



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL
SOFTWARE EN MÉXICO**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

BERNARDO ALANIS AGUILAR

ASESOR:

DR. CLEMENTE RUIZ DURÁN



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA, 2005.

m. 340610



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

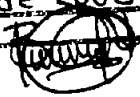
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a digitalizar en formato electrónico e imprimir el
contenido de mi trabajo en papel.

NOMBRE: Alanís Aguilar

FECHA: Bernarda
Feb 1 de 2005

FIRMA: 



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.
DIRECTOR GENERAL DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. BERNARDO ALANIS AGUILAR**, bajo el siguiente título: **"EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN MÉXICO"** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

A t e n t a m e n t e

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Ruíz Durán', written over a horizontal line.

DR. CLEMENTE RUÍZ DURÁN.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.
DIRECTOR GENERAL DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. BERNARDO ALANIS AGUILAR**, bajo el siguiente título: "**EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN MÉXICO.**" en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. González Herrera', written over a horizontal line.

MTRO. ESTEBÁN ADRIÁN GONZÁLEZ HERRERA.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.
DIRECTOR GENERAL DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. BERNARDO ALANIS AGUILAR**, bajo el siguiente título: "**EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN MÉXICO.**" en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Ángel Mendoza González'.

MTRO. MIGUEL ANGEL MENDOZA GONZÁLEZ.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.
DIRECTOR GENERAL DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. BERNARDO ALANIS AGUILAR**, bajo el siguiente título: "**EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN MÉXICO**" en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bernardo Hernández Cruz', written over a horizontal line.

MTRO. BERNARDO HERNÁNDEZ CRUZ.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.
DIRECTOR GENERAL DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
P R E S E N T E.-

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. BERNARDO ALANIS AGUILAR**, bajo el siguiente título: "**EL CAPITAL HUMANO EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN MÉXICO**" en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. H. y P.', written over a horizontal line.

LIC. FRANCISCO HERNÁNDEZ Y PUENTE.

El capital humano en la industria de Software en México.

Agradecimientos

A MIS QUERIDOS PADRES Y A MI ABUELA, GRACIAS.

Bernardo, Rocio y Margarita, gracias por todo su apoyo, comprensión y paciencia. Los quiero mucho.

A MIS HERMANOS, GRACIAS.

Alejandro y Margarita, ustedes son mis mejores amigos.

Quiero agradecer el total apoyo del Doctor Clemente Ruiz Durán con quién tuve la oportunidad de haber trabajado cuatro años como su ayudante de investigador, gracias profesor. A mis compañeros del cubículo 115, Joel, Laura, David, Elmer, y Edgar, gracias chicos por aguantarme tanto tiempo. A mis compañeros de generación y amigos de toda la vida, gracias por haber tenido la oportunidad de conocerlos en una de las etapas más lindas de mi vida, mi etapa de estudiante universitario. Agradezco también el apoyo que obtuve al estar dentro del proyecto No. IN308101 de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, dentro del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica titulado "Análisis de Políticas de Descentralización de Promoción Económica: Una Visión Teórica y Acercamiento a las Políticas Públicas".

Gracias a mi Universidad Nacional Autónoma de México que me formo y me dio las herramientas para poder retribuir al país lo que he obtenido de él.

Enero de 2005.

Índice

Introducción.....	5
Justificación de la investigación	5
La Industria de Software en México: una nueva área de inversión.....	7
Objetivo general	8
Objetivos particulares	8
Hipótesis de investigación.....	8
Estructura del trabajo de Tesis.....	8
Capítulo 1. El contexto para el desarrollo de la Industria de Software.....	10
Introducción.....	10
1.2. Etapas del proceso de producción de Software.....	13
1.3. Principales características del proceso de investigación y desarrollo en la industria de Software.....	17
1.4. Fabricas de Software.....	22
1.5. Conformación del equipo de trabajo.....	24
1.6. Factores que inciden en la localización de los equipos de desarrollo de Software.....	28
Capítulo 2. La base de capital humano en México para la industria de tecnologías de la información (TI).....	31
2.1. Importancia del sistema educativo y de los sistemas locales de innovación en el proceso de producción y desarrollo de Software.....	33
2.2. Nivel de educación en la población de las entidades federativas del país: base para el desarrollo de conocimiento.....	35
2.3. La creación de capacidades para la industria en México	36
2.4.1. Número de egresado en el área de Computación y Sistemas (CyS). .	44
2.4.2. Midiendo el crecimiento en lo últimos ocho años de la matrícula en CyS en las entidades federativas.....	46
2.6. El surgimiento de la complejidad institucional, para el desarrollo de la industria de software.....	50
Capítulo 3. La Industria del Software: una retrospectiva del mercado nacional en los últimos años.....	53
Introducción.....	53
3.1. México en el contexto mundial de la industria de Software.....	55

3.2.	Estructura del mercado de TI en México (1994-2002)	58
3.3.	El mercado de Software a nivel estatal en México	60
3.4.	Desarrollo y crecimiento del mercado de Software en México	63
3.4.1.	Número de empresas en la industria de Software en México	67
Capítulo 4. Procesos de certificación, evaluación y acreditación: formación de capital humano y el proceso de desarrollo de Software		73
Introducción		73
4.2.1.	La acreditación de CONAIC	79
4.3.1.	La acreditación por parte del CACEI	81
4.3.2.	Tecnologías de la Información	83
Capítulo 5. Escenarios y recomendaciones		89
Introducción		89
5.1.	Tendencias de crecimiento de la matrícula de capital humano.	89
5.2.	Crecimiento de la demanda de capital humano en México en los próximos años	91
5.3.	El esfuerzo de las entidades federativas en la construcción de un ambiente propicio para el desarrollo de la industria de Software	95
5.4.	Tendencias de crecimiento del mercado de Software	98
Conclusiones		100
Bibliografía		102
Anexo		104

Introducción

Justificación de la investigación

El Plan Nacional de Desarrollo 2001 – 2006 identifica a la industria del Software como un sector estratégico de la economía nacional que puede ser generador de crecimiento y de desarrollo económico en las diferentes entidades del país. En el caso de las entidades federativas que logren adelantarse en el proceso de conformación de un ambiente propicio para el desarrollo de la industria, está podrá coadyuvará al aprovechamiento de las capacidades productivas locales contenidas en el capital humano. Para alcanzar este objetivo es necesario la implementación de programas que busquen mejorar la calidad de la educación, de la capacitación de la fuerza laboral, del desarrollo del mercado local de Tecnologías de la Información (TI) y de la construcción de la infraestructura necesaria para ampliar el grado de penetración entre la población en el uso de esta herramienta. Por su parte, el papel activo que debe desempeñar el Estado junto con las instituciones de educación superior y del sistema nacional de ciencia y tecnología, en coordinación con las cámaras empresariales del gremio será clave para el desarrollo de este sector de la economía. Bajo esta perspectiva, el Estado mexicano, con la participación del principal gremio de empresas en la industria de TI, la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de la Información (AMITI), elaboro el Programa de Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) que busca desarrollar *una industria de Software competitiva internacionalmente y asegurar su crecimiento en el largo plazo. Con ello se espera situar a México como líder de esta industria en Latinoamérica para 2010 y convertirlo en líder desarrollador de soluciones de TI de alta calidad y uso de Software en Latinoamérica*¹

El PROSOFT esta enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2000-2006 el cual contempla siete grandes áreas que tienen que ver con el desarrollo de la industria de TI y en las cuales existe muchas áreas de oportunidad. Las áreas son:

¹ Secretaría de economía (2002) Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT), México. Pág. 25.

