup> BURGUEÑO, Oscar y PITTALUGA, Lucia. op. cit.

vinculado con el proceso que va de la investigación científica básica a la innovación tecnológica y de ésta a la inversión productiva<sup>22</sup>.

Por lo tanto, en comparación con la teoría neoclásica, la visión neoschumpeteriana es evolutiva, aunque no hay que negar que dentro de la directrices de la visión neoclásica, el desarrollo tecnológico es de gran importancia para los determinantes de la competencia y la productividad marginal; pero estos determinantes se vierten dentro de un círculo de no aprendizaje y, mucho menos, dinámico: es una visión tecnocrática, de estancamiento en el desarrollo de las fuerzas productivas sociales, lo que incide de forma negativa con los demás sectores de la sociedad, creando disoluciones dentro de los actores de ciencia-educación-economía, mostrando su falta de capacidad de aprendizaje endógeno.

Al no encontrar un incentivo más allá que el simple hecho de competencia, la evolución de las fuerzas productivas desaparece, y sólo permanece el factor productivo, el creador de plusvalía, ya sea por medio de la fuerza de trabajo o la introducción de capital fijo.

Por lo tanto, el factor común entre los clásicos y los neoschumpeterianos es que la combinación de las fuerzas productivas y las ciencias naturales (en general las ciencias) es un factor determinante para el desarrollo de las fuerzas productivas sociales. Aunque la visión de los últimos va más allá que el simple hecho de combinar a estas fuerzas, sino que llega a un estadio integral entre la sociedad, el conocimiento, el capital y el Estado.

## **2.5 EMPRESA, UNIVERSIDAD, ESTADO Y CONOCIMIENTO**

Los conocimientos específicos de cada empresa (tanto tácitos como acumulativos o explícitos) van surgiendo a través de los procesos de aprendizaje en los ámbitos de la producción, de la I&D, de la organización, de la comercialización y de las interacciones interempresariales. Los aprendizajes no son subproductos de las actividades mencionadas sino acciones tendientes a mejorar las capacidades específicas de la empresa. Estos esfuerzos internos apuntan a diferenciarse de las otras empresas, engendrando, por tanto, trayectorias tecnológicas propias.

Ya se mencionó que las empresas y sus procesos productivos dependen de los avances científico-tecnológicos, pero a la vez, deben de contar con personal adecuado para generar

---

<sup>22</sup> DE LA GARZA, Enrique Toledano, coordinador. Ciencia Económica, Transformación de Conceptos. Siglo XXI editores, México 1998. Pág. 23

y acumular conocimiento; este personal también debe tener la capacidad poder transmitir el conocimiento nuevo. Además, de poseer un conocimiento previo para mejorar la aplicación del conocimiento nuevo, aunado a su propias habilidades.

El papel del conocimiento tácito es importante ya que en él se manifiestan “las habilidades” particulares lo que induce a manipular de la mejor manera el uso de la información y canalizarla a puntos estratégicos dentro de la empresa. Por el lado del conocimiento explícito, que es el conocimiento codificado, tiene el rol de generar nuevo conocimiento, realizar un esfuerzo dentro de la I&D y tomar decisiones a en relación a seguir cierta dirección en el proceso de innovación.

Conjuntamente, esto trae consigo dos acciones: la primera es elevar la productividad de la empresa (aunque ésta depende del conocimiento pasado y acumulado y su capacidad de absorción) por medio de la tecnología desarrollada por éstas y segundo difundir el conocimiento, generado en el interior de ellas, a las universidades y al gobierno.

Por el lado de las universidades, que tradicionalmente constituyen un centro de creación y difusión de conocimiento codificado, tienen el papel en nuestros días de generar ese conocimiento pero de manera más flexible. Es decir, debe de posicionarse como una institución social y económica de producción y transferencia de conocimientos y aprendizajes<sup>23</sup>.

Desde una visión tradicionalista, o lo que nos dejan ver los neoclásicos, las universidades son centros donde las ciencias básicas, el arte, las ciencias sociales, etc. juegan el rol puramente ético, social; parte elitista. Además de ser liberal, la de mayor importancia en el debate intelectual y cultural y la de mayor prestigio entre los círculos más altos del poder económico y político<sup>24</sup>. Del científico proyectado hacia la creación de conocimiento, más no la interacción con la esfera productiva.

Hoy en día ese rol se ha quedado un tanto atrás, ya que las universidades cada día participan más en las actividades productivas; cierto sector de su comunidad (científicos, estudiantes, académicos y personal administrativo) participa activamente en la generación y difusión de las actividades encaminadas al progreso científico y tecnológico a favor del desarrollo económico. Desde sus tendencias de cambio, se tiene que<sup>25</sup>:

---

<sup>23</sup> DIDRIKSSON, Axel. CAMPOS, Guillermo. ARTEAGA, Carlos. Coordinadores. op. cit. Pág. 23

<sup>24</sup> *Ibíd.*

<sup>25</sup> *Ibíd.* Pág. 24-25

- *El aula dejó de ser el único referente de aprendizaje para multiplicar ambientes de aprendizaje en procesos que tienden a desarrollar de manera amplia el autoaprendizaje.*
- *El conocimiento nuevo dejó de ser producido exclusivamente en ambientes académicos o universitarios, y comenzó a reproducirse y a transferirse en una multiplicidad de empresas e instituciones.*
- *El mercado laboral dejó de ser en exclusiva el de referente liberal, para generalizarse en esquemas de amplia movilidad y flexibilidad, sustentados en el auto desarrollo de grupos, redes y equipos de trabajo multi e interdisciplinarios.*

Por el lado del Estado, éste debe de funcionar como un intermediario entre empresa y centros académicos (universidades, centros de investigación, entre otros); de esta manera se establecerá un puente que permita la libre circulación de conocimiento. El gobierno a través de sus organismos institucionales deberá garantizar la armonía política y financiera que permita, por un lado, la eficiente actividad de creación de conocimiento, es decir, garantizar por medio de un ambiente de certidumbre el apoyo a la investigación y desarrollo dentro de las instituciones académicas y fuera de estas.

Por el otro lado, la certidumbre micro y macroeconómica deberá estar garantizada por parte del las políticas económicas para que de esta manera las empresas tengan la confianza de poder invertir en I&D, ya sea por medios endógenos (innovaciones con sus propias fuentes) y/o por medios externos (vinculación con las universidades y centros de investigación).

Además, la libre información que el gobierno proporcione a las empresas en cuanto patentes es de importancia considerable. Ya que si no existe tal circulación de información las empresas caerán en un dilema, lo cual incitará a la no inversión en I&D, mermando las posibilidades de innovación.

Estas tres entidades se amalgaman en un sistema que permite la generación, circulación y acumulación de conocimiento con el objetivo de mejorar el bienestar social. Existe, aunque un tanto teórico, la idea de un sistema nacional de innovación, que es un organismo de apoyo para los fines de innovación, ya que se mira a ésta como una red de instituciones públicas y privadas donde tiene lugar la producción, distribución y uso del nuevo conocimiento y tecnología. En otras palabras, el sistema nacional de innovación es un sistema social, que tiene como actividad central el aprendizaje interactivo entre los participantes (entendemos por participantes a las empresa, universidades o centro académicos y de investigación).

## 2.6 EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI)

El SNI se concibe como un espacio creativo de aprendizaje social para la generación e intercambio de flujos de información y conocimiento entre los diversos agentes nacionales y regionales, en búsqueda de incrementar la productividad y la competitividad de los sectores productivos, la generación de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de la población (Lundvall, 1995). El SNI ejecuta las siguientes líneas de acción:

- *Internacionalización y globalización de los sectores productivos y fomento de las exportaciones de bienes y servicios con valor agregado en conocimiento.*
- *Apoyo a la innovación, la productividad y la gestión competitiva en las empresas.*
- *Establecimiento de los Sistemas Regionales de Innovación, a través de la consolidación de cadenas productivas y clusters empresariales en las regiones.*
- *Fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico, Centros Regionales de Productividad e Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica.*
- *Desarrollo del capital humano para la innovación y el aprendizaje, mediante la modernización de la ingeniería y la capacitación en gestión tecnológica y productividad.*
- *Articulación y descentralización del sistema de financiamiento de la innovación, desarrollo tecnológico y productividad.*

La base del SNI son las empresas, centros de I&D y Universidades, los cuales interactúan dentro de un marco institucional propicio para la innovación. Para su análisis, un SNI involucra relaciones entre elementos de esferas muy distintas que en algunos casos no tienen relación directa con el área científica tecnológica como pueden ser los flujos financieros, de información, así como de aspectos sociales legales y política, las relaciones industriales, la organización laboral y el nivel general de educación. La acción conjunta de todos estos componentes del sistema, ligados directa o indirectamente al núcleo de la I&D dan como resultado el aprendizaje institucional e interactivo, lo que a su vez determinará el ritmo y dirección del proceso innovador<sup>26</sup>.

Por lo tanto, la nueva fase de producción, o lo que se denomina economía del conocimiento<sup>27</sup>, depende de las innovaciones, precedidas de los avances tecnológicos radicales o aquellos procesos de innovación que cambian de forma radical las formas de

---

<sup>26</sup> CORONA; Treviño Leonel, coordinador. Ob. Cit. La teoría evolucionista en la economía de la tecnología, Pág. 226.

<sup>27</sup> En cualquier fase de los modos de producción el conocimiento ha jugado un papel importante. La diferencia que se hace ahora es que el conocimiento es utilizado como mercancía, como fuerza productiva para poder incrementar la competitividad de las instituciones lucrativas.

producir, introduciendo nuevos productos al mercado. Pero a su vez esa tecnología, y su consecuente innovación, dependen de la fuerte vinculación entre empresa, Estado y universidades y centros de investigación, en donde los flujos de conocimiento no solo son aplicados si no además hay un proceso de aprendizaje, de acumulación y circulación del aquél.

## **2.7 LAS INSTITUCIONES CIENTÍFICO-EDUCATIVAS Y LAS EMPRESAS COMO ESPACIOS PARA LA PRODUCCIÓN, CIRCULACIÓN Y ACUMULACIÓN DE CONOCIMIENTO.**

En los capítulos anteriores mostramos que existe una relación entre las empresas y las instituciones de investigación científica y educativa. En esta sección pretendemos mostrar más de cerca dicha relación.

Por un lado tenemos a las instituciones educativas y a los centros de investigación científica, ya sean dependientes del Estado o instituciones privadas. Que están encargadas de generar espacios idóneos para producir, acumular y divulgar el conocimiento, sea científico o de cualquier índole (ciencias sociales, filosofía, etc.) Por el otro lado, están las empresas, las cuales se encargan de utilizar dicho conocimiento para incorporarlo de manera eficiente a los procesos productivos, pero también tienen la capacidad de generar dicho conocimiento y por consiguiente difundirlo (aunque con más restricciones).

La universidad constituye uno de los pilares dentro del contexto de la reproducción de conocimiento; se posiciona como un elemento institucional de carácter social y económico para la producción y transferencia de conocimiento, así como de aprendizaje.

Las tendencias de mutación hacia nuevos escenarios y la adaptación con el nuevo paradigma de producción fueron presentadas con anterioridad, por lo que la Universidad, actúa como centro inicial para la creación y difusión del conocimiento el cual no tardará en evolucionar y pasar a estadios más elevados del mismo, como puede ser la aplicación de éste en la esfera productiva.

Durante mucho tiempo la educación superior fue entendida como aquella institución que tenía a su cargo la reproducción de la fuerza de trabajo para enfatizar sus funciones sociales e ideológicas. Sin embargo, durante las dos últimas décadas se ha hecho un explícito reconocimiento al carácter económico que tiene la educación superior, por su particular

relación con la producción de cierto tipo de conocimientos vinculados con la industria y el desarrollo.

De esta manera, el valor económico del conocimiento, vinculado con las nuevas tecnologías, tiene importantes implicaciones en la orientación y estructura actuales de los sistemas de educación superior. La transferencia de conocimientos y tecnología del mundo académico a la producción representa un salto de calidad en la organización de la producción y el trabajo, y el papel que juegan las instituciones de educación superior. Uno de los cambios más importantes de este salto de calidad es el nuevo papel que asumen las instancias sociales que generan y transfieren conocimientos, como los centros de investigación<sup>28</sup>.

Hay que subrayar que para que ocurra el desarrollo del paradigma tecno-productivo es fundamental propiciar incrementos en el cuerpo de conocimientos relacionados con el cambio tecnológico, de tal manera que se expanda el acceso y el aprendizaje social de manera generalizada. Esto hace referencia al sistema de educación superior, sobre todo por<sup>29</sup>:

- *Ser un componente fundamental del proceso creativo y de las condiciones sociales e institucionales de carácter organizacional para la creatividad y la innovación de una sociedad.*
- *Ser un componente del sector socio-institucional único en su medio ambiente, dado su capacidad organizada y su infraestructura y por sus peculiares procesos, que permiten, en exclusividad, la generación de conocimientos.*
- *Permitir una gran variedad de canales de transferencia y difusión de conocimientos y tecnología.*

Por lo tanto, si el cambio tecnológico es un proceso social de aprendizaje, el mayor interés debe de estar ubicado en el mundo del trabajo académico, en los conocimientos que allí se demandan, en la organización y división del trabajo y en los actores sociales que participan en todo ello: los trabajadores del conocimiento<sup>30</sup>.

Por otro lado, el proceso de globalización (el cual está inscrito por la aparición del nuevo paradigma) es un conductor de cambio en la universidad por que éste altera el comportamiento de los académicos en el proceso mismo de la investigación. Hay dos elementos para esto: uno involucra la aparición de un nuevo conjunto de investigaciones y

---

<sup>28</sup> DIDRIKSSON, Axel. Ob. Cit. Pág. 28

<sup>29</sup> Ídem. Pág. 44-45

<sup>30</sup> ídem Pág. 45

prácticas (debido principalmente a la aparición de nuevas formas de producción) y la otra la difusión de investigación como una reconocible actividad competente que es realizada más allá de las barreras de la academia<sup>31</sup> (como por ejemplo, en las empresas).

Esto nos indica que la universidad y los centros de investigación están comprometidos no solo por lo que se realiza dentro de las instalaciones mismas, en las aulas o en sus laboratorios, sino que también están comprometidos con la investigación que se aplica o que se realiza fuera de la misma, es decir, la investigación se involucra en sectores sociales ajenos a la universidad, como son las empresas de bienes y servicios y al Estado.

La estructura disciplinaria tiene un aspecto importante ya que ésta indica el camino por el cual la investigación o investigaciones se deben de conducir, desde la currícula hasta el tipo de investigación. Esta estructura tiene dos aspectos: Su aspecto cognoscitivo, el cual provee las líneas de investigación que involucra los problemas más importantes, cómo deben de ser atacados, quién puede hacerlo y qué debe de ser considerado como contribución a la solución. Y su aspecto social, el cual prescribe las reglas para la enseñanza e institución y acreditación de nuevos investigadores, procedimientos para seleccionar los cambios dentro de la universidad y los criterios para su avance dentro de la vida académica<sup>32</sup>. A todo esto se le conoce como la visión formal de investigación, los métodos, valores y normas, o mejor dicho: es considerado como la correcta práctica científica<sup>33</sup>.

Pero como mencionamos, la práctica científica ha estado encaminada a los sectores que son ajenos a la universidad misma. Esta es una forma alternativa de difusión y producción del conocimiento aplicado; que es transdisciplinario y donde existe una heterogeneidad de habilidades y, además, esta forma contempla los problemas de los sistemas de control de calidad.

Lo que podemos decir en general acerca del papel de las universidades dentro del nuevo contexto es que éstas son productoras, acumuladoras y difusoras de conocimiento, el cual puede ser llevado más allá de los límites de la mismas universidades, es decir, el conocimiento creado dentro de las aulas y centros de investigación trasciende el hecho mismo de investigar, creando una vinculación con los demás sectores de la sociedad, siendo el conocimiento, por tanto, flexible, “trasgrediendo” a la “correcta práctica científica”, este

---

<sup>31</sup> GIBBONS, Michael. Globalización y preservación de los valores universitarios. Asociación de Universidades Públicas.

<sup>32</sup> Ídem.

<sup>33</sup> Ídem.

conocimiento se puede tornar más complejo, ya que éste se aplica a esos sectores que se encuentran a fuera. Pero a dónde va ese conocimiento: el que trasciende las fronteras de las aulas. Las empresas son las primeras receptoras de dicho conocimiento, pero no solamente son receptoras sino que también son creadoras del mismo. En lo que sigue se tratará de explicar dicha actividad.

## **2.8. LAS EMPRESAS Y LA ADMINISTRACIÓN EN TECNOLOGÍA**

El escenario industrial de los últimos treinta años ha cambiado significativamente en términos de concentración geográfica, formación consolidación de *clusters* interindustriales, diversificación de productos, nuevos patrones de especialización en los flujos de comercio internacional y un ritmo mayor de desaparición y surgimiento de nuevas industrias.

En lo que se refiere a la escuela neoschumpeteriana, ésta señala que las transformaciones estructurales que experimenta un sector industrial, están fuertemente explicadas por las actividades innovativas que desarrollan las empresas de un sector industrial determinado y que tales actividades determinan la composición, trayectoria y permanencia en el mediano y largo plazo<sup>34</sup>.

Malerba F. y L. Orsenigo (1990, 1993) y Dosi *et al.* (1995) proponen un “régimen tecnológico<sup>35</sup>” que caracteriza a un sector y con ello se puede explicar la dinámica industrial desde el punto de vista evolutivo. El régimen tecnológico está caracterizado por la presencia e interacción de cuatro factores: condiciones de oportunidad, apropiabilidad, acumulación y conocimiento base, estos se presentan en el cuadro 2.1<sup>36</sup>. Hernández y Sánchez (2003) explican cada una de las variables. El nivel nos indica el grado de incentivos económicos y tecnológicos con el que cuenta una empresa para emprender la innovación. La variedad está asociada al abanico de soluciones tecnológicas que enfrenta el sector o industria, es decir, identificar el correcto desarrollo tecnológico con respecto a un problema particular.

---

<sup>34</sup> HERNÁNDEZ, Gómez Carlos y SÁNCHEZ, Rodríguez Luz María. Aprendizaje tecnológico y dinámica industrial. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Pág. 251

<sup>35</sup> las actividades de innovación son el factor relevante que explica la dinámica de los sectores y de la economía en su conjunto, tales actividades no se encuentran distribuidas homogéneamente entre sectores y empresas, es decir, las firmas presentan patrones diferenciados en términos de la tasa de innovación, la propensión a innovar y el éxito innovativo.

<sup>36</sup> HERNÁNDEZ, Gómez Carlos y SÁNCHEZ, Rodríguez Luz Marina Ob. Cit. Pág. 255.

**Cuadro 2.1: RÉGIMEN TECNOLÓGICO**

<p><b>Condiciones de oportunidad</b></p> <p><i>Condiciones.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel.</li> <li>2. Variedad.</li> <li>3. Penetración</li> <li>4. Fuentes.</li> </ol>	<p><b>Condiciones de apropiabilidad</b></p> <p><i>Dimensiones</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel</li> <li>2. Medios de apropiabilidad</li> </ol>	<p><b>Acumulación de conocimientos</b></p> <p><i>Niveles</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel tecnológico.</li> <li>2. Nivel de la empresa.</li> <li>3. Nivel sectorial</li> <li>4. Nivel local</li> </ol>	<p><b>Conocimiento base</b></p> <p><i>Tipo y medios</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Naturaleza del conocimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Específico vs. Genérico</li> <li>• Codificado vs. Tácito</li> <li>• Simple vs. Complejo</li> <li>• Sistémico vs. Independiente</li> </ul> </li> <li>2. Medios de transmisión del conocimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formales</li> <li>• Informales</li> </ul> </li> </ol>
--	---	---	---

La penetración se refiere al abanico de posibilidad en la que el nuevo conocimiento puede aplicarse a productos y procesos existentes en el mercado<sup>37</sup>. Las fuentes de oportunidad se refieren al tipo de insumos utilizados para la generación de nuevo conocimiento que sirva de base para la realización de innovaciones. Estos insumos pueden ser internos (generación de su propia I&D) y externos (generación de conocimientos desde las universidades u otras empresas).

Para extender y utilizar sin riesgo alguno las investigaciones o las innovaciones tecnológicas las empresas utilizan la apropiabilidad, es decir, las empresas utilizan una gran variedad de medios para proteger sus innovaciones, entre las que se encuentran las patentes, el secreto industrial, las marcas comerciales, *know how*, diseño y las innovaciones continuas.

Lo anterior se relaciona con la dinámica de los procesos de aprendizaje al interior de las empresas o apropiabilidad que componen un sector industrial y la forma en que este aprendizaje se traduce en nuevo conocimiento, es decir, un conocimiento que se ha construido en el pasado puede fomentar la generación de nuevo conocimiento a partir de la codificación y socialización del aprendizaje tecnológico que genera la empresa en sus actividades rutinarias.

En cuanto a la acumulación de conocimientos, el nivel tecnológico se refiere simplemente a las características específicas de tecnologías y a la naturaleza cognoscitiva de los procesos de aprendizaje. El nivel de la empresa, especifica simplemente la acumulación de conocimientos que depende de las competencias específicas con las que cuenta la empresa. El nivel sectorial se refiere a la facilidad/dificultad con que el conocimiento

<sup>37</sup> La penetración está relacionada con actividades de I&D, acceso a publicaciones, cooperación con clientes y proveedores, asociaciones tecnológicas, vinculación con universidades e institutos e infraestructura de información.

tecnológico se difunde entre las empresas de un sector y a los patrones específicos de convergencia tecnológica que se hayan generado. El nivel local se refiere a la convergencia tecnológica entre empresas del mismo estilo o están dentro de la misma área geográfica. La naturaleza del conocimiento involucra diversos grados de especificidad en el conocimiento que caracteriza al sector y sobre el que se fundamentan sus actividades innovativas.

Por lo tanto estos aspectos del régimen tecnológico nos dan un panorama claro del camino que las empresas siguen, o deben de seguir, con respecto a la innovación.

Desde un punto más administrativo y bajo la perspectiva de la teoría de la organización, la tecnología puede ser abordada desde dos aspectos (CHIAVENATO, 1987:631)<sup>38</sup>:

- *La tecnología como variable ambiental: Ésta es concebida como una componente del entorno, del medio ambiente organizacional, y esto es así en la medida en que las empresas adquieren, incorporan y absorben en sus sistemas las tecnologías creadas y desarrolladas por otras empresas del ambiente de su tarea, esto es, del ambiente específico propia de su sector de actividad.*
- *La tecnología como variable organizacional: la tecnología es entendida como un componente organizacional, al ser considerada como parte integrante de la organización sobre la que influye fuertemente, influencia que se trasmite también al ambiente de su tarea.*

De esta manera, la tecnología tiene tanto su componente exógena (la variable ambiental) como su componente endógena (la variable organizacional). De esta suerte, el aprendizaje tecnológico fluye desde los dos polos, creando así una red de información en torno a las innovaciones tecnológicas capaces de crear un ambiente virtuoso de producción.

Para Brown y Moberg (1983:91) la tecnología utilizada por una organización es indispensable para la transformación de insumos en productos. Las organizaciones deben de mejorar eficazmente sus procesos de transformación interna, así como sus insumos y productos. Las materias primas deberán convertirse en productos manufacturados o en servicios acabados y, por lo tanto, no se puede ignorar la tecnología que se usa en el proceso de transformación.

El análisis de la tecnología de cualquier organización debe incidir en los componentes de la tecnología<sup>39</sup>. Según Brown y Moberg (1983:95-98) estos elementos son:

- a) *El índice de mecanización: Indicador de la naturaleza de la tecnología de cualquier operación, es el grado en que se usan las máquinas en relación con las personas.*

---

<sup>38</sup> BENAVIDES, Carlos. Hace referencia a Idalberto Chiavenato, en “Tecnología, innovación y empresa”. Ed. Pirámide. España 1998. Pág. 38

<sup>39</sup> BENAVIDES, Carlos. Ob. Cit. Pág. 40

- b) *La novedad del equipo: En las empresas manufactureras la novedad del equipo sugiere que su tecnología refleja los conocimientos actuales acerca de la operación. En las empresas de servicios la tecnología novedosa se evidencia en las habilidades del personal.*
- c) *El conocimiento requerido sobre las actividades de planificación del proceso: En cualquier proceso de transformación se requiere un cierto nivel de conocimientos.*
- d) *La flexibilidad y adaptabilidad del proceso: Los procesos muy estandarizados son poco flexibles; por el contrario la utilización de una máquina para producir una gran cantidad de productos diferentes indica una tecnología más flexible.*

No toda la tecnología tiene el mismo impacto y la misma jerarquía, es decir, hay que diferencia entre los diferentes tipos de tecnología que dependen de los diferentes procesos y por tanto tienen diferentes impactos. Así, como propone Aït-El-Hadj (1990:29-30) las tecnologías se diferencian por:

- a) *Tecnologías fundamentales: Son las que ponen en obra un gran modo de transformación de la materia, y están materializadas por conceptos y principios científicos.*
- b) *Tecnologías genéricas: Son subconjuntos homogéneos de las tecnologías fundamentales cuya homogeneidad viene dada por el procedimiento principal puesto en obra, por la materia tratada o por la función tomada en consideración.*
- c) *Tecnologías de aplicación: las tecnologías genéricas se proyectan descomponiéndose en haces de tecnologías centradas en aplicaciones específicas, industriales o de producto, dedicadas a resolver problemas de un ámbito muy preciso y limitado.*

De esta manera, las diferentes modalidades en las que se presenta la tecnología nos conduce a un panorama en donde la innovación surge como consecuencia de mayor competitividad y productividad de las empresas. Ésta surge como resultado, a su vez, de la decisión estratégica de lanzar al mercado un invento al que se ha llegado por medio de la investigación, dentro de la cual pueden distinguirse tres estadios, a saber, la *investigación básica*, que persigue determinar nuevos conceptos o principios científicos aunque no posean una utilidad directa; la *investigación aplicada*, encaminada a identificar aplicaciones potenciales del conocimiento general, a la adquisición de nuevos conocimientos, pero relacionados con objetivos comerciales concretos y la *investigación tecnológica*, que es una investigación normativa manipuladora con la que se pretende modificar segmentos escogidos de la realidad<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> ídem. Pág. 99

## CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

- i. En el actual contexto social y económico, el conocimiento (sobre todo la ciencia) y la tecnología (ciencia aplicada), juegan un papel central en la nueva dinámica tecno-productiva. Si bien cada una de ellas conceptualmente es diferente, conjuntamente forman un catalizador de ideas y formas que son insertadas en el ámbito productivo, incidiendo directamente en el bienestar social y productivo general.
- ii. La tecnología, independientemente del contexto, tiene como finalidad la aplicación de conocimientos científicos para la producción y poder satisfacer las diferentes necesidades. Si se analiza la tecnología desde diferentes ángulos encontraremos ciertos contrastes entre si que son resultado de la dinámica económica del momento. No es que un punto de vista sea mejor que el otro, si no más bien cada uno propone la trayectoria que la tecnología debe seguir para que pueda incidir de mejor y mayor manera en cualquier ámbito de la vida social y productiva.
- iii. En este sentido, la propuesta de los neo-schumpeterianos se ha convertido en la trayectoria que engloba mayores propuestas de incidencia de la tecnología. Por ejemplo, una nueva aportación de éstos es el análisis del aprendizaje, que se adquiere al aplicar y crear nueva tecnología por parte de algunas unidades económicas particulares o en el sistema económico en su conjunto y que tiene como fin la innovación; es un cambio radical en la perspectiva clásica y neo-clásica. Es decir, la incorporación de la tecnología en los procesos productivos se presenta desde el interior mismo de esas unidades económicas, más no como un factor externo a ellas, ya que esto último no permite acciones de aprendizaje.
- iv. Este aprendizaje, permite a las empresas y/o al sistema económico en su conjunto crear trayectorias tecnológicas, que es un factor esencial para que las primeras puedan insertarse en el mercado global y tengan un mejor posicionamiento en este último. Pero este aprendizaje, también permite al sistema en su conjunto crear las condiciones necesarias para el bienestar en general.
- v. Este conocimiento [acumulativo] debe fluir de manera eficiente por las diferentes esferas de la sociedad. El conocimiento no puede estar estancado, ya que no generaría las condiciones para el aprendizaje y que el conocimiento aplicado sea endógeno y evolutivo. Por lo que se crean redes de interconexión necesarias entre estas esferas,

redes que permiten al conjunto de unidades económicas conocerse entre si y poder intercambiar información económica y tecnológica que incentive la innovación, tanto de procesos como de mercancías. Esas redes forman el Sistema Nacional de Innovación.

- vi. El Sistema Nacional de Innovación, donde se involucran empresas, universidades y gobierno, está encargado de optimizar el conocimiento existente (y el que está por existir) para la conveniencia misma de cada uno de estos tres actores. El conocimiento fluye por el Sistema a través de éstos en forma sistemática creando círculos virtuosos para el bienestar particular y general. Así, deben existir los mecanismos y las instituciones adecuadas que permitan la creación, acumulación y difusión del conocimiento y que éste pueda ser utilizado por cualquier miembro de la sociedad para el bien y fin común.
- vii. Hay que tener en claro que el conocimiento creado tanto en instituciones de educación superior como en empresas es diferente entre si. En el primer caso, la creación de conocimiento de inicio es básica y más general, pero que puede trascender a estadios más elevados y ser aplicado en diferentes esferas sociales y productivas. En el segundo caso, el conocimiento creado desde el interior de éstas es de carácter particular, es el que se incorpora de manera directa a los procesos productivos y organizacionales de la empresa, pero que también puede ser utilizado por instituciones educativas y de gobierno. Siendo este último un agente que coadyuve al reproducción y evolución del conocimiento en todas las esferas del sistema social y económico. Además es en las empresas y solo en ellas donde se produce la innovación en el sentido económico del término, es decir, solo ellas pueden insertar mercancías novedosas (de alto valor agregado, de última generación, entre otras virtudes) al mercado.

**CAPITULO III**  
**EL SECTOR ELECTRÓNICO-INFORMÁTICO**  
**EN MÉXICO**

*Cuando le preguntaron a San Agustín qué hizo Dios antes de crear el universo, no contesto. Él estaba preparando el infierno para aquellos que hicieran esa pregunta. En cambio, dijo que el tiempo era una propiedad del universo que Dios creo, y que ese tiempo no existió antes del comienzo del universo.*  
**STEPHEN HAWKING**

### **3. EL SECTOR ELECTRÓNICO-INFORMÁTICO**

La integración de México a la dinámica de la economía del conocimiento, y consecuentemente, dirigir su agobiada labor de desarrollo económico, vertida sobre el sector electrónico- informático, comenzó en los años noventa, haciéndolo en forma lenta, desordenada y ligera.

Primero, porque México se encuentra rezagado con respecto a países de similares condiciones económicas y particularmente sobre el desenvolvimiento de SE-I, y segundo, la valorización del conocimiento en nuestro país queda parcialmente desligada de la dinámica industrial, por lo que México es considerado como un país manufacturero, tendiente a ser un país importador de tecnología y más no la incorporación de tecnología propia a la esfera productiva.

Como la creación de tecnología (como elemento característico del desarrollo del SE-I) está relacionada con la innovación, y con la inversión en investigación y desarrollo (R&D), en la gráfica 3.1 observamos a México comparado con un país de similar desarrollo como Brasil, y su gasto en R&D como porcentaje del PIB<sup>1</sup>.

Es claro que Brasil inyecta más recursos a la investigación y desarrollo que nuestro país. En toda la serie histórica, el gasto de I&D en México decrece (su línea tendencial es negativa; para el caso de Brasil, es positiva) sin que pueda realizar alguna mejoría en dicho gasto, aunque hay ciertas puntas de indican una pequeña mejoría, como es el caso para 1998 y 2003, siendo el primero de ellos el mayor. Lo anterior indica que el desarrollo tecnológico es escaso, y por ende la innovación; incidiendo negativamente en la esfera productiva.

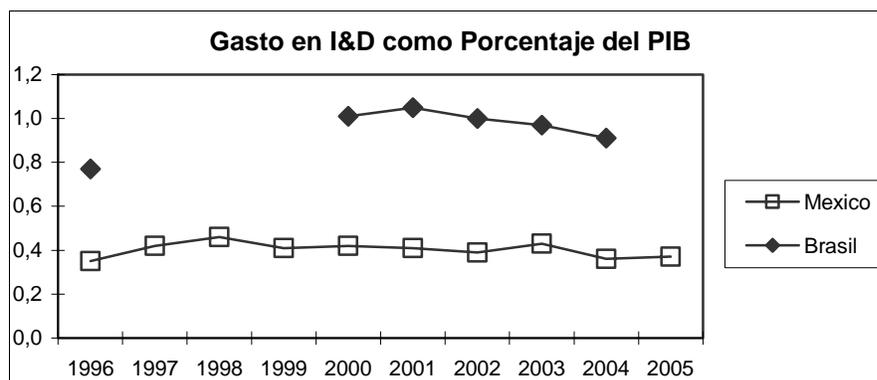
Si el sector electrónico-informático tiene como base la integración de un alto contenido de conocimiento aplicado y México, al no poder establecer una mayor cuota al gasto en este rubro, difícilmente podrá incentivar la creación de nuevas tecnologías que le permita competir en el ámbito internacional.

---

<sup>1</sup> ORDÓÑEZ, Sergio. Capitalismo del conocimiento: ¿México en la integración? Problemas del Desarrollo. Vol. 37, núm. 146. Pág. 65

En anteriores líneas, puntualizábamos que la integración del conocimiento (tanto acumulativamente, como a la rápida incorporación a la industria) es un elemento esencial para que las fuerzas productivas se potencialicen y poder crear nuevos bienes y servicios, incurriendo positivamente para el bienestar social. Si México, de inicio, no fomenta la integración del conocimiento a la esfera productiva, no accederá a una sociedad con altos índices de bienestar. Como el SE-I es el sector dinamizador de la nueva fase de desarrollo, nos referiremos a éste en las siguientes líneas.

Gráfica 3.1.1



FUENTE: Elaboración propia con datos de Statistics on Research and Development [www.uis.unesco.org](http://www.uis.unesco.org) - INEGI

Inicialmente expondremos un análisis cualitativo del sector electrónico-informático para tratar de mostrar los procesos mediante los cuales México se integró (con las limitantes mencionadas) a la economía de conocimiento a través de sector en discusión.

### 3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DEL SE-I EN MÉXICO

Según S. Ordóñez, el sector electrónico-informático en México está constituido por tres principales actividades 1) Una industria electrónica como base dinamizadora e integradora del crecimiento económico de los años noventa; 2) Una industria de telecomunicaciones con cierta ventaja tecnológica pero con escasa cobertura en servicios y 3) Una incipiente industria del software. En lo que sigue se expondrán algunas características del SE-I con el objetivo de entender la transformación del mismo.

El desarrollo de la industria electrónica se remonta hacia la década de los años noventa en el contexto de una economía recién insertada en los procesos mercantiles globales y de libre mercado (gracias al TLC). La misma se concentra en las actividades de ensamble y

manufactura orientada a la exportación. Durante esta década, ambas actividades se basan en la fabricación de productos de poco valor agregado, baja variedad de componentes producidos en grandes series, particularmente en productos finales del complejo de computadoras, electrónica de consumo, telecomunicaciones y secundariamente, de componentes y semiconductores, lo cual incide en una pequeña proporción de actividades en I&D, aunque fue un periodo de expansión y la industria crece rápidamente (Ordóñez, 2007).

Pero al final de esta década comenzaron a surgir ciertos problemas que incidieron negativamente en las actividades y dinámica de esta industria. Primero, los flujos de inversión extranjera hacia nuestro país disminuyeron<sup>2</sup>. Segundo, por estos mismos años principió un proceso de desaceleración de productividad del trabajo y competitividad industrial internacional (sobre todo en Estados Unidos). Tercero, China comenzó su ascensión en la manufactura y exportación mundial de componentes electrónicos, lo que trajo consigo que muchas empresas maquiladoras instaladas en México se trasladaran a ese país. (Ordóñez, Ob. Cit.) Por estas razones, México tuvo que buscar estrategias que le permitiera reivindicar su posicionamiento en el mercado electrónico mundial.

La primera estrategia fue la reorientación de la producción hacia sectores o subsectores más dinámicos como la fabricación de instrumentos de precisión y equipo de manufactura para semiconductores, electrónica de consumo, electrónica automotriz y aeroespacial encadenando a la industria del software. La segunda estrategia se basó en el ascenso de la industria a cadenas productivas con mayor valor agregado (más intensivas en diseño y en conocimiento, que incide sobre la reducción de la producción en serie y una mayor variedad de productos). Y por último, ante el detrimento del mercado estadounidense, las exportaciones viraron hacia países como China, Japón y Europa, dinamizando más aún esta actividad (Ordóñez, Ob. Cit).

Por otro lado, las telecomunicaciones están asociadas al sector informático como parte integral para la creación, circulación y acumulación de conocimiento<sup>3</sup>. Esta industria tuvo su ciclo expansivo en la década pasada que se caracterizó por su gran intensidad en capital fijo

---

<sup>2</sup> Este proceso es el resultado de una pérdida de competitividad industrial que se expresa en un incremento en el costo laboral unitario medido en dólares (CLU) que inicia en los últimos años del periodo de expansión. DABAT & ORDÓÑEZ

<sup>3</sup> ORDÓÑEZ, Sergio & BOUCHAIN, Rafael. Capitalismo del conocimiento, industria de servicios de telecomunicaciones y la integración internacional de México.

infraestructural que conllevó a fuertes inversiones<sup>4</sup>. Esto indicó que las empresas proveedoras de servicios sobre-invirtieron en redes de telecomunicaciones lo que propició una de las mayores caídas sectoriales y consecuentemente una reestructuración posterior (véase Ordóñez y Bouchain, 2007).

La industria se compone de cinco sectores: Internet, Telefonía, Telegrafía, Telecomunicación Satelital y Servicios Especializados. En nuestro estudio analizaremos más a fondo la telefonía e Internet, por ser los sectores más dinámicos, siendo el primero de estos el sector hegemónico y principal actor de la reestructuración de la industria en nuestro país<sup>5</sup>.

Telmex es la principal proveedora de servicios de telecomunicación de base telefónica. Esta empresa trajo consigo la modernización en la infraestructura del sector y la apertura de la competencia de la provisión de la demanda del equipo que ella requería, así como en el mercado de larga distancia y telefonía local. La privatización de la telefonía fue el catalizador que permitió la introducción de los servicios antes mencionados, pero también del aumento de líneas telefónicas, de un mayor cableado de fibra óptica, mayor uso de los satélites y nuevos centros de interconexión digital y estaciones de servicios. Esto le permite a la empresa controlar la red de distribución nacional. Sin olvidar, que sus actividades (de servicios) están a la par de la dinámica mundial.

El carácter oligopólico de la empresa incide directamente con los altos costos de los servicios (se sitúan entre los más caros del mundo<sup>6</sup>) y consecuentemente poca cobertura de los mismos (baja penetración), pero con un importante grado de avance tecnológico frente a países como Polonia, Malasia o Argentina. Esto último se traduce en una buena infraestructura de telefonía fija, más no en telefonía móvil (véase Ordóñez y Bouchain, 2007).<sup>7</sup>

El problema que se presenta en México, entonces, es que éste se encuentra sumamente rezagado en la exportación de servicios de alto valor agregado e intensivos en el uso de las

---

<sup>4</sup> Ídem.

<sup>5</sup> El sector telefónico es ampliamente dominante en la industria ya que representa el 95% del total de la industria, además de que la reestructuración coincide con el desarrollo de nuevas tecnologías y la búsqueda de un nuevo equilibrio entre fabricantes de equipo y prestadores de servicio en la apropiación de la renta tecnológica. Ordóñez & Bouchain. Ob. Cit.

<sup>6</sup> Con datos de la OCDE e ITU [2005], los costos de algunos servicios son solo sobre pasados por Hungría, equiparables con Tailandia, mientras que en telefonía comercial solo son superiores en Irlanda, Hungría y Rep. Checa. En Ordóñez & Bouchain, 2007.

<sup>7</sup> Esto le permite a Telmex la obtención de sobre ganancia que le sirve para incrementar su inversión y su fuerte expansión en América Latina.

tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC's) frente a países como Irlanda, España o China, lo que condiciona a que la buena posición de competencia en América Latina de Telmex (es la segunda en la región) se establezca a partir de la sobre-ganancia por encima de la innovación y el desarrollo tecnológico. Lo que repercute negativamente en la competitividad de la infraestructura en telecomunicaciones, en el desarrollo de nuevas tecnologías de punta e innovación de los servicios en el país.

A pesar de que tiene un cierto grado de desarrollo tecnológico, la penetración de sus servicios o nivel de cobertura es bajo, esto imposibilita la circulación de información (de conocimiento) en el interior del país, lo que incide de manera negativa en el desarrollo económico del mismo.

Antes de comenzar con el análisis cuantitativo, presentamos datos (Cuadro 3.1) que muestran el gasto de las empresas en I&D en el sector electrónico-informático. En el año 2001, México es superado por todos los países mostrados excepto Hungría, Polonia y República Checa. Además, podemos observar una disminución en los montos de inversión en el mismo año, ya que en el año 2000 fue de 112 mdd y bajo hasta 103 mdd. Esto nos muestra el rezago de nuestro país con relación a los procesos de incorporación a la economía del conocimiento basada en el sector electrónico-informático.

Cuadro 3.1															
Inversión de las empresas en investigación y desarrollo en el SE-I															
(millones de dólares de 1995 en PPP's)															
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Irlanda	48	41	176	213		293		438		646		760		829	
Corea						3,858	4,435	4,962	5,505	7,793	8,276	13,168	13,345	14,562	
España	645	641	700	659	562	613	626	653	827	1,045	1,304	1,232	1,216	1,199	
Hungría				18	27	25	30	44	40	46	48	56	59	47	44
Polonia					96	73	65	74	104	93	98	92	38	63	
República Checa			110	61	42	33	30	62	61	80	81	87	117	242	269
Portugal	0		1			6		11	81	103	117	129	150	163	
México			0	6	26	35	0	1	33	29	112	103			

Nota: Los datos para México y Portugal han sido deflactados con base en PPP's corrientes a partir de 1998; los datos de Irlanda, Corea y España han sido deflactados con base en PPP's corrientes a partir de 1999 y; los datos de Hungría, Polonia y República Checa han sido deflactados con base en PPP's corrientes a partir del 2000.

Fuente: Elaboración: Sergio Ordóñez con base en OECD, Basic Science and Technology Statistics, 2000 y 2005.

En lo que sigue se analizarán datos que nos darán un panorama más claro de la dinámica del sector, comenzando con el sector electrónico y terminando con el sector informático.

### 3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO. EL SECTOR ELECTRÓNICO EN MÉXICO

En el cuadro 3.1 se mostró los montos en la inversión en I&D de la industria electrónica que realizan las empresas en México, siendo de las más pequeñas de los países mostrados. Ahora, también se mencionó que México es un país manufacturero en esta industria, es decir, no es productor de componentes electrónicos propios que incidan directamente en la dinámica del mercado global, más bien es maquilador y exportador de los mismos. Según el estudio realizado por la CANIETI<sup>8</sup>, de las cuarenta y nueve empresas electrónicas más importantes para el año 2003, entre empresas OEM's<sup>9</sup> y CM's, ninguna es de origen mexicano, resaltando las empresas de origen Japonés y Estadounidense. Por nombrar un ejemplo, IBM es la empresa con mayores ingresos, alcanzando un monto de 89.1 mdd, siguiéndole Hewlett-Packard y Matsushita. Estas dos últimas empresas, obtienen un total del 5.0% y 5.9% respectivamente de sus ingresos en México. Además de que los dos anteriores países son lo que cuentan con mayor número de empresas globales, por lo que cuentan con un mayor volumen de producción, alcanzando una producción conjunta de 775 mdd, solo para sus empresas trasnacionales.

Hay un dato interesante de este estudio, el cual muestra los países que producen a través de Empresas Globales (Host Industry) que son China, Malasia y México, éstos son los principales países que producen componentes electrónicos a empresas trasnacionales. México produjo 34 mdd, superado por China y Malasia, con una producción de 111 mdd y 39 mdd respectivamente<sup>10</sup>. Por lo tanto, este dato nos indica que México, al no tener empresas electrónicas propias y ser la tercera productora de equipos electrónicos, es un maquilador neto de estos componentes. Si bien es maquilador, México se convirtió en importante actor de la industria electrónica mundial (ORDÓÑEZ, 2005), posterior a la reestructuración de la industria.

En la gráfica 3.2.2 observamos las exportaciones totales de México y las exportaciones de la industria electrónica total<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones e Informática. "Instrumentación del programa de competitividad de la industria electrónica". Vol. I *Análisis del Sector y Áreas de Oportunidad*. México, 2004

<sup>9</sup> La abreviatura OEM (*Original Equipment Manufacturer*: Fabricante de Equipos Originales) se refiere a las empresas que compra un producto o componente y lo utiliza o incorpora en un nuevo producto con su propia marca.

<sup>10</sup> Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones e Informática. Ob. Cit.

<sup>11</sup> Los datos de las exportaciones totales de la industria electrónica están compuestos, entre otros rubros, por partes y accesorios para telecomunicaciones

Las exportaciones de la industria electrónica siguen el mismo dinamismo de las exportaciones totales, es decir, el monto de las exportaciones totales contiene una parte importante de las exportaciones totales de la industria electrónica, lo cual nos indica que esta industria incide de forma directa en el dinamismo del comercio exterior mexicano.

Gráfica 3.2.2



Fuente: Elaboración propia con datos de CANIETI e INEGI.  
 Los datos de la industria electrónica son de CANIETI  
 Los datos del total de exportaciones son de INEGI

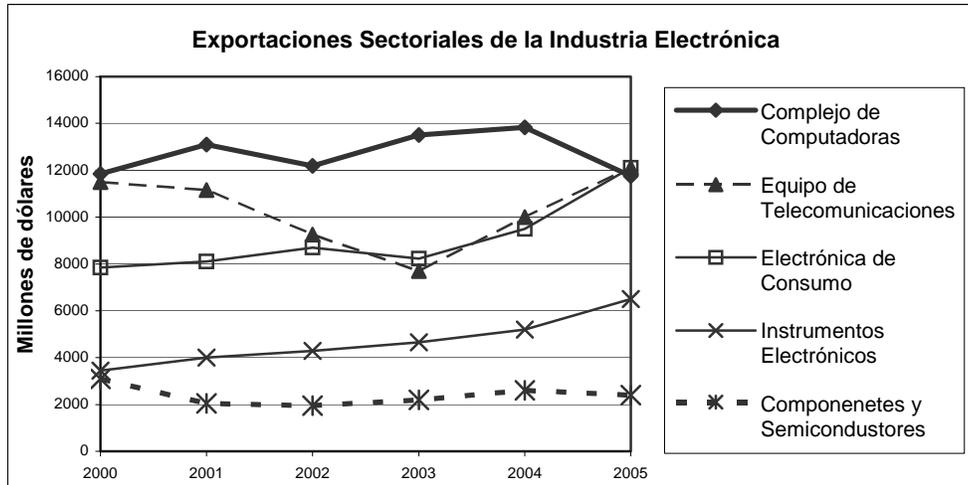
Por ejemplo, a partir de 1993, comienza un gran ascenso de la industria y la participación en las exportaciones totales crece aproximadamente el 41% hasta el 2000, donde la crisis mundial del sector incide de forma negativa en México, ya que sufre un retroceso del 2.4% en el año 2001 hasta 2003 la cual representó un descenso del 4.5%. Esta recesión también incidió en las exportaciones, aunque en forma tardía con respecto a la recesión mundial. Sin embargo, en 2004 retoma el dinamismo anterior.

En este mismo sentido, la gráfica 3.2.3 se muestran las exportaciones sectoriales de la industria electrónica en México. Es claro que las exportaciones del complejo de computadoras y equipo de oficina después de 2004 sufren una contracción, pero también, aunque en menor medida, el complejo de componentes y semiconductores, permitiendo la ascensión de complejo de instrumentos electrónicos, electrónica de consumo y de telecomunicaciones. Esto nos refiere a que las exportaciones de la industria se re-orientó hacia países europeos, China y Japón, en detrimento de las exportaciones hacia el mercado

estadounidense de computadoras y una ascensión en las cadenas de valor como ya se indicó.

Existe un dato interesante en cuanto al dinamismo de este sector. Hacia el año 2000, el sector sufre una crisis mundial disminuyendo su producción, aunque se recupera rápidamente. México también reciente esta crisis, y la refleja tanto en las exportaciones como en la producción misma.

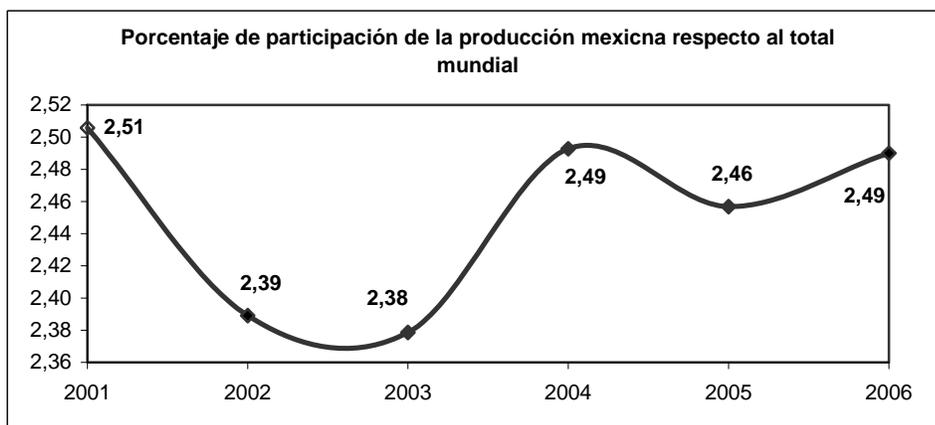
Gráfica 3.2.3



Fuente: Sergio Ordóñez.

En la gráfica 3.2.4 se muestra el porcentaje de participación en la producción de la industria electrónica en México respecto al total mundial.

Gráfica 3.2.4



Fuente: Elaboración propia con datos del Yearbook of World Electronics. Data Mexico. 2005. Reed Electronic Research

Se observa que a partir de 2001, comienza este descenso en la producción de la industria con respecto a la producción mundial debido a la crisis del sector, estando presente por tres años, ya que a partir de 2004 comienza su recuperación, teniendo un pequeño revés en 2005, sin mayores preocupaciones, por que su tendencia a partir de ese año es ascendente. En este periodo como se sabe, comienza la reestructuración y la re-orientación de la industria electrónica mexicana y la tendencia de la participación es creciente. Los anteriores datos son respecto a la producción mundial. En la gráfica 3.1.5, se muestra la producción nacional propiamente en comparación con las exportaciones de la industria.

Gráfica 3.2.5



Fuente: Elaboración propia con datos del Yearbook of World Electronics. Data Mexico. 2005.  
 Reed Electronic Research  
 CANIETI-Estudio Final de la Industria Electrónica.

Es claro que la producción nacional también reciente la crisis, ya que la actividad del sector se redujo hasta 7.7% en el periodo 2001-02 y 0.4% en 2003. Sin embargo, la industria comienza su recuperación en 2003, con una tendencia creciente y sin descensos entre los diferentes años. Se observa que contracción de las exportaciones (que tienen su mínimo en 2003) es una consecuencia inercial de la reducción de la producción, pero con una gran recuperación hacia 2004, que sobrepasa los montos de 2001, lo cual nos refiere a una industria muy dinámica en los últimos años de esta década. Esto indica que México es un gran productor de elementos electrónicos, pero teniendo en cuenta que ninguna de las empresas más importantes pertenece a nuestro país, lo que conduce directamente a ser un exportador neto. Dejando de lado la posibilidad de generar productos propios que puedan penetrar mayormente en la economía global del conocimiento.

Por lo que la industria electrónica en México se puede resumir de la siguiente forma: Importa bienes de consumo y de capital, así como intermedios; los primeros conllevan a una gran

disponibilidad de productos, los segundos, van a parar a plantas maquiladoras y manufactureras, las cuales también inciden sobre la disponibilidad de productos, que a su vez se distribuyen en exportaciones y en el mercado local. Además, los insumos básicos y de valor agregado inciden, nuevamente, en la disponibilidad de productos, que también se distribuyen para las exportaciones y el mercado global.

En este mismo sentido, CANIETI nos refiere que en México se encuentran establecidas plantas industriales de las principales empresas OEM's y CM's incidiendo en la gran diversidad de productos, con niveles tecnológicos variables. No obstante, en el país no ha desarrollado una industria propia convirtiéndose en uno de los principales países *anfitriones* de la industria mundial (Host Industry).

Pero que hay sobre el sector informático en México, qué condiciones se establecen para el desarrollo de este sector en nuestro país, ¿en este sector podremos encontrar mejores condiciones que nos indiquen si México esta a la altura de otros países? En el siguiente segmento mostraremos algunas variables que nos pueden ayudar a contestar dichas interrogantes.

### **3.3 EL SECTOR INFORMÁTICO**

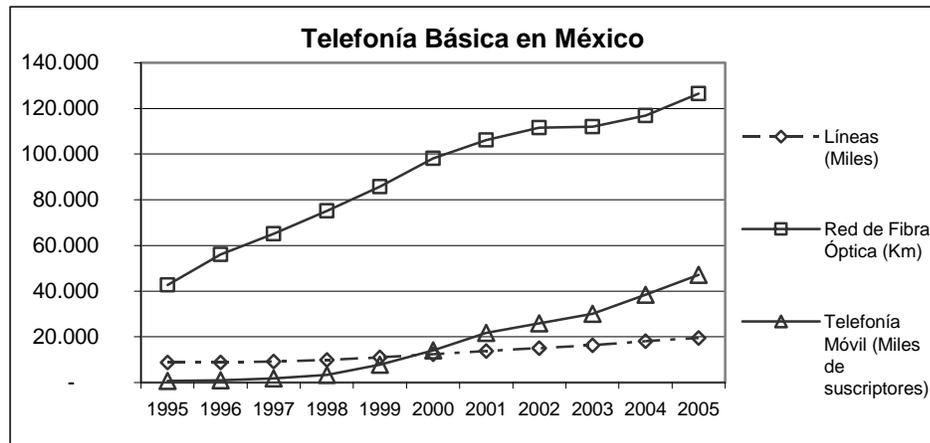
Anteriormente vimos que el mundo se concibe en un entorno donde la Internet, la telefonía celular, supercomputadoras, entre otros, inciden sobremanera en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana. Pero en México ¿qué grado de penetración tiene en la población y en la vida económica esta revolución en la informática? En la gráfica 3.3.1 se observa el comportamiento histórico de la telefonía básica y móvil del país, así como la infraestructura en fibra óptica<sup>12</sup>.

Observamos que el crecimiento de líneas telefónicas móviles es más mayor que de líneas fijas, lo cual es preocupante, ya que solamente el 18.7% de la población en 2005 contaba con una línea telefónica. Si embargo, el crecimiento de la red de fibra óptica si ha sido considerable (es como darle casi diez veces la vuelta a la Tierra), que nos refleja la relevancia en la digitalización de las comunicaciones de nuestro país.

---

<sup>12</sup> Me refiero a esta variable por que es uno de los avances más importantes que se dio en el ámbito de la revolución de la informática las telecomunicaciones.

Gráfica 3.3.1



Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Federal de Telecomunicaciones y Unión internacional de Telecomunicaciones

En esta misma línea, en la gráfica 3.3.2 se muestra un comparativo entre México, Argentina y Brasil con respecto a la densidad de telefonía celular y fija para los años 2003-04. Hacia 2004, alrededor del 37% de la población de los tres países contaba con una línea telefónica móvil, esto nos indica que, si bien el crecimiento de las líneas móviles es mucho mayor a partir de 2000<sup>13</sup> que el de las fijas, es menester mencionar que una línea telefónica es ocupada por varios habitantes, mientras que una línea móvil es individual, por lo que quizá, este crecimiento no indique más que la necesidad de los individuos de estar continuamente comunicados y personalizar y digitalizar los medios de comunicación.

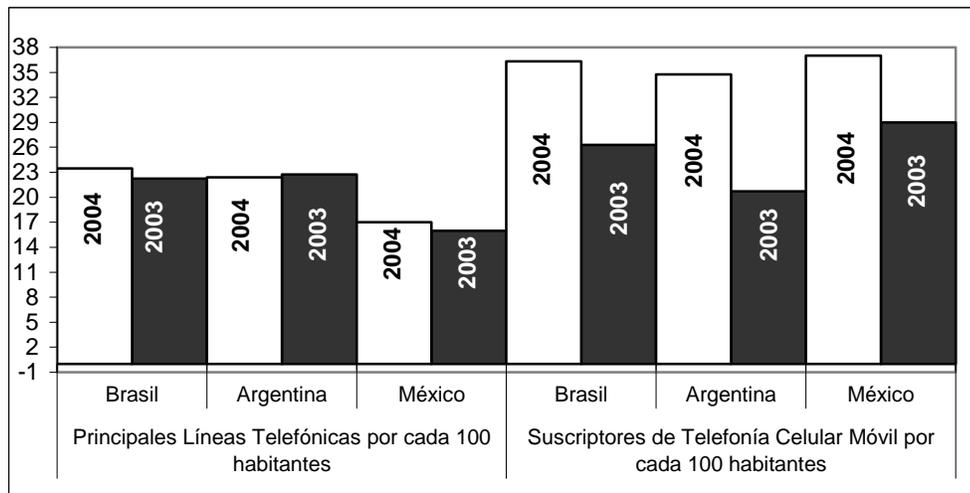
Para el caso de las líneas telefónicas fijas, el crecimiento es más débil y sin generalizarse dentro de la población ya que, para el caso de México, el 18.8% de la misma contaba con una línea telefónica fija, que esta por debajo del resto de los países, aunque los otros dos, tampoco reflejan una gran cobertura en cuanto a estas líneas telefónicas. También se observa que la dinámica de crecimiento para los dos rubros es muy parecida entre los tres países, por lo que no se encuentra una disparidad relevante y no existe una ventaja clara entre ellos.

Hay que mencionar que el crecimiento de líneas telefónicas móviles es un poco mayor que el resto de estos países, sin embargo los costos de este servicio en nuestro país es mayor

<sup>13</sup> Hay que recordar que en este año se consolidó América Móvil como empresa trasnacional con penetración en casi toda América, además de que su competidor más cercano, Telefónica, también incrementa su participación en este continente, por lo que los servicios de telefonía móvil se incrementaron.

que el resto. Traducido en una baja penetración de los servicios en la sociedad. De aquí una de las fuentes de obtención de la sobre-ganancia que permiten la expansión de Telmex en América Latina.

Gráfica 3.3.2

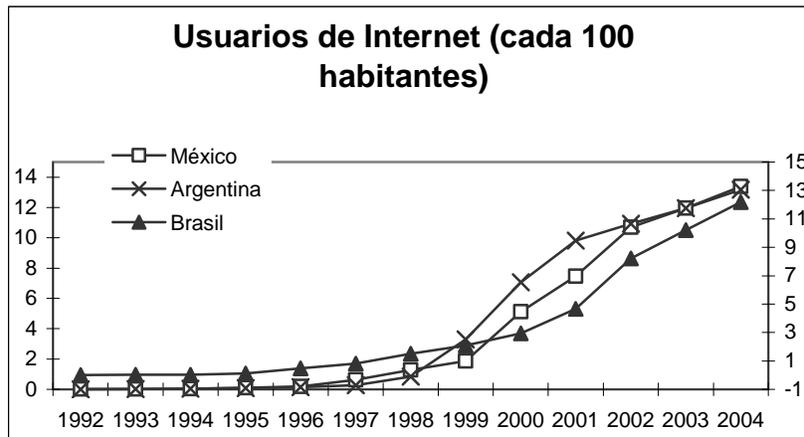


Fuente: Elaboración propia con datos de ITU, 2005

Como la mayoría de las personas que cuentan con una conexión a Internet o que son usuarios de este servicio necesitan de alguna línea fija (otros lo hacen por medio de banda ancha), entonces, en la gráfica 3.3.3 se muestra el dato de usuarios de Internet, el cual nos refleja el nivel de penetración de este servicio y de la relación que tiene la penetración de líneas fijas.

Se observa que los tres países tienen parecida dinámica de crecimiento. A partir de 1998 los tres países experimentan un gran incremento sin que se detenga dicho proceso; al parecer México es el país que cuenta con más usuarios de este servicio. El problema es que ninguno de los tres llega a utilizar toda su infraestructura de telefonía fija. Por ejemplo, México del 18% de la población que tiene una línea fija y solo el 13% es usuario de este servicio para el año 2004. Para el caso de Brasil es mayor esta brecha, ya que es el país con mayor densidad de telefonía fija pero el menor en densidad de usuarios de Internet. El caso de Argentina es parecido al de Brasil. Por lo tanto, aunque la densidad de líneas telefónicas fijas es bajo, aún es más bajo la densidad de usuarios de Internet, por lo que no se aprovecha en su totalidad la capacidad telefónica. Aunque en estos momentos se ha desarrollado la tecnología WiFi, México no cuenta con ella de forma generalizada, dependiendo de la telefonía fija para suministrar el servicio.

Gráfica 3.3.3

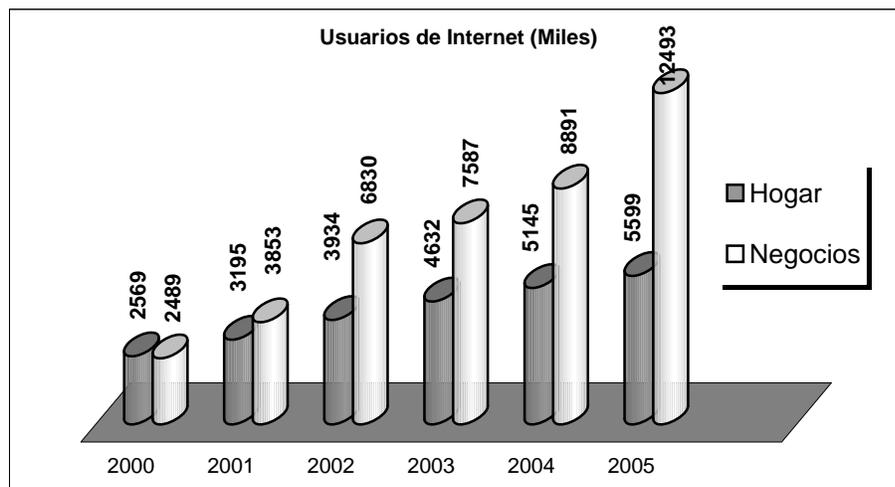


Fuente: Elaboración propia con datos de ITU, 2005

Quiero mostrar un caso particular de México en referencia a usuarios de Internet. En la gráfica 3.3.4 se observa la distribución social de estos usuarios.

Se observa que a principios de 2000 los usuarios de negocios como los hogares tenían el mismo nivel de participación, pero conforme iban avanzando los años, la participación del sector comercial aumentó de forma considerable, más allá del doble que de los usuarios domésticos. Por lo que la mayor parte de las tecnologías de las telecomunicaciones se vierten sobre el sector industrial y comercial, dejando rezagado al sector familiar. Es decir, o no hay una cultura del uso de las tecnologías o los costos de estos servicios son muy altos.

Gráfica 3.3.4

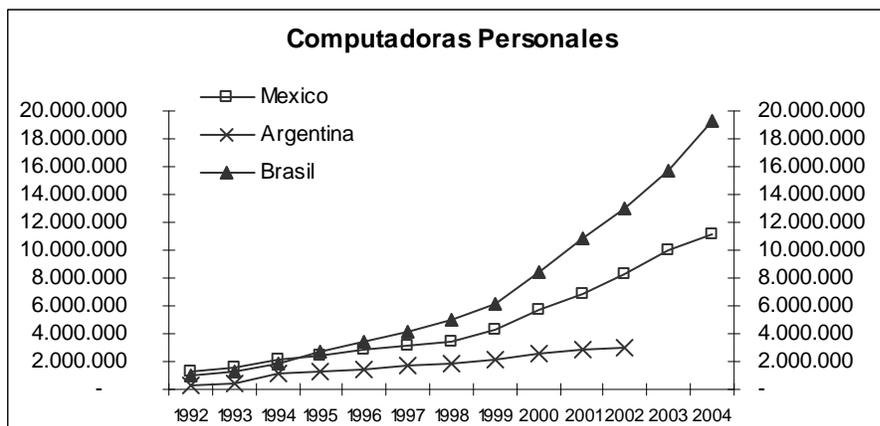


Fuente: COFETEL

Hay otra variable que nos muestra el nivel de desarrollo en el ámbito informático: la densidad de computadoras personales, que es una de las principales bases tecnológicas del nuevo paradigma tecno-productivo.

Se observa en la gráfica 3.3.5 que Brasil es el país con mayor número de computadoras personales en todos los años de la muestra, dejando a México en segundo lugar y a Argentina en el país con menos computadoras personales. También se observa que la dinámica de desarrollo es ascendente para todos los años, lo cual nos indica que el uso de esta herramienta tiende a generalizarse en todos los ámbitos y todas las actividades sociales, aunque sigue siendo muy escaso el nivel de computadoras con respecto al nivel poblacional. Por ejemplo, para el 2004 México contaba con una población por encima de los cien millones, pero el número de computadoras personales para ese año es de apenas un poco más de once millones, es decir, solo el once por ciento de la población cuenta con una computadora personal.

Gráfica 3.3.5

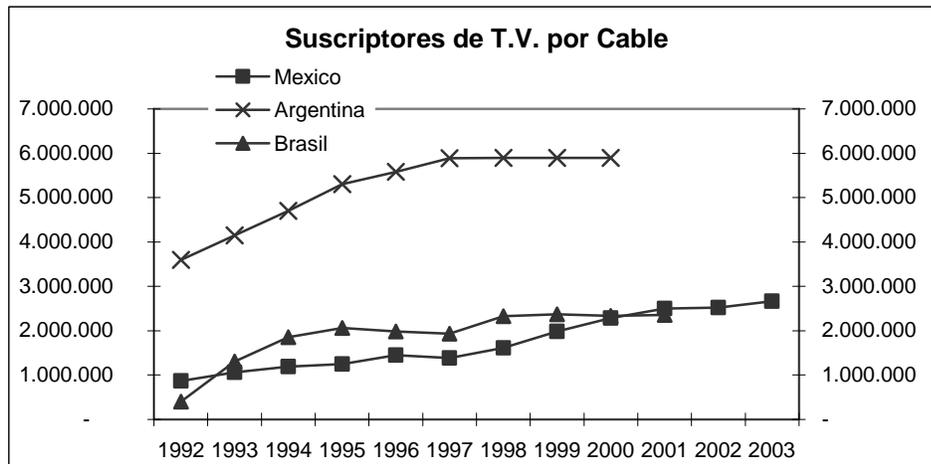


Fuente: Elaboración propia con datos de ITU, 2005

Otro importante rubro que indica el nivel de desarrollo de las telecomunicaciones es el que se refiere a las comunicaciones por cable y vía satélite (Gráfica 3.3.6).

En este rubro se encuentra una gran diferencia entre Argentina y los otros dos países. Tanto Brasil como México tienen un crecimiento parecido, siendo mayor el primero de estos dos para los años 1993 a 2002. Sin embargo, para todos los años Argentina es el país con mayores suscriptores de TV. por cable, si bien tiene un estancamiento después de 1997, sigue siendo mayor en cuanto a este servicio.