- ✓ Promoción de exportaciones y atracción de inversiones. Consolidar información sobre las empresas del sector, para apoyar el diseño y la ejecución de políticas públicas de promoción.
- ✓ Educación y formación personal. Los recursos humanos representan el factor crucial en la industria de Software, particularmente tanto en cantidad como en calidad. La disponibilidad, en cantidad y calidad, de los recursos adecuados para el desarrollo de Software depende de la capacidad de las instituciones educativas y formativas para generarlos.
- ✓ Marco legal. Falta un marco regulatorio que permita reconocer a las empresas su capital intelectual para que sean sujetos de crédito. La falta de cumplimiento de la ley en materia de protección de la propiedad intelectual inhibe el desarrollo de esta industria. La piratería es frecuente en los productos y servicios de Software.
- ✓ Mercado interno. El gobierno y la industria no han acordado una estrategia efectiva para alinear los esfuerzos públicos y privados existentes para desarrollar el mercado interno.
- ✓ Industria local. Se ha carecido de una visión compartida y de largo plazo en el conjunto de agentes que intervienen en las decisiones de políticas públicas, educación e inversión. El financiamiento para la creación de nuevas empresas es prácticamente inexistente. Las empresas requieren fuentes de financiamiento para poder ampliar sus capacidades o llevar a cabo planes de expansión.
- ✓ Capacidad de procesos. La productividad de las empresas desarrolladoras de Software es en general baja, debido a la falta de uso de procesos avanzados. México carece de centros tecnológicos que ofrezcan servicios de mejora y aseguramiento de la capacidad de procesos de las empresas. Se carece de modelos, normas y de organismos evaluadores de la capacidad de procesos de la producción de Software
- ✓ Infraestructura física y de telecomunicaciones. No existen parques tecnológicos que sirvan como polos de atracción que generen economías de escala e inversiones extranjeras.

A partir de este primer esfuerzo se generaron diferentes programas de desarrollo de la industria de Software en diferentes entidades del país y los

empresarios del sector se involucraron cada vez más en el esfuerzo de promoción y fortalecimiento de la industria consiguiendo que el estado identificara a la industria del Software como uno de los sectores estratégicos para el desarrollo del país. En esta perspectiva resulta entonces interesante analizar la dinámica de la industria de Software en México durante el periodo de 1995 a 2003 ubicando a cada una de las entidades de acuerdo a los esfuerzos que han venido realizando en este periodo.

La Industria de Software en México: una nueva área de inversión.

En el año 2001, el valor de mercado de Software en México fue de alrededor de 690 millones de dólares, lo que represento el .3% mercado mundial y el .12 del PIB nacional. El crecimiento de la industria en México, durante el periodo de 1994 a 2003, fue a una tasa promedio anual de 6.16%, el doble del crecimiento de la economía nacional la cual creación a una tasa promedio anual de 3% en este mismo periodo. Este crecimiento derivado del incremento en el uso de nuevas tecnologías en la sociedad mexicana ha logrado que el Estado ponga atención y busque la construcción de instrumentos de política en apoyo y promoción a la industria de TI, en específico de la industria de Software. Este tipo políticas que el Estado debe implementar para la promoción de la industria tendrán que estar basada en *“una política industrial que promueva la competitividad, una política industrial que facilite el accionar de la industria. En el caso de la industria de desarrollo de Software, el gobierno tiene un papel importante que jugar, para que México tenga un pie en las industrias del siglo XXI, para que México no se rezague² y para que la industria nacional no se convierta en mediano plazo en una agencia de ventas de las empresas transnacionales.*

²Palabras de **Eduardo Sojo**, Coordinador de Políticas Públicas de la Presidencia, al inaugurar el seminario “La industria del Software, una oportunidad histórica para México”, en el World Trade Center, Ciudad de México, 1de Marzo de 2001.

Objetivo general

Analizar el impacto que ha tenido la formación de capital humano en el desarrollo de la industria del software del país durante el periodo 1995-2003.

Objetivos particulares

- i. Realizar un análisis del nivel educativo de la población en las áreas vinculadas a las Industrias de Tecnología de la Información.
- ii. Analizar la evolución del mercado interno a nivel regional y nacional de la industria del Software.
- iii. Identificar el potencial de la industria del software en el mediano y largo plazo.

Hipótesis de investigación

Ho. Las políticas del desarrollo del capital humano del país han impactado favorablemente la formación de una industria del software en el país, generando diferencias regionales, dando por resultado el surgimiento de clusters del conocimiento en las regiones más dinámicas.

Estructura del trabajo de Tesis

Este trabajo de consta de cinco capítulos. En el primero se hace una revisión teórica de la importancia que tiene para la industria de Software el capital humano y se describen los principales procesos que se llevan a cabo en el desarrollo del producto. En el segundo capítulo se analiza la evolución de la matrícula de licenciatura a nivel estatal, así como el número de alumnos en las carreras que conforman el área de Computación y Sistemas, durante el periodo que va de 1995 a 2003 con el objetivo de identificar la conformación de clusters del conocimiento; al final de este capítulo se construye un índice base diez que busca ubicar a las entidades en el contexto nacional. En el tercer capítulo se revisa la evolución que ha seguido el mercado de la industria de Software en México a nivel local durante el periodo de 1999 a 2002. Al final de este capítulo

se construye un índice base diez similar al construido en el capítulo anterior. En el cuarto capítulo se describen las principales características de las instituciones encargadas de la certificación y evaluación de las carreras y planes de estudio del área de Computación y Sistemas en México, así como la institución encargada de certificar los procesos de mejora continua en el desarrollo de Software a nivel mundial. En el último capítulo se analizan los posibles escenarios y tendencias de la oferta de capital humano, del mercado de Software en México y de la demanda de capital humano. Asimismo, y con ayuda de las variables utilizadas en la construcción de los índices base diez de los capítulos dos y tres se construye un tercero con el objetivo de medir los avances en la industria del Software de las treinta y dos entidades federativas durante el periodo de 1995-2003. Al final de este capítulo se dan las conclusiones generales.

Capítulo 1. El contexto para el desarrollo de la Industria de Software.

Introducción

La historia del desarrollo de la industria del Software desde el punto de vista económico es una historia basada en la innovación de estándares que bien pudiese enmarcarse dentro del proceso *destrucción creativa* abordado por *Joseph Shumpeter*³ en la primera mitad del siglo pasado. Este proceso involucra emprendimientos cada vez más novedosos, un incremento de conocimiento aplicado de forma constante y un desarrollo de nuevos mercados lo cual lo diferencia de otros procesos industriales; no se trata de una industria que evoluciona lentamente o que va detrás de un proceso, por el contrario, es una industria que propone nuevos procesos y que se ubica en la frontera del conocimiento. Lo anterior ha provocado transformaciones en la mayoría de los procesos productivos logrando incrementar la productividad de manera importante en las economías, en mayor medida en las desarrolladas⁴. Por su parte la mejora y el desarrollo de nuevos medios de comunicación derivado de los avances tecnológicos de los últimos cincuenta años, ha incrementado el uso del Software considerablemente. La *conferencia de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) en 1968 marco el verdadero comienzo de la revolución del uso del Software en la industria de los Estados Unidos provocando un incremento de su uso en la sociedad y en la importancia en la utilización en la industria*⁵ al establecer la reglamentación de su utilización en la industria militar.

Este desarrollo ha contribuido también a mejorar considerablemente la comunicación dentro de los procesos productivos y con ello a la segmentación

³ Shumpeter J. (1961) **Capitalismo y progreso económico**. En tendencias del pensamiento Económico, P.A. Samuelson 1961. Pág. 271 a 284. Segunda edición, Ed. Aguilar, Madrid. Pág. 276.