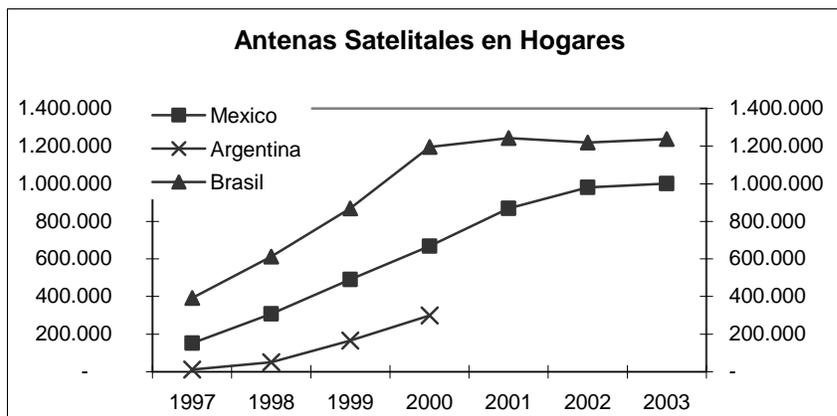
Gráfica 3.3.6



Fuente: Elaboración propia con datos de ITU, 2005

Lo que nos indica que México es indiferente a este servicio o la infraestructura es insuficiente o los costos de los servicios son altos, incidiendo de manera negativa a la integración de nuestro país a la dinámica mundial en cuanto a telecomunicaciones. Esto es por un lado, ya que por otro lado, las comunicaciones vía satélite tampoco tienen un gran dinamismo. En la gráfica 3.3.7 se observa que Argentina es el país con menos antenas satelitales, esto se debe que los hogares prefieren la TV por cable como ya se mencionó.

Gráfica 3.3.7



Fuente: Elaboración propia con datos de ITU, 2005

Pero tanto México como Brasil, tampoco muestran un uso generalizado de este servicio. En México puede suceder que no se encuentran muchas opciones de este servicio, ya que existen pocos proveedores del mismo. Aunque Brasil tiene mayores antenas, en relación con México, no es una hegemonía, ya que solo se crea una brecha de 200 mil antenas, que a la larga es despreciable. Por lo que tanto México como Brasil prefieren las señales por

microondas (de televisión local) que servicios digitales. Creando así mayores rezagos en el ámbito mundial.

## **CONCLUSIONES**

- i. Es claro que no se ha podido desarrollar una industria electrónica propia que genere las suficientes bases productivas que permitan integrar a otros sectores, como por ejemplo, al sector científico-educativo y a otras industrias, que conjuntamente induzcan un sistema productivo eficiente que pueda competir con industrias globales y a la vez plantar el conocimiento necesario que sirva para resolver los problemas que se presenten en el futuro. Es verdad que existen empresas electrónicas mexicanas, el problema es que están integradas a las cadenas de valor de forma limitada y su participación en la economía del conocimiento es sesgada.
- ii. Teniendo en cuenta tanto al sector electrónico como al sector informático podemos decir que México se encuentra parcialmente insertado en la economía del conocimiento ya que la industria electrónica existente, por un lado, esta totalmente encaminada a las actividades de manufactura y exportación; aunque si bien el tipo de mercancías que produce son de mayor valor agregado y más complejas por medio de la re-orientación a sectores más dinámicos, no cuenta con una infraestructura propia suficientemente integrada a la dinámica mundial para tal actividad, además de que la inversión que llevan a cabo las empresas en este sector es menor que en algunos países de similares condiciones económicas.
- iii. Por el otro lado, el sector informático, sobre todo los servicios en telecomunicaciones, sufre del rezago en los procesos de innovación y desarrollo tecnológico propios, depositando su crecimiento solo en factores comerciales y de mercado. Aunado a esto, no existe una diversificación en la prestación de servicios de telecomunicación internos, ya que Telmex absorbe casi en su totalidad a éstos, es decir, esta empresa controla toda la red de distribución nacional de telefonía fija y parcialmente la móvil, lo que lleva a al poco desarrollo de nuevas tecnologías y su aplicación a los servicios, induciendo un atraso internacional en la provisión de servicios de redes de interconexión y su incorporación a las nuevas cadenas de valor en detrimento del crecimiento de todas las esferas de la sociedad.

- iv. Esto, en parte, es una consecuencia del precario gasto en I&D en el SE-I. Pero también es consecuencia de una sociedad que no cuenta con la suficiente cultura tecnológica que permita una mayor participación y crecimiento de empresas en estos dos sectores. Esto se refleja en la poca penetración de algunos de los servicios en telecomunicación (como Internet y cable) y la casi inexistente industria electrónica propia. Por lo tanto, cómo incorporarse al mundo globalizado sin tener que depender de figuras externas, pero desarrollando fuerzas internas con fuertes bases competitivas y poder alcanzar un nivel de bienestar social generalizado. Quizá la respuesta se oriente a la posibilidad de vincular profundamente al sector productivo con el sector científico-educativo, o como en el caso de China, es decir, muchas de los institutos de investigación pública se convirtieron en empresas privadas, lo que permitió un gran desarrollo tecnológico propio.
- v. En esta perspectiva, si la economía del conocimiento influye sobre los elementos nacientes del desarrollo de la ciencia y la tecnología y su implicación en la innovación, entonces ¿qué papel juega el desarrollo de la ciencia en México a nivel mundial? ¿Cuál es la aportación que hace nuestro país en cuanto a elementos inovativos y de desarrollo tecnológico?

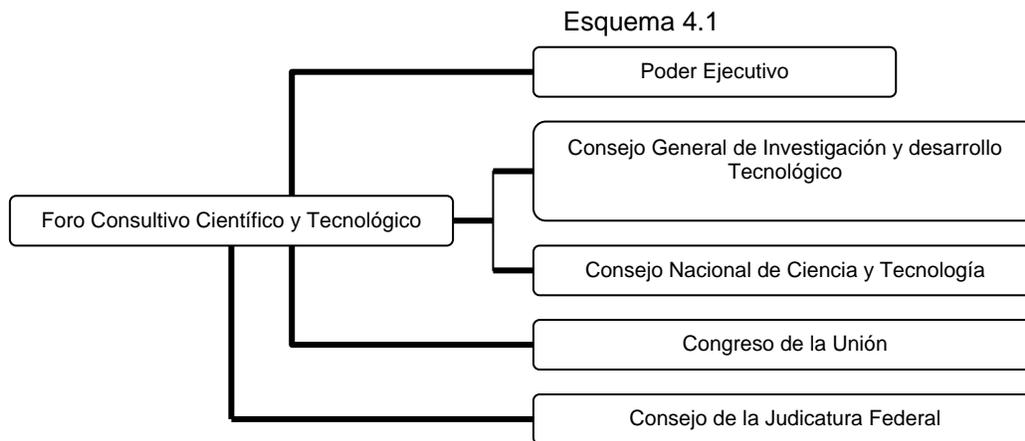
**CAPITULO IV**  
**EL SECTOR CIENTÍFICO-INSTITUCIONAL**  
**Y**  
**LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

***Uno de los defectos de la educación superior moderna es que hace demasiado énfasis en el aprendizaje de ciertas especialidades, y demasiado poco en un ensanchamiento de la mente y el corazón por medio de un análisis imparcial del mundo.***  
***Bertrand Russell***

#### 4. MÉXICO Y EL SECTOR CIENTÍFICO-EDUCATIVO

En esta sección se desglosarán características institucionales y de producción científica del sector científico-educativo en México. En primer lugar, mostraremos datos de las actividades y alcances de las Instituciones de Educación Superior (IES), de los centros de investigación básica y aplicada dependientes del gobierno federal así como de los investigadores e investigaciones, para después particularizar en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La ciencia en México esta regida por la Ley de Ciencia y Tecnología<sup>1</sup>. En el esquema 4.1 se encuentra sintetizado el organigrama administrativo de la ciencia en México.



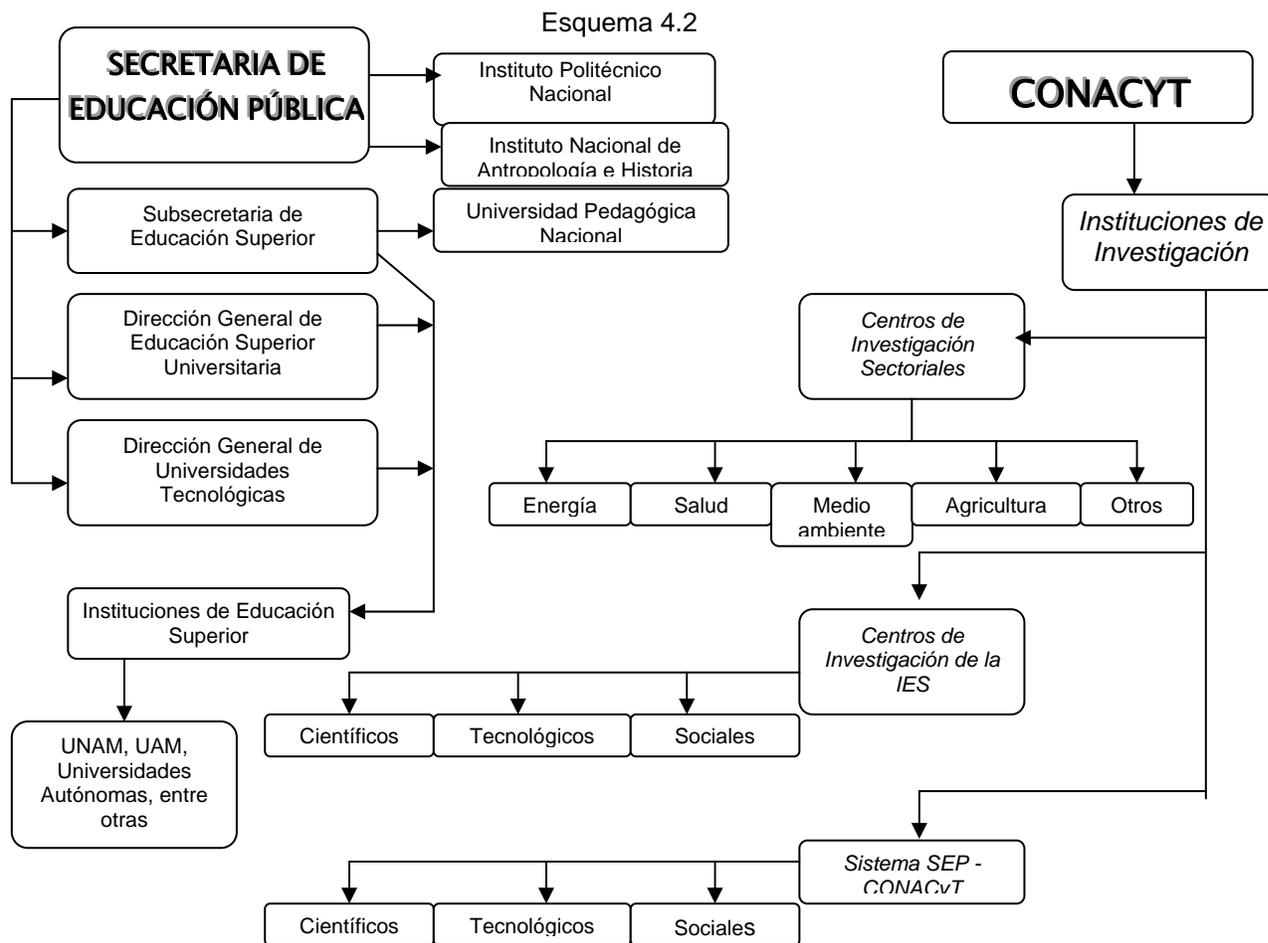
Fuente: Foro Consultivo Científico y Tecnológico

<sup>1</sup> DOF, 2002. En términos generales, esta Ley impulsa las actividades científicas y tecnológicas en los centros de investigación públicos y privados, además de incorporar los lineamientos generales para la financiación de las mismas. Con el objetivo de incorporar el desarrollo y la innovación tecnológica a los procesos productivos para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional. El Foro Consultivo es el órgano autónomo permanente de consulta del Poder Ejecutivo Federal, del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y de la Junta de Gobierno del CONACyT. A través de convenios, es asesor del Congreso de la Unión y del Consejo de la Judicatura Federal. El Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico es el órgano de política y coordinación encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en general en el país. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es un organismo autónomo que tiene como objetivo ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal y especializada para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país

El CONACyT estableció cinco áreas específicas y prioritarias de crecimiento estratégico:

- *Las tecnologías de información y las comunicaciones.*
- *La biotecnología.*
- *Los materiales avanzados.*
- *El diseño y los procesos de manufactura.*
- *La infraestructura y el desarrollo urbano y rural.*

Por lo que México debe resolver cómo estructurar un modelo económico que posibilite la producción de bienes de alto valor agregado a partir del conocimiento científico y tecnológico, es decir, a partir de la integración a los procesos globales de la economía del conocimiento.

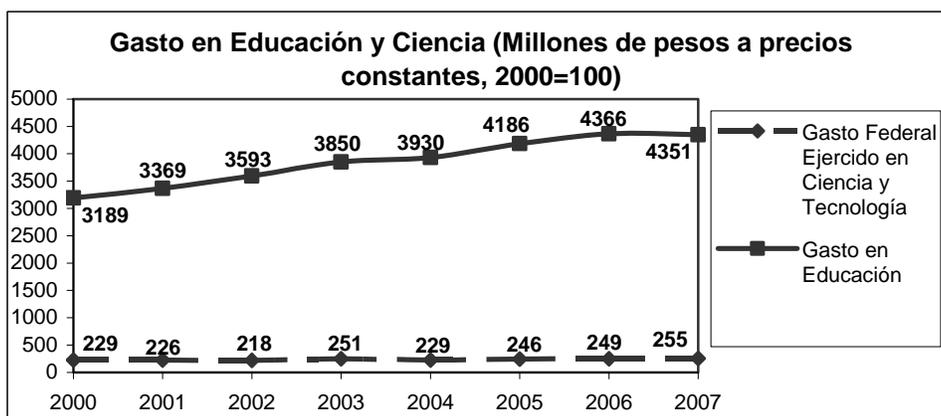


Fuente: Elaboración propia con datos de SEP-CONACyT

Por otro lado, el sistema educativo-científico esta estructurado de la siguiente manera (Esquema 4.2): La infraestructura científica y tecnológica del país se encuentra concentrada principalmente en las instalaciones de las Instituciones de Educación Superior (UNAM, IPN, Universidades Autónomas, entre otras), a través de la Secretaria de Educación Pública, en el sistema SEP-CONACYT, en los Centros de Investigación Especializados (e.g. Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto de Investigaciones Eléctricas e Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares), y en los sectores Salud, Agropecuario, Transportes Medio Ambiente y otras.

Antes de pasar al análisis del sector científico-educativo, presentamos un gráfica que nos muestra la evolución de gasto federal en ciencia y educación (gráfica 4.1<sup>2</sup>)

Gráfica 4.1



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Se observa que para los años el periodo 2001-2002 existe una contracción del gasto en educación, mientras que en 2004 la contracción en los montos del mismo incide sobre los dos rubros. Además de que el crecimiento ha sido lento, sobre todo en ciencia y tecnología, lo que repercute de manera negativa en crecimiento general de la economía nacional, ya que estas dos variables son un pilar fundamental para del desarrollo económico y social.

Comenzaremos analizando a las IES (centrándonos en las universidades), las cuales son parte esencial de la producción, la acumulación y aplicación de conocimiento, es decir, de la enseñanza, investigación, aplicación y transmisión del conocimiento en provecho de la sociedad y se vislumbra desde estas instituciones la formación de recursos humanos para la producción científica básica y aplicada; y en un estado más avanzado la vinculación con el sector productivo de forma más estrecha y coolaborativa.

<sup>2</sup> Los datos para 2007 son estimaciones. El valor para el PIB-2007 esta calculado hasta el tercer trimestre del año.

México cuenta con los siguientes programas educativos<sup>3</sup>: Técnico Superior Universitario, Licenciatura, Educación Normal y Postgrados. Estos programas y las IES son evaluados por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES).

El sistema de IES esta integrado por Centros, Colegios, Escuelas, Institutos y Universidades públicas y privadas. En la actualidad existen<sup>4</sup>: 119 centros de educación superior públicos y 423 centros privados, 21 colegios públicos y 60 colegios privados, 446 escuelas públicas y 221 escuelas privadas, 237 institutos públicos y 445 institutos privados, 352 instituciones universitarias públicas y 539 instituciones universitarias privadas. A su vez, el sistema de IES está dividido según el grado o nivel de educación cursado<sup>5</sup>, ISCED 5A: licenciatura, ISCED 6: especialidades, maestrías y doctorados y estudios no equivalentes a los universitarios pero que crean habilidades específicas ISCED 5B: carreras de técnico superior universitario<sup>6</sup> comprenden el tercer nivel.

#### **4.1. LA LICENCIATURA Y POSTGRADO**

En los últimos años, la población de licenciatura en las IES públicas ha mostrado una tendencia negativa ya que el porcentaje de su población ha disminuido de un 80% del total de la población en 1993 a 67% en 2004, y para las IES privadas esta tendencia es positiva ya que de un 20% del total de población en 1993 pasó a 32% en 2004, es decir las IES públicas perdieron 13 puntos porcentuales del total de la población que se trasladaron a las IES privadas que captaron 12 puntos porcentuales más. En la gráfica 4.1.1 se observa esta tendencia.

Por qué es preocupante: Estos datos nos dan una idea de que el apoyo a la educación superior es insuficiente por lo que incide negativamente en el funcionamiento de las universidades públicas, dejando de producir recursos humanos potenciales para los otros niveles de educación que conlleven a un aparato autosuficiente de investigación y consecuentemente de desarrollo e innovación tecnológica.

---

<sup>3</sup> La educación esta sustentada por el artículo tercero de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, por la Ley General de Educación, por la Ley para la coordinación de la Educación Superior, por la Ley Federal del Trabajo y Leyes Estatales.

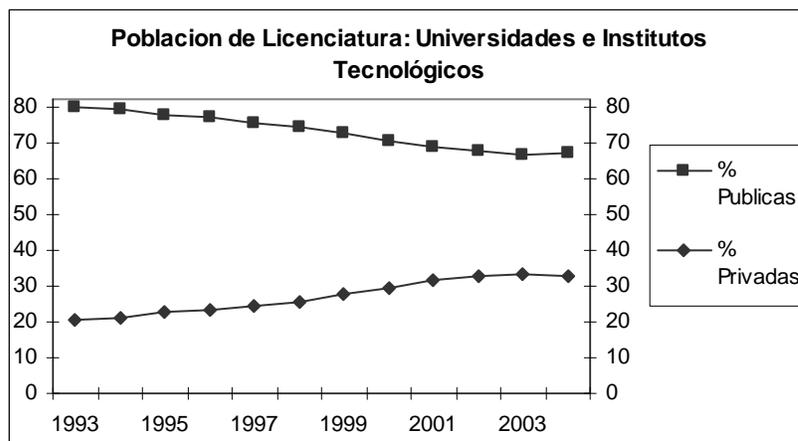
<sup>4</sup> Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. En las cifras mencionadas están incluidos todos los campus y cedes de cada institución. Por lo que el número de IES se incrementan

<sup>5</sup> Esta división está basada en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED) la cual especifica los niveles cursados después del bachillerato

<sup>6</sup> Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2006, México.

En esta misma perspectiva, es importante señalar que dentro del nuevo paradigma tecnoproductivo, la formación de recursos humanos en las áreas de ciencias exactas y naturales así como de ingenierías y técnicos profesionales es de vital relevancia, ya que es en éstos donde se deposita el conocimiento que guía el desarrollo tecnológico.

Gráfica 4.1.1



Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico ANUIES, 2004

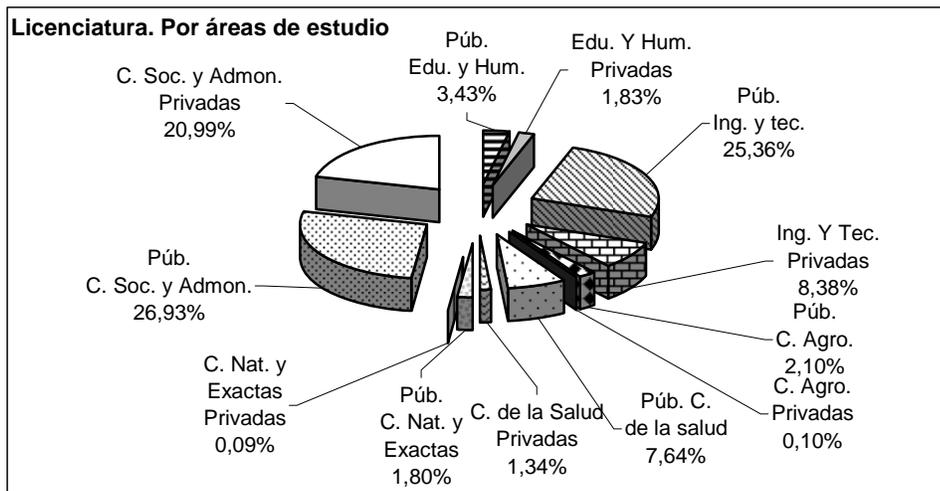
En la gráfica 4.1.2 se muestra el porcentaje de la población de licenciatura por área específica de estudio. Se observa que el mayor porcentaje se concentra en las ciencias sociales y administrativas, ya que concentra al 48% del total, siendo el 56.3% de IES públicas y 43.7% de privadas. Sin embargo, para el caso de las ciencias exactas la concentración es sombría ya que menos del 2% de la población total se encuentra en esta área, siendo el 95% de la misma perteneciente a instituciones públicas. Este es un indicativo de la pobre formación de científicos dedicados al desarrollo tecnológico. Esto puede deberse a determinantes culturales, es decir, que México no cuenta con una cultura enfocada a las ciencias exactas y naturales, o se debe a la poca infraestructura y poca información de la existencia de estas profesiones.

Lo cierto es que existe este pequeño número de posibles científicos, por lo que es natural pensar que el desarrollo tecnológico y la innovación son escasos, dejando a México en una posición internacional de suma desventaja.

Existe una parte importante de población en las áreas de ingeniería y tecnología, ya que el 34% de la población prefiere esta área de estudio, de los cuales el 75% son de instituciones públicas y el 25% es de instituciones privadas. No hay que menospreciar este dato, ya que uno de los componentes importantes en esta nueva era es la actividad de las ingenierías en

la esfera productiva, porque cuentan con el conocimiento especializado que puede llegar a ser bastión para el desarrollo tecnológico. Sobre todo en áreas de conocimiento como las optoelectrónica o las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones, siendo así un eslabón con las ciencias exactas y naturales.

Gráfica 4.1.2



Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico ANUIES, 2004

El área de ciencias de la salud tiene una menor población, ya que el 9% de la población se concentra en esta área, siendo el 84% de los alumnos pertenecientes a IES públicas y 16% a privadas. Para el área de educación y humanidades la concentración es del 6.2% del total. Finalmente, el área de ciencias agropecuarias concentra el 2.20%. Todo esto nos indica que el menor porcentaje de alumnos pertenece a ciencias naturales y exactas.

La distribución poblacional de las áreas de conocimiento es totalmente heterogénea, alto grado de concentración en áreas de contabilidad, administración, derecho, entre otras; centralizándose sobre todo en la esfera de servicios, dejando de lado áreas de base científica que son base para el desarrollo tecnológico y potenciar los centros de investigación. Si bien el área de ingeniería tiene un peso importante en esta distribución, el área misma no puede considerarse por si sola un refugio para el desarrollo de la ciencia, de la tecnología y de la innovación.

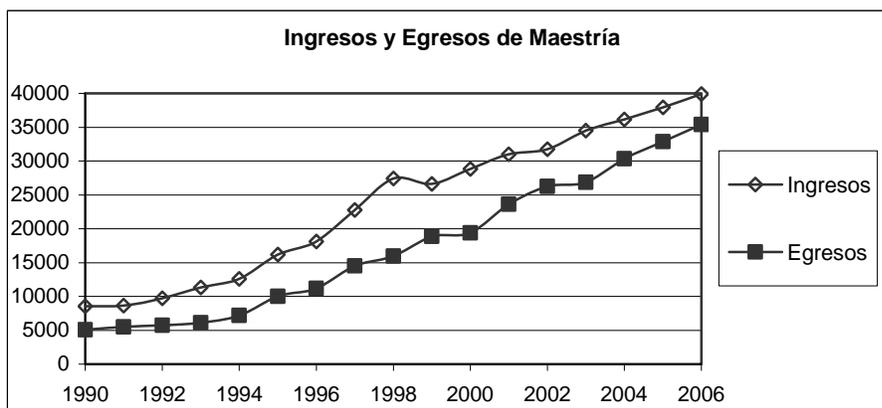
A este nivel es difícil que se establezcan mecanismos para la investigación rigurosa, profunda y especializada, ya sea básica o aplicada. Sin embargo, existen programas que permiten a los estudiantes de este nivel incorporarse a programas de investigación, como

son los programas de postgrados (maestrías y doctorados) y a los institutos y centros de investigación. Por lo que hay que eslabonar a los alumnos egresados de licenciatura a los programas de postgrado existentes en cada institución.

La formación del personal científico y técnico se da a través del los programas de postgrado. Las orientaciones que se han caracterizado a estos programas se pueden clasificar en tres: la profesionalizante, la de formación de docentes y la orientada a la investigación. Pero existe una serie de problemas con estos programas: carecen de un sistema tutorial efectivo, en algunos casos los planes y programas de estudio son obsoletos y poco flexibles, existen bajos índices de ingresos y egresos, no existen los suficientes estímulos para la permanencia y la superación académica (bacas e intercambio académico) y financiamiento limitado e infraestructura limitada<sup>7</sup>.

La maestría nos indica el grado académico con el objetivo ampliar conocimientos en un campo disciplinario. En la gráfica 4.1.3 se muestra el nivel de ingresos y egresos de los programas de maestría que existen en nuestro país. Existe cierta simetría entre estas dos variables, lo que nos indica que si bien no todos los alumnos de maestría que ingresan a estos programas son los que egresan, no existen importantes deserciones, por que de un 60% que egresaban en 1990, hacia 2006 el número de egresados se elevó a casi 90%, si esta tendencia continúa podremos pensar en una matrícula del 100% de egresados. Los únicos años en los que la tendencia no es positiva es 1998 a 2000, pero retoma su crecimiento sin algún sobresalto.

Gráfica 4.1.3



Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT-IGECyT, 2006

<sup>7</sup> TOPETE, Barrera Carlos. La tercera revolución industrial en México: diagnóstico e implicaciones. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1992

Quiero hacer la siguiente observación, en 1990 el porcentaje de alumnos que ingresaron a maestría con respecto a los egresados de licenciatura es de apenas el 7% a nivel nacional, teniendo una pequeña elevación en 1998 llegando hasta más del doble que en el primer año, es decir, 15% pero continúa una tendencia negativa en los posteriores años hasta que en 2006 la relación es del 12%, es decir, en la actualidad y por lo conflictos económicos y sociales de nuestro país menos alumnos se interesan o no tienen las posibilidades de continuar sus estudios de postgrado, lo cual incide de forma negativa en el desarrollo del país y el incremento de desventajas competitivas en el mundo globalizado<sup>8</sup>.

Ahora, del total de los alumnos que ingresan a la maestría en el año 2006 el 50% pertenece al área de ciencias sociales y administrativas, mientras que en contraste el área de las ciencias exactas y naturales solo representa cerca del 5% lo cual es un número muy bajo si se pretende ingresar a un mundo donde la valorización del conocimiento es el principal motor de crecimiento y competitividad económica. Además, el número de egresados de esta área se reduce a la mitad, es decir, solo el 2% de los alumnos obtienen el grado de maestría. Lo cual es aún más preocupante. En el área de ingeniería y tecnología el número no es tan bajo, alrededor del 15% de ingresos por 14.5% de egresos, pero no es suficientemente grande ni capaz de auto sostenerse en favor y como apoyo del desarrollo tecnológico y la innovación (CONACYT-IGECyT, 2006)

Por lo tanto, los problemas antes mencionados en cuanto a los programas de postgrado continúan, creando un gran rezago y abriendo la brecha de competitividad con países de similar desarrollo. No existen los incentivos suficientes para la creación de recursos humanos altamente calificados para los quehaceres de la ciencia y la tecnología, para la creación de nuevo conocimiento y su aplicación, Además, si nuestro país desea insertarse de lleno en el ámbito de la globalización, debe tener en cuenta que se necesita un crecimiento sostenido a largo plazo, mediante la acumulación de capital físico, humano y de conocimiento, a través de la investigación, el desarrollo y la innovación y creando y produciendo sus propia tecnología y sus propios productos<sup>9</sup>. Por lo que los recursos humanos de alto nivel son fundamentales para la generación de este tipo de conocimiento, y para el desarrollo y funcionamiento del saber-hacer tecnológico.

---

<sup>8</sup> ANUIES, Anuario Estadístico de Licenciatura y Postgrado, 2004

<sup>9</sup> IGECyT 2006, México, Ob. Cit.

Es frecuente que en los laboratorios de empresas y centros de investigación privados se cuente con equipos de personal de investigación y desarrollo tecnológico con niveles académicos de doctorado, que es el nivel adecuado para atender la esfera de competencias para la I&D al más alto nivel. El grado de doctor debe extender a áreas como la administración y gestión tecnológica, orientación de la innovación y la transferencia tecnológica. El IGECyT indica que “dada la situación actual de mayor competitividad en el sector empresarial, motor principal de la economía del país, resulta urgente incorporar en los organigramas de las corporaciones<sup>10</sup>, firmas e institutos de las mismas un mayor número de investigadores e ingenieros con doctorado”.

Pero a nivel educativo, los doctores también generan gran potencial dentro de las universidades y centros de investigación (tanto de las instituciones educativas como de gobierno<sup>11</sup>) ya que se elevan las capacidades de docencia, crean grupos de trabajo para la investigación, así como la generación de personal especialista a favor del desarrollo tecnológico dentro de las mismas instituciones educativas. En México, los estudios de doctorado se asocian con el más alto grado de preparación académica y profesional. Así mismo, se faculta a los graduados para preparar y dirigir investigaciones o grupos de investigación y cumplir con una función de liderazgo intelectual en las tareas de creación de conocimiento y del saber-hacer en la sociedad.

Cuál es el panorama del doctorado en México. Para iniciar, en el año de 2004 las instituciones a nivel nacional que contaban con programas de doctorado eran 150 con un total de 567 programas, de éstas, 98 eran instituciones públicas y un total de 461 programas, mientras que el resto, es decir, 58 instituciones eran privadas con un total de 106 programas de doctorado<sup>12</sup>.

En la gráfica 3.2.2.3 mostramos la evolución del número de alumnos que pertenecen a estos programas. La evolución de los ingresos-egresos de doctorado ha sido positiva, salvo por los años 1998-2000, los cuales presentaron un crecimiento negativo, pero a partir de ese año la tendencia positiva continua, sin embargo, el nivel de egresados es mucho menor con respecto a los ingresos; menos de la mitad de los que ingresan a doctorado terminan el programa, es más, a partir de 2002 se crea una tendencia negativa por que en este año el

---

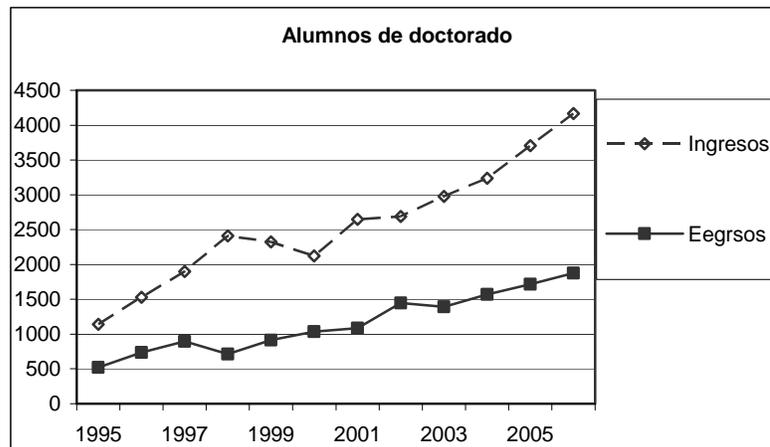
<sup>10</sup> Como lo hace en la actualidad Cemex, Comex, Condumex, Hylsa, PEMEX, Resistol y Telmex.

<sup>11</sup> Por ejemplo el ININ, el INE, el INNN, entre muchos más.

<sup>12</sup> ANUIES, Anuario Estadístico de Posgrado, 2004

porcentaje de egresos es de casi 54% pero al final del periodo (2006) el número de egresos es de 45%, es decir, nueve puntos porcentuales menos. Aunque no llega al nivel más bajo de la muestra que se dio en 1998 y que represento solo 30% de egresados<sup>13</sup>.

Gráfica 3.2.2.3



Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT-IGECyT, 2006

Podemos decir que el sistema es deficiente si lo gravitamos a partir de la anterior argumentación, por que si el doctorado sirve para crear puentes entre ciencia básica y aplicada, y demás atributos, entonces estos números indican que existe un rezago en la formación de recursos humanos para tales fines, lo cual provoca un rezago en la innovación y el desarrollo de tecnología propia, un rezago en la formación de grupos de investigación, de nuevos recursos humanos y por consiguiente un rezago a nivel social y económico en el ámbito nacional e internacional.

Ahora, del número de alumnos que se gradúan de doctorado, éstos se concentran sobre el área de ciencias administrativas y sociales, dejando atrás a las ciencias exactas y naturales, lo que no indica que no hay suficientes recursos humanos que den apoyo a las actividades de desarrollo e innovación tecnológica, aunando a este hecho, los acervos de recursos humanos de doctorado en el área de ingeniería y tecnología también son escasos, y teniendo en cuenta que son un apoyo sustancial para las ciencias, estas dos no cuentan con la suficiente fuerza para generar tecnología propia<sup>14</sup>.

Además, históricamente, la mayor parte de los alumnos que ingresan o egresan de estos programas han estado concentrados en el área de ciencias administrativas y sociales, lo

<sup>13</sup> Ídem.

<sup>14</sup> CONACYT, Informe general sobre el Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2006. Pág. 63-68.

que nos hace pensar en la afirmación antes hecha sobre los determinantes históricos y sociales de la ciencia en México: no existe tradición científica. Se debe crear un círculo virtuoso desde aspectos financieros hasta los apoyos para las IES y la formación de recursos humanos.

#### 4.2. EL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI)

El doctorado en México está asociado al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El SNI tiene el propósito de incentivar la investigación nacional de alta calidad, según CONACYT, el objetivo del SNI es premiar la investigación del país, para elevar la competitividad nacional (sobre todo para resolver las necesidades y problemas del país) e internacional.

El SNI está dividido en tres categorías<sup>15</sup>:

- **SNI nivel I:** *Investigadores con doctorado y que hayan participado en investigaciones originales y de calidad, así como haber publicado en revista de prestigio con arbitraje internacional. Además de formar recursos humanos (tesis de licenciatura y postgrado).*
- **SNI nivel II:** *Ser SNI I, en esta categoría la investigación tiene que ser reconocida y apreciable en forma individual o en grupo y haber participado en la difusión y divulgación de la ciencia.*
- **SNI nivel III:** *Ser SNI II, haber realizado contribuciones científicas o tecnológicas de trascendencia, reconocimientos académicos nacionales e internacionales, además de haber efectuado una destacada labor en la formación de profesores e investigadores. Siendo este nivel el de mayor rango dentro de los recursos humanos en ciencia y tecnología.*

En la gráfica 4.2.1 mostramos la evolución de las diferentes categorías de SNI. Existe una tendencia positiva, con un aumento sustancial sobre los años 1998, 2001-02 y 2005, los cuales representan una tasa de crecimiento de 10% aproximadamente.

El nivel III es el más dinámico con respecto a sus niveles de crecimiento, correspondiente a 10% en promedio a lo largo de la muestra, siguiéndole el nivel II con 8.5% en promedio y por último el nivel I con 6.8% en promedio.

La participación de los investigadores que pertenecen al SNI tiende a estar sobre el área de ciencias físico-matemáticas y de la tierra con una concentración promedio del 20%, siguiéndole el área de biología y química con 19.4% e ingenierías con 12.6%. Esto nos podría indicar que las aportaciones de los investigadores a la producción científica se vierten sobre aspectos teóricos, ya que el apoyo de las ingenierías sobre estas áreas es de suma

---

<sup>15</sup> CONACYT, Informe general sobre el Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2006

importancia y al tener éste nivel bajo de participación no se crean círculos virtuosos de producción de ciencia aplicada, y por consiguiente se sesga el espacio para el desarrollo tecnológico y la innovación.

Gráfica 4.2.1



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

Sin embargo, en el año 2005<sup>16</sup> en el área de ciencias físico-matemáticas la mayor parte de los miembros del Sistema contaban con el nivel I, con 930 investigadores, mientras que el nivel III contaba con apenas 290 investigadores. De hecho para todas las áreas de conocimiento, los investigadores tienden a contar con el nivel I del SNI, aunque el área con mayor número de SNI nivel III es precisamente el área de ciencia físico-matemáticas, lo que implica que esa área es la de mayor relevancia en cuanto a investigaciones y formación de recursos humanos, sin llegar a tener la influencia necesaria para impulsar ese gran salto que el país requiere en cuanto a la inserción de México en economía del conocimiento mundial. Aunque es de relevancia mencionar que el mayor número de SNI nivel I pertenece al área de biología y química, que es una importante área para el desarrollo tecnológico (recordemos que muchas de las nuevas tecnologías se basan en la biotecnología y materiales).

### 4.3. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Ahora, cómo podemos medir la producción de ciencia de los investigadores nacionales sobre todos los campos o áreas de conocimiento. Hay un medidor importante, no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional de actividad científica, nos referimos al

<sup>16</sup> CONACYT, Sistema Nacional de Investigadores, evaluación 2005.

número de patentes registradas<sup>17</sup>. En México, la institución encargada de registrar las patentes es el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial. Las patentes otorgadas por este organismo pueden estar concedidas tanto a mexicanos como a extranjeros.

La mayor parte de las patentes concedidas son extranjeras, principalmente de Estados Unidos, con una participación del 54% del total en el año 2006, siguiéndole Alemania con 9%, Francia con 7.4%, Japón y Reino Unido con 4% y 2.8% respectivamente. Otros países (no especificados por la fuente) tienen una participación del 21.7%<sup>18</sup>.

La gráfica 4.3.1 muestra la actividad de nuestro país sobre las patentes. Observamos que las patentes concedidas en México a extranjeros rebasan por mucho las concedidas a nacionales. Además, la dinámica de este rubro está dictaminada por la dinámica de las concesiones extranjeras, lo que nos da un panorama general de que la producción de ciencia aplicada en México no es de relevancia, es decir, el desarrollo tecnológico y la innovación es escasa. Incluso a lo largo de la muestra el número de patentes concedidas nacionales en el año 1990 es el mismo que el del año 2006, teniendo en cuenta que en total las patentes aumentaron de 1619 a 9632.

En esta misma línea, la patentes que más se concedieron en 2004 en México es la referente a los artículos de uso y consumo con el 31.30%, seguida de química y metalurgia con 20.61%, técnicas industriales diversas con 16.79%, construcciones 11.45%, Física 8.40% y otros con 11.45%<sup>19</sup>.

Hay dos cosas que llaman la atención en cuanto a esta clasificación de patentes otorgadas, la primera es que no se observa, al menos en este año (2004), alguna patente otorgada que englobe al sector electrónico-informático como tal. Y segundo, es que de las patentes otorgadas tanto a nacionales como extranjeros, las empresas grandes obtuvieron el mayor porcentaje seguidas por los inventores independientes y en última instancia a los institutos de investigación<sup>20</sup>.

Podemos establecer, entonces, que no existen los suficientes incentivos para que estos últimos (tal vez por estar alejados de las empresas) tengan la posibilidad de conseguir

---

<sup>17</sup> Una patente es un conjunto de derechos exclusivos garantizados por un gobierno o autoridad al inventor de un nuevo producto (producto o servicio) susceptible de ser explotado industrialmente para el bien del solicitante de dicha invención durante un espacio limitado de tiempo (generalmente veinte años desde la fecha de solicitud). En wikipedia.com

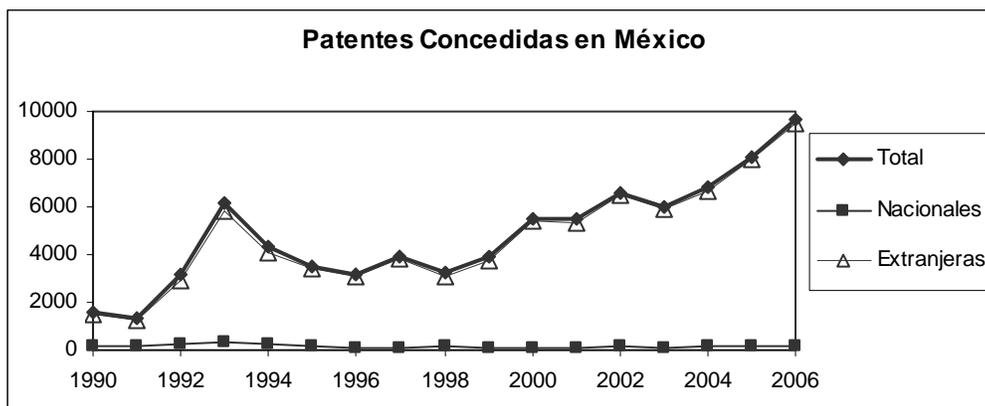
<sup>18</sup> INEGI, Patentes solicitadas y concedidas en México según nacionalidad de los titulares, 1990-2006

<sup>19</sup> Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006 y según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC)

<sup>20</sup> *Ibíd.*

alguna patente. En el año 2004 La única “empresa” mexicana que contó con patentes es el Instituto Mexicano del Petróleo con 19 de éstas<sup>21</sup>; las patentes otorgadas a extranjeros son mayores que para nacionales, por lo que el mayor número de estas se encuentran en manos de empresas extranjeras.<sup>22</sup>

Gráfica 4.3.1



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

A nivel mundial cuál es el panorama de México. Las patentes que se registran a nivel mundial están a cargo de la European Patent Office (EPO), la United States Patent and Trademark Office (USPTO) y la Japan Patent Office (JPO), las tres oficinas forman lo que se conoce como Triadic Patent. Para nuestro estudio vamos a utilizar datos de las dos primeras oficinas de patentes.

Los registros efectuados en la oficina estadounidense del año 1999 al año 2003 y haciendo una comparación de México con Brasil y Argentina, nuestro país se encuentra por debajo de Brasil en la mayoría de los años, con excepción del último año, pero por arriba de Argentina para todos los años<sup>23</sup>. Peciencia que son buenos datos pero el porcentaje para los tres países con respecto del total registrado en esta oficina es demasiado bajo. Para el año 2003, la participación de los tres países esta por debajo del uno por ciento, para México la aportación es de 0.066%, para Brasil de 0.057% y para Argentina del 0.020<sup>24</sup>.

Ahora, los registros de patentes otorgadas en la oficina europea nos muestran datos similares. La participación de México es un poco más baja, mientras que para los otros dos

<sup>21</sup> *Ibíd.*

<sup>22</sup> Empresas como The Procter & Gamble Company, Thomson Consumer Electronics, Inc. y Pfizer Inc. son las que mayor número de patentes tienen con 184, 107 y 184 de éstas respectivamente.

<sup>23</sup> Los registros pertenecen a los datos de la OCDE.

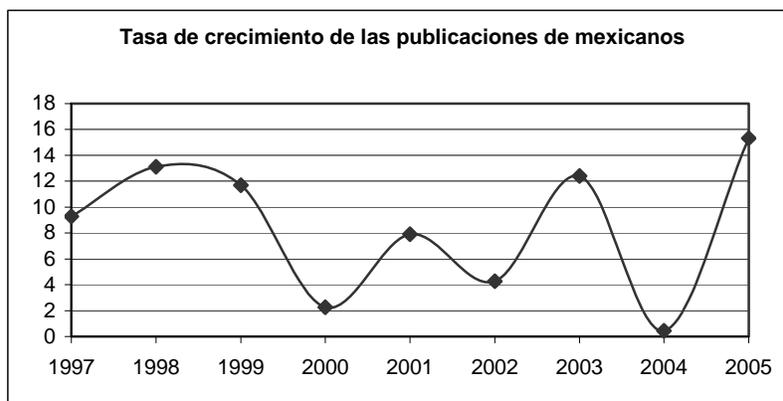
<sup>24</sup> *Ídem.*

país hay un incremento; para el mismo año (2003) México cuenta con una participación de 0.054%, Argentina con 0.037% y para Brasil de 0.15%. Por lo que nuestro país muestra de nueva cuenta un rezago en desarrollo tecnológico e innovación tanto en territorio nacional como a nivel mundial, dejando cierta brecha con respecto a países de similar desarrollo, pero con gran desventaja con países más desarrollados.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos datos están basados conforme al comercio y la IED de cada país. Es decir, tanto Argentina como Brasil tienen una relación más cercana con países europeos, por lo que los registros de sus patentes, que se establecen en la EPO, son mayores que los de México, el cual tiene mayor relación comercial con Estados Unidos, lo que conlleva a que nuestro país tiene mayores registros en la USPTO que los dos países sudamericanos.

Las publicaciones y artículos científicos publicados por nuestros compatriotas, es otra variable. Según el IGECyT 2006, la publicación de artículos en 2005 fue la más alta de la última década, situándose en 6787 publicaciones<sup>25</sup>. La tendencia del número de publicaciones durante los años de 1996 a 2005 es positiva, aunque no con gran desenvolvimiento ya que en el mismo periodo la variable solo creció el 20%. En la gráfica 4.3.2 mostramos las tasas de crecimiento de las publicaciones.

Gráfica 4.3.2



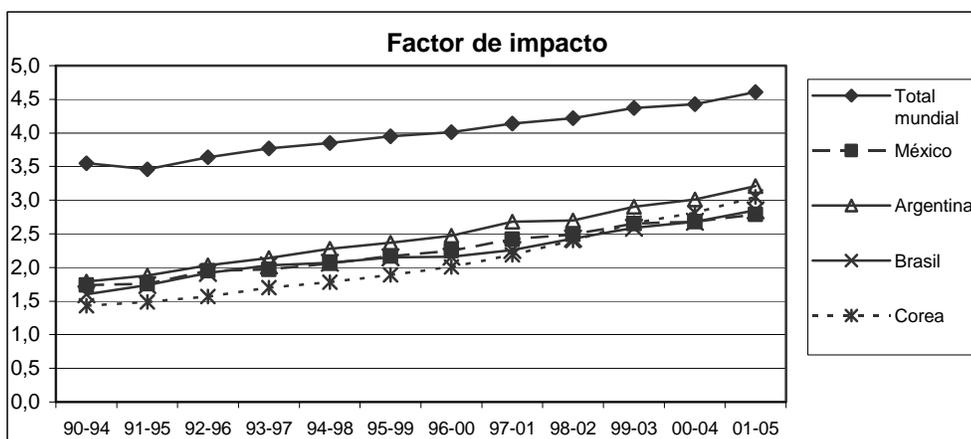
Fuente: Elaboración propia con datos de CONACyT-IGECyT, 2006

<sup>25</sup> Según este reporte, la mayor concentración de publicaciones en el último año se encuentra en el área de física, química y medicina. Mientras que las disciplinas con los más importantes crecimientos son las multidisciplinarias, farmacología y matemáticas. Así mismo, las áreas con menores publicaciones son educación y leyes.

Se observa que a partir de 2004, el ritmo de crecimiento retomó su dinamismo progresivo después de que en 2004 la producción de publicaciones es nula. Además, si bien la tendencia es positiva de esta variable, no crece en forma constante, es decir, en ciertos años las publicaciones son pocas (incluso nulas) lo que nos puede indicar que el apoyo y la financiación a la ciencia son escasos.

Pero qué sucede con nuestro país en el ámbito internacional. Una variable que nos indica dicha actividad es el factor de impacto de los artículos publicados, el cual se define como el número de citas<sup>26</sup> entre el número de artículos publicados en cierto tiempo. En la gráfica 4.3.3 podemos observar la evolución de México, Argentina, Brasil y Corea.

Gráfica 4.3.3



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI

La tendencia de los cuatro países es positiva, en los últimos años Corea es el país que tiene las mejores tasas de crecimiento, quedando por delante de México y a Brasil desde 2003. El país con mayor factor de impacto es Argentina, ya que para el último año este país registró un factor de 3.92 mientras que nuestro país se quedó rezagado con un factor de 2.79 indicando, por tanto, que la influencia y el divulgación o incluso la producción científica es escasa en comparación con estos países de similar desarrollo. Con estos datos, México tiene el lugar veintiuno en comparación con los países miembros de la OCDE, al situarse en

<sup>26</sup> La cita se define como una referencia a los resultados generados por una investigaciones previa ya sea propia o de otro autor que hace un investigador en un artículo de su autoría.

0.77 y 0.73% de la producción mundial en 2005 y en el quinquenio 01-05 respectivamente<sup>27</sup>. Aunque es el segundo país más productor en Latinoamérica por debajo de Brasil<sup>28</sup>.

Ahora, en México la disciplina con el factor de impacto más elevado en el quinquenio 2001-2005 es Astrofísica, seguida por Biología Molecular con 5.8 e inmunología con 5.2. Lo que nos hace pensar que muchas de las publicaciones tienen que ver más con desarrollos teóricos que con desarrollos tecnológicos. Una de las disciplinas que es armazón para la innovación son las ingenierías, pero ésta solo cuenta con un impacto de 1.4, lo que implica poca publicaciones de referencia o de apoyo a las demás ciencias.

Al parecer, en México el área de conocimiento que más relevancia e influencia tiene es la medicina, la biología y la química, en promedio estas áreas absorben el 3.5 del factor de impacto, mientras que el área de físico-matemáticas absorbe el 2.6 del mismo. Existe otro indicador que se complementa con los anteriormente discutidos. Este indicador muestra la adquisición de conocimientos del exterior con el objetivo de establecer mejores condiciones y generar un mayor avance tecnológico en el sector productivo. A este indicador se le conoce como La Balanza de Pagos Tecnológica (BPT)<sup>29</sup>. El comercio de tecnologías no incorporadas que se define en la BPT, comprende dos grandes categorías de flujos financieros<sup>30</sup>: 1. Transacciones relacionadas con los derechos de la propiedad industrial, o comercio de técnicas<sup>31</sup> y 2. Transacciones relacionadas con la prestación de servicios con algún contenido técnico y los servicios intelectuales<sup>32</sup>.

En resumen en la BPT se contabilizan los datos los ingresos y egresos con el exterior por regalías y asistencia técnica.

Según el INEGI, la BPT de México para toda la muestra es deficitaria (1990-2004), lo que indica que la influencia de nuestra ciencia no es de consideración hacia otros países, si no más bien, para satisfacer las necesidades tecnológicas, necesitamos importar este tipo de

---

<sup>27</sup> CONACYT, Informe general sobre el Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2006.

<sup>28</sup> Ídem.

<sup>29</sup> Ésta se define como una subdivisión de la balanza de pagos global, y registra las transacciones de intangibles relacionadas con el comercio de conocimiento tecnológico entre agentes de diferentes países. Este concepto no incluye las transferencias de tecnología incorporadas en las mercancías como lo son los bienes de capital y los bienes de alta tecnología. Ver en INEGI

<sup>30</sup> CONACYT, Ob. Cit.

<sup>31</sup> Son los ingresos y egresos por compra y uso de patentes, inventos no patentados, revelaciones de know how, marcas registradas, modelos y diseños, incluidas las franquicias.

<sup>32</sup> Comprenden los pagos por servicios de asistencia técnica, los estudios de diseño e ingeniería y los servicios de investigación y desarrollo experimental de las empresas que se llevan a cabo o son financiados en el exterior

bienes intangibles. En este sentido, el IGECyT (2006), nos dice que de los países miembros de la OCDE, México, España y Polonia refieren la menor tasa de cobertura<sup>33</sup>.

El promedio de la tasa de cobertura de la BPT para toda el periodo de la muestra se sitúa 0.18, lo que nos indica que importamos más conocimiento de que exportamos. En el año 2004 los países con mejores tasas de cobertura fueron Estados Unidos con 2.30, Japón con 3.10 y Reino Unido con 2.10<sup>34</sup>.

Ante estos números México no queda bien parado con respecto a su producción en ciencia, tanto básica como aplicada. El total de patentes concedidas tanto en el país mismo como en organismos internacionales es muy débil, la publicación de investigaciones científicas y tecnológicas no tienen la penetración en el ámbito mundial. Y por si fuera poco, la necesidad de comprar en el exterior conocimiento y tecnología es imperante.

Pero, en México dónde se produce estos conocimientos, qué instituciones participan en la producción y difusión de la ciencia. En el siguiente apartado, trataremos de desglosar a las instituciones que participan en esta difícil tarea.

#### **4.4. CENTROS DE INVESTIGACIÓN**

Actualmente en el país y dependientes del CONACyT existe un conjunto de 27 instituciones públicas de investigación que abarcan los principales campos del conocimiento científico y tecnológico<sup>35</sup>. Según sus objetivos y especialidades se agrupan en tres grandes áreas: 10 de ellas en ciencias exactas y naturales, 8 en ciencias sociales y humanidades, 8 más se especializan en desarrollo e innovación tecnológica, y uno en el financiamiento de estudios de postgrado. Los proyectos de investigación realizados en estos institutos están apoyados por fondos mixtos<sup>36</sup> y sectoriales<sup>37</sup>. Los entes que pueden ser apoyados por este fondo

---

<sup>33</sup> La tasa de cobertura se refiere a los Ingresos / Egresos de la BPT.

<sup>34</sup> INEGI.

<sup>35</sup> Estos institutos de investigación tienen el objetivo de fomentar la tecnología nacional y adaptarla a la extranjera, divulgar la ciencia y la tecnología, innovación y desarrollo tecnológico, vincular al sector científico con el productivo, así como incentivar a las empresas para que apoyen a la ciencia, formación de recursos humanos y fomentar una cultura científica, humanística y tecnológica.

<sup>36</sup> Se refieren a los apoyos para el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un fideicomiso constituido por recursos del Gobierno del Estado o Municipio y el Gobierno Federal a través del CONACyT.

<sup>37</sup> Son fideicomisos que las dependencias del Gobierno Federal y el CONACyT disponen para financiar las investigaciones científicas y de desarrollo científico en un ámbito sectorial correspondiente.

deben pertenezcan al RENIECyT<sup>38</sup>. El conjunto de instituciones está formado de la siguiente manera (cuadro 4.1)

Cuadro 4.1

Ciencias Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.</li> <li>• Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.</li> <li>• Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.</li> <li>• Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.</li> <li>• Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.</li> <li>• Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.</li> <li>• Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.</li> <li>• Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica</li> <li>• Instituto de Ecología, A.C.</li> <li>• Instituto Potosino de Investigación Científica</li> </ul>
Ciencias Sociales y Humanidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C.</li> <li>• Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social</li> <li>• Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C.</li> <li>• El Colegio de la Frontera Norte, A.C.</li> <li>• El Colegio de Michoacán, A.C.</li> <li>• El Colegio de San Luis, A.C.</li> <li>• El Colegio de la Frontera Sur</li> <li>• Instituto de Investigaciones "Dr. José María Luis Mora</li> </ul>
Desarrollo Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas</li> <li>• Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.</li> <li>• CIATEQ, A.C. Centro de Tecnología Avanzada</li> <li>• Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial</li> <li>• Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.</li> <li>• Centro de Investigación en Química Aplicada</li> <li>• Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.</li> <li>• Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos</li> <li>• Fondo de Información y Documentación para la Industria</li> </ul>

Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Existe otro tipo de apoyo para la investigación: Los fondos Institucionales<sup>39</sup>. En estos tres tipos de fondos, el CONACyT participa como institución para el apoyo del desarrollo científico y tecnológico, veamos cuál es presupuesto para este fin.

En la gráfica 4.4.1 se muestra la evolución del presupuesto administrado por el Consejo. Se observa que este presupuesto ha ido aumentando año con año, sin embargo podemos encontrar ciertas disminuciones del mismo en los años 1999-2002, ya que en 2003 existe una leve recuperación, pero a partir de 2004 existe otra disminución que repercutió sobre la financiación de proyectos de investigación básicos y aplicados. Según el IGECyT (2006) la

<sup>38</sup> Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas.

<sup>39</sup> Están encaminados hacia la investigación científica de calidad, a la formación de profesionales de alto nivel académico, poniendo énfasis en las áreas estratégicas y dando impulso a campos nuevos, emergentes y rezagados, así como a la consolidación de grupos interdisciplinarios de investigación, competitivos a nivel internacional.

baja del último año de la serie (5.1%) se debió a restricciones en el presupuesto público federal.

Gráfica 4.4.1



Fuente: Elaboración propia con datos de CONACyT-IGECyT, 2006

Con este presupuesto, el Consejo pretendió otorgar becas-créditos para estudiantes, apoyo a los investigadores del SNI, y sobre todo, financiar actividades de vinculación entre empresas y centros de investigación, entre otras actividades. Por lo que no se consiguió con el cien por cien de los objetivos, mermando una vez más la posibilidad que tiene el país para insertarse en la economía global del conocimiento.

Del total de gasto federal en ciencia y tecnología (GFCyT) el CONACyT en el año 2005 recibió el 29.2%. Entre los años 2002-2005 el porcentaje promedio que absorbió el Consejo es del 30.4% (INEGI, gasto federal en ciencia y tecnología por sector administrativo, 1990-2005). Es decir, que de cada peso que el gobierno aportó para actividades de ciencia y tecnología, al Consejo le correspondieron treinta centavos. Aunque el mayor porcentaje en el mismo año lo absorbió la Educación Pública con 36.6% y la Procuraduría General de la República con 16.9%

Ahora, para el año 2005 el presupuesto del Consejo estuvo distribuido de la siguiente forma: el 52.8% se asignó par tareas de investigación y desarrollo, el 37.8% para educación y enseñanza científica y técnica (postgrados) y por último el 9.5% en servicios científicos y tecnológicos (INEGI, presupuesto asignado al CONACyT por actividad, 1990-2005).

Por lo que la distribución de este presupuesto no fue homogénea, ya que la mayoría de los recursos se destinaron a I&D, mientras que los servicios científicos y tecnológicos absorbieron una pequeña parte. Este último es un importante rubro, ya que en el se apoyan

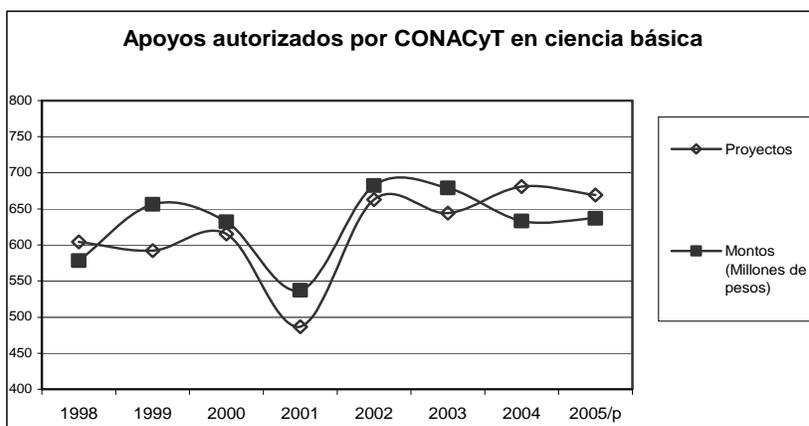
servicios como evaluaciones, estimaciones, investigación e informes en los campos científico y tecnológico que prestan las bibliotecas, los centros de información y documentación, centros científicos en áreas específicas de la ciencia (INEGI).

Este sesgo pudiese conducir a que las empresas más pequeñas, o con menos posibilidad de generar su propia tecnología, no tengan la suficiente información de los desarrollos científicos y tecnológicos que se generan en las instituciones y centros de investigación, dejando la posibilidad de vincularse exitosamente y por ende romper con la formación de un Sistema Nacional de Innovación.

Con estos recursos, el CONACyT ha apoyado proyectos en ciencia básica. La gráfica 4.4.2 mostramos la evolución de los proyectos autorizados y del monto de los mismos.

Se observa que la cantidad de proyectos está relacionada con la cantidad del financiamiento, es decir, mientras los montos aumentan, o se reducen como en el año 2001, los proyectos también lo hacen. Dejándonos en claro la necesidad de obtener mayores recursos para llevar a cabo actividades relacionadas con la ciencia.

Gráfica 4.4.2



Fuente: Elaboración propia con datos de CONACyT-IGECyT, 2006

En el reporte de CONACyT, en al año 2005, el área que obtuvo mayor financiación y/o mayores proyectos aprobados es precisamente el área de físico-matemáticas con 30.7% de los proyectos, seguida de biología y química con 16.6%, 16.3% ingenierías, 12.1% medicina y ciencias de la salud, 9.6% biotecnología y ciencias agropecuarias, 5.4% humanidades y ciencias de la conducta y 4.8% ciencias sociales. Esta tendencia la seguimos viendo desde el número de alumnos de postgrados, las publicaciones hechas por mexicanos y el factor de

impacto, es decir, las áreas con mayor dinamismo son la biología, medicina, química y física.

Si relacionamos la formación de recursos humanos a nivel licenciatura con las áreas de investigación, se podrían pensar que las áreas más sobresalientes en cuanto a ingresos-egresos en el nivel referido serían las más dinámicas en la investigación a largo plazo, pero no es así. Las áreas con mayor concentración a nivel licenciatura son las menos dinámicas sobre la investigación y recursos humanos de postgrado. Por lo que existe un sesgo tanto en términos económicos como en recursos humanos. Atrasando más la cultura científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Además de que está en riesgo la vinculación con el sector productivo, ya que muchas de las investigaciones las encontramos a nivel teórico, más no de aplicación.

En este sentido, por ejemplo en 2005 el número de proyectos exitosos<sup>40</sup> reportados de los tres fondos en conjunto que apoyan la investigación fue de 180 con un monto de 854.4<sup>41</sup> millones de pesos, teniendo en cuenta que para el mismo año, el número de proyectos aprobados fue de 5701 y un monto de 5763.58 millones de pesos<sup>42</sup>, es decir, solo el 3.1 de los proyectos apoyados terminaron siendo exitosos. Además, la mayoría de estos proyectos pertenecen a institutos públicos de investigación y universidades.

Existe un dato que nos puede complementar este panorama. Para el año 2005 (cifras estimadas) el 38% de los recursos fueron destinados a centros públicos de investigación, 37% a instituciones de educación superior, 21% al sector productivo y 4% a otros<sup>43</sup>.

El problema que podemos percibir, es que entre las IES y los centros de investigación suman un total de 75% de los proyectos. Si bien el sector productivo se acerca al CONACyT para generar y desarrollar tecnología propia y su consecuente innovación, muchos de los proyectos están destinados para las propias instituciones. Esto conlleva a que los desarrollos tecnológicos no sean llevados a la esfera productiva (solo se quedan en el nivel académico) y por tanto no sean destinados a resolver necesidades de la sociedad.

Por lo tanto, desde el modelo educativo en México, las IES a carecido del dinamismo necesario para articular tras de sí la expansión y desarrollo de las capacidades científicas y

---

<sup>40</sup> Con casos de éxito nos referimos a los proyectos que han sido desarrollados y aplicados para resolver problemas de alta prioridad para la sociedad.

<sup>41</sup> CONACyT, Casos de éxito de proyectos reportados, 2005

<sup>42</sup> CONACyT, IGECyT, 2006

<sup>43</sup> *Ibíd.*

tecnológicas internas que resultan de la producción, de la aplicación y adaptación de nuevos conocimientos a los procesos de producción, así como su difusión a lo largo de las organizaciones, empresas públicas y privadas que realizan actividades de I&D (Topete Barrera). Desde la financiación, los recursos son insuficientes para generar las condiciones necesarias para la inserción exitosa de México en la economía global, dejando toda la carga de esta tarea a las áreas como la física, las matemáticas, entre otras ya mencionadas, olvidando los trabajos sobre la gestión, administración y difusión de nuestra ciencia. Las empresas en su impulso natural de obtener ganancias, buscan mejorar su capacidad tecnológica, pero no la encuentran debido a la poca difusión, al poco vínculo de las universidades, de los centros tecnológicos y de los centros de investigación.

Cómo podemos sustentar de forma más clara lo anteriormente dicho. Existe una encuesta que realizó el CONACyT y la ANUIES<sup>44</sup>, la misma se refiere a la vinculación de las universidades con las empresas privadas. En esta encuesta, se pudo saber que el 82.2% de las universidades realizan algún tipo de vinculación, predominando las relaciones de carácter informal<sup>45</sup> (las de carácter formal<sup>46</sup> son recientes y sobre relaciones individuales).

Complementado con esto, las empresas se vincularon a las universidades por razones de asesoramiento, asistencia técnica y consultoría (en ningún momento por razón de desarrollo tecnológico, y mucho menos con la visión de innovación). En esta encuesta se hizo hincapié a que las empresas buscaban respuestas en el sector científico-educativo por razones técnicas, que requerían conocimiento tácito incorporado en los académicos<sup>47</sup>.

También justificó de cierta manera el carácter deficiente de la colaboración entre estas dos instituciones diciendo “Se plantea que la vinculación universidad-empresa es difícil de evaluar exclusivamente a través de resultados tangibles. Sean recursos formados o tecnologías transferidas”. Pero si fuese así, nos indica que el desarrollo tecnológico que puede realizarse en las IES o institutos se encuentra en segundo término, que no se tiene un panorama general ni integral sobre la gestión y la transferencias tecnológicas por parte de las instituciones gubernamentales, es decir, estas últimas desconocen por completo las

---

<sup>44</sup> CONACyT-ANUIES, Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa. Serie Investigaciones. México 1998.

<sup>45</sup> Estas son: prácticas profesionales, visitas a empresas o el acceso a la infraestructura, o algún proyecto conducido por profesores de alguna carrera universitaria.

<sup>46</sup> Vinculación por medio de convenios, contratos y programas institucionales.

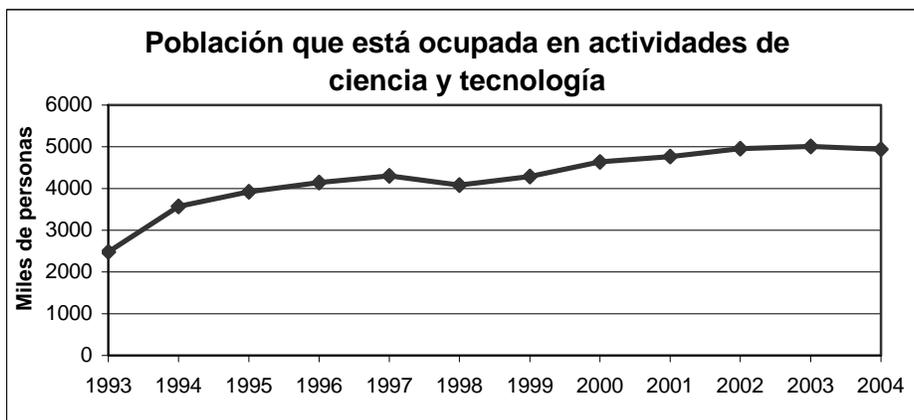
<sup>47</sup> CONACyT-ANUIES, Ob. Cit.

actividades que se llevan a cabo en las universidades y sus centros de investigación. Dejando a la suerte a empresas necesitadas de esos procesos.

Además, la misma encuesta afirmó que la columna que sostuvo la incipiente vinculación estuvo formada por los institutos tecnológicos, ya que en estos se encuentra la infraestructura y los recursos humanos necesaria para esta tarea, las universidades atendieron más a casos como la asesoría y servicios (incluidos la I&D). Como estamos sobre el supuesto teórico de la economía del conocimiento y la perspectiva de los neoschumpeterianos, el aprendizaje es un elemento esencial del desarrollo tecnológico, es decir, debe haber un flujo de conocimientos de las empresas y para de empresas desde el sector científico-educativo y viceversa. En esta línea, según la encuesta, el flujo para el aprendizaje se basa solo por los conocimiento tácitos (es verdad que son importantes, pero no esenciales).

En estas últimas líneas no se desmerita el trabajo realizado por las empresas ni por los productores de ciencia, ni a las instituciones de investigación, más bien es mostrar que la relación entre estas dos esferas es limitada, deficiente e insuficiente. Si la idea principal es insertar a México en la economía del conocimiento y potenciar o crear un sistema nacional de innovación eficiente, pues con las prácticas antes mencionadas no se ha logrado consolidar tal objetivo. Por último, mostramos datos sobre la población realiza actividades en ciencia y tecnología (gráfica 4.4.3).

Gráfica 4.4.3



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI.