⁴ Bart van Ark, Robert Inklaar and Robert McGuckin (2002). **Productivity, ICT and Services: Europe and the United States**, Groningen Growth and Development Centre. University of Groningen. Research Memorandum GD-60. Pág. 6.

⁵ Eischen Kyle (2002) **Software Development: A view from the out side**. University of California, Santa Cruz, Pág. 4.

de un gran número de éstos, posibilitando trabajar segmentos en diferentes países aprovechando sus ventajas competitivas. Por ejemplo, las grandes empresas de producción de automóviles han evolucionado de un modelo de producción vertical hacia uno horizontal en donde la fábrica se ha convertido en un ensamblador de partes alimentada por proveedores ubicados alrededor del mundo; esta manera de dividir *el proceso de producción busca aprovechar las ventajas competitivas que tienen cada uno de los lugares*⁶. Este desarrollo de la tecnología también ha permitido que los medios de comunicación tengan un importante rol en los procesos de investigación y desarrollo logrando generar una línea de comunicación más oportuna entre los investigadores y científicos. Sin embargo, y a diferencia del proceso productivo, en este proceso el contacto directo entre las personas es muy importante ya que permite un intercambio más abierto de conocimiento, lo cual *favorece el desarrollo externalidades positivas para los avances en la investigación.*⁷

En el caso del Software, el proceso productivo tiene como objetivo almacenar cierto tipo de información para productos específicos con requerimientos particulares en un chip que será utilizado en una Computadora Portátil (PC) o en un chip que tendrá como fin hacer funcionar un reloj electrónico. Para lograrlo se requiere que se integren procesos de investigación y desarrollo al proceso de producción, y una vez que se tenga la idea, se procederá a la elaboración de patrones para su reproducción, y por último, se buscará proteger los derechos de autor mediante una patente o copyright. Éstos pasos conforman un círculo virtuoso de generación de nuevo conocimiento aplicado en soluciones tecnológicas.

En este capítulo se revisa el marco teórico en el cual se describe la importancia del conocimiento como generador de crecimiento económico desde la perspectiva de la economía de las ideas; enseguida se describe la cadena de valor del proceso de desarrollo y producción de Software; después, se revisa una de las propuestas para la conformación de un equipo de trabajo para

⁶ Perez C. (1992) **Cambio Teórico, reestructuración competitiva y reforma Institucional en los países en desarrollo**, en Trimestre Económico No. 233 Pág. 45.

diseñar y desarrollar Software, y finalmente se hace referencia a los principales factores que pueden afectar la localización de la industria.

1.1. Conocimiento base de la industria de Software.

Para iniciar este apartado conviene retomar tres de los principales conceptos de tecnología que la definen como:

1. *La actividad o función de un ingeniero,*
- 2 a. *la aplicación de una ciencia y matemáticas por las cuales las propiedades de mejorar las fuentes de energía en la naturaleza son utilizadas para dar instrucciones a la gente, maquinas, productos, sistemas y procesos y b. El diseño y manufactura de productos complejos como la ingeniería de Software.*
3. *Manipulación calculada o dirección como por ejemplo, la ingeniería social⁸.*

Estas definiciones sugieren que el proceso de desarrollo de Software es una actividad científica y de ingeniería con un proceso cuantificable. Sin embargo, existe una clara diferencia entre ingeniería y desarrollo de Software. La ingeniería es la aplicación de ciencia y matemáticas que busca aprovechar las propiedades de las fuentes de energía en la naturaleza. En cambio si se aplican ciencia y matemáticas a un fenómeno social y se traslada a una forma digital mediante algoritmos es utilizable para la sociedad. Por lo tanto, el desarrollo de Software es el proceso de convertir el conocimiento social en una forma digital, tal que pueda ser manipulado, diseminado y controlado mediante la arquitectura de un código binario (Kyle 2003).

Bajo esta perspectiva, la industria de Software tiene como principal insumo el conocimiento y su desarrollo puede ser analizado a partir de dos grandes grupos: Software resultado de una acción de ingeniería y Software resultado

⁷ Castells y Peter Hall (1994), *Las tecnopolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI*. Ed. Alianza, Madrid. Pág. 40

⁸ Eischien Kyle (2003) *Opening the black box of Software: The micro-foundations of informational technologies, practices and environments*. University of California, Santa Cruz, CA, USA. Pág. 4

de la comunicación (Kyle 2002). En ambos casos, el diseño y desarrollo requiere una base de conocimiento, este puede ser adquirido con la educación formal la cual facilita el uso de las herramientas necesarias para el diseño y desarrollo de nuevos productos de Software.

Por lo tanto, el desarrollo de Software esta basado en conocimiento y por lo mismo produce progreso técnico que es la variable que contribuye a postergar la llegada de la economía al estado estacionario⁹. Ahora bien, si el desarrollo de Software sigue todo un proceso cabe entonces analizar las principales etapas de este proceso.

1.2. Etapas del proceso de producción de Software.

El proceso de desarrollo de Software traslada conocimiento social a la forma digital con lo cual se abren nuevas formas de obtener beneficio y control a nivel global (Kyle 2003). Este proceso esta integrado por aspectos de alta tecnología pero es fundamentalmente intensivo en capital humano con un alto nivel de complejidad intelectual y se ubica dentro de un ambiente en donde constantemente *la comunicación entre los desarrolladores* cuenta mucho más que la tecnología debido al alto contenido de conocimiento tácito. Asimismo, y dado que la complejidad del Software aumenta constantemente y se requiere mayor cantidad de desarrolladores, los costos de comunicación aumentan (Brooks 1995). Por esta razón el desarrollo de Software ha sido racionalizado de acuerdo a los usos.

Por su parte, la producción de Software tiene básicamente dos vertientes: Software que se utiliza en una aplicación o Software que se utiliza en un sistema. El primer caso se refiere al Software que controla una computadora; este Software tiene tres grandes funciones: coordina y manipula el hardware de la computadora, organiza los archivos en diversos dispositivos de almacenamiento y gestiona los errores del hardware y la pérdida de datos o archivos. En el segundo caso, el Software es utilizado para facilitar al usuario la realización de un determinado tipo de trabajo; éste tipo de Software se

⁹ El progreso técnico, de acuerdo al modelo de crecimiento de Solow (1953), es la variable exógena que posibilita la salida del estado estacionario de la economía.

diferencia del Software operativo en el sentido de que éste permite automatizar ciertas funciones complicadas como puede ser la contabilidad o la gestión de un almacén (Ver figura 1.1).