Observamos que en los primeros años, hasta 1997, la tendencia es creciente, es decir, cada año se incorporaban más recursos humanos a las actividades mencionadas, lo que incide

de forma positiva, el problema es que existe una caída a hacia 1998, con una leve recuperación en 1999 hasta 2003 sin llegar a la dinámica creciente de los años anteriores a 1997, esta dinámica está relacionada con el presupuesto administrado por el CONACyT ya que para años similares el comportamiento de este último rubro es similar (véase gráfica 4.4.1) Incluso el crecimiento en todo el periodo es de apenas de 8%.

Esto nos abre aún más la visión sobre los problemas tanto de vinculación como de ciencia aplicada, desarrollo tecnológico e innovación surgidas en las IES y centros de investigación. En la siguiente sección nos remitiremos a un caso particular de IES, a saber, la Universidad Nacional Autónoma de México. Y nos referimos a ésta por que es la Universidad más grande, tanto en producción científica como en infraestructura y formación de recursos humanos de México (y Latinoamérica).

#### **4.5. LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

En este apartado vamos a particularizar lo anteriormente discutido y nos referiremos únicamente a la Universidad Nacional Autónoma de México<sup>48</sup>. Vamos a examinar en que estado se encuentra en base a la formación de recursos humanos (licenciaturas y postgrados), su producción científica y la vinculación con la esfera productiva. Además se concretará esta investigación con un caso de estudio que involucra precisamente un centro de investigación de la UNAM y una empresa en particular, en el capítulo siguiente.

En la actualidad, La UNAM cuenta con 2,179,961 metros cuadrados de áreas construidas que apoyan las actividades en docencia, investigación, extensión universitaria, gestión institucional y casos particulares, siendo la número sesenta y ocho en el ranking mundial de universidades por Internet<sup>49</sup>.

##### **4.5.1. LICENCIATURA Y POSTGRADOS DE LA UNAM.**

En la Universidad existen trece facultades, cuatro escuelas y cinco unidades multidisciplinarias<sup>50</sup>. Estas tres dependencias cuentan con programas de licenciatura, tanto escolarizada como abierta. Las licenciaturas se concentran así: 1. ciencias físico-

---

<sup>48</sup> La existencia de la UNAM se remonta al año 1551, cuando se expidió la cédula de creación de la Real y Pontificia Universidad de México. La misma abrió sus puertas el 25 de enero de 1553

<sup>49</sup> <http://www.webometrics.info>

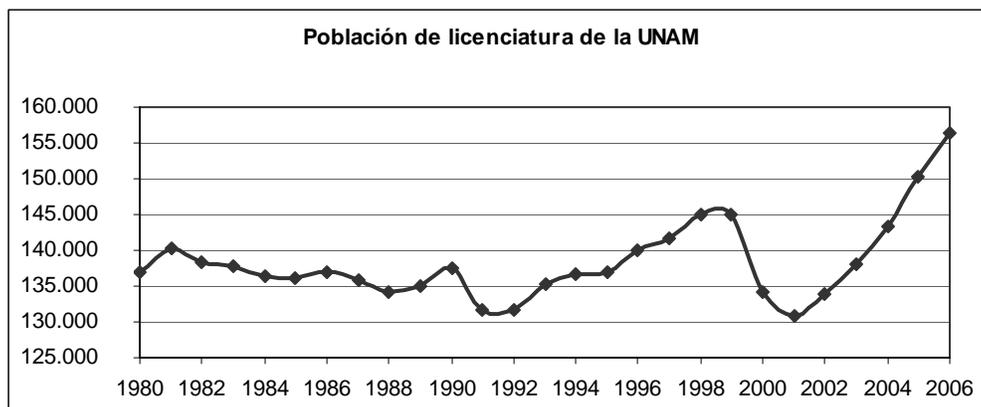
<sup>50</sup> Agenda estadística, 2006. UNAM

matemáticas y de las ingenierías, 2. ciencias Biológicas y de la salud, 3. ciencias sociales, 4. humanidades y las artes y 4. Consejo académico del bachillerato.

En el primer grupo se imparten veinticinco licenciaturas. En el segundo grupo existen diecisiete licenciaturas. En el grupo tres hay doce licenciaturas. El grupo cuatro consta de veintidós licenciaturas y por último, el grupo cinco consta de una carrera técnica: Técnico en enfermería. En total la Universidad consta de setenta y seis licenciaturas y una carrera técnica.

La evolución de los alumnos de licenciatura en la Universidad se muestra en la gráfica 4.5.1.1. La tendencia de la población escolar es positiva, aunque existen dos bajas importantes, en 1991 hay un descenso en la población de 4.16% y en 2000 una disminución del 7.55%. Estas dos bajas son, posiblemente, el resultado de los movimientos estudiantiles de principios de la década de los 90 y finales de la misma<sup>51</sup>. Pero después de esta dramática baja, las tasas de crecimiento rondan los 4 puntos porcentuales.

Gráfica 4.5.1.1



Fuente: Elaboración propia con datos de Universidad Nacional Autónoma de México

La proporción de la población de la UNAM en el total nacional (incluidos los institutos tecnológicos y las universidades) ha ido en disminución, a pesar de que a partir del año 2000 la universidad presenta tasas de crecimiento positivas (alrededor del 4% anual). Esta disminución va del 12% a 7.4%. Una de la razones es que la promoción de las universidades privadas, pero sobre todo los institutos tecnológicos, a partir de los años noventa permitió a éstas aumentar sus matrícula (habíamos mostrado que la población de

<sup>51</sup> Uno de los movimientos sociales se inició en 1987 y su influencia se extendió hasta 1992. El segundo movimiento comenzó en 1999 con una duración de 42 semanas y culminó en febrero de 2000.

las IES privadas aumentó en diez puntos porcentuales a lo largo de 10 años). Con respecto a este régimen (privado) la UNAM también ha perdido espacios, en el año 1993 la universidad representaba el 58% la población de la privadas, para el año 2004 solo representaba el 22%<sup>52</sup>.

Hay que tener en cuenta que gran parte de las universidades privadas no cuentan con la calidad suficiente para resolver los grandes problemas de la sociedad (sin mencionar que en estas universidades la mayor parte de el área de estudio se concentran en las ciencias administrativas y sociales, por lo que las áreas estratégicas para la ciencia y el desarrollo tecnológico no son parte sustancial de sus programas).

Por otro lado, la mayor parte de la población, alrededor del 40% prefiere el área de ciencias sociales y administrativas, seguida de ciencias biológicas y de la salud con 28%, las ciencias físico-matemáticas, las ingenierías con 20% y por último humanidades y artes con 10%<sup>53</sup>. Por lo que los primeros cimientos de forjar recursos humanos para el desarrollo tecnológico e innovación, quedan algo sesgados en áreas clave para dicha tarea.

En una sección anterior se mostró la importancia de los postgrados como parte importante para generar recursos humanos y producción científica encaminada a mejorar las condiciones generales de la sociedad. Por lo tanto, qué sucede en la UNAM en esta estructura.

El postgrado de la UNAM es dependiente de la coordinación general de postgrado, está integrado por la especialización, la maestría y el doctorado. Y se encuentra basado sobre las cuatro áreas de conocimiento antes mencionadas.

La UNAM, posee la oferta de postgrado más diversa y amplia del país, actualmente cuenta con 40 programas diferentes de postgrados y 35 programas de especialización, mismos que cubren todas las áreas de conocimiento. Todos sus programas de postgrado cuentan con reconocimiento nacional e internacional<sup>54</sup>. La institución ofrece a sus estudiantes de postgrado la más completa infraestructura instalada de Latinoamérica y cuenta con una planta de más de 5000 profesores y tutores<sup>55</sup>. Queremos mostrar lo que sucede solo en la

---

<sup>52</sup> UNAM, Agenda Estadística, varios años.

<sup>53</sup> UNAM. Ob. Cit.

<sup>54</sup> [www.unam.mx](http://www.unam.mx)

<sup>55</sup> ídem.

maestría y el doctorado, no por ser menos importante la especialización, pero los dos primeros inciden de forma más directa sobre la producción científica.

Cuadro 4.1

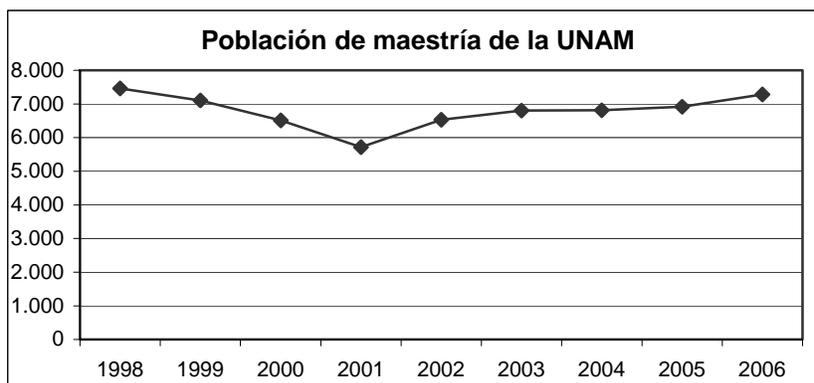
Área de las ciencias biológicas y de la salud	Maestría en ciencias (neurobiología). Enfermería. Ciencias bioquímicas. Maestría de la producción y de la salud animal Ciencias médicas, odontológicas y de la salud. Ciencias químicas. ciencias biológicas y Ciencias del mar y limnología
Área de las ciencias físico matemáticas y de las ingenierías	Maestría en ciencias (astronomía). Ingeniería. Ciencias de la tierra. Ciencias e ingeniería de la computación. Ciencias e ingeniería de materiales. Ciencias físicas y Ciencias matemáticas.
Área de las ciencias sociales	Maestría en economía. Psicología. Antropología. Ciencias de la administración. Ciencias políticas y sociales. Derecho. Estudios Latinoamericanos y Geografía
Área de las humanidades y las artes	Maestría en artes visuales. Diseño industrial. Docencia para la educación media superior. Arquitectura. Bibliotecología y estudios de la información. Estudios mesoamericanos. Filosofía. Filosofía de la ciencia. Historia. Historia del arte. Letras. Lingüística. Pedagogía y Urbanismo

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

Estos programas son impartidos en las escuelas y facultades (en veinte de estas instituciones), y también en centros e institutos (cuarenta y tres de estos). En la gráfica 4.5.1.2 se muestra la evolución de la población de maestría.

La Universidad cuenta con las maestrías mostradas en el cuadro 4.1.

Gráfica 4.5.1.2



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

La población, luego de protagonizar un descenso importante que comenzó en el año 1999 hasta 2001, inició su recuperación, con tasas de crecimiento de hasta 14%, sobrepasando los niveles de 1999, pero sin llegar a la población de 1998. Ahora, con respecto al total de la población nacional que se encontraba en este nivel, la UNAM absorbía en el año 1998 al 9.7% de la misma, pero para el año 2006, solo absorbía el 6.8%, (lo que representó una baja de casi tres puntos porcentuales). Con estos números podríamos pensar que la UNAM, aún siendo la universidad más grande e importante de Latinoamérica, absorbe pocos alumnos a sus programas de maestría, pero si la comparamos por ejemplo con la UAM, ésta

para el año 2004 solo absorbió menos del uno por ciento de la población<sup>56</sup>. Por lo que la UNAM absorbe mayor población de lo que cualquier IES o instituto puede hacerlo en México.

En este nivel, la concentración de alumnos por área específica de estudio es algo diferente que en licenciatura. En maestría, en el año 2006 la población se concentró en el área de ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías, con 28.4% de la población, seguida de ciencias sociales con 21.6%, ciencias biológicas y de la salud con 17.4% y humanidades y artes con 14.3%<sup>57</sup>. Desde mi punto de vista, este aumento en el área de las ciencias exactas y su nivelación con el porcentaje en el área de biología, permite tener una mejor perspectiva sobre la formación de científicos para el subsiguiente desarrollo tecnológico, que de éstos puede surgir. Además, son candidatos a continuar sus estudios a nivel doctoral, lo que nos conduce a una mayor envergadura del abanico de investigaciones tanto en el ámbito teórico como en el aplicado.

En las ciencias exactas, la UNAM atrajo en el año 2004 el 7% del total la población en la misma área, lo que implica, de nuevo, que la Universidad absorbió una buena parte del los alumnos, y que cuenta con los mejores programas en éste ámbito.

Ahora, vamos a esbozar algunos datos sobre el doctorado. Recordemos que este nivel cuenta con la profundidad, con la técnica y el conocimiento suficiente para poder generar investigaciones de suma relevancia e impacto social (y quizá económico).

La Universidad cuenta con los siguientes programas de doctorado<sup>58</sup> (cuadro 4.2). Estos doctorados cuentan con diversos campos de conocimiento que están relacionados con su área específica de estudio, además que participan entidades diversas (institutos, escuelas, centros y facultades). Estos programas están respaldados por CONACyT, como programas de Competencia Nivel Internacional (CNI) y Alto Nivel (AI), lo que respalda la calidad y competencia de los mismos. La gráfica 4.5.1.3 muestra la evolución de la población de doctorado. En lo últimos años, a partir de 2002, existe una tendencia positiva, con tasas de crecimiento de hasta 6.2%. Solo en 2001 la población sufre un severo descenso, que se ubicó en 9.7%.

---

<sup>56</sup> ANUIES, Anuario Estadístico de Postgrado, 2004

<sup>57</sup> UNAM, Ob. Cit.

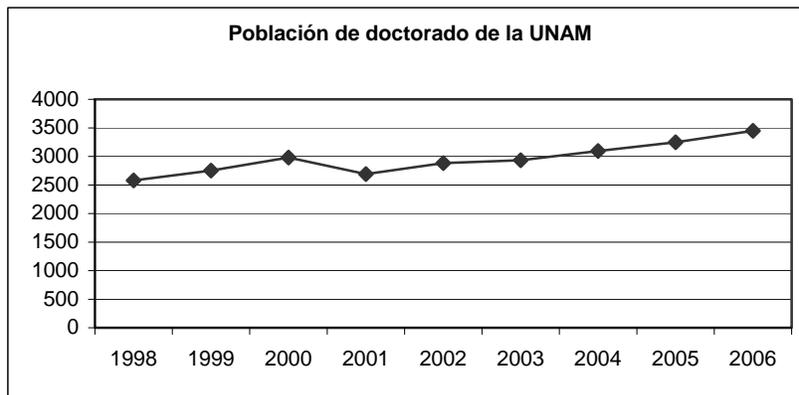
<sup>58</sup> [www.unam.mx](http://www.unam.mx)

Cuadro 4.2

<b>Área de las ciencias biológicas y de la salud</b>	Doctorado en Ciencias bioquímicas. Producción y de la salud animal Ciencias médicas, odontológicas y de la salud. Ciencias químicas. Ciencias biológicas y Ciencias del mar y limnología
<b>Área de las ciencias físico matemáticas y de las ingenierías</b>	Doctorado en ciencias (astronomía). Ingeniería. Ciencias de la tierra. Ciencias e ingeniería de la computación. Ciencias e ingeniería de materiales. Ciencias físicas y en ciencias matemáticas.
<b>Área de las ciencias sociales</b>	Doctorado en economía. Psicología. Antropología. Ciencias de la administración. Ciencias políticas y sociales. Derecho. Estudios latinoamericanos y Geografía.
<b>Área de las humanidades y las artes</b>	Doctorado en arquitectura. Bibliotecología y estudios de la información. Estudios mesoamericanos. Filosofía. Filosofía de la ciencia historia. Historia del arte. Letras. Lingüística. Pedagogía y urbanismo

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

Gráfica 4.5.1.3



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

Pero, a excepción de este año, el crecimiento de la población siempre ha sido positivo. Lo que refleja la calidad de los programas. La absorción de la UNAM con respecto al total nacional es la siguiente: en el año 1998 la Universidad absorbía el 34.3% de la población, para el año 2004 el 26.2%<sup>59</sup>, lo que significa un descenso de ocho puntos porcentuales; aún con esta baja, la Universidad concentra una buena parte de los alumnos de doctorado.

La concentración de alumnos por área de estudio vuelve a cambiar de forma drástica. Para el año 2006, la mayoría de los alumnos se encontraban en el área de ciencias biológicas y de la salud con 46.6% de la población, mientras que las ciencias exactas contaban con el 19.3% de la misma, por debajo de la ciencias sociales que contó con 21.6% y por último las humanidades y artes con 12.5%.

Si a este nivel, la producción de ciencia se hace compleja y más incidente y los grupos de trabajo son necesarios para la conformación de recursos humanos a largo plazo, entonces la concentración es muy heterogénea, es decir, casi la mitad de los doctores son de las áreas de biología mientras que las ciencias exactas concentran cerca de un veinte por

<sup>59</sup> UNAM, Agenda Estadística, varios años y ANUIES, Anuario estadístico de postgrado, 2004

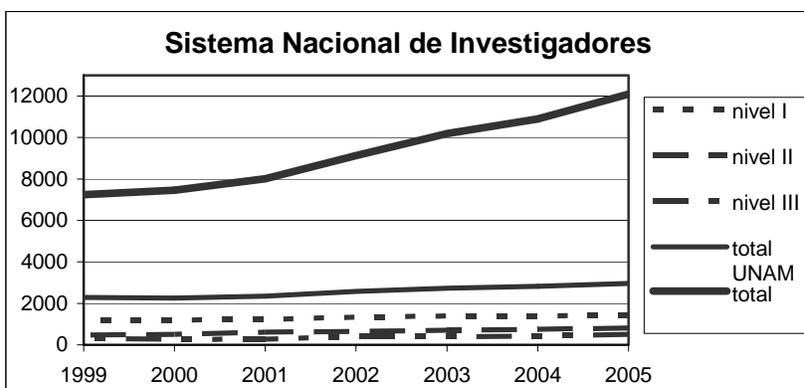
ciento de los mismos. Lo anterior indica que la producción científica se concentra en las investigaciones de esta área. Hay que recordar que a nivel nacional, la elaboración de ciencia se vuelca sobre la medicina, la química y la biología, dejando de lado otras áreas que también son de relevancia para el desarrollo tecnológico. Y la UNAM no se zafa de esta tendencia.

En general, del total de la población de postgrado (entre especialidad, maestría y doctorado) la UNAM agrupó al 14.4% en promedio (del periodo 1998-2004), con 13.3% de absorción para el año 2004, lo que indica que de cada cien alumnos de postgrado catorce se encontraban en nuestra universidad. Tenemos que analizar la producción de ciencia en la UNAM comenzando con los agentes que realizan tal esfuerzo, los investigadores asociados al SNI, para conformar una visión integral de la institución y su impacto en la sociedad y en la comunidad científica misma.

#### 4.5.2. EL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES EN LA UNAM

En la gráfica 4.5.2.1 observamos los tres niveles del SNI que pertenecen a la UNAM y el total nacional. El total de los investigadores que pertenecen al SNI de la UNAM para el año 1999, sufre una pequeña caída del 1.3%, pero a partir de ese año la tendencia es positiva con tasas de crecimiento de casi el 10% (2002).

Gráfica 4.5.2.1



Fuente: elaboración propia con datos de UNAM e INEGI

Además el mayor número de SNI se encuentra en el nivel I, de hecho, en promedio la mitad del total de los investigadores inscritos en el sistema son de este nivel. En segundo lugar están los SNI II, con una participación promedio de 25% y en tercer lugar están los de nivel III, con una participación del 14.2% en promedio.

Ahora, del total de investigadores de este sistema, la UNAM cuenta con el 30% de ellos en promedio. La participación de los SNI III en esta institución es baja en comparación con los de nivel I, que representa un sesgo con respecto a las contribuciones científicas o tecnológicas de relevancia y pocos reconocimientos académicos nacionales e internacionales.

Como una buena parte de estos investigadores se encuentran en la Universidad, entonces su producción incide de forma directa (aunque algo negativo) en el acontecer nacional, es decir, si existe este sesgo en la institución entonces habrá un sesgo a nivel nacional (lo que ya se mostró). Ahora, para el año 2006, los SNI se encontraban distribuidos dentro de la UNAM de la siguiente manera (Cuadro 4.3):

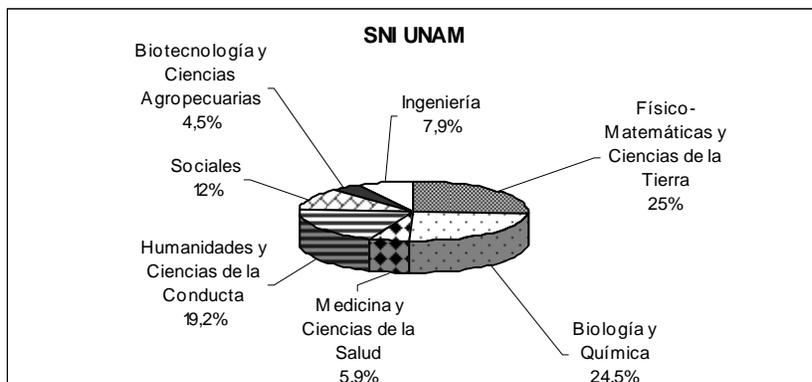
Cuadro 4.3

PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNAM EN EL SIN 2006	
Escuelas	8
Facultades	729
Unidades Multidisciplinarias	157
Escuela Nacional Preparatoria	4
Colegio de Ciencias y Humanidades	1
Institutos y Centros del Subsistema de Investigación Científica	1533
Institutos y Centros del Subsistema de Investigación Humanística	506
Otras dependencias	27
<b>TOTAL</b>	<b>2965</b>

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

Los miembros del SNI están asociados con el nivel de doctorado, siguiendo esta regla la mayor parte de los investigadores están en el área de ciencias biológicas y de la salud. Así, para el mismo año 2006 la distribución de los miembros la podemos observar en la gráfica 4.5.2.2.

Gráfica 4.5.2.2



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

Se observa que la mayor parte de los miembros se encuentran en el área de ciencias físico-matemáticas y las ingenierías con una participación en suma del 33%, mientras que los miembros en el área de ciencias biológicas y de la salud su participación en suma es de 36.3%. Bajo estos datos, el número de SNI concuerda, o sigue la misma tendencia, que los de nivel de doctorado, aunque con un poco menos de participación. Por lo tanto, estos recursos humanos cuentan con la facultad necesaria para realizar investigaciones de calidad y profundidad, y los cuales están concentrados en estas dos áreas de conocimiento en discusión.

Ahora, dónde se hace la investigación y en qué cantidad. Vamos a mostrar algunas características de las dependencias de la UNAM encargadas del funcionamiento de la producción científica (básica y aplicada) y de la creación de recursos humanos. Para después mostrar algunos datos sobre estos rubros.

Una de estas dependencias es la Coordinación de Investigación Científica (CIC)<sup>60</sup>. Otra es el Subsistema de Investigación Científica (SIC)<sup>61</sup>. El subsistema contaba en 2005 con 19 institutos, 9 centros y una Dirección General, además de contar con 1497 investigadores y 1103 técnicos académicos. Los institutos que están a cargo de este subsistema se muestran en el cuadro 4.4<sup>62</sup>. En 2006, estos centros estaban integrados por 209 investigadores eméritos, 561 miembros de SNI nivel I, 405 Nivel II, 208 nivel III y 42 candidatos a ser miembros.

Cuadro: 4.4

<b>INSTITUTOS</b>	Astronomía, Biología, Biotecnología, Ciencias Físicas, Ciencias del Mar y Limnología, Ciencias Nucleares, Ecología, Física, Fisiología Celular, Geofísica, Geografía, Geología, Ingeniería, Investigaciones Biomédicas, Investigaciones en Materiales, Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Instituto de Matemáticas, Neurobiología y Química
<b>CENTROS</b>	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Ciencias de la Atmósfera, Ciencias de la Materia Condensada, Ciencias Genómicas, Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Geociencias, Investigaciones en Ecosistemas, Investigaciones, Geografía Ambiental, Investigación en Energía, Radioastronomía y Astrofísica

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

La mayor parte de estos investigadores se concentran en el área de ciencias físico-matemáticas con 599 miembros, 579 en el área de ciencias químico-biológicas y de la salud

<sup>60</sup> Se encarga de promover, fortalecer e impulsar la investigación científica en México; servir de enlace para vincular las actividades científicas y académicas con las demás dependencias universitarias y con otras organizaciones o instituciones del país o del extranjero.

<sup>61</sup> Entre sus objetivos están alcanzar el pleno desarrollo de su personal académico y de su sistema de investigación básica y aplicada; acrecentar la cantidad de proyectos de investigación; promover la vinculación de la ciencia con la sociedad para atender mejor sus necesidades; buscar nuevas formas de financiamiento y optimizar las ya existentes.

<sup>62</sup> [www.unam.mx](http://www.unam.mx)

y 319 en el área de ciencias de la tierra e ingeniería<sup>63</sup>. Se muestra de nuevo esta tendencia que se establece a nivel nacional, es decir, la mayor parte de la investigación científica se apoya en estas dos primeras áreas.

A su vez, existe dentro de la SIC el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CIC)<sup>64</sup>, y dentro de la ésta, existe la Secretaría de Investigación y Desarrollo<sup>65</sup>. Estas dependencias en conjunto son la base para la producción científica en la Universidad.

La Secretaría cuenta con diferentes programas universitarios que a través de la Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica (CSGCA)<sup>66</sup> se llevan a cabo. Esto conduce a que la UNAM tenga una participación directa en la construcción de marcos favorables para el desarrollo tecnológico, tanto en el ámbito institucional como en productivo, y poder satisfacer necesidades tecnológicas de las empresas, ya sean éstas públicas o privadas.

Dentro de los programas universitarios están<sup>67</sup>:

- a) *El Programa Universitario de Alimentos*
- b) *El Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería de Materiales*
- c) *El Programa Universitario de Energía*
- d) *El Programa Universitario de Investigación y Salud*
- e) *El Programa Universitario de Medio Ambiente*

En general, estos programas fueron creados para capacitar recursos humanos, asesorar y prestar servicios técnicos a sectores productivos e institucionales tanto en la misma UNAM como en otras dependencias del gobierno y organismos privados, con el objetivo de fortalecer el sistema productivo nacional y la ciencia misma a través de la vinculación. Existen otros departamentos o sistemas que inciden en estos objetivos o tareas<sup>68</sup>. Como son la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva<sup>69</sup>, Gestión Tecnológica<sup>70</sup>, La

---

<sup>63</sup> *Ibíd.*

<sup>64</sup> Coordina e impulsa la investigación científica y tecnológica del Subsistema; crear nuevos institutos y centros; evaluar la investigación; promover la vinculación entre la investigación y la docencia; estimular las relaciones académicas del SIC con escuelas y facultades de la Universidad y con otras instituciones de investigación y docencia.

<sup>65</sup> Fomenta el desarrollo de áreas de investigación multidisciplinarias y la formación de recursos humanos.

<sup>66</sup> Realiza la gestión de los convenios de colaboración con cualquier organismo externo a la UNAM, nacional o internacional, público o privado (vinculación). Se encarga de gestionar los apoyos (financiamientos) para los proyectos de investigación vinculados con el sector productivo a través de contratos de prestación de servicios.

<sup>67</sup> [www.coord-hum.unam.mx](http://www.coord-hum.unam.mx)

<sup>68</sup> [www.coord-hum.unam.mx](http://www.coord-hum.unam.mx)

<sup>69</sup> Administra la relación Universidad–Empresa para el respaldo de requerimientos de alto valor agregado de investigación y desarrollo en el sector productivo.

Coordinación de Propiedad Intelectual<sup>71</sup> y La Coordinación de Gestión de Sistemas de Calidad<sup>72</sup>.

Un importante sistema dentro de la Institución son los fondos para la innovación, que busca recursos en la banca privada, de desarrollo y de inversión, para la creación de un Centro de Innovación en la UNAM (virtual)<sup>73</sup>. Estas son las bases que fortalecen a la ciencia en la UNAM, y que son el sustento para identificar y proponer soluciones de los problemas más complejos de nuestra sociedad.

Por otro lado, existe otra dependencia que se encarga del buen funcionamiento de las ciencias no exactas: la Coordinación de Humanidades (CH)<sup>74</sup>. Desde su creación, en 1945, sus objetivos se centran en fomentar el desarrollo de las humanidades y ciencias sociales y difundir los conocimientos generados por los investigadores agrupados, actualmente en 9 Institutos, 7 Centros, 2 Programas y una Unidad que constituyen el Subsistema de Humanidades. La Coordinación de Humanidades alberga al Consejo Técnico de Humanidades<sup>75</sup>

En el año 2006, el Subsistema de Investigación Humanística contaba con 506 investigadores del SNI, el 60% se concentra en el área de humanidades y ciencias de la conducta, el 38% en el área de sociales y menos del uno por ciento en las áreas de ciencias exactas, de biología y químicas y medicina y ciencias de la salud. Del total de investigadores SNI, el 17% pertenece a este Subsistema. Además cuenta con 679 técnicos académicos en 13 Centros y 9 Institutos (cuadro 4.5).

Así, estas dos dependencias actúan integralmente a favor de la actividad creadora de conocimiento, creadora de personal altamente calificado y fomentando una cultura que

---

<sup>70</sup> Promueve las capacidades de investigación de la UNAM con el sector productivo, incrementando ingresos por recursos extraordinarios (sea de las empresas o de recursos institucionales).

<sup>71</sup> Construye políticas integrales para la promoción y explotación de patentes de SIC. Así como brindar apoyo a los académicos del SIC en la evaluación de la patentabilidad de trabajos de investigación y en la consecución de las patentes, mediante un esquema desconcentrado.

<sup>72</sup> Interviene para promover e incrementar el número de entidades académicas certificadas en la UNAM (certificación ISO 9001:2000).

<sup>73</sup> Además de identificar oportunidades de inversión, basados en desarrollos de investigación universitarios. Promover la generación de nuevas empresas derivadas de la innovación universitaria y administrar, dar seguimiento técnico y financiero a proyectos de investigación de carácter multidisciplinario y multiinstitucional.

<sup>74</sup> Colabora en el cumplimiento de las tareas sustantivas de la Universidad, como investigación, docencia y difusión del conocimiento y la cultura. Su campo de acción es el de las humanidades y ciencias sociales, para contribuir a la ciencia y la cultura universal, y ponerlas al servicio de la sociedad mexicana. En [www.coord-hum.unam.mx](http://www.coord-hum.unam.mx)

<sup>75</sup> Órgano colegiado encargado de impulsar, planear, coordinar y evaluar la investigación en humanidades y ciencias sociales.

conlleve a generar círculos virtuosos a diferentes escalas, además de que convergen en algunos de sus objetivos y características para que aquel conocimiento sea llevado a esferas de la aplicación vinculando a empresas, instituciones y personas para satisfacer necesidades conjuntas e individuales y favorecer el bienestar de la sociedad

Cuadro: 4.5

<b>INSTITUTOS</b>	Instituto de Investigaciones Antropológicas. Investigaciones Estéticas. Investigaciones Bibliográficas. Investigaciones Económicas. Investigaciones Filológicas. Investigaciones Filosóficas. Investigaciones Históricas. Investigaciones Jurídicas. Investigaciones Sobre La Universidad y la Educación e Investigaciones Sociales
<b>CENTROS</b>	Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos, Enseñanza de Lenguas Extranjeras. Enseñanza para Extranjeros. Estudios sobre la Universidad. Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Investigaciones sobre América del Norte. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas. Unidad Académica de Ciencias Sociales y Humanidades

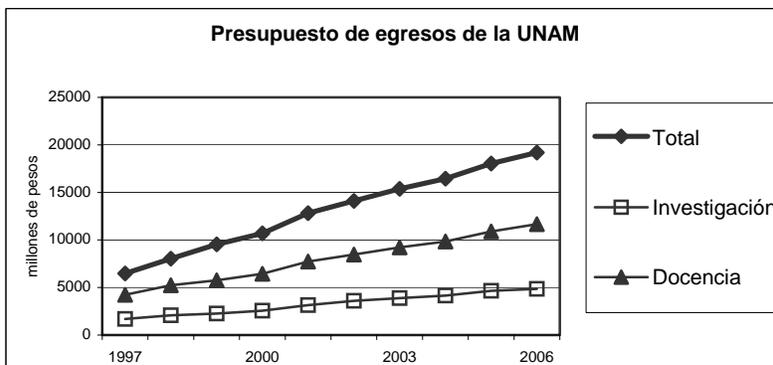
Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

### 4.5.3. LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN LA UNAM

Una vez visto dónde se realiza la actividad científica, vamos a ver qué se hace y cuánto se produce en ciencia. En el reporte del estado general de la ciencia y tecnología (IGECyT, 2006) se establece que la UNAM participó con 44% del gasto federal en ciencia y tecnología, con un aumento del 10.6% respecto a 2005, siguiéndole el IPN, el Cinvestav, la UAM y el Colegio de México, con 15.2%, 13.6%, 11.4% 3.7% respectivamente.

Además en 2005, la UNAM participó con el 48% del gasto federal en investigación y desarrollo experimental, y con una participación del 40.8% en el gasto federal en educación y enseñanza en ciencia y tecnología. Esto nos dice, que la UNAM carga en sus hombros la mayor parte de la investigación del país. En la gráfica 4.5.3.1 se muestra la evolución del presupuesto de egresos de la UNAM<sup>76</sup>.

Gráfica 4.5.3.1



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>76</sup> En el periodo 1997-2000 el financiamiento a la UNAM provino en una parte del Banco Interamericano de Desarrollo.

Alrededor del 25% del presupuesto total está destinado a las actividades de investigación, mientras que en promedio los recursos que van a parar a la docencia es de 60%, que representa más de dos veces el presupuesto para la investigación (el otro porcentaje hacia extensión universitaria y gestión institucional).

Esto es de particular relevancia, ya que si el presupuesto a las IES ha disminuido y si la Universidad solo destina el 25% de su presupuesto a la investigación y además el 44% de gasto federal en ciencia y tecnología es destinado a la misma, entonces existe un severo daño a las demás estructuras de investigación y educación superior.

Es decir, si el gasto se concentra en la UNAM y ésta a su vez concentra su gasto en entrenar recursos humanos, aunque es verdad que muchos de ellos de alta calidad, pero no todos dedicados a las áreas de apoyo al desarrollo tecnológico ni la innovación, entonces el panorama general de la producción científica es débil y heterogénea, sin llegar a ser integral ni multidisciplinaria. En términos numéricos, en el quinquenio 2001-05 la producción de artículos científicos es la siguiente<sup>77</sup> (cuadro 4.6)

Cuadro 4.6

2001-2005			
Institución	Artículos	Citas	Factor de Impacto
Universidad Nacional Autónoma de México	14528	34251	2,36
Instituto Politécnico Nacional	6262	14486	2,31
Universidad Autónoma Metropolitana	2199	3987	1,81
Instituto Mexicano del Seguro Social	2891	5924	2,05
Secretaría de Salud	4421	12738	2,88
Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán"	1444	3491	2,42
Instituto Mexicano del Petróleo	1124	2417	2,15
Universidad de Guadalajara	882	1334	1,51
Universidad Autónoma de Nuevo León	819	1450	1,77
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	747	1388	1,86

Fuente: CONACyT, IGECyT, 2006

En este resumen de los artículos publicados en México, la Universidad aporta el 41.4% de las mismas, mientras que la institución más cercana es el IPN (a través del Cinvestav) que participa con el 17.7%, que es una aportación muy lejana de lo que los universitarios realizan. Mientras que sobre el rubro de citas, la Universidad vuelve a estar por encima de las demás instituciones, aportando el 42 de estas mientras que el IPN colabora con el 17%.

<sup>77</sup> CONACyT, Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2006

Sobre el factor de impacto, la UNAM sigue estando en primer lugar seguida de la Secretaría de Salud. Más aún, la Universidad produce más artículos que todos los centros de investigación dependientes directamente del CONACyT, estos en suma alcanzan en el mismo quinquenio 4472 artículos mientras que la Universidad alcanzó los 14528 de los mismos. Estos datos son el reflejo de los proyectos realizados en la UNAM, con el apoyo de CONACyT y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico y de sus programas de fortalecimiento a la carrera académica.

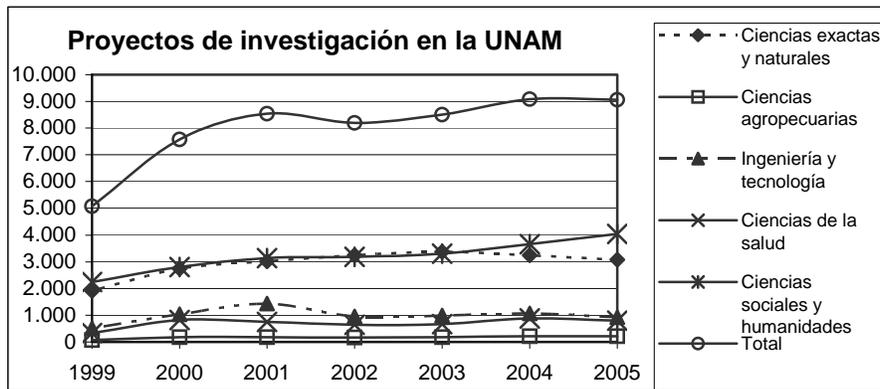
Con el objeto de impulsar y consolidar esta vida académica, la DGAPA ha diseñado y administrado diversas acciones de apoyo directo a la investigación y la docencia. Esto implica apoyar la formación, la superación y la actualización de todos los universitarios. La labor de cada uno de los académicos nutre cotidianamente a la institución en aulas, laboratorios, cubículos, bibliotecas y en todos los ámbitos universitarios. Existen algunos programas académicos que inciden en la producción científica de la Universidad<sup>78</sup>: Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT); Programa de Formación e Incorporación de Profesores de Carrera en Facultades y Escuelas para el Fortalecimiento de la Investigación (PROFIP); Programa de Fortalecimiento Académico para las Mujeres Universitarias (PFAMU) y dos subprogramas: Promoción a la Investigación e Incorporación a la Planta Docente; Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM (POSDOC); Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME); Programa de Apoyos a la Superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA), entre otros.

En la gráfica 4.5.3.2 se encuentra la evolución de los proyectos de investigación llevados a cabo por investigadores de la UNAM. A finales del siglo pasado un fuerte incremento del total de investigaciones con tasas de crecimiento de casi el 50%, fue disminuyendo a tal grado que hubo un descenso en el ritmo de crecimiento de casi 4% en 2002, recuperándose al siguiente año con una crecimiento de 6%, pero en 2005, nuevamente protagoniza una descenso del 0.29%. Las áreas que resienten estas caídas son las de ingeniería y tecnología así como la de ciencias naturales, lo que implica un pequeño colapso en las actividades de desarrollo y de investigación.

---

<sup>78</sup> dgapa.unam.mx

Gráfica 4.5.3.2



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México

El área más estable es la de ciencias sociales y humanidades, con niveles de crecimiento siempre positivos y que en los dos últimos años de la muestra protagonizó niveles del 10% para los dos casos. Incluso, sus niveles de actividad son mayores que los del área de ciencias naturales y exactas, donde esta última tuvo un nivel casi nulo de crecimiento para el año 2004, y un pequeño incremento de 3.6% para 2005.

Además, la mayor parte de las investigaciones se concentraron en el área de ciencias exactas y sociales, con una participación promedio del 37% y 40% respectivamente. Dejando rezagada una área clave para generar los vínculos e investigación necesaria entre la UNAM y organismos externos, nos referimos al área es la de ingeniería y tecnología, con una participación promedio del 12.3%, lo que representa tres veces menos proyectos de lo que hicieron las ciencias exactas. Hay que decir que otras áreas importantes para la investigación como ciencias de la salud y agropecuarias son las menos representativas de las actividades científicas, dejando un pequeño hueco para el desarrollo tecnológico en estas áreas específicas.

## CONCLUSIONES AL CAPITULO

- i. El posicionamiento de las instituciones educativas y de investigación científica en la totalidad del país, presentan un balance negativo en cuanto a la producción de ciencia y tecnología. Primeramente, el gasto en ciencia y tecnología es precario si lo comparamos con otros países, lo que incide negativamente a las actividades de I&D, trastocando la inserción de México a los procesos globales de conocimiento (Véase

cuadro 4.3.1 y 4.3.2) lo que conlleva a que nuestra ciencia no sea conocida ni reconocida en el ámbito internacional.

- ii. El crecimiento de las universidades privadas tiene como consecuencia que los alumnos se identifiquen con profesiones como administración, contabilidad, entre otras, mermando los incentivos y la formación de recursos humanos para actividades científicas. Esto es un indicativo de la poca cultura científica que se ha formado durante los últimos 15 años.
- iii. Son pocas las instituciones de investigación pública que existen en nuestro país, 27 para ser exactos, lo que muestra de nuevo los pocos incentivos para desarrollar aún más las instituciones existentes y crear nuevas, lo que es contraproducente para una sociedad y una economía en desarrollo. Además de detener la posibilidad de fomentar la creación de tecnología propia que se traduzca en mercancías de alto valor agregado para la exportación.
- iv. La UNAM sufre las consecuencias de la poca y cada vez menos financiación para las actividades de ciencia y tecnología (véase gráfica 4.5.3.1) ya que el presupuesto para este campo es relativamente menor que el que da para la docencia, ya que esta crece más que la primera. Reflejando un detrimento en las actividades que se concentran en áreas de investigación que son base principal para el desarrollo económico y social, como son las ciencias naturales y exactas. Ampliando las actividades con menos peso en este tema, como son las ciencias administrativas.
- v. En la UNAM se concentra la mitad de la actividad científica y tecnológica del país, lo que significa que las demás universidades (con excepción del IPN, UAM, entre otras) se encuentra en una situación penosa en este ámbito. Dejando casi toda la carga a nuestra Universidad. Qué pasaría si esta institución dejara de producir ciencia.
- vi. La responsabilidad de la UNAM sobre la conducción de la ciencia es amplia, desde formar recursos humanos de alta calidad hasta investigaciones complejas. Por lo que el Estado no ha sabido impulsar más allá de la pura demagogia las actividades de la Universidad, abismando la vinculación con las demás esferas sociales y dejando de lado la posibilidad de progresar en tecnología.

**CAPITULO V**  
**CASO DE ESTUDIO:**  
**DESARROLLO DEL MAESTRO TUERCAS**  
**VINCULACIÓN CCADET-HARRY MAZAL**

*Hay estudiantes que les apena ir al hipódromo  
y ver que hasta los caballos logran terminar su carrera.*  
**WOODY ALLEN**

## **5 INTRODUCCIÓN AL CASO DE ESTUDIO.**

### **5.1 LA INNOVACIÓN Y EL MERCADO**

Como vimos al principio, en la economía del conocimiento las mercancías contienen una alto índice de conocimiento objetivado y tienen como base impulsora la investigación y el desarrollo y sobre las cuales gira la interrelación de las instituciones educativas, de investigación, de gobierno, y las organizaciones empresariales. Por lo que el conocimiento científico y tecnológico, pero también el económico, social y administrativo son la materia prima para que las empresas produzcan dichas mercancías a grandes escalas y que sean dirigidas al mercado donde la competencia entre aquellas adquiere un papel de suma importancia. Por otro lado, es en las instituciones de investigación y en el interior de las firmas donde se crean las ideas, formando un círculo virtuoso que se conjuga con la producción a gran escala incidiendo directamente en el bienestar de la sociedad, pero también sobre las ganancias particulares de las empresas.

En la teoría y en la práctica<sup>1</sup>, el desarrollo tecnológico y la innovación tienen una gran incidencia sobre el bienestar de la sociedad (medida por el ingreso *per cápita*), primero porque las universidades y los centros de investigación, colaboran directa e indirectamente con las empresas para crear nuevos productos tecnológicos, además capacitan a un cierto sector de la sociedad para establecer tecnologías propias (pero también investigación básica) y poder penetrar al mercado global de ideas; y segundo las empresas, al tener una gran capacidad de absorción [de conocimiento y técnica], se vinculan con estas instituciones y centros de investigación, potencializando el progreso tecnológico que en estas dos se amalgama, insertando en el mercado las mercancías de alto valor agregado; elevando así la producción nacional.

Por otro lado, el gobierno (e instituciones privadas) invierte en I&D, dejando a las universidades y los centros de investigación la tarea de capacitar, apoyar y crear nuevos

---

<sup>1</sup> Para el caso de los países industrializados, el desarrollo tecnológico y la innovación tienen una clara incidencia sobre el bienestar de la sociedad.

científicos, ingenieros y técnicos, para que en conjunto generen la suficiente investigación en ciencia y tecnología que permita innovar y que sea útil para la sociedad.

Las empresas no solo absorben el conocimiento, ellas mismas también lo producen, es decir, las empresas con mayor adelanto tecnológico constituye una célula de investigación y desarrollo dentro de sus mismas instalaciones (tenemos el ejemplo de IBM o Microsoft); aunque también tienen la necesidad de vincularse con las instituciones educativas y de investigación, para que los costos de investigación y desarrollo disminuyan. En este sentido las empresas pequeñas también acuden a los centros de investigación en busca de mejorar su capacidad tecnológica, e impedir su salida del mercado debido a la fuerte competencia.

Este sentido ambivalente de la economía del conocimiento, es decir, la necesidad mutua de colaboración entre el sector productivo (SP) y el sector científico-educativo (SC-E) conllevan a la necesidad de crear un fuerte sistema nacional de innovación. Lamentablemente en México, si existe, este sistema es ambiguo y ineficiente, lo que crea un vacío creando la separación del sector productivo con el sector científico-educativo, que pone en riesgo el bienestar social.

La innovación se determina cuando algún proceso de desarrollo tecnológico, sea por parte del SC-E o de las empresas, es insertado en el mercado en forma de mercancías intensivas en conocimiento. En otras palabras, al establecerse cierto desarrollo tecnológico, por necesidad del mercado o de la sociedad, se producen mercancías en serie o a gran escala, que a final de cuentas se introducen al mercado y por tanto se satisface dicha necesidad; se produce además una difusión de estas innovaciones a la sociedad implantando a ésta como objeto de uso común, es decir, se generaliza el uso de dicha innovación dentro de la sociedad.

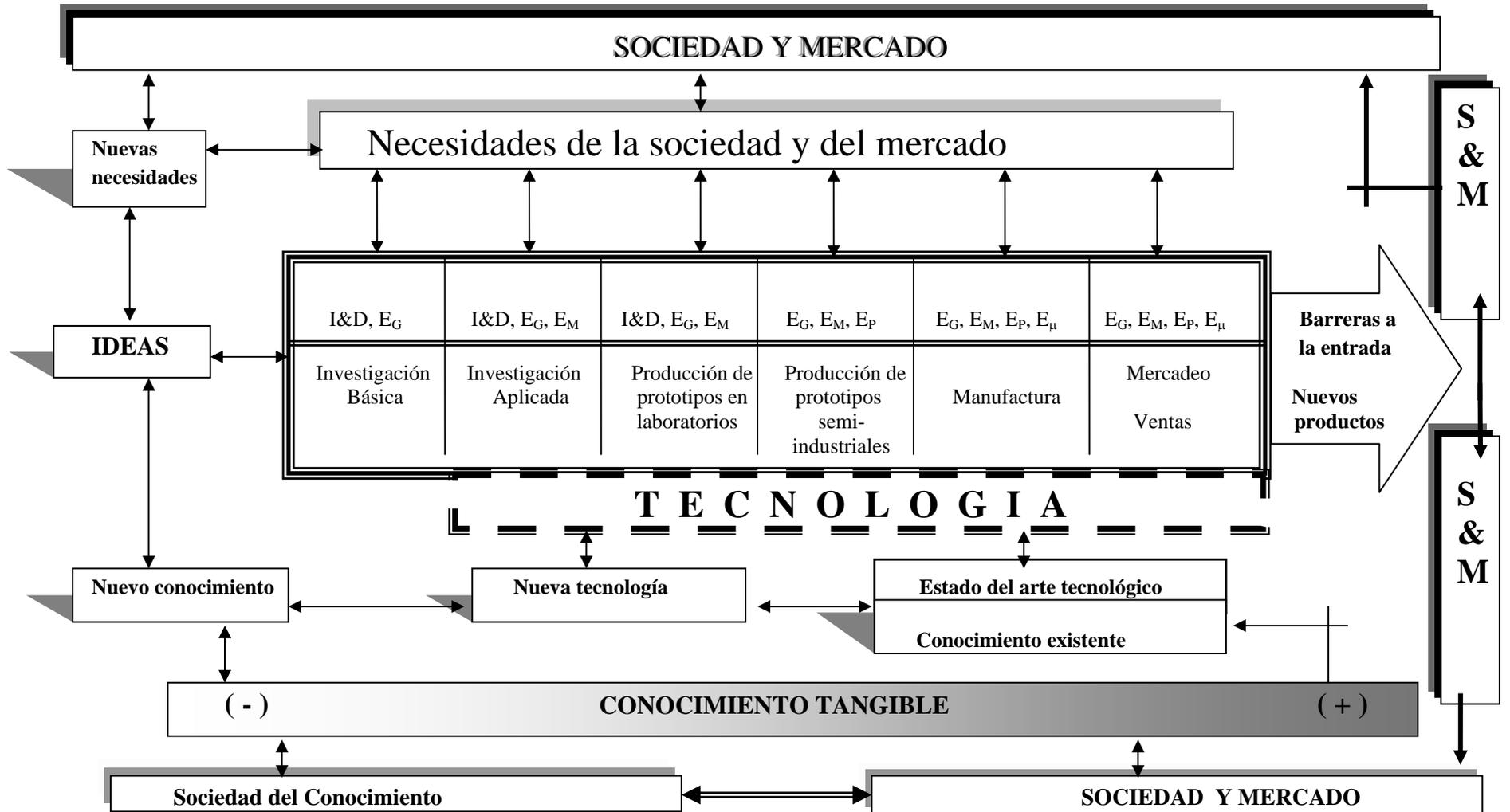
El esquema<sup>2</sup> 5.1 nos muestra una idea más profunda de cómo se realiza la circulación del conocimiento, que va desde el conocimiento menos tangible hasta el conocimiento más tangible. En contraste con el modelo lineal<sup>3</sup> (Mahdjoubi: 1997).

---

<sup>2</sup> Este esquema está basado en los modelos de innovación de tercera generación establecidos por las investigaciones de Roy Rothweel (1991) y Nathan Rosenberg (1982). Ver: VEGA, González Roberto. "Factores que han impulsado la innovación en la instrumentación industrial, un estudio de caso". En Ingeniería: Investigación y tecnología, Vol. V, No. 4, 2004.

<sup>3</sup> el conocimiento es descubierto en universidades, traspasado a las empresas a través de publicaciones, patentes, y otras formas de correspondencia científica, y al consumidor final en forma de mercancía o servicio.

Esquema 5.1



Se muestra que la investigación básica se establece en los institutos de investigación (I&D) y las empresas más grandes ( $E_G$ ), pero estos dos actores no solo están presentes en esta fase, si no que además están presentes sobre la fase del conocimiento aplicado el cual conlleva a la producción de prototipos en los laboratorios y semi-industriales, en estos últimos procesos están involucrados las empresas medianas y chicas ( $E_M$  y  $E_P$ ), pero dejando de lado la participación de los institutos de investigación en esta fase. Una vez establecidos los criterios para producir estos prototipos a grandes niveles (fase de manufactura) estos tres tipos de empresas juegan el papel principal; sin embargo, aparece en escena en esta circulación las microempresas ( $E_\mu$ ), éstas participan como productoras de algunas partes electrónicas o servicios.

Pero hay que asegurar que estas nuevas mercancías lleguen al consumidor final, por lo que estos cuatro actores se encargan de dicho proceso, es decir, del proceso de ventas y marketing. Dejando en la esfera de la circulación mercancías para la satisfacción del mercado y la sociedad.

Ahora, esto solo es un lado de la moneda, por que una vez que el mercado y la sociedad satisfacen sus necesidades, éstas dos generan nuevas necesidades, llevando nueva información a las empresas de lo que éstas quieren, generando así un proceso envolvente de conocimiento-necesidades-innovación, pero teniendo en cuenta las diferentes ramas que nos permiten identificar lo que se tiene que producir, cuánto se debe producir y para quién hay que producir. Teniendo entonces, una cadena de conocimiento, nuevo y acumulado, y aprendizaje. Por lo que la innovación (inclusive la innovación en los procesos organizacionales) traslada su uso para satisfacer necesidades del mercado y la sociedad, (desde aspectos competitivos hasta aspectos productivos); lo que nos indica que las fuerzas del mercado tienen gran influencia sobre la innovación. Desde la fase de ciencia aplicada hasta el mercadeo y ventas, la tecnología está presente como herramienta indispensable, esta tecnología es pasada y posteriormente, una vez que da vuelta el conocimiento es tecnología nueva.

Sin embargo, para llevar a cabo el proceso antes mencionado, es necesario que tanto las empresas como el gobierno y las instituciones de educación superior y los institutos de investigación estén fuertemente relacionados y cuyos objetivos contengan el mismo principio, a saber, el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad. Por lo tanto, este

proceso depende de las circunstancias locales de cada país como son las políticas, las culturales, del conocimiento tácito y de las tradiciones tecnológicas<sup>4</sup>.

Los procesos tecnológicos cuentan con un proceso de administración interno, a este procedimiento se le conoce como gestión tecnológica. Esta gestión está constituida por ciertas etapas para que el desarrollo tecnológico tenga un buen funcionamiento y cumpla con su principal objetivo que es la de innovar. Cada empresa y cada institución de educación e investigación cuentan con su propia gestión tecnológica, es decir, para crear innovación, estas figuras adoptan sus propias formas de lograr tal objetivo según sus aptitudes y recursos, tanto materiales como humanos.

Por lo que el desarrollo tecnológico, para que tenga el impacto suficiente en la sociedad, necesita una eficaz gestión interna, una eficaz vinculación entre las esferas productiva y científico-educativa, un eficaz sistema nacional de innovación [de investigación] y una cultura tecnológica así como una tradición empresarial.

El siguiente caso de estudio mostrará precisamente como tiene lugar este proceso en México, en particular se ilustra el papel de la UNAM por medio de CCADET en la generación de nuevo conocimiento y su aplicación productiva por la empresa Harry Mazal. Se mostrará el proceso tecnológico y de gestión, la aplicación de conocimiento pretérito, y cómo de un conocimiento tácito se llega a un conocimiento científico de la organización.

## **5.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

El Centro de Instrumentos (CI), antecedente del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET), fue fundado el 15 de diciembre de 1971, para dar respuesta a la necesidad de resolver los problemas de instrumentación científica y didáctica en la UNAM. El CI quedó adscrito a la Coordinación de la Investigación Científica. En 1979 se creó el Departamento de Ingeniería, que dos años más tarde se convirtió en el Departamento de Enseñanza Experimental de las Ciencias. En 1984 se creó la Sección de Metrología. En 1987 se crearon las secciones de Mantenimiento de Equipo de Cómputo y de Acústica Aplicada. En 1988 el Departamento de Producción se transformó en el Departamento de Diseño Mecánico y Construcción de Prototipos y se creó la Unidad de Cómputo.

---

<sup>4</sup> INTARAKUMNERD, Patarapong, & VIRASA, Thanaphol Broader roles of RTOs in Developing Countries: From Knowledge-Creators to Strengtheners of National Innovations System.

Posteriormente, las tendencias del país se dirigieron a la integración de la economía globalizada, alterando la importancia y relevancia de las funciones de mantenimiento inicialmente asignadas al centro y definiendo nuevas tareas, especialmente en el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico, que empiezan a reorientar sus objetivos y su quehacer, hasta que finalmente en 1996 el CI se transforma oficialmente en un centro de investigación, en disciplinas relacionadas con la instrumentación, incorporado al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías <sup>5</sup>.

Atendiendo a esta transformación, el Consejo Interno del Centro de Instrumentos, después de una consulta al personal académico sobre un nuevo nombre de esta Dependencia, que quedara más acorde con sus funciones y líneas de investigación y desarrollo, y contando con la aprobación del Consejo Técnico de la Investigación Científica, se aprobó cambiar la denominación del Centro de Instrumentos por el de "Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico".

Actualmente, el CCADET cuenta con cinco laboratorios o campos de investigación y desarrollo:

- *Acústica, Óptica y Fotónica: Laboratorios de óptica aplicada, fotónica de microondas, acústica aplicada y vibraciones y fotofísica.*
- *Materiales Avanzados y Nanotecnología: Laboratorios de materiales y sensores, unidad de películas delgadas y unidad de microlitografía*
- *Pedagogía Cognitiva de la Ciencia: laboratorios de pedagogía cognitiva y aprendizaje de la ciencia*
- *Tecnologías de la Información: Laboratorios de de cibernética y sistemas, sistemas inteligentes, computación adaptable, imágenes y visión e interacción hombre - maquina y multimedia.*
- *Microtecnología y Tecnologías Avanzadas para la Instrumentación: laboratorios de de electrónica, laboratorio de micromecánica y mecatronica, metrología e ingeniería de producto.*

En la gráfica 5.2.1 podemos observar cómo están distribuidos los investigadores en los diferentes laboratorios y sus respectivos campos de investigación.

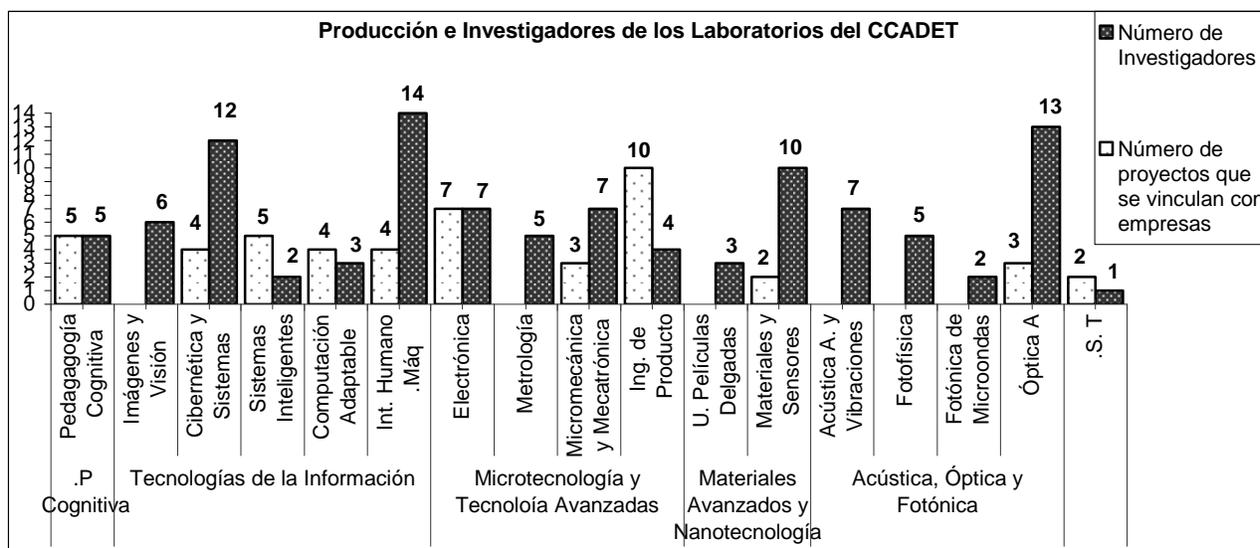
Observamos que el laboratorio de Tecnologías de la Información es el laboratorio con mayor número de investigadores, suman 37 de 106, y ocupa el 35% de la investigadores totales de Centro; dentro del mismo laboratorio la unidad de investigación que mayor personal tiene es

---

<sup>5</sup> Los antecedentes históricos fueron tomados de la página Web del Centro: [www.cinstrum.unam.mx](http://www.cinstrum.unam.mx)

la de interacción hombre - maquina y multimedia con una participación del 13%, seguido por el de Cibernética y Sistemas con el 11%.

Gráfica 5.2.1



FUENTE: Elaboración propia con datos de [www.cinstrum.unam.mx](http://www.cinstrum.unam.mx)

Esta dinámica es reflejo de los intentos de integración a la dinámica mundial sobre el área de investigación y desarrollo que se enfocan en el SE-I. Otro de los laboratorios con mayor participación es el de Acústica, Óptica y Fotónica, ya que el laboratorio de óptica aplicada tiene una participación del 12% del total de investigadores, el de acústica aplicada y vibraciones cuenta con una participación del 7%, así mismo el de Fotónica de microondas participa con el 2%, haciendo un tal de 21% del total de investigadores.

Por otro lado, el laboratorio de electrónica, el cual está bajo la administración del laboratorio de Microtecnología y Tecnologías Avanzadas para la Instrumentación, representa el 7% del total de investigadores, es decir, que sólo esta unidad también tiene una correspondencia con las actividades globales de la economía del conocimiento.

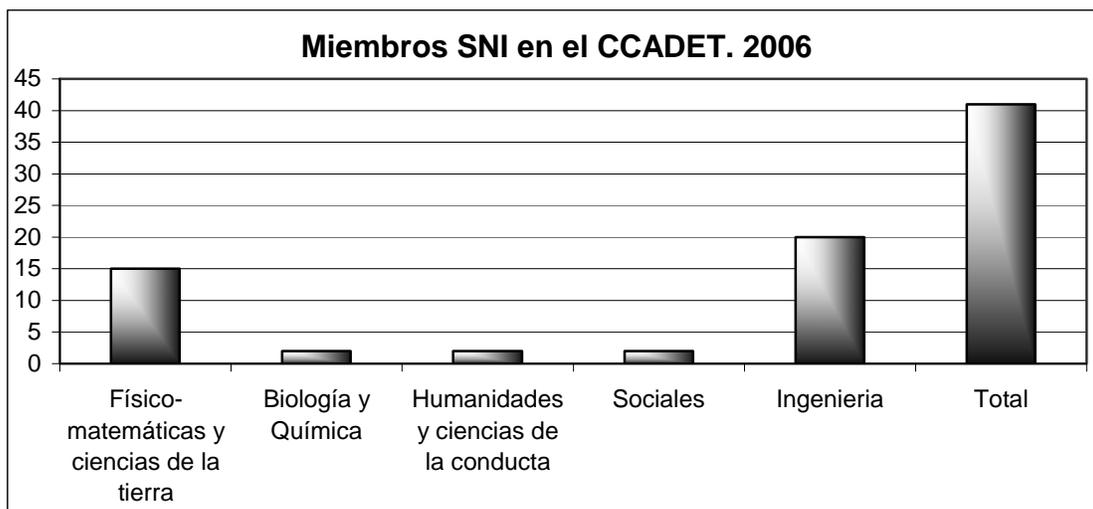
En particular, podemos decir que el Centro no está al margen de las actividades de investigación y desarrollo sobre electrónica e informática, que son dos áreas del conocimiento características de la nueva fase de desarrollo.

Estos campos servirán de base para la creación científica y tecnológica para épocas venideras, por lo que la presencia del CCADET como un centro orientado a estas actividades y a la formación de personal de alto nivel en estas tecnologías de punta, incluso de bajo contenido tecnológico, es de suma importancia. Esto constituye una de las pocas

oportunidades para que el país pueda mantenerse en el nivel requerido de avance científico y tecnológico en las próximas décadas.

Ahora. En la gráfica 5.2.2, se muestran datos de los miembros del SNI que pertenecen al Centro.

Gráfica 5.2.2.



Fuente: UNAM, Agenda Estadística 2006.

Las dos áreas más importantes que inciden sobre el desarrollo e innovación tecnológica son las ciencias exactas e ingeniería. En el CCADET, estas dos últimas áreas participan con el 85% del total de los investigadores miembros del SNI, lo que representa una buena participación para los fines antes mencionados. Ente mismo sentido, del total de los investigadores en el Centro, el 38% pertenece al Sistema, lo que nos indica un porcentaje relativamente aceptable.

Por otro lado, dentro del Centro, existe un departamento de vinculación que tiene como objetivo la promoción y difusión de los desarrollos tecnológicos. Además está encargada de vincular al SC-E y tanto al sector privado como al público (empresas paraestatales).

En enero de 1999, se creó la Coordinación de Vinculación del CCADET con el propósito de formar la entidad encargada de transferir, difundir y divulgar a la sociedad industrial y demás sectores relacionados con la instrumentación, el conocimiento científico y tecnológico generado por los laboratorios de investigación y desarrollo del Centro. La Coordinación de Vinculación trabaja en los siguientes objetivos específicos<sup>6</sup>:

<sup>6</sup> [www.cinstrum.unam.mx](http://www.cinstrum.unam.mx)

1. *Desarrollar mecanismos para lograr que los productos de las investigaciones del Centro se utilicen en la sociedad.*
2. *Procurar recursos externos a través de la impartición de cursos, la prestación de servicios y el desarrollo de proyectos de investigación.*
3. *Promover la superación del personal del mismo Centro a través de cursos de capacitación técnica y educación continua.*

### **5.3 LA GESTIÓN TECNOLÓGICA DENTRO DEL CCADET**

Como se dijo con anterioridad cada empresa y cada instituto de educación e investigación describen sus propias formas de gestionar sus procesos de desarrollo tecnológico. Es algo diferente la gestión tecnológica en las empresas que la de las instituciones científico-educativas, en el ambiente empresarial la gestión tecnológica se revela en sus planes, políticas y estrategias tecnológicas para la adquisición, uso y creación de tecnología, así como cuando se asume la innovación como eje de las estrategias de desarrollo de los negocios.

En las instituciones de educación e investigación, la gestión tecnológica es algo distinta, ya que en éstas el conocimiento, de inicio, no es lucrativo, además de que muchas veces existe un conocimiento previo solo en ciencias básicas, es decir, mucho de este conocimiento no es aplicado y por tanto no se plasma en desarrollo tecnológico y mucho menos llegar a producir innovación tecnológica. Por lo que para nuestro caso, el CCADET, por medio del coordinador de vinculación, desarrolló su propio sistema de gestión tecnológica. Las siguientes fases fueron conformadas teniendo en cuenta los recursos materiales y humanos con los que cuenta el Centro<sup>7</sup>:

1. La demanda: ésta es referida a la necesidad de las firmas por obtener una posible innovación a través del desarrollo tecnológico que se lleva a cabo dentro del Centro.
2. El diagnóstico: éste se refiere al análisis de las capacidades técnicas (investigadores, conocimiento previo, laboratorios, etc.) internas del Centro con el objetivo de fabricar mercancía apropiada de ser producida en serie y que a su vez contenga elementos de innovación.

---

<sup>7</sup> Las fases fueron propuestas por Luis Roberto Vega González, Coordinador de Vinculación del CCADET

3. Especificación: en esta fase se analizan los elementos cuantitativos y cualitativos en concreto que el posible producto innovador contendrá. Este punto es de suma importancia ya que de esto se desprende el éxito o el fracaso del producto. En otras palabras, es plasmar en el papel el desarrollo tecnológico, lo cual es de gran complejidad, ya que se parte solo de ideas las cuales, al transcurrir el tiempo y el desarrollo mismo, van cambiando, y las cuales deben irse concretando físicamente.
4. Planteamientos técnicos-económicos: Una vez que se tiene cierta claridad con respecto a cómo va ser fabricado el producto innovador, se especifican los costos económicos, quién va a incorporarse directamente al desarrollo tecnológico, el tiempo que se llevará el mismo, además se tienen que especificar las regalías o los beneficios para el Centro.
5. Negociación: al plantearse los datos técnicos-económicos, la empresa decidirá si acepta o no las especificaciones; si es aceptada, entonces se procede a la firma de convenios entre empresa (en algunas ocasiones con las instituciones gubernamentales) y el Centro.
6. Convenios: éstos indicarán el tiempo (cronograma), la gente y los recursos que son necesarios para el éxito del desarrollo tecnológico; así mismo, indica el porcentaje de las regalías para el Centro una vez que se logró la innovación.
7. Apertura del proyecto: una vez establecidos los anteriores puntos, se continúa con la iniciación del proyecto en sí.
8. Administración tecnológica: es una parte que engloba lo referente a delimitar los tiempos de entrega tanto de los reportes de los avances del desarrollo tecnológico como de las partes físicas del mismo.
9. Cierre del proyecto: indica que el desarrollo tecnológico concluyó con la entrega física y técnica (manuales) del mismo en los términos estipulados y en el tiempo acordado.
10. Transferencia tecnológica: indica en qué términos se lleva a cabo la entrega, es decir, el registro de patentes o de marca, así como las regalías y beneficios económicos que la empresa tiene que entregar a la UNAM (o la CCADET).
11. Evaluación y vigilancia: indica si el desarrollo tecnológico cumplió con las expectativas de la empresa y de usuario final, así como estar actualizándolo y adaptándolo a las nuevas necesidades de los consumidores.