Figura 1.1. Clasificación de la producción del Software en

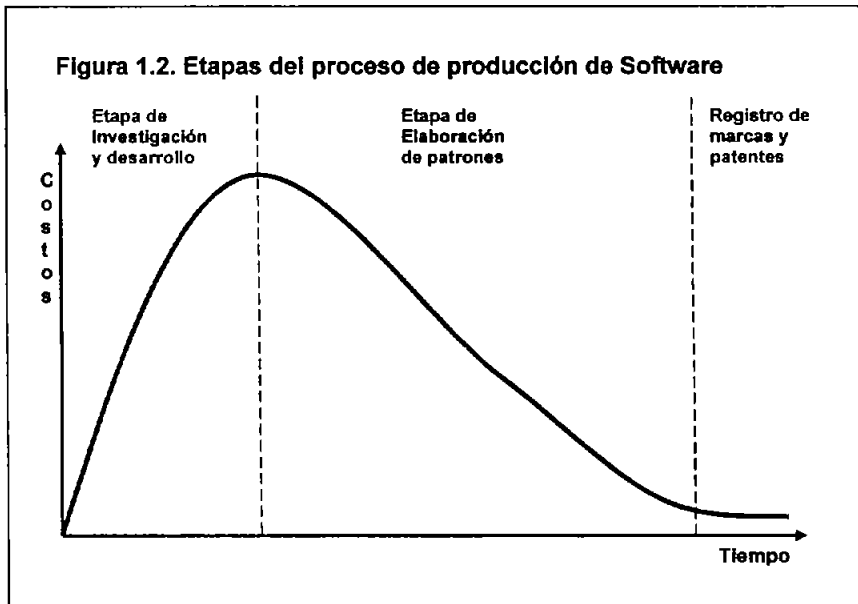


No obstante esta división en la producción de Software, el proceso, en términos generales puede dividirse en tres grandes etapas. En un inicio se desarrolla la etapa de investigación y desarrollo del diseño; en segundo lugar, la etapa que concierne a la elaboración de patrones para hacer repetible el proceso; y por último, la etapa de registro de marcas y patentes. Estas etapas permiten también identificar el grado de desarrollo y especialización de la empresa, ya que empresas que abarcan todo el proceso de desarrollo pudieran tener, en principio, un mayor grado de desarrollo que otras que abarcan únicamente una o dos etapas¹⁰.

Cada etapa tiene un costo, sin embargo, la etapa de investigación y desarrollo del diseño es la que sin duda mayores costos significa para la empresa ya que es en esta parte del proceso en donde los desarrolladores conceptualizan la idea y desarrollan las posibles soluciones al problema planteado, por lo mismo es aquí en donde se genera el mayor valor agregado de todo el proceso. En la figura 1.2 se muestran las tres principales etapas que conforman el proceso de producción de Software versus los costos que cada una de ellas significa para la empresa desarrolladora.

¹⁰ El grado de madurez de una empresa esta expresado en términos de lo que significa Capability Maturity Model (CMM), que es la norma con la cuál las empresas de esta industria certifican su proceso de producción, existen 5 niveles y cada uno representa un grado de complejidad, por lo que uno es poco maduro y 5 es el nivel más elevado.

Figura 1.2. Etapas del proceso de producción de Software



Al interior de cada etapa existen importantes procesos que definen su grado de complejidad. A continuación se describen los procesos más importantes de cada una de éstas etapas.

- a) 1era etapa: Investigación y desarrollo. En esta primera etapa la empresa invierte mucho dinero en la búsqueda de la solución que se adecue a las necesidades del proyecto, de tal manera que las necesidades de capital humano especializado son muy altas. En esta etapa, la concepción y desarrollo de la idea que generará la solución es el centro de atención.
- b) 2da etapa: Elaboración de patrones. Una vez que la idea ha sido concebida y se tiene una solución que se adecua a las necesidades del proyecto, la empresa desarrolladora busca construir patrones que permitan hacer repetible el proceso de tal manera que este se pueda repetir una y otra vez. En esta etapa, el costo disminuye considerablemente ya que los conocimientos básicos sobre la solución específica han sido adquiridos y lo único que se necesita hacer es convertir el proceso que hasta el momento es único, en un proceso repetible mediante la utilización de patrones. Aquí surge la idea de fábrica de Software.
- c) 3era etapa: Registro de marcas y patentes. El registro de una marca y una patente es la parte final del proceso de desarrollo de Software. En esta etapa, la empresa

desarrolladora busca proteger la propiedad intelectual del producto mediante su registro en la oficina de patentes y con ello garantizar una cantidad monetaria fija por cada persona que desee utilizarla. Además, es también en esta etapa que la empresa desarrolladora realiza los trámites necesarios para el registro de la marca del producto con el objetivo de comercializarlo en el mercado de forma masiva tratando con ello de recuperar los altos costos que le significó la investigación y desarrollo de la idea. Cabe destacar que en esta tercera etapa los costos de producción son considerablemente bajos y en el caso de esta industria, y de acuerdo a Charles I. Jones (1998), el costo de la idea tenderá a cero en el tiempo.

La división de procesos en el desarrollo de Software está sólo limitada por aquellas actividades en las que el contacto humano no puede ser sustituido de ninguna forma (principalmente en la parte de investigación y desarrollo del diseño). Castells y Hall (1994) en su libro sobre Tecno-polos del Mundo, señalan que la sinergia que se produce en los diálogos de café son claves para el desarrollo de la industria del Software. Nonaka (1999) añade que la generación de conocimiento a partir de la interacción de conocimiento tácito con conocimiento tácito potencia la generación de conocimiento ya que permite compartir experiencias y habilidades que difícilmente pueden ser expresadas en un texto o manual. Por tanto, este tipo de interacción no puede ser posible a través de medios modernos de comunicación, recibiendo únicamente mensajes del Web ya que no existiría la generación de externalidades positivas para el proceso productivo¹¹. En este sentido, conviene señalar que las acciones de política más exitosas para el desarrollo de la industria de Software han tenido en claro la idea de crear núcleos de conocimiento en donde la generación de externalidades positivas creen un ambiente favorable para los emprendimientos en esta industria; tal es el caso de las tres "Is": India, Irlanda e Israel o de las Ciudades del Conocimiento en Corea y Japón (Castells y Hall, 1994). El objetivo en estos lugares es recrear algunas de las condiciones que propiciaron el desarrollo de Silicon Valley en donde la interacción de instituciones de educación superior y jóvenes emprendedores desencadenó un vertiginoso crecimiento innovador en la industria del Software.

¹¹ Creación de redes informales que incrementan las posibilidades de acercarse recursos.

La naturaleza de la información para el desarrollo de Software (habilidad para compatibilizar el conocimiento de los programadores) y la necesidad por una interacción constante entre la producción y el ciclo de vida del producto ha promovido una integración casi vertical en las partes del proceso de producción que mayor valor agregado generan. Sin embargo, con el proceso de globalización ha sido posible establecer específicas divisiones de empresas con específicos productos en regiones con una estructura de altos niveles de conocimiento en los procesos de desarrollo (Kyle 2003).

La segmentación en la elaboración de patrones y el proceso de registro de marca es una realidad en la industria de Software originando con ello que el nivel de especialización sea muy alto y que exista entonces una oportunidad para algunas economías nacionales (y locales) que han logrado aprovechar sus ventajas competitivas y han construido otras tantas. Esta segmentación es posible gracias a una alta especialización del trabajo; por un lado, existen personas altamente capacitadas divididas en equipos que logran escribir en lenguajes de computación las ideas que previamente fueron concebidas por otros equipos y que ensamblan cada una de las partes del proyecto para después concebir un producto único que puede ser comercializado. Por otro lado, se tiene un grupo que logra hacer de este esfuerzo un proceso repetible, al documentar cada uno de los procesos que fueron requeridos para llevarlo a cabo; al final, y cuando se tienen todas las partes completas y documentadas, es posible realizar el registro de la patente para así retribuir a la empresa los costos iniciales.

1.3. Principales características del proceso de investigación y desarrollo en la industria de Software.

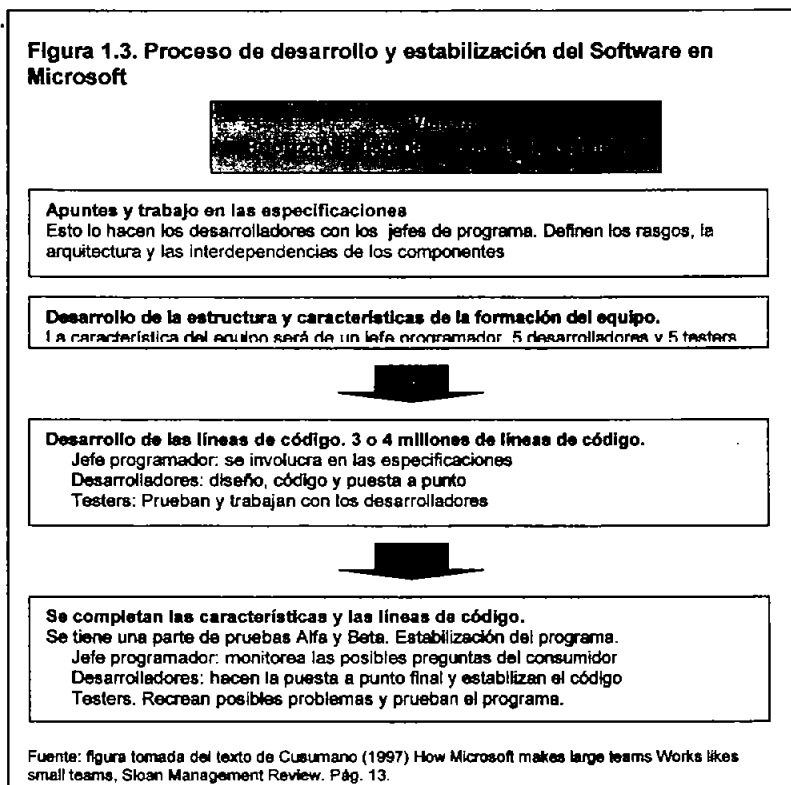
El proceso de investigación y desarrollo de Software comienza con la concepción de la idea la cuál responde al planteamiento de un problema que en la mayoría de los casos es analizada y discutido con el equipo de trabajo con el objetivo de buscar posibles mejoras o alternativas al planteamiento. Es aquí en donde surge la discusión de segmentar o no este proceso inicial. De

acuerdo al argumento presentado en libro *The Mythical Man-month* (1975), lo ideal es que la persona que concibió el diseño de Software lo desarrolle ella sola ya que la intervención de otras personas pudiera derivar en una distorsión de la idea original al momento de su desarrollo. Este argumento de actuar individualmente se basa en que *la mayor parte de los costos derivan de la comunicación (entre los involucrados en el diseño del Software) y la corrección, por lo que se busca que el sistema sea construido por unas pocas mentes. De hecho, muchas experiencias con grandes sistemas de programación reflejan que la fuerza que se aprovecha es costosa, lenta, ineficiente, y produce sistemas que no son integrados conceptualmente (Os/360, Exec 8, Scope 6600, Multics, TSS, SAGE, etc.)*¹² Por lo tanto, el esquema ideal sería un esquema en donde una sola persona fuese quien concibiera el diseño y un grupo de personas le ayudaran a desarrollarla.

En el otro extremo esta la idea de segmentación del proceso de investigación y desarrollo, entendiendo como segmentación la separación en pequeños grupos de trabajo el proceso de desarrollo de la idea y su codificación en un lenguaje universal, valiéndose para este propósito de las nuevas herramientas que los adelantos tecnológicos proveen en materia de telecomunicaciones. Cusumano (1997) menciona que a medida que los programas de computadora se van complejizando, la necesidad de un grupo más grande de ingenieros y desarrolladores se incrementa; por ejemplo, él menciona que *para la creación de la primera versión de Microsoft's MS-DOS, Excel, y Word a principios de los años ochenta fue necesario media docena de desarrolladores quienes escribieron unas cuantas decenas de miles de líneas de código; con la introducción de la primera versión de Windows NT la cual requirió de 4.3 millones de líneas de código se requirió de un equipo de 450 personas entre desarrolladores, ingenieros y programadores*¹³. El trabajar con estos equipos fue posible, de acuerdo a Cusumano, al hecho de que las grandes compañías han modularizado el trabajo al interior de los desarrollos de Software. Sin embargo, esta división plantea el problema de cómo unificar el trabajo

¹² Brooks F. (1975) *The Mythical Man-month: essays on Software Engineering*, Ed. Addison-Wesley, Pág. 30.

diseminado. Pero la respuesta radica en el hecho de que lo que se busca es como hacer que los grandes equipos trabajen mejor que los pequeños equipos sin que los costos superen a los beneficios del desarrollo. No obstante, en el ejemplo presentado por Cusumano (1997) en el cual se trata de ejemplificar la forma en como trabajan los equipos de desarrolladores de Microsoft, la idea y la parte más importante del desarrollo es concebida por unos cuantos y solo en la parte de escritura de las líneas del código y *testeo* del programa es donde intervienen los demás miembros del equipo (ver figura 1.3.)



Una característica del equipo de desarrollo de Microsoft es que éste busca dividir el trabajo en partes (tres o cuatro equipos de trabajo) pero cuidando que

¹³ Michael A. Cusumano (1997). How Microsoft makes large teams work like small teams, en Sloan Management Review Pág. 9

no se realicen cambios en las características que fueron concebidas en la parte inicial del proceso.

El esquema de trabajo anterior deja entrever la posibilidad de que una persona que esta en la Ciudad de México desarrollando una investigación sobre un tema en específico pueda interactuar con otra que esta al otro lado del mundo sin la necesidad de que se conozcan físicamente. La primera concibe la idea y desarrolla algunos conceptos, mantiene una discusión con su par vía Internet durante un lapso de tiempo y con ello logra prescindir de una comunicación física entre ellos. El argumento en contra es que si los dos investigadores tienen una discusión de manera física y se encuentran laborando en el mismo equipo los resultados pueden ser mejores que si se realiza a distancia el proceso de intercambio de conocimiento ya que existe conocimiento que es tácito que no puede ser compartido por ambos a distancia, y para hacerlo es necesario del contacto físico. Al respecto, y como parte del proyecto "Knowledge Economic" en donde participan las universidades de YALE, de Massachusets Institute Technology (MIT) y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)¹⁴, se realizaron en el verano de 2002 una serie de entrevistas a diversos desarrolladores de Software ubicados en la Ciudad de México. En una de ellas¹⁵ se menciona que en la parte de la concepción y mejora de la idea era difícil segmentar el proceso, pero que una vez que la idea ha sido mejorada y desarrollada, la parte del proceso que hace que la idea sea repetitiva y pueda ser utilizada para depositarse en un hardware podía segmentarse, permitiendo que centros de investigación ubicados en la ciudades de San Francisco, Seattle o Massashusets les permitiera tener una interacción con lugares tan remotos como los centros ubicados en la Ciudad India de Bangalore en donde una parte del proceso de desarrollo de la idea inicial se realiza, buscando que los costos de producción disminuyan en estas etapas; para ello es necesario que estos centros cuenten con estándares de

¹⁴ Este proyecto es coordinado en México por el Dr. Clemente Ruiz Durán profesor de la Facultad de Economía, en el MIT por el profesor Michael Plore y en la Universidad de Yale por el Profesor Andrew Shrank.

¹⁵ Entrevista con Jorge Zavala dueño de la empresa Kiven S. A. de C. V. (verano de 2002)

calidad que asegure que la idea original se preservará¹⁶; es decir, que el proceso de desarrollo de la idea sea repetitivo con el objetivo de generar un esquema de producción de Software parecido al de una fabrica, de ahí el concepto de *fabrica de Software*. Bajo esta perspectiva de disminución de costos fue como en *la década de los años sesenta los procesos de ensamblaje y testeo de los semiconductores fueron trasladados fuera de los Estados Unidos hacia países de Asia; sin embargo, el nivel más alto de la investigación, diseño y producción de prototipos se quedo en Silicon Valley aprovechando la infraestructura de redes e instituciones sociales que permitan un entorno favorable para este tipo de actividades*¹⁷.