El Centro ha realizado hasta el momento setenta proyectos de vinculación y desarrollo tecnológico (aunque no en todas las fases antes mencionadas); alrededor de trece de estos proyectos han sido en colaboración con otros institutos o empresas (y algunos libros) La mayoría de estas vinculaciones se han concentrado en el esfera educativa (tanto en empresas que circulan en este ámbito como instituciones que pertenecen a la UNAM) y en el ámbito de la salud.

La gráfica 5.2.1 anteriormente presentada, se muestra la actividad que han tenido los diferentes laboratorios del CCADET, aunque no todos participan, con respecto a estas relaciones de desarrollo tecnológico.

Lo que se observa es que el laboratorio de interacción humano-máquina es el que mayor participación tiene en relación al proceso de vinculación CCADET-empresa; sin embargo, éste no interactúa solo, en la mayoría de los proyectos el laboratorio de electrónica, el cual tiene una participación de siete proyectos, se relaciona con éste; indicando que el Centro tiene mayor dinámica sobre los desarrollos tecnológicos enfocados a la electrónica y cibernética, que también se relacionan con el laboratorio de sistemas inteligentes, dejando una parte importante a laboratorio de cómputo.

Hay que tener en cuenta que de los setenta proyectos, veintidós están enfocados al sector educativo y ocho al sector salud, y quitando aquellos proyectos que se manejan como colaboración, libros y diplomados, solo se cuenta con treinta y tres proyectos con dieciséis empresas, y de estas dieciséis una es paraestatal y la otra es una secretaria de estado con doce proyectos, dejando, por tanto, solo cuatro proyectos a empresas privadas no dedicadas a la salud o a la educación. Es decir, de los setenta proyectos, solo cuatro son dedicados a las empresas privadas, una de ellas se refiere a nuestro caso de estudio.

#### **5.4 LA EMPRESA: HARRY MAZAL**

La Empresa se constituyó alrededor de 1948 en México, con el objetivo de importar y comercializar equipos de medición para la industria médica y farmacéutica. Con la aparición de nuevos competidores (hacia principios y hasta mediados de los años ochenta) debido a la apertura comercial de nuestro país, las actividades de esta empresa disminuyeron, mermando sus ganancias.

A partir de este momento, y para contrarrestar sus problemas de ganancias y competitividad, tuvo que cambiar de rumbo comercial. Así, se centraliza en la comercialización e importación de equipo didáctico para laboratorio. Se asoció con la cámara de comercio europea, líderes en diversos campos dentro del nicho de equipos didácticos, equipos de tecnología de punta, con equipos que cubrieran las expectativas, equipo eficientes, modernos, aun que con altos costos para el consumidor<sup>8</sup>. Estos equipos estaban enfocados para satisfacer la demanda de escuelas técnicas, a nivel bachillerato, y en ciertos casos a nivel superior, como son los CONALEP, CETIS, entre otras, por lo que H. Mazal se enfocó más en este tipo de centros educativos, creando nuevos espacios de mercado. Aunque pasando por lo filtros gubernamentales, como son las licitaciones para proveer estos equipos<sup>9</sup>.

Para adecuarse a las necesidades de los usuarios, el sector decidió elevar las importaciones europeas de estos equipos para los laboratorios de las escuelas, el problema fue que éstos no se ajustaban al cien por ciento de los programas de estudio (en niveles y avances en materia curricular), ni a las estructuras escolares, tampoco el personal docente entendía el funcionamiento y especificaciones de los mismos, lo que repercutió en el poco aprovechamiento de los alumnos y las inversiones se traducían en gastos superfluos<sup>10</sup>.

Entonces, se decidió incrementar la importación de equipos de manufactura estadounidense. Sin embargo éstos también representaron problemas de normalización (los equipos venían suministrados a 440 volts), requiriendo suministros adicionales, transformadores de voltaje y adecuaciones de algunas de las instalaciones, para poder hacer uso de dicho equipo. Así, los equipos, las especificaciones y requerimientos, fueron cada vez más concretos, más definidos. En resumen, los equipos importados presentaron serios inconvenientes, como costos altos, cobertura de contenido curricular en menor proporción e idioma. Los manuales no siempre venían en español.

Pero esto no fueron los únicos problemas, sino que se detectaron dificultades culturales, ya que los requerimientos de los estudiantes extranjeros es muy distinta a los estudiantes nacionales, sin tomar en cuenta que el idioma también es un obstáculo para el

---

<sup>8</sup> MARTÍNEZ, Becerril Eduardo. Llenando los blancos. XI Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas. México 2007

<sup>9</sup> ídem.

<sup>10</sup> ídem.

aprovechamiento total de los equipos, muchos de ellos venían en inglés. Además, se demandaron manuales y apoyos para el uso y las prácticas, que conllevó ciertos inconvenientes: las traducciones no fueron las mejores, dado que es un campo muy específico y altamente calificado (los manuales que estaban en inglés, francés, alemán, italiano o portugués eran muy técnicos, además de que el traductor necesitaba tener conocimientos en ciencias o tecnología y pedagogía)<sup>11</sup>.

Con el objetivo de integrar a fabricantes mexicanos, las políticas gubernamentales comenzaron a solicitar la incorporación de porcentajes nacionales a las manufacturas cada vez más grandes, con el objetivo de suministrar una parte de manufactura extranjera y otra parte nacional, de mínimo el 20 %<sup>12</sup>.

Esta estrategia de análisis de mercado y las constantes adecuaciones, permitieron el desarrollo y expansión de Harry Mazal, teniendo en cuenta la reducción de costos, y así mismo, cumplir con las crecientes expectativas de suministro. Pronto surgió un problema más, los proveedores extranjeros, al momento de negociar las modificaciones las condicionaron como sigue<sup>13</sup>:

1. *Estuviese dentro de su programa de trabajo*
2. *Estuviese dentro de su staff técnico*
3. *Que le representara un proyecto de trabajo e inversión de no más de 4 a 6 meses de desarrollo*

Por lo que los requerimientos de importación tanto gubernamentales como de las mismas empresas fueron excesivos. Estas exigencias en conjunción con la demanda nacional, llevó a la empresa a instalar un área de manufactura. El propósito de ésta, fue la de completar los pedidos que los proveedores extranjeros no podían proporcionar.

No tardó mucho tiempo en que algunas características particulares de los requerimientos nacionales cambiarían de nuevo el panorama: fueron requeridos suministros con una mayor integración nacional, la cual fue del 49%. Por lo que se inició la creación de una nueva línea de equipos de diseño y manufactura propia. En principio, H. Mazal producía los siguientes equipos de laboratorios: control de motores eléctricos y equipo de entrenamiento en refrigeración.

---

<sup>11</sup> MARTÍNEZ, Eduardo. Ob. Cit.

<sup>12</sup> Ídem.

<sup>13</sup> Ídem.

Esto significa que a inicios de los 90s, H. Mazal entra a la esfera productiva como fabricante de equipo didáctico y con su propia marca: "MAZAL"; ya que anteriormente, solo había participado como agente que completaba los suministros importados, que no le reportaba márgenes de utilidad competitivos.

Sin embargo, los proyectos específicos, con requerimientos más particulares hacían indispensable que se buscaran nuevas rutas; el mercado, cada vez más exigente, reaccionó solicitando equipos más eficientes, en mayor número, con menor costo unitario, con más y mejor contenido, con una mejor adecuación a los programas académicos de cada escuela y sobre todo, con mucha versatilidad, ya que lo que se había estado adquiriendo, eran equipos de propósito definido. Además de implantar en estos equipos herramientas de software, ya que el mercado mundial comenzaba a manejar todo lo referente a espacios virtuales, sobre todo la Internet. Hacia la década de los años noventa, la expansión en el uso de la Internet impactó de forma directa al proceso de desarrollo tecnológico. Dentro de la red global, se encontraban programas de software que permitían el manejo del equipo que H. Mazal manejaba, por lo que dichos programas fueron base para que ésta proyectara sus pretensiones de innovar sus propios equipos.

Entre las características más buscadas, estaba la de plantearle al alumno, sobre todo de áreas tecnológicas, diferentes escenarios donde tuviese la situación ideal, y por consiguiente, tuviese que hacer –algunos pasos del proceso de aprendizaje– el diagnóstico de fallas, esto se resolvía básicamente con cuestionarios y exposiciones previas, donde se proporcionaban algunas anomalías de las más comunes, y sus probables causas.

Derivado de las demandas del mercado, Mazal incorporó líneas nuevas de equipos: entrenadores en mantenimiento automotriz, que eran pequeños conjuntos de ensambles, con ciertos sub-sistemas del automóvil, donde el alumno podía tener una aproximación a los sistemas y componentes reales automotrices.

Se incorporaron, nuevas variantes de equipos de refrigeración:

- *Bomba de calor*
- *Aire acondicionado*
- *Aire acondicionado en sistemas divididos*
- *Sistemas de refrigeración comerciales*
- *Sistemas de refrigeración industriales*
- *Automatización y control*
- *Aplicaciones de PLC*

Se incorporó un equipo entrenador en elementos de hidráulica con la variante de ser equipo MODULAR, es decir, que el estudiante al abordar las disciplinas propias de la materia, debía también pasar por una etapa de armado de circuitos de trabajo, enriqueciendo el aprendizaje. También se incorporó un equipo entrenador con elementos neumáticos en la misma versión modular. Todo esto requirió, primeramente, del diseño “en casa” para lo cual, se contrataron técnicos especializados en diversas disciplinas, y poder hacer los desarrollos. Sin embargo, no todas estas ideas fueron lo exitosas que se anhelaba, las combinaciones de software de un proveedor, combinado con el equipo de otra, no eran lo compatibles que se deseaba. Los suministros de laboratorios, seguían teniendo limitaciones. Los equipos de propósito definido, que no se podían usar en ninguna otra cosa, que no fuese el propósito muy específico de utilización. Los equipos modulares que se habían desarrollado, carecían de apoyo en software, y enfrentar esa tarea, desarrollar software específico, requería mucho esfuerzo y una alta inversión económica.

Parte de los análisis y evaluaciones que se hicieron, incluyeron el aspecto de asociarse con alguna institución de educación superior, para conseguir apoyo tanto a nivel académico actualizado y congruente con los proyectos, a sí como apoyo económico. Por lo que se decidió incorporar software al equipo modular, pero también, mejorar el ya existente de los equipos de laboratorio. Esto se encontró en la CCADET de la UNAM.

## **5.5 LA EXPERIENCIA DE DESARROLLO, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA RECÍPROCA E INNOVACIÓN**

En esta parte del trabajo nos enfocaremos al caso de estudio el cual está referido a la vinculación del sector productivo (SP) y el sector científico-educativo (SC-E), es decir, la vinculación del CCADET con *Harry Mazal* para llevar a cabo actividades de desarrollo tecnológico e innovación.

El estudio de caso se divide en dos partes, la primera corresponde a lo que se proyectó de inicio, es decir, el proyecto según lo plasmado en papel, y la segunda parte corresponde a lo que aconteció, es decir, el proyecto según lo acontecido.

## 5.5.1 SEGÚN LO PROYECTADO

### A) LA DEMANDA<sup>14</sup>

La Empresa, firmó un convenio con el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) por dos años, con la idea de que las dos partes tuviesen colaboración para el desarrollo, diseño y comercialización de material e innovación de laboratorios para educación básica, media superior y técnica<sup>15</sup>.

Se tenía proyectado producir el material que importaba a menor costo, innovar e insertar un mayor valor agregado a los equipos de laboratorios que ya se tenían.

Aproximadamente hacia 1998, se comenzaron las pláticas con el CCADET, con el objetivo de que el equipo de H. Mazal tuviera tanto innovaciones incrementales como innovaciones radicales, es decir, el CCADET se encargó de proporcionar el software y el equipo físico<sup>16</sup> para que fuera tecnológicamente más eficiente. En otras palabras, fue la introducción del software (que fue diseñado por investigadores del centro) lo que permitió el avance tecnológico de los equipos y laboratorios.

### B) DIAGNÓSTICO

En esta fase, se tuvieron que encontrar las bases humanas y técnicas para iniciar, encaminar y culminar el desarrollo tecnológico, es decir, se estudiaron las capacidades internas en términos de recursos humanos y físicos: es determinar quién o quiénes y cómo llevar a cabo el proyecto tecnológico.

En esta fase, se debe resolver la incógnita de quién puede solucionar el problema planteado. Como ya vimos dentro de la anterior fase, nuestra empresa modelo tenía como fin el mejoramiento de sus laboratorios, tanto para educación como para investigación, por medio de la introducción de software; el CCADET tenía la misión de crear ventajas competitivas con el software, lo cual traería beneficios a la firma.

Dentro de los procedimientos internos, se obtuvo autorización de la dirección, continuando con los jefes de departamento. El objetivo de esta evaluación interna es definir el equipo de

---

<sup>14</sup> La aparición de escuelas de carácter técnico abrió un camino para una mayor comercialización del equipo didáctico, además de que La Empresa ingresó a la esfera de la producción en serie de dicho equipo.

<sup>15</sup> Con equipo físico me refiero a los bancos de trabajo universales y ciertas partes electrónicas.

trabajo (entre académicos, técnicos, ingenieros y alumnos), aunque existía la posibilidad de que no encontrar los elementos necesarios para resolver los problemas y, por ende, se podría recurrir a la búsqueda de recursos humanos para subcontratación externa [al CCADET] que ayude a la resolución de dichos problemas. Algunos de los siguientes institutos de la UNAM sirven para dicha subcontratación de recursos: Instituto de Ingeniería, Biotecnología y Materiales.

Por otro lado, la firma tenía proyectado la modificación de productos, que de principio importaba como son: laboratorios de control neumático, eléctrico y refrigeración; por lo que fue necesario establecer pláticas con el laboratorio de ingeniería de producto, el laboratorio de mecánica y electrónica (junto con el laboratorio de ciencias) así como la interacción del laboratorio de interacción humano máquina y multimedios. Uno de los problemas es que para el desarrollo de los laboratorios automotriz y aire acondicionado no había la capacidad dentro del CCADET. Para el software que se tenía pensado introducir sobre enseñanza participó el laboratorio de electrónica y de interacción humano-máquina. De esta manera se tenía en la mesa el personal adecuado para llevar a cabo el proceso de desarrollo tecnológico.

### **C) ESPECIFICACIÓN**

En esta fase, uno de los problemas importantes que se presentan es la especificación del producto a desarrollar, es decir, para iniciar el proceso se parte de la “nada”, no hay determinantes concretos que nos indiquen un camino claro y seguro (ya que no es un proceso de ingeniería); sólo se tiene una idea muy general de los que se necesita. Nuestro caso no fue la excepción, ya que el mejoramiento de los laboratorios antes mencionados, partieron solo de la idea misma: hacerlos más competitivos; en unas cuantas palabras, era asentar físicamente y en papel lo que esta en la mente, hacer de lo abstracto algo concreto. Para *La Empresa*, el objetivo fue realizar investigación y desarrollo para el diseño de nuevos modelos y rediseñar el equipo existente y enfrentar la demanda de las escuelas de educación media superior y superior y vocacional y sus respectivos laboratorios de manera eficiente, así como los instrumentos requeridos por éstos.

Por lo que las metas se enfocaron sobre todo en:

1. *Desarrollo de nuevos equipos y sus contenidos.*
2. *Rediseño de equipos ya existentes.*
3. *Pruebas y análisis de fallas para mantenimiento.*
4. *Entrega del paquete tecnológico.*

#### **D) PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA ECONÓMICA**

En esta fase se plantean las directrices económicas (monetarias) del proyecto. Se plantearon los costos del proyecto que incluían materiales, mano de obra, depreciación y recursos humanos calificados (investigadores, becarios, técnicos académicos, etc.). Esto se midió a un tiempo de veinticuatro meses de trabajo. Los costos se fijaron en un millón trescientos mil pesos (\$1,300, 000)<sup>17</sup>. Estos cálculos estuvieron a cargo de la coordinación de vinculación, la secretaría técnica del Centro y la gerencia de producción de la empresa. Por otro lado, la cobertura de los costos se dividió en dos, a saber, la mitad de los recursos (\$650000) fue cubierta por parte de CONACyT (a través del programa PAIDEC<sup>18</sup>) y la otra parte fue cubierta por Mazal.

Las secciones anteriores corresponden a la etapa de gestación, es decir, etapas donde se definieron las líneas del proyecto; en lo siguiente nos referiremos a las etapas de convenio, desarrollo y administración tecnológica.

#### **E) NEGOCIACIÓN**

Como vimos, *La empresa* y el CONACyT firmaron acuerdos, los cuales establecieron los tiempos y los costos del desarrollo tecnológico, para después acudir al CCADET. Esta parte fue manejada por la secretaría administrativa (ya que en aquel tiempo no contaban con el departamento de vinculación) Esta secretaría tiene la tarea de contratar el personal que se necesitaba, incluso admitir a becarios, y personal externo al Centro.

Por otro lado, se planearon las siguientes etapas del proyecto:

- *Establecimiento de necesidades en dos meses.*
- *Diseño (de laboratorios) en tres meses*

---

<sup>17</sup> La nueva dirección de vinculación no sabe a ciencia cierta cómo se calcularon dichos costos

<sup>18</sup> El Programa de Apoyo a Proyectos Conjuntos de Investigación y Desarrollo (PAIDEC) es un programa que forma parte del Proyecto para el Conocimiento y la Innovación suscrito entre CONACYT y el Banco Mundial, busca impulsar la competitividad de empresas nacionales co-financiando proyectos cooperativos entre éstas e instituciones de educación superior.

- *El desarrollo mismo del proyecto en ocho meses*
- *Pruebas de los desarrollo tecnológicos (de los laboratorios a desarrollar) en dos meses.*
- *Segunda fase de diseño y desarrollo en mes y medio.*
- *Integración del paquete tecnológico, es decir, planes, manuales, aparatos, entre otros, en medio mes.*

Además se planteó la formulación del personal quedando como sigue: El jefe del proyecto, cinco ingenieros en electrónica, un pasante de ingeniería y un diseñador industrial (del laboratorio de ingeniería del proyecto).

Con esta delimitación de los objetivos y del personal, se estimó un impacto por parte de la Mazal en términos económicos y de competitividad, las cuales se especifican a continuación: Se calculó un incremento en las ventas en once millones de pesos, es decir, un incremento del veinte por ciento en las ventas, lo que se traduce en una mejor competitividad, que se traduce en un incremento para La Empresa del quince por ciento en su producción.

Se comienza a trabajar a partir de agosto del año 2000 y se construye un proyecto integral, es decir, se crean vínculos con empresas, con recursos humanos calificados (investigadores, técnicos, ingenieros, estudiantes, entre otros) y con instituciones de educación superior y centros de investigación; además, se establece una derrama en conocimiento bidireccional, ya que la gestión de la innovación es un catalizador del conocimiento.

## **F) CONVENIOS**

Una vez puestos en papel los costos, los tiempos y el personal, en el año 2000 la empresa firma un convenio con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (a través de los PAIDEC), que permitió hacer un convenio de desarrollo tecnológico con el CCADET.

El CONACyT aportó el cincuenta por ciento de los recursos, mientras que la empresa aportó el resto. Se tenía como objetivo un financiamiento para el desarrollo e innovación tecnológica, el cual estuvo calculado a tres años. Una vez resuelto esto, la empresa acude al CCADET para formular las directrices del desarrollo, la cual fue planteada a dos años.

## **G) ADMINISTRACIÓN TECNOLÓGICA (Laboratorios y desarrollo tecnológico)**

Como mencionamos, uno de los requisitos que el CONACyT estableció para poder financiar el proyecto, es que *La Empresa* y el CCADET tenían que reportar trimestralmente los

avances obtenidos en el proyecto<sup>19</sup>. En el cuadro 5.1 se presenta de forma sintética y temporal cada uno de los reportes:

Cuadro 5.1

1 <sup>o</sup> de Agosto, 2000	Se comienza a trabajar	
3 meses	SEP-NOV (2000) – FEB 01	1 <sup>er</sup> Informe trimestral
3 meses	DIC-ENE-FEB (2001)	2 <sup>o</sup> Informe
3 meses	MAR-ABR-MAY (2001)	3 <sup>er</sup> Informe
3 meses	JUN-JUL-AGO (2001)	4 <sup>o</sup> Informe
3 meses	SEP-NOV-DIC (2001)	5 <sup>o</sup> Informe
1 mes	DICIEMBRE 2001	6 <sup>o</sup> Informe y final
16 meses en total		

Fuente: Coordinación de vinculación del CCADET

Por otro lado, se estableció que los pagos al centro debían ser calculados sobre el porcentaje de los avances en términos reales, es decir, el centro tenía que mostrar el porcentaje de los avances por medio de los reportes. Para las siguientes etapas, es decir, para las etapas del cierre de proyecto, de transferencia tecnológica y evaluación y vigilancia, se establece su avance en términos de los que realmente sucedió.

### 5.5.2 LO ACONTECIDO

Para el caso de la demanda, no hay cambios entre lo planeado y lo sucedido. Después de una investigación hecha por H. Mazal sobre vinculación de la industria con el ITESM y una área análoga del IPN; se acertó con una división de la UNAM: el Centro de Instrumentos (hoy CCADET), quienes ya tenían experiencia en el desarrollo de prototipos y equipos didácticos. Además, tenían varios laboratorios dedicados a diferentes ciencias y tecnologías, como electrónica, mecatrónica, entre otras.

Muchas fueron las horas y recursos que invirtió H. Mazal en desarrollar prototipos, manuales de prácticas estructurados, y llevarlos a la realidad en un tiempo razonable, sin embargo siempre la medida mínima era de varios meses, aún para un desarrollo sencillo.

Se inicia contacto con el personal del Centro donde se definió cómo desarrollar el equipo de laboratorio de ciencias con características particulares; esto se dio porque aquellos mostraron algunos de sus prototipos, producto de los programas de investigación y desarrollo universitarios, que conllevó a la empresa a vislumbrar un paquete tecnológico completo con equipo y accesorios para los laboratorios y poder satisfacer la demanda del

mercado. Por lo tanto el Centro tenía las capacidades para desarrollar la tecnología necesaria y hacer frente a los requerimientos de las escuelas.

Además, se tomó en cuenta que el producto a desarrollar tenía que contar con las adecuaciones necesarias para equilibrar el paso del tiempo, es decir, tenía que ser un producto que se adecue constantemente a los cambios en la demanda.

Se comenzó el proyecto con formatos de CONACYT hacia junio 20 de 2000. Adicionalmente, una vez obtenido el visto bueno, el Consejo pidió la firma para convenios de mutuo acuerdo, para la consecución del proyecto. Los correspondientes a este proyecto se obtuvieron de la siguiente manera:

CONACYT-UNAM	acuerdos previos
UNAM-H. MAZAL	12 febrero 2001 X 5 años
EMPRESA-CONACYT	13 julio 2000 x 3 años

Se establecieron necesidades a partir de septiembre de 2000, tardando dos meses en su análisis, para pasar a la etapa del diseño el cual tardó tres meses. Una de las causantes del retraso fue cuando se planeó trabajar en agosto del año 2000 sobre la etapa de especificación, alcance y costo, que en realidad eran muy vagas. Lo que llevó a que se comenzara a trabajar en enero de 2001, dejando un saldo de cinco meses de retraso. Lo que para este tiempo, se requería tener el segundo informe para el CONACYT, y que no se tuvo.

En términos de recursos humanos, de inicio se tomaron en cuenta solo de tres a cinco integrantes, pero se extendió de quince a veinte (hacia marzo de 2003), que dependió de la etapa en la que se encontrara el proyecto. Además de que no contaban con un departamentote vinculación, lo cual hacía que el proyecto recayera en el jefe técnico, en tres ingenieros, un diseñador y un ingeniero mecánico (taller mecánico).

El problema es que no había reuniones suficientes para poner en marcha el proyecto con los recursos humanos disponibles, es decir, había un falta de coordinación entre las partes para lograr las metas establecidas, lo que indica una mala administración en la gestión tecnológica. Teniendo en cuenta que las pocas reuniones que se tenían eran para redefinir los alcances, para redefinir los diseños y evaluar el software.

A partir de ese momento, se creó el departamento de vinculación como parte fundamental del funcionamiento de CCADET (ya que en éste se encontraban otros proyectos con la misma necesidad de vinculación), estableciendo las siguientes acciones de gestión tecnológica:

1. *Instalar reuniones semanales con los integrantes del proyecto.*
2. *Verificar avances.*
3. *Una alianza con el cliente*

Otro de los problemas es que se detectó que el problema de desarrollo tecnológico no fue entendido (parálisis por el análisis) por parte del área de mecánica, además de que el departamento de diseño aún no intervenía (tardó aproximadamente tres meses en hacerlo).

Con aquellas acciones y trabajando con el ingeniero de H. Mazal responsable de la empresa, con el informe de la revisión del software por parte del laboratorio de electrónica y tomado algunas fotografías de las tarjetas electrónicas se armó el primer informe, que se presentó en febrero del 2001. Siguió las reuniones semanales, además de que se avanzó en el desarrollo electrónico y el desarrollo de las cajas de los aparatos.

Por otro lado, el ingeniero de la empresa propuso el desarrollo de un banco universal de montaje para los cinco laboratorios e ingeniería de la producción tuvo cinco meses, hasta junio del 2001, para desarrollarlos.

El segundo informe para CONACyT se estructuró en julio de 2001, pero se recibió la respuesta del primer informe, que estuvo a cargo del evaluador externo de la institución, informando del atraso del 30%. Pero lo más alarmante fue que el segundo informe se evaluó como atrasado, y más aún, no se estaba siguiendo el plan de etapas del proyecto ofrecidas. En esta etapa, se requiere del primer pago; en el segundo informe hay un avance del 30% lo que significó un pago de 200,000 pesos. Así, el ingeniero replanteó el proyecto ante CONACyT, es decir, una nueva calendarización, teniendo como respuesta un no.

Hasta el tercer informe, entre junio y agosto de 2001 (con el 100% de avance en el establecimiento de necesidades, el 95% de avance en el diseño y el 15% en desarrollo), la empresa se declaró en suspensión de pagos, que se extendió por un año. De octubre de 2001 hacia octubre de 2002, los laboratorios estuvieron trabajando a baja intensidad, es decir, las actividades que se planearon en principio no dejaron de funcionar. Se realizaron trámites ante CONACYT, ya que también estaba atrasado el fondo económico, en base a los atrasos en los reportes, de acuerdo con el evaluador.

Hacia julio de 2002, se dio aviso de que había ciertos recursos (aunque la empresa tuvo bajas ventas) y se podría reiniciar el proyecto. Por lo que gestión y vinculación realizó negociaciones con la dirección, con la secretaria técnica e investigadores, finalizando en la aceptación de dicha reanudación. Pero además, la empresa tenía la tarea de negociar la extensión de su proyecto con el CONACyT, ya que este último avisó de la suspensión temporal y que el periodo de la misma sería de febrero de 2002 a febrero de 2003. De esta suerte, se reanuda los trabajos en 2003.

El cuarto informe se dio en abril de 2003, pero CONACyT dio hasta diciembre de 2003 como fecha límite para la conclusión del proyecto, porque los programas de PAIDEC se dieron por concluidos. Pero la administración y gestión interna del CCADET creó una estrategia de solución: dentro del año y medio de suspensión, el jefe técnico le propuso al jefe del laboratorio de interacción humano-máquina que desarrollé y diseñe multimedia de los laboratorios en tercera dimensión, es decir, animaciones en 3D, con lo que se pensaba diseñar laboratorios virtuales y se finalizó con el desarrollo del software al que se le dio el nombre de “El maestro tuercas<sup>20</sup>” con una ambiente de video-juego.

La siguiente figura 1 es la presentación general en pantalla del software del “Tuercas”

Figura 1



Hacia 2004, hubo una nueva suspensión de labores por falta de recursos y el cierre de los PAIDEC, esta suspensión duró aproximadamente un año, y en noviembre-diciembre de 2005, se entregó el paquete completo y terminado.

---

<sup>20</sup> El Maestro Tuercas es un software adaptable para enseñanza de alumnos, técnicos, etc. para controlar sistemas neumáticos, hidráulicos y eléctricos. Por lo que se alivia el problema de los laboratorios y del tiempo.

La definición final quedo así: de los 4 equipos de laboratorios (control eléctrico, refrigeración, neumática e hidráulica), se decidió desarrollar hasta sus últimas consecuencias dos, que es el de electricidad y neumática, y posponer para una 2ª etapa los otros dos. Además se lograron incorporar al banco de trabajo universal, desarrollado por el CCADET, diez instrumentos virtuales de medición y diez instrumentos de medición tipo profesional. Además, se planeo una segunda etapa con los otros dos laboratorios y su implementación respectiva de Software.

Finalmente, en febrero de 2005 se envió el último informe con el 100% del trabajo realizado. De esta manera, el proyecto duró cinco años y con un costo, que si se toma en cuenta los salarios de los investigadores por hora, becas, materiales, etcétera, de aproximadamente cinco millones de pesos<sup>21</sup>.

## **5.6 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y NUEVOS PRODUCTOS**

El resultado de la gestión tecnológica que contribuyó a que *La Empresa* obtuviera un desarrollo tecnológico es el siguiente: Se desarrollaron dos versiones del software del “Maestro Tuercas<sup>22</sup>”, uno para el control eléctrico y otro para el control neumático. Esto quiere decir, que solo se entregaron dos laboratorios (ya que para los laboratorios de control hidráulico, aire y refrigeración se contempla otro proyecto), pero se tenía que acabar con el cien por ciento de la multimedia, que integra películas, manuales, etcétera. Además de que se entregó un módulo universal para el control de estos dos laboratorios.

En la figura 2 se muestra el banco universal con los módulos para los laboratorios. De neumática y electricidad.

En estos bancos, se muestran los elementos necesarios para las prácticas de los respectivos módulos. Además se muestra que cada uno de los medidores como voltímetro, amperímetro, medidores de presión y temperatura, están conectados a la interfaz del sistema LABSIS, que es el equipo que recibe la señal de estos medidores, y que está conectado al CPU con el software del Tuercas. Al operar la interfaz junto con sus módulos (elementos para las prácticas) y el programa de control en la computadora personal, se

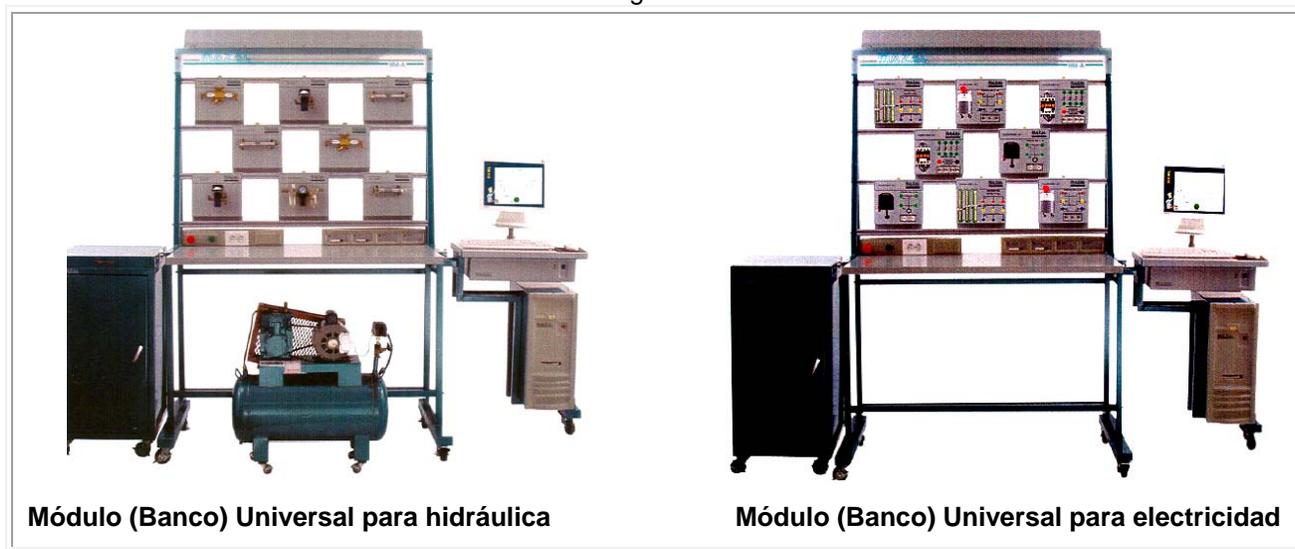
---

<sup>21</sup> Este es un cálculo se hizo a partir de inferencia sobre los salarios, materiales y las horas de trabajo de los participantes.

<sup>22</sup> La finalidad del maestro tuercas es el control de los equipos eléctrico y neumático.

conforma un poderoso y versátil instrumento de registro y análisis de datos, el cual puede utilizarse para tareas de apoyo a la enseñanza o bien en pruebas sencillas de laboratorio<sup>23</sup>.