En resumen, en el proceso de investigación y desarrollo del diseño de Software el contacto físico entre los involucrados *no puede* ser sustituido ya que la comunicación verbal permite una discusión más abierta y una mejor interacción de los participantes lo cuál ha permitido que solo algunos centros de desarrollo e investigación se encuentren a la vanguardia (Silicon Valley). Esta situación es decisiva para el intercambio de ideas, para la generación de conocimiento y contribuye a potenciar las capacidades de los centros de innovación y de las Instituciones de Educación Superior (IES) locales. De ahí el argumento que se utiliza para la construcción y desarrollo de centros del conocimiento (TECNOPOLIS) en donde la concentración de un gran número de científicos e investigadores de diversas áreas del conocimiento contribuye a la generación de nuevo conocimiento de una manera más eficiente en comparación con el esquema en donde los científicos y los investigadores se encuentran diseminados alrededor del mundo¹⁸. Se supone que con la interacción de cierto número de especialistas en diversas áreas del conocimiento permitirán potenciar el desarrollo de nuevas ideas y en un ambiente adecuado, se logrará desarrollar un polo de generación de conocimiento.

¹⁶ El CMM es una certificación que se otorga a las empresas que logran hacer repetibles sus procesos y guardan ciertos niveles de calidad.

¹⁷ Sexenian A. (1994). **Regional networks and resurgence of Silicon Valley**, California Management, Review No. 33, Pág. 99.

¹⁸ Castells y Peter Hall (1994), **Las tecnopolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI**, Ed. Alianza, Madrid. Pág. 25

Muchos países han iniciados esfuerzos en materia de infraestructura en telecomunicaciones, de mejoramiento del sistema educativo y de los sistemas locales de innovación (caso de México) para recrear las condiciones que pudieron dar éxito a Silicon Valley, pero no todos han dado buenos resultados debido a que es necesario de la confluencia de otras variables que logren generar un entorno favorable para el desarrollo de esta etapa del desarrollo de Software. Ana Lee Sexenian (1994), menciona que *Silicon Valley es producto de una densa red social, en donde existe una relación muy estrecha entre profesionistas y gente de negocios y no simplemente de la fuerzas del mercado y de las políticas de estado*¹⁹. El progreso tecnológico, como fenómeno, puede explicarse a partir de la constitución de una densa red de trabajo repleta de externalidades positivas que potencializa los canales de comunicación que originan que los desarrolladores e inventores vivan en un área próxima permitiéndoles un mayor contacto e interrelacionarse con otros inventores y pensadores²⁰ dando lugar a un proceso en donde el conocimiento tácito es codificado y viceversa, como resultado se obtiene nuevo conocimiento incrementado.

Una vez que se tiene una mejor perspectiva de la importancia que significa la comunicación entre los desarrolladores de Software para potenciar su actividad, cabe ahora hacer referencia al esquema que ha seguido la industria para posibilitar la segmentación de las partes finales del proceso de producción de Software.

1.4. Fabricas de Software.

La fábrica de Software se define como el *flujo que sigue cada operación del proceso de desarrollo de Software, además de proveer las herramientas necesarias para llevar a cabo la acción deseada, se logra definir un proceso. Entre más segmentado es el proceso, mas simple se vuelve cada operación logrando con esto una división del trabajo orientada a la especialización. Esto*

¹⁹ Sexenian A. (1994) *Regional networks and resurgence of Silicon Valley*, California Management, Review No. 33, Pág. 91.

²⁰ Nelson R. Richard (1992). *The rise and fall the American technological leadership: the postwar era in historical perspective*. Journal of Economic Literature Vol. XXX. Stanford University, Pág. 1936.

logra elevar la productividad, sin embargo, trae situaciones que en un momento determinado hay que afrontar como el contar con personas que tienen un dominio restringido de acción. Visto de esta forma, la cadena de producción es un mecanismo que permite a un trabajador estar habilitado para tomar una acción, altamente eficaz y eficiente, en un momento adecuado del proceso. A esto se le llama "situación de resolución". En este sentido, aprovechando las tecnologías de información es posible crear cadenas virtuales de producción en donde el proceso y su flujo estén claramente definidos de tal forma que generen situaciones de resolución para cada trabajador²¹.

Algunas empresas buscando definir las funciones de sus trabajadores en este nuevo esquema idearon manuales de operación; el primero de estos fue el de la empresa norteamericana *System Development Corporation* (SDC), que en los años 70's concibió un modelo de fábrica de Software para tratar de resolver los problemas antes mencionados. Su modelo giró alrededor de dos partes: el control que incluía las áreas de control de proyectos y aseguramiento de calidad y el área de implementación que incluía las áreas de diseño, construcción y pruebas de sistema, ambos coordinados a través de procedimientos y estándares. Lo que se logro con este proceso fue que con el tiempo las empresas lograrán hacer que sus proyectos comenzaran a cumplir las metas establecidas en cuestiones de calidad (menos defectos) y a cumplir con las metas establecidas para la entrega del producto sin salirse del presupuesto establecido. A partir de este ejercicio, la gran mayoría de los desarrolladores y productores de Software alrededor del mundo comenzaron a implementar manuales gracias a los cuales se podía hacer repetible el proceso y además, asegurar ciertos estándares de calidad. Con ello pudo ser posible la creación de fábricas de Software que podían seguir la lógica de las demás empresas ubicadas en otras industrias: disminución de costos vía el pago de bajos salarios, pero a diferencia de las demás, con mano de obra entrenada por encima de los estándares, lo cuál limito su ubicación a ciertos países.

²¹ Balderas Pádrón Alberto y Díaz Olavarrieta Arnoldo (1998), **Fabrica de Software un modelo de negocio certificable basado en Estructuras y Capacidades**, CERTUM, México, Pág. 1.

Con la estructuración de los conceptos básicos que permiten el establecimiento de una fábrica de Software, surge el concepto de certificación utilizado por algunos demandantes como una prueba de que el producto que están comprando cumple en todo el proceso de desarrollo y producción con ciertas normas de calidad²². En el capítulo cuatro de este trabajo de tesis se abordará más ampliamente el tema de certificación de procesos de desarrollo de Software.

En el apartado siguiente se muestra un ejemplo de cómo se conforma un equipo de trabajo para el desarrollo de un Software.

1.5. Conformación del equipo de trabajo.

La conformación del equipo de trabajo para el desarrollo de Software es un tema de debate en el que se plantean diversos puntos de vista; sin embargo, dos son los más importantes: la segmentación del proceso de producción de Software presenta muchas dificultades en la parte de concebir la idea y ello significa una pérdida de eficiencia en los procesos. Por tal motivo, entre más reducido sea el grupo de trabajo involucrado en la concepción y mejora de la idea mejor será su desempeño ya que no se perderá el concepto inicial. Una de las propuestas para la conformación de un equipo de trabajo para el desarrollo de Software es presentada en "The Mythical Man-month" (1973), en él, el autor refiere a Harland Mills, colaborador de la empresa IBM, como la persona que ideó el esquema de equipo de trabajo estándar. La propuesta, según Brooks, hace frente al dilema *"por eficiencia e integridad conceptual, uno prefiere pocas mentes haciendo el diseño y construcción. Sin embargo, uno quiere que esas personas construyan grandes sistemas con mucho poder"*²³ lo que orilla al autor a preguntarse: ¿Cómo pueden estas dos necesidades ser reconciliadas?

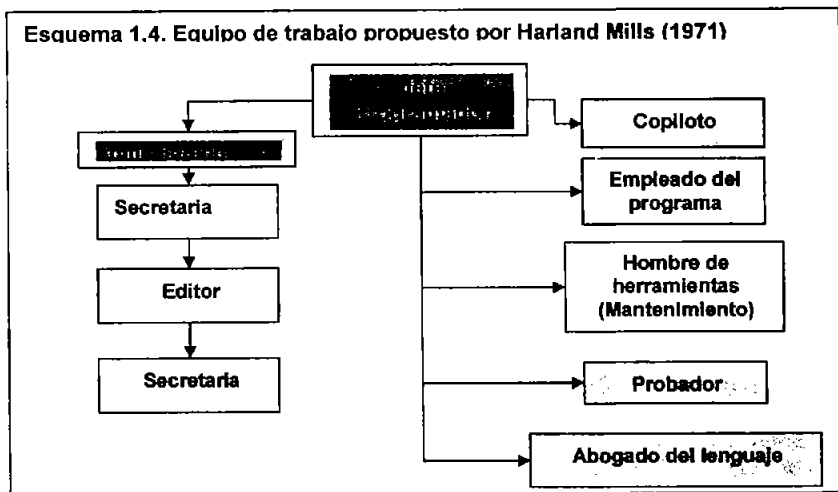
Con la restricción planteada, la propuesta que hace Harland Mills (1971) busca facilitar el trabajo y enlazar las tres etapas del proceso de desarrollo de Software. Para ello, busca la división del trabajo hacia dentro del proceso de

²² En el capítulo 4 se aborda el tema de la certificación de procesos más ampliamente.

²³ Brooks F. (1975). *The Mythical Man-month: essays on Software Engineering*, Ed. Addison-Wesley, Pág. 31.

difícil, oscuro o complicado. Después él deberá hacer pequeños estudios (de dos o tres días) sobre la utilización de buenas técnicas. Un abogado de idioma puede estar al servicio de dos o tres surgeon.

En resumen el equipo esta compuesto por siete profesionistas que trabajan sobre el problema, sin embargo, el autor hace hincapié, que el sistema es producto de una sola mente, a lo máximo dos (ver figura 1.4.)



Una pregunta que surge es ¿Por qué no mejor dos personas en un equipo y no siete? La diferencia de este esquema de trabajo con respecto al de un esquema compuesto por dos personas, por ejemplo, es que en este último ellos dividirán el trabajo, y cada uno será responsable del diseño e implementación de su parte de trabajo. Por el contrario, en el equipo sugerido, el surgeon o jefe programador, y el copiloto conocen cada uno el diseño y el código que se está utilizando. Además, en un equipo de dos personas, ambos tienen la misma categoría, por lo que las diferencias de juicio deben ser platicadas fuera de compromisos (a quién corresponde este espacio, o quién debe hacer que cosa, etc.) En cambio, en el equipo sugerido no existen diferencias de intereses, y las diferencias de juicio son establecidas por el jefe programador (surgeon). Aunado a lo anterior, se tiene que la especialización en el trabajo que se logra con el esquema de equipo sugerido genera eficiencia.

De acuerdo a Frederick P. Brooks (1982), de las principales faltas que pudieran cometerse en la parte inicial de un proyecto de desarrollo de Software se encuentran las siguientes:

- **Técnicas de estimación pobremente desarrolladas;** es decir, sucede que algunos de los miembros del equipo de desarrolladores asume el hecho de que todo saldrá bien siempre y no se preparan para una posible falla.
- **Confusión entre esfuerzo y progreso.** Si la técnica que el equipo de desarrolladores utiliza para estimar los avances en el proyecto es una técnica mal diseñada y que no sigue una buena metodología, puede darse el caso de que el equipo piense que entre más hombres (mas esfuerzo) signifique más progreso.
- **Incertidumbre en las predicciones.** Esta falta es consecuencia de las dos anteriores. Sino se cuenta con una buena técnica de estimación, el equipo no podrá predecir con exactitud el tiempo que requiere una etapa del proceso de desarrollo de Software, por ejemplo.
- **Pobre monitoreo de la estructura en progreso.** El equipo de desarrolladores, una vez que han cometido de manera sistemática las anteriores faltas, el resultado será que el equipo no podrá conocer con exactitud el progreso de construcción de la estructura de Software.

La forma en la que se organiza este equipo de trabajo aun sigue utilizándose en muchas empresas que desarrollan Software. No obstante, que este manera de organizar ha dado resultado existen todavía algunos temas que impiden un buen desenvolvimiento de los empleados y que por otra lado, influyen en la localización de la industria.

1.6. Factores que inciden en la localización de los equipos de desarrollo de Software.

La localización geográfica de los equipos de desarrolladores de Software esta influenciada por factores culturales, económicos y políticos. Por ejemplo, la *"localización cultural, refiere al proceso en donde los escritores de Software de*

*una cultura tienen que adaptarse a las necesidades y visiones de otra cultura*²⁴ y a partir de esa adaptación escribir el Software o realizar las modificaciones necesarias para adaptarlo. Este tipo de localización supone la localización lingüística; es decir, es más fácil superar el problema de localización cultural cuando se tiene en común entre las dos culturas el lenguaje, de ahí la importancia que tiene el lugar en donde se diseñe y donde se desarrolle el diseño. Si en ambos casos se tiene un mismo lenguaje, la comunicación será más fácil y los costos que esto implique podrán abatirse de manera importante. Asimismo, la localización cultural incluye a la localización del empaquetado del Software el cuál pudo haber sido escrito originalmente en inglés por programadores norteamericanos y no necesariamente comercializado en este país. Esta situación obliga a los consumidores finales contar con un conocimiento mínimo del idioma en el cual está escrito el programa y, en este caso, las instrucciones de uso. En resumen, el estudio de la localización cultural, de acuerdo a Kenneth Keniston (1997), es importante de acuerdo a estas tres razones:

- a) **Intelectualmente**, es importante para intentar entender los supuestos utilizados en la construcción del Software.
- b) **Económicamente**. Los Estados Unidos tienen una posición dominante en la producción de Software empaquetado, lo que provoca que los lenguajes y sistemas operativos sean todos americanos; es decir, que estén escritos en inglés y que sigan una lógica americana.
- c) **Política**. La localización de la industria de Software requiere confrontar dificultades y ambigüedades internacionales y controversias domésticas. Por ejemplo, puede existir el caso de que algunas regiones con altos niveles de educación y con negocios orientados al mercado internacional dominantes sean preferenciales para el desarrollo de esta industria.

De acuerdo a lo anterior, comprender el fenómeno de localización de la industria de Software en el mundo tienen necesariamente que tener dentro de

²⁴ Keniston Kenneth (1997), *Software Localization: Notes on technology and culture*, Working Paper No. 26 Programs in Science, Technology, and Society Massachusetts Institute of Technology, January. Pág. 1.

su explicación los problemas que representan las barreras a las transferencias tecnológicas, los problemas de índole económico y político los cuales toman una dimensión más importante en los países sub desarrollados, como México, en donde la educación y la infraestructura necesaria no tienen el nivel de desarrollo que requiere este tipo de industria. Esta situación tiene implicaciones que importantes que pudieran frenar el desarrollo de esta industria en México.

Capítulo 2. La base de capital humano en México para la industria de tecnologías de la información (TI).