Figura 2



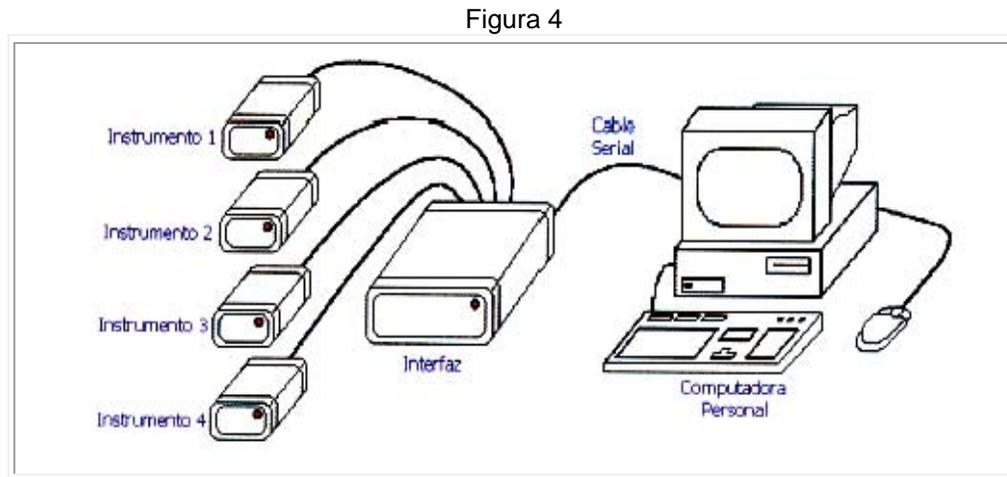
La figura 3 es un ejemplo de los medidores adaptados a la interfaz

Figura 3



<sup>23</sup> CCADET, reporte final a CONACyT

La figura 4 es un esquema general de cómo están conectados los instrumentos y el CPU:



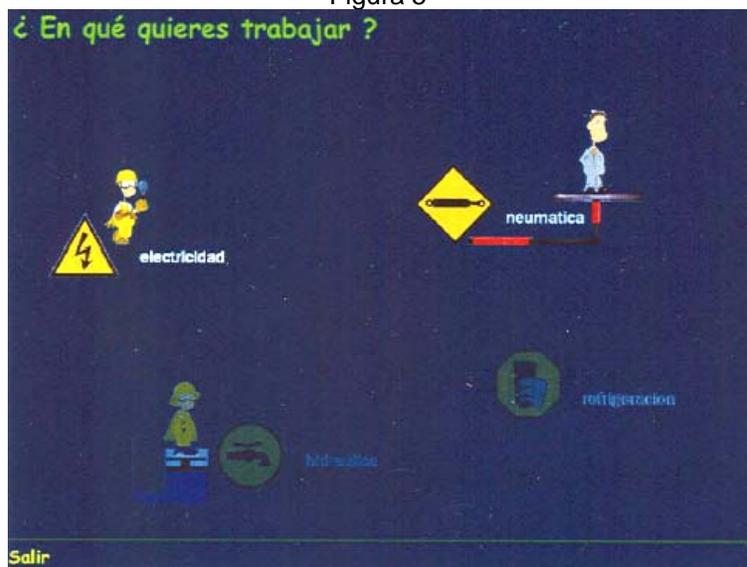
Pero el desarrollo más importante que se llevo a cabo en este proyecto es la creación del software del “Maestro Tuercas” que es una animación virtual sobre prácticas de los dos bancos de trabajo antes descritos. Pero El Tuercas también es un experto en ciertas áreas que están involucradas en mantenimiento de equipos y aparatos que requieran mano de obra calificada en refrigeración, hidráulica, neumática y electricidad. El software es una herramienta con una serie de instrumentos que preparan al futuro técnico en las disciplinas mencionadas, con definiciones, conceptos, simbología y cálculos sencillos que van llevando al estudiante por una gran cantidad de diversos escenarios, desde los más sencillos hasta los más complejos.

Este sistema integra videos, sonidos, imágenes, simulaciones, etc., acerca de sistemas neumáticos y eléctricos, de modo que un estudiante puede analizar sistemas que se comportan de una manera cercana a los que deberá atender en su vida laboral. El sistema es además capaz de simular fallas en los componentes presentados, de modo que el estudiante tiene la oportunidad de enfrentarse a situaciones de análisis en las que puede adquirir experiencia y depurar sus habilidades. Finalmente, el sistema integra un avatar o tutor (el Maestro Tuercas), que puede dar consejos al estudiante, de modo que en situación de incertidumbre o confusión, el alumno tenga los medios para salir adelante.

En resumen este desarrollo trata de un software multimedia dirigido a estudiantes de nivel bachillerato técnico que busca, a través de una serie de ejercicios y estrategias, coadyuvar al aprendizaje de los alumnos en las cuatro áreas mencionadas.

El funcionamiento, a grandes rasgos del software es el siguiente: Una vez ingresando con una cuenta personal se accede al menú de prácticas (figura 5)

Figura 5



Una vez realizado esto se accede al menú para elegir la actividad de la práctica seleccionada. Ya que se escogió la actividad se accede directamente a la práctica la cual contiene el objetivo, el material y las instrucciones, además de los diagramas que representan lo que está sucediendo en los módulos y en los medidores del banco universal.

Por lo que este software tiene la finalidad de acercar al estudiante, de manera sencilla y atractiva, a las situaciones reales con las que se puede encontrar en la vida laboral.

Por otro lado, el cierre del proyecto queda en parcial por que se tienen planeados el diseño de los otros laboratorios. En cuanto a la transferencia tecnológica formal, no sean establecidos mecanismos ni convenios para tal suceso ya que los aparatos eléctricos y electrónicos así como el software del Maestro Tuercas pertenecen aún al CCADET, que cuenta con la marca nominativa (La UNAM tiene con el derecho de establecer su patrimonio), dejando la posibilidad de proceder por cada uno de los laboratorios.

Sobre la propiedad intelectual<sup>24</sup> del proyecto, solo el desarrollo del software del “maestro tuercas” y los laboratorios de neumática e hidráulica están protegidos. Pero los bancos de trabajo (que son cuatro) y sus componentes ya conocidos<sup>25</sup> no lo están; aunque está la protección del banco como tal, es decir, como diseño industrial y de marca: Taller del Maestro Tuercas. Este procedimiento está basado sobre las normas del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) bajo el tipo de clase nueve (productos) y la clase cuarenta y dos (servicios)<sup>26</sup>

## **5.7 EVALUACIÓN Y BALANCE DEL CASO DE ESTUDIO**

Podemos evaluar este caso de estudio desde diferentes puntos de vista. Primero, el desarrollo tecnológico llevado a cabo se relaciona con el sector científico-educativo por lo siguientes razones: 1) el software del taller del maestro tuercas permite utilizar herramientas que permiten generar recursos humanos calificados, por que es un instrumento que ayuda a estudiantes de bachillerato a resolver problemas mediante prácticas virtuales, que asemejan la realidad, sobre temas específicos. Es decir, con este desarrollo se están creando los incentivos que pudiesen encaminar a los estudiantes a continuar con estudios a nivel licenciatura, con el incentivo de poder incorporarse a las áreas del conocimiento que contengan elementos para el desarrollo tecnológico e innovación. Al final de cuentas, en la ciencia.

Pero también, El Tuercas puede ser utilizado en prácticas profesionales, ya que cuenta con los elementos necesarios, como medidores profesionales, instrumentos virtuales y las prácticas mismas, incentivando a los alumnos a ser más creativos e identificar con mayor facilidad los problemas más técnicos y aunado al conocimiento en general que se difunde en las aulas, se tendrían recursos humanos calificados para la ciencia aplicada o básica.

Aunque el desarrollo está enfocado a las prácticas en los laboratorios y nivel escolar antes mencionado, se podría expandir aún más su utilidad, por ejemplo inducir a estudiantes de primaria o secundaria a temas de ciencia por medio de prácticas sencillas como podrían ser la medición de voltajes, de resistencia, de presión, entre otras muchas. Esto permitiría

---

<sup>24</sup> HERNÁNDEZ, Jardines Iris. Propiedad Intelectual de la Coordinación de Vinculación y Gestión Tecnológica. CCADET

<sup>25</sup> Aquí nos referimos esencialmente de cómo están distribuidos los componentes del banco.

<sup>26</sup> Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño relacionados con estos; servicios de análisis e investigación industrial; diseño y desarrollo de equipo y programas de computadora o software.

aumentar la cultura científica y tecnológica, que a largo plazo se puede convertir en una práctica casi automática.

En segundo, el taller incide sobre el sector electrónico-informático, ya que el desarrollo tanto de los medidores como del banco universal son parte del complejo de instrumentos electrónicos que en los últimos años, y que incluso es parte de la recuperación del sector, ha crecido sin precedentes. Por lo que se podría pensar en producir este desarrollo a gran escala, y como son una parte dinámica de las exportaciones del sector, entonces pueden incidir de forma positiva en la generación de tecnología propia. Esto se podía dar si el taller no solo es insertado en la escuelas técnicas par las prácticas, si no en una gamas amplia de aplicaciones, incluso para el sector productivo mismo.

Ahora, el desarrollo tecnológico qué lecciones deja. En primer lugar nos permitió identificar con mayor claridad los procesos de creación, acumulación y difusión del conocimiento y, en segundo lugar, El Taller del Maestro Tuercas contiene elementos importantes que nos muestran las deficiencias existentes tanto en las Instituciones de Investigación como en las empresas y gobierno. En lo que sigue explicaremos estas dos lecciones.

La intervención de los investigadores, técnicos y estudiantes en el desarrollo, permite incorporar nuevos conocimientos y aplicar los ya existentes, creando una esfera virtuosa de retroalimentación del conocimiento tanto tácito como explícito, concretándolos en una mercancía en particular. Pero el caso de estudio muestra los desaciertos y aciertos de los intentos y mecanismos para vincular a las empresas con las instituciones de investigación. Muestra cómo los flujos de conocimientos que se establecieron entre la empresa y el CCADET ayudaron para que, de un lado, este último profesionalizara la gestión tecnológica y abriera caminos para establecer mayores acuerdos y proyectos de cooperación y vinculación. Así como de incorporar a los investigadores a los procesos y mecanismos que permiten a la ciencia colaborar con la esfera productiva, y generar un mejor entorno económico y social.

En este sentido, Harry Mazal encontró en la UNAM una institución capaz de resolver problemas complejos que permitirán a la empresa mejorar su posición en el mercado y lograr expandir su planta productiva. Por lo que en la UNAM no solo se encuentran las bases para generar conocimientos abstractos y generales, sino que también es capaz de resolver los problemas más apremiantes en el ámbito empresarial.

Si bien se logró crear nueva tecnología a favor de cierta empresa, el caso de estudio muestra los grandes problemas que existen para que tanto la esfera productiva como la científica coadyuven al desarrollo económico. Primero, este caso de estudio contiene elementos excepcionales, porque existe una estructura improvisada que conllevó a que lo planeado quedara totalmente fuera de lo acontecido, desde el personal (se incorporaron más investigadores y técnicos, así como más laboratorios de lo que se estableció en un inicio) hasta el financiamiento (que se planeó en un millón y medio de pesos y se extendió dos veces más) pasando por los tiempos de entrega de los reportes sobre los avances en la investigación (algunos tenían hasta tres meses de atraso); pero también porque la empresa no tenía conocimientos acerca de los procesos de innovación y cambio tecnológico dentro de su propia planta productiva, lo que conllevó a que ésta no contará con los recursos (económicos y humanos) disponibles necesarios para lo que pretendía, de ahí que en dos ocasiones se cancelará temporalmente de desarrollo tecnológico.

El segundo problema es que esta característica improvisada y la falta de conocimientos, están relacionados con la poca cultura empresarial y el casi nulo sistema de políticas públicas que permitan el buen funcionamiento de la vinculación. Por una lado, el gobierno pone una serie de requisitos que muchas empresas no las alcanzan a cubrir, como por ejemplo los recursos financieros propios, llevando a las empresas a quedarse al margen de la innovación. Es decir, no existe una política nacional de articulación del sector científico-educativo con el resto de la industria, y por el otro, la empresas (o los empresarios) en México no están preparadas para recibir los cambios tecnológicos (ya sea que le son desconocidos, o simplemente impera la pereza en relación a los procesos antes mencionados).

Por lo tanto, en México, encontrar el vértice donde concurren tanto la línea de la ciencia aplicada como la básica no es tarea fácil. En este caso, el vértice se llama “El Maestro Tuercas” y la figura geométrica resultante es un círculo de ideas y de aprendizaje que recorre todo el perímetro conformado por el mercado, la Universidad, la sociedad y el gobierno.

## CONCLUSIONES GENERALES

- i. El conocimiento se ha insertado en la sociedad y en la economía como un elemento esencial para el desarrollo y bienestar socio-económico. En China<sup>1</sup>, por ejemplo, la mutua cooperación entre gobierno, centros de investigación (públicos y privados), IES y empresas han originado un círculo virtuoso donde confluyen factores esenciales que impactan de manera directa en elevar el bienestar y la competitividad, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Factores como la circulación, acumulación y difusión de conocimientos, tanto tácitos como científicos, construyen estructuras sólidas para resolver problemas centrales, adaptándose con mayor facilidad a futuros desafíos. Lo anterior genera una gran competencia entre las empresas, y entre los mismos individuos que generan el conocimiento. Por que cada una de aquellas tiene como objetivo establecer su dominio en el mercado a través del incremento tecnológico y/o de innovación, es decir, a través del conocimiento aplicado o al incremento de ciencia aplicada a sus procesos de producción. Pero sola la adecuada vinculación entre las empresas, instituciones científico-educativas y el gobierno, permiten que la aplicación de ese conocimiento en la industria se lleve a cabo de forma eficaz y eficiente permitiendo con ello el bienestar social y, sobre todo, la mayor obtención de ganancias por parte de las empresas. Es entonces la economía del conocimiento una nueva fase histórica del modo de producción capitalista, que tiene como principal característica el incremento sin precedente de la aplicación del conocimiento.
- ii. El potencial incremento en la utilización de la ciencia [aplicada] a la esfera productiva ha permitido el rápido desarrollo de la electrónica y de la informática (SE-I). En el primer caso, la aparición de la microelectrónica y de los nuevos materiales ha permitido que la fabricación de componentes electrónicos cumplan con las condiciones de costo decreciente, oferta prácticamente ilimitada, uso generalizado y capacidad de disminuir los costos de los factores de producción de un conjunto amplio de bienes y servicios. Además de generar un incentivo a integrar estos componentes en mercancías de uso cotidiano, como son los teléfonos celulares, las

---

<sup>1</sup> XIWEI, Zhong y XIANGDONG, Yang. Las Universidades e Institutos de investigación y su vínculo en la industria. El desarrollo de la industria de la computación en China. 2006

computadoras portátiles (adjuntando la Internet móvil), los reproductores de video y audio portátiles (mp4), entre otros muchos. En el segundo caso, el desarrollo vertiginoso de la informática y de las telecomunicaciones, con ayuda de la electrónica, permitieron el nacimiento y uso común de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) como por ejemplo la Internet, la televisión digital, telefonía celular, software, entre otras. Lo que ha permitido un fácil acceso a una inmensa fuente de información (de conocimiento), gran capacidad de almacenamiento, interactividad y digitalización de la información.

- iii. Pero la incorporación de tecnología a la esfera productiva es analizada desde diferentes puntos de vista, en este trabajo se toma como referencia la propuesta neoschumpeteriana, la cual establece que aquella es un elemento dinámico y endógeno para la producción que involucra a empresas, IES y gobierno. En esta propuesta, existe un elemento característico: el aprendizaje. Este último permite crear nuevas capacidades de generación de conocimiento y su respectiva retroalimentación, es decir, el conocimiento fluye desde los centros de investigación y las IES hacia las empresas pero también de esta última hacia los primeros, creando un círculo de aprendizaje que incide positivamente en la producción, en la sociedad y en la economía. El aprendizaje es por tanto un sistema integrado que involucra a toda la cadena de valor en la producción, desde la I&D básica hasta la difusión comercial de las mercancías (innovación), pasando por la producción misma y sus elementos subyacentes. Esto trae consigo que cada empresa o unidad económica contenga elementos tecnológicos y conocimientos inherentes y distintivos entre si. Por lo que la tecnología es de especificación incompleta y de captación y transferibilidad imperfecta.
- iv. Cuando se analiza la situación de México a partir de su inserción internacional a la economía del conocimiento, el panorama es algo distinto, ya que este proceso es localmente incipiente y lento. Primero, existe un industria electrónica (SE) mexicana de exportación que incide considerablemente sobre la dinámica del mercado internacional, sin embargo esta industria se enfoca en su mayoría a actividades de maquila de componentes electrónicos para empresas trasnacionales como IBM, Hewlett-Packard, entre otras. Por el otro lado, la industria de telecomunicaciones (SI)

si bien ha logrado una gran expansión en el mercado internacional (a través de la sobre-ganancia de Telmex), no ha contribuido a establecer un mecanismo de generación tecnológica endógena, restringiendo aún más la vinculación entre empresas y centros de investigación así como IES. Esto incide de manera negativa en el aprendizaje, en la circulación, acumulación y circulación de conocimientos lo que a largo plazo es un impedimento para el desarrollo de nuestro país, poniéndonos en gran desventaja con los demás países.

- v. Segundo, las políticas públicas que inciden en el fortalecimiento de las IES y centros de investigación (a la ciencia y la educación en general) no son suficientes. Por un lado, el gasto federal en I&D como porcentaje del PIB está muy por debajo de países como Brasil o China, lo que imposibilita el desarrollo de una industria tecnológicamente competitiva a nivel mundial; por otro lado, el gasto en ciencia y tecnología así como en educación han crecido relativamente lento. Esto último, impide que nuestro país se inserte completamente en la economía del conocimiento, aumentando la brecha tecnológica y científica en el ámbito internacional.
- vi. Si la participación de los centros de investigación y las Instituciones de Educación Superior en la construcción de estructuras sólidas para el desarrollo tecnológico y científico es significativa, en nuestro país no lo es del todo. En los últimos años la población que se encuentra en alguna IES se concentra en áreas del conocimiento donde no se le da importancia a las actividades de ciencia y tecnologías, nos referimos a que casi la mitad de la población escolar prefiere agruparse en áreas como las ciencias sociales y administrativas, y no nos referimos a que estas áreas no contengan conocimiento que coadyuve al desarrollo de la ciencia, el problema es que lo hacen en una pequeña proporción, ya que no incentiva actividades para el desarrollo científico y tecnológico aplicado a las actividades industriales. Más aún, la matrícula de alumnos que prefiere incorporarse a actividades relacionadas con la ciencia es muy pequeña (menos de 2% en el nivel licenciatura), además de que esta pequeña parte está en cierta IES pública. Si añadimos que en la última década ha ido en aumento la matrícula escolar de las IES privadas, entonces el rango de alumnos en las públicas es mucho menor, mermando el interés por la ciencia y la tecnología. Esto

nos indica que muchas IES no están lo suficientemente comprometidas con la I&D, lo que pone en riesgo la producción científica y el desarrollo tecnológico.

Todo esto, es decir, la poca cultura científica que se establece desde las aulas, el lento crecimiento de los recursos destinados a educación y la mayor concentración de alumnos en áreas administrativas y sociales, conllevó a que nuestro país se encuentre en los últimos peldaños en cuanto a nivel educativo de entre los miembros de la OCDE.

La UNAM, por otro lado, es la universidad más grande de nuestro país, tanto en población como en producción científica (casi el 50% de ésta la realiza la Universidad) y muy por encima del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Metropolitana. Aunque es un dato alentador, es una muestra que los recursos tanto humanos como económicos que impulsan el desarrollo científico y tecnológico no están distribuidos de forma homogénea, por lo que tal actividad se desarrolla bajo estructuras de poca vinculación tanto de recursos humanos como de las IES mismas con el sector productivo y una intensa competencia internacional con los más altos estándares de ciencia aplicada.

Por último, los centros de investigación existentes en nuestro país dependen del sector público, pero no están insertadas en la esfera productiva como lo están en otros países, lo que es un indicativo de la falta de políticas públicas que regulen la participación y vinculación de las dos partes y poder conformar un Sistema Nacional de Innovación integral que permita el desarrollo y crecimiento de nuestra sociedad y economía bajo los estándares de la ciencia y la tecnología.

- vii. El caso de estudio presentado es una muestra de la consecuencia de la poca cultura tanto científica, gubernamental y empresarial, incluyendo en esta última la poca cultura sobre los procesos de cambio tecnológico e innovación. Primero por que las empresas no encuentran en los centros de investigación (como si lo hace en China) ni en las IES los componentes tecnológicos que les sirvan para competir de forma eficiente en el mercado, sobre todo en el SE-I. Es decir, estas últimas no encuentran productos novedosos que sirvan para mejorar sus procesos productivos. Pero también, estas empresas desconocen las actividades que se llevan a cabo en las instituciones de investigación, por lo que existe un abismo de información entre las

actividades de éstas y sus desarrollos tecnológicos y las necesidades de las empresas. Se desconocen mutuamente. En nuestra investigación, nos pudimos dar cuenta de que las empresas con pocos recursos y aunque quisieran ser partícipes de las actividades de I&D están más preocupadas por conflictos que tienen que ver con salarios, financiar su capital fijo, entre otros. Por lo que no contemplan la posibilidad de llevar a cabo, en conjunción con las IES y centros, proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico y la innovación. Segundo, las políticas públicas están muy dispersas y sesgadas en cuanto a incentivar a las individuos dedicados a la industria a vincularse con los científicos (incluso estudiantes) y generar el suficiente potencial para establecer un aparato productivo eficiente tanto internamente como externamente. Además, el gobierno tiene la obligación de difundir y proteger las actividades de ambos para que los últimos se conozcan de forma más amplia y cercana a favor de la sociedad mexicana. Pero esto no se consigue, ya que el gobierno federal no dedica la suficiente fuerza para tal objetivo.

No debemos olvidar que este último también tiene la obligación de aportar los recursos humanos, financieros y jurídicos para que las empresas y todo el SC-E funcionen con la mayor y mejor manera. Desafortunadamente, los recursos que pone a disposición nos son suficientes para elevar y mejorar las actividades de investigación básica y aplicada, lo que conlleva a deteriorar el panorama de generación de tecnologías propias, de crear empresas propias a niveles de competitividad mundial y sobre todo al detrimento del bienestar de la sociedad, sin vislumbrar, en el corto plazo, una salida y crear una mejor perspectiva.

Tercero, el potencial de las instituciones de investigación y IES es alto en cuanto a que generan los suficientes recursos humanos calificados (o lo que le permita sus capacidades económicas), además de que realizan investigaciones de alta calidad en vastas áreas del conocimiento. Pero también existe un sesgo cultural en contra de la vinculación de con las empresas. Este sesgo puede explicarse de la siguiente manera: las IES contemplan a la vinculación con las empresas como un elemento innecesario para su buen funcionamiento, dejando de lado posibilidades, incluso de ser en cierta medida autosuficientes económicamente hablando, de generar mayores investigaciones, de que sus trabajos sean conocidos en amplios de sectores de la

sociedad, de incentivar a las generaciones venideras para encontrar soluciones a largo plazo de los problemas más apremiantes de nuestra sociedad. Y cayendo en la idiosincrásica actitud de la arrogancia y de desmeritar campos de acción y conocimiento fuera de las aulas.

Nuestro caso de estudio además, es el reflejo de la ineficiente construcción de la esfera de innovación, que va desde el bajo financiamiento del gobierno para incentivar los proyectos de innovación que pueden incidir positivamente en los procesos productivos de las empresas y su consecuente renovación e incremento tecnológico de capital fijo, hasta los conflictos internos que se presentaron en la Universidad, y que sin ir tan lejos en todas las IES y centros de investigación, en cuanto a la gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo.

- viii. A pesar de todos las barreras administrativas, de recursos humanos y financieros, pero sobre todo, a pesar de la poca cultura científica y empresarial, así como de la escasa promoción de políticas públicas a favor del desarrollo y vinculación científica-empresarial, el desarrollo del “Maestro Tuercas” y la creación de los bancos de trabajo es una muestra que la vinculación si se puede establecer y los beneficios pueden permear a diferentes estratos sociales, por ejemplo, a escuelas técnicas, a laboratorios, a empresas, entre otros. Esto por un lado, por el otro, a falta de una tecnología propia, de una industria electrónica fuerte, pero orientada a la exportación y a la maquila, de un sector educativo el cual está concentrado en áreas del conocimiento como las ciencias administrativas (que es algo diferente a las ciencias exactas y naturales), el taller del “Maestro Tuercas” es un buen inicio para que los sectores antes mencionados tomen en cuenta a las actividades de I&D a favor de la economía interna y fortalecer la externa.
- ix. En cuanto a los procesos de aprendizaje, el CCADET no contaba con una clara visión sobre la de gestión tecnológica ni mucho menos vislumbrar la posibilidad de institucionalizar las actividades de investigación que internamente se llevan a cabo y trasladar cada uno de sus desarrollos tecnológicos al ámbito externo y productivo. En la actualidad, el departamento de vinculación ha hecho un excelente trabajo para modificar esta visión, corrigiendo los procesos administrativos y gestionando de manera más eficiente los trabajos realizados en ella. Por lo que este Centro adquirió

el aprendizaje y experiencia necesaria para que los desarrollos tecnológicos futuros no encuentren los obstáculos que el maestro Tuerkas encontró

- x. Por lo tanto, el funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación en los términos propuestos por Silvia Almanza e Hilda Hernández (2006): “aquella red conformada por instituciones públicas y privadas donde tiene lugar la producción, distribución y uso del nuevo conocimiento y tecnología, que puede considerarse como un sistema de aprendizaje”, puede ser visto en este caso como real, ya que se conformó una red entre una institución y un representante del sector productivo. Además, el conocimiento acumulado por el CCADET, es decir, las investigaciones y desarrollos pretéritos, pero también la producción continua del mismo, fue de gran apoyo para que la empresa los utilizara a su beneficio, creando así un sistema de aprendizaje. Pero esta visión tiene que ir más allá, porque si incluimos al gobierno, éste al no contempla o no quiere contemplar la importancia de estas relaciones, ya que año con año disminuye su apoyo económico y legal poniendo en grandes apuros la conformación del Sistema Nacional de Innovación como un organismo autónomo y autoregeneración. Pero en general, los conflictos de la casi nula innovación y desarrollo tecnológico, más allá de ser políticos o institucionales, que si existen, tienen que ver con una tradición científica anacrónica y que día a día se va extendiendo más. Sin una política pública que revierta la falta de cultura científica y empresarial, las instituciones de investigación y las empresas no serán más productivas y más eficientes.
- xi. Así, la propuesta para mejorar la vinculación entre universidades y empresas es que estas dos se vinculen con un tercero, a saber, los institutos tecnológicos, ya que en los primeros se produce investigación científica y en los terceros se produce precisamente los que hace falta, la tecnología, pero con las ideas surgidas de los primeros, y así, los segundos podrán conocer de manera más directa los desarrollos tecnológicos y las innovaciones. Aunque no hay que olvidar la participación del Estado en cuanto a la creación de políticas públicas que faciliten lo anteriormente dicho.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIT-EL-HADJ, S. (1990). "Gestión de la tecnología. La empresa ante la mutación de la tecnología". Addison – Wesley Iberoamericana. USA.
- ALADI, La Economía Digital en México. Montevideo, 2001.
- ALMANZA, Silvia & HERNÁNDEZ, Hilda. Sustento Teórico-Methodológico para favorecer las relaciones ciencia-industria desde la Universidad.
- BENAVIDES, Carlos. Hace referencia a Idalberto Chiavenato, en "Tecnología, innovación y empresa". Ed. Pirámide. España 1998.
- WARREN Brown, B. y DENNIS Moberg, J. "Teoría de la Organización y la Administración: Un enfoque integral", 1983, Limusa, México
- BURGUEÑO Oscar, HOUNIE Adela y PITTALUGA Lucía. La revolución tecnológica en curso. Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República 1999.
- BURGUEÑO, Oscar y PITTALUGA, Lucia. El enfoque neo-schumpeteriano de la tecnología. *Quantum*, Vol. 1, núm. 3, Montevideo, 1994.
- Brown, Warren B. & Moberg, Dennis J. "Teoría de la Organización y la Administración: Un enfoque integral", 1983, Limusa, México, México
- CHAVERO, González Adrián, CHÁVEZ, Hoyos Marina y RODRÍGUEZ-SALA, Maria Luisa. Vinculación Universidad-Estado-Producción. Siglo XXI editores. México 1997.
- Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones e Informática. "Instrumentación del programa de competitividad de la industria electrónica". Vol. I *Análisis del Sector y Áreas de Oportunidad*. México, 2004
- CAMPOS, Miguel Ángel. La Tercera Revolución Industrial en México: diagnóstico e implicaciones. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1992
- CASTELLS, Manuel. La era de la información. Tomo I: La sociedad red. Siglo XXI editores. Tercera edición, México, 2001. Haciendo referencia a C. Freeman, prólogo a la parte II.
- CCADET, reporte final a CONACyT
- CONACyT, Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2006, México.
- CONACyT-ANUIES, Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa. Serie Investigaciones. México 1998
- CONTRERAS, Oscar F. economía digital e industria emergentes en México: el caso del software y los servicios informáticos. Seminario Académico de El Colegio de Sonora. 2004.
- CORONA, Treviño Leonel. Teorías económicas de la tecnología. Cap. 2, "Economía marxista del cambio técnico y del proceso de trabajo" por Germán Sánchez Daza.
- CORONA, Treviño Leonel. Teorías Económicas de la Tecnología. CIECAS, IPN. 1999
- DABAT, Alejandro y RODRIGUEZ, Jesús (Coordinadores). Globalización y Conocimiento. El nuevo entorno del desarrollo económico en México. IIEC-UNAM, CRIM-UNAM y FE-UNAM. En prensa.
- DE LA GARZA, Enrique Toledano, coordinador. Ciencia Económica, Transformación de Conceptos. Siglo XXI editores, México 1998.
- DIDRIKSSON, Axel. CAMPOS, Guillermo. ARTEAGA, Carlos. Coordinadores. El futuro de la educación superior en México. Ed. UNAM, Plaza y Valdés y Centro de Estudios sobre la Universidad. México 2004.
- GARCÍA, P. Luis, 2000
- GIBBONS, Michael. Globalización y preservación de los valores universitarios. Asociación de Universidades Públicas.
- HARVEY, David. Los límites del capitalismo y la teoría marxista.

- HERNÁNDEZ, Gómez Carlos y SÁNCHEZ, Rodríguez Luz María. Aprendizaje tecnológico y dinámica industrial. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas. UAM, Unidad Xochimilco.
- INEGI, Situación de la informática en México, 2001.
- KUHN, Tomas T. S. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, Breviarios, núm. 213. México 1995.
- KUHLMANN, Federico & ALONSO, Antonio Concheiro. Información y telecomunicaciones. Fondo de Cultura Económica. México 2003.
- Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología. 2002.
- LYOTARD, Jean-François. La Condición Postmoderna. Ed. Cátedra. Madrid 2004.
- LIRA, Adrián. Problemas del Desarrollo, Vol. 36, Núm. 143 Octubre - Diciembre.
- LUNDVALL, Bengt-Åke.
- MARTÍNEZ, Becerril Eduardo. Llenando los blancos. XI Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas. México 2007.
- MARX, Karl. El Capital, Libro tercero, Vol. 6. El proceso global de la producción capitalista. Ed. Siglo XXI. Decimocuarta edición 1998.
- ORDÓÑEZ, Sergio. La nueva fase del desarrollo y el capitalismo del conocimiento. Revista "Comercio Exterior" Vol. 5, núm. 1. Enero de 2004.
- ORDÓÑEZ, Sergio. Capitalismo del conocimiento: ¿México en la integración? Problemas del Desarrollo. Vol. 37, núm. 146.
- ORDÓÑEZ, Sergio. Revolución informática, nuevo ciclo industrial e industria electrónica en México. En prensa.
- ORDÓÑEZ, Sergio y BOUCHAÍN, Rafael. Capitalismo del conocimiento, telecomunicaciones e integración internacional de México. Comercio Exterior, Vol. 57, Núm. 11, Noviembre, 2007.
- INTARAKUMNERD, Patarapong, & VIRASA, Thanaphol. Broader roles of RTOs in Developing Countries: From Knowledge-Creators to Strengtheners of National Innovations System.
- PAUL A. David y Dominique Foray. Revista Internacional de Ciencias Sociales, marzo 2002, no. 171, "la sociedad del conocimiento".
- PÉREZ, Carlota. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México, 2003.
- SABINO, CARLOS. Diccionario de economía y finanzas. Ed. Caracas, 1991.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, Informe Nacional sobre la Educación en México, 2003.
- SOLLEIRO, José Luis. CASTAÑÓN, Rosario. LUNA, Katya. HERRERA, Alejandra & MONTIEL, Mariana. La política de innovación en México, España, Chile y Corea: Un análisis comparativo. México 2006.
- SMITH, Adam. Investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones. ED. Fondo de Cultura Económica. México. Décima reimpresión, 1999.
- TOPETE, Barrera Carlos. La tercera revolución industrial en México: diagnóstico e implicaciones. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1992.
- VEGA, González Roberto. "Factores que han impulsado la innovación en la instrumentación industrial, un estudio de caso". En Ingeniería: Investigación y tecnología, Vol. V, No. 4, 2004.
- XIWEI, Zhong y XIANGDONG, Yang. Las Universidades e Institutos de investigación y su vínculo en la industria. El desarrollo de la industria de la computación en China. 2006

## **BASES DE DATOS**

- Agenda Estadística, 1999-2006. Universidad Nacional Autónoma de México
- Anuario Estadístico de Licenciatura ANUIES, 2004
- Anuario Estadístico de Postgrado ANUIES, 2004
- Comisión Federal de Telecomunicaciones, 2005
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas de Ciencia y Tecnología, series históricas.
- Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica, SIICYT
- Source, OCDE. Main Science and Technology, 2005-2007
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2005
- Yearbook of World Electronics. Data Mexico. Reed Electronic Research 2005.
- Statistics on Research and Development. UNESCO.

## **PAGINAS DE INTERNET**

- [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)
- [www.anui.es.mx](http://www.anui.es.mx)
- [www.itu.int](http://www.itu.int)
- [www.ocde.org](http://www.ocde.org)
- [www.unam.mx](http://www.unam.mx)
- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx)
- [www.ecienciaytecnologia.gob.mx](http://www.ecienciaytecnologia.gob.mx)
- [www.uis.unesco.org](http://www.uis.unesco.org)
- [www.canieti.org](http://www.canieti.org)
- [www.cft.gob.mx](http://www.cft.gob.mx)
- [www.cinstrum.unam.mx](http://www.cinstrum.unam.mx)
- [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)
- [www.webometrics.info](http://www.webometrics.info)
- [www.cic-ctic.unam.mx](http://www.cic-ctic.unam.mx)
- [www.sid.unam.mx](http://www.sid.unam.mx)
- [www.coord-hum.unam.mx](http://www.coord-hum.unam.mx)
- [dgapa.unam.mx](http://dgapa.unam.mx)
- [www.impi.gob.mx](http://www.impi.gob.mx)
- [www.banxico.gob.mx](http://www.banxico.gob.mx)