Introducción

El uso de las TI en los negocios ha facilitado la introducción de innovaciones en la organización del trabajo y con ello se ha reconfigurado el esquema utilizado por las empresas en el proceso de producción. Esta situación ha provocado que *la oferta de productos y servicios sea más amplia y que la vida del producto sea más corta resultado de un proceso sumamente dinámico de innovaciones*²⁵. En este escenario el Software adquiere un papel relevante, ya que muchas de las innovaciones en los sistemas de organización y en los de producción tuvieron que ver con el proceso de desarrollo que el Software tuvo en los últimos cincuenta años.

Sin embargo, el proceso de conformación de las bases para el desarrollo de esta industria demandó importantes esfuerzos del sector privado y del sector público, especialmente en el sistema educativo debido a que la demanda se centra en personal altamente entrenado y con un nivel de especialización importante en el área de TI; ambas situaciones son cruciales para la generación de mayor valor agregado que se puede llegar a traducir en mejoras en la economía. Bajo esta perspectiva, el gobierno de la administración del presidente Vicente Fox Quesada (2001-2006) se planteó el objetivo de realizar los esfuerzos necesarios que permitan insertar al país en el grupo de las economías que han logrado construir un entorno favorable para el desarrollo de esta industria basada en el conocimiento. Para lograrlo, el gobierno de la República, en el Programa de Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT)²⁶ planteó la necesidad de crear una estrategia que potencialice las capacidades con las que se cuentan en cada una de las treinta y dos entidades federativas. En el caso específico del capital humano, el PROSOFT menciona que:

²⁵ Ver modelo de organización industrial de Especialización flexible.

²⁶ Secretaría de Economía (2002), Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT), México DF. www.economia.gob.mx

..considerando el estado actual de la industria nacional en este sector y la gran potencialidad de mejorar y de acceder a los mercados internacionales, particularmente al norteamericano, se deben analizar y mejorar permanentemente los planes y programas de estudio (currícula), la formación de docentes en las capacidades y habilidades que demandan los planes y programas de estudio, los sistemas de enseñanza - aprendizaje - evaluación y la vinculación entre la docencia y los alumnos con las empresas de desarrollo de Software a lo largo de la carrera. Todo ello apoyado en un conocimiento permanente y pro activo de las herramientas avanzadas, plataformas y nuevas tecnologías relacionadas, para lograr una rápida y eficiente inserción en los mercados de trabajo, tanto de las empresas que destinen sus servicios y productos al mercado nacional, como a las dedicadas a la exportación. Será necesario trabajar en el marco de las acreditaciones y certificaciones de procesos, para reforzar la efectividad y eficiencia del desempeño profesional de los egresados. De igual forma, se enfatizará la vinculación con empresas, apoyando la capacitación de su personal y promoviendo la alternancia entre empleados y docentes.

Es por ello, y considerando la importancia que tiene la formación de capital humano con el perfil en TI, y aún más, la base de capital humano con la que actualmente se cuenta en cada una de las entidades para sustentar este proceso, se analiza en este capítulo los niveles de educación que tiene la población en las entidades federativas, así como la evolución de la matrícula en el área de computación y sistemas²⁷. A partir de este análisis se construye un índice base diez que ayuda a medir los avances que cada entidad ha tenido en la construcción de una base de capital humano para el desarrollo de la industria local de Software²⁸.

²⁷ Esta clasificación es la utilizada por la ANUIES.

²⁸ La construcción del índice base diez sigue la metodología utilizada por el Dr. Clemente Ruiz Durán en el libro **Potencialidades de las entidades federativas para desarrollar núcleos de economía Digital** (2004) editado por la Facultad de Economía de la UNAM.

2.1. Importancia del sistema educativo y de los sistemas locales de innovación en el proceso de producción y desarrollo de Software.

El sistema educativo desempeña un papel central en el entorno que favorece el desarrollo de la industria de Software. Un buen sistema educativo debe buscar satisfacer la demanda de la industria de técnicos, desarrolladores e innovadores ubicados en la frontera técnica, y además, deberá vincularse con dicha industria para potenciar las capacidades de ambos.

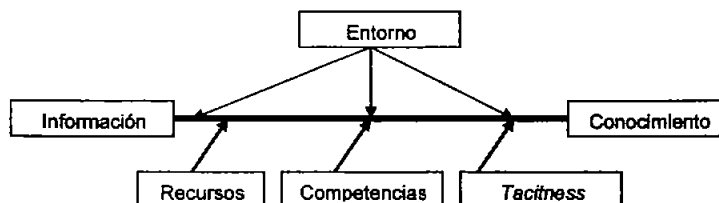
En los últimos años, *el crecimiento de la demanda por trabajadores con altos niveles de entrenamiento, habilidades para la gerencia y talento excepcional ha sido superior al de los de bajo entrenamiento*²⁹ en la mayoría de las economías desarrolladas. Una parte de las explicaciones están dadas por los cambios en la organización del proceso productivo así como por las particularidades del proceso de globalización, y por los cambios en las instituciones del mercado laboral. Bresnahan Timothy (1999) menciona que uno de los principales argumentos que explican esta mayor demanda por trabajadores entrenados es el hecho de que con el inicio de la era de las computadoras, muchas empresas pequeñas y grandes iniciaron un proceso de computarización y uno de los resultados fue que la organización de la firma y los productos y servicios que produce fueran reinventados, por lo tanto, el tipo de demanda por trabajadores requirió también un cambio. En la actualidad la utilización de una computadora es una situación común en la mayoría de las organizaciones y la interacción con estas máquinas en el mundo de los negocios va en aumento por lo que la demanda por personal con el entrenamiento necesario para su uso está en aumento.

Por su parte la generación de conocimiento se ha visto modificada debido a que con las TI la velocidad con la cuál la información puede llegar a la población se ha incrementado de manera sustancial comparado con lo que se tenía hace apenas cuatro décadas; sin embargo, esta apertura a la información

²⁹ Bresnahan Timothy (1999). **Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: firm-level evidence.** National Bureau Economic Research, Mayo, Working paper 7136. Pág. 3.

no significa que pueda existir en la misma medida mayor generación de conocimiento. La información es una condición necesaria pero no suficiente para la generación de conocimiento, para ello es necesario de procesos complementarios que logran acercar la información y procesarla para generar conocimiento. El proceso entre información y conocimiento es un proceso lento y no automático y depende en gran medida de los esfuerzos realizados en las competencias, en la dotación de recursos, en los mecanismos desarrollados para su uso, en el nivel de difusión del conocimiento tácito y de las características culturales que rodean al proceso. Por lo tanto, *previo a la generación del conocimiento, la información es afectada por cuatro factores: recursos, competencias, tacitness y el entorno*³⁰. En la figura 2.1 se muestran la interacción de los factores antes mencionados en el proceso de información y producción de conocimiento.

Figura 2.1. El proceso de formación de conocimiento*



Por ejemplo, y de acuerdo a lo anterior, un niño que tiene acceso a una biblioteca especializada en medicina no necesariamente podrá entender un libro de esta biblioteca por que no cuenta con las competencias (conocimientos de biología y de medicina) para poder comprender el conocimiento codificado en esos libros, de tal forma que aun y contando con la información y los recursos no podrá producir conocimiento. Sin embargo, la capacidad de asimilación de información y el uso que le pueda dar, dependerá de las capacidades cognitivas de cada uno.

³⁰ Mario Cimoli y Nelson Correa (2002). **Nuevas Tecnologías y Viejos Problemas: ¿Pueden las TIC reducir la brecha tecnológica y la heterogeneidad estructural?** CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile. Pág. 3.

Desde esta perspectiva, se puede entonces valorar el papel del sistema educativo como generador de capacidades para el desarrollo de conocimiento y el conocimiento como desarrollador de bases para construir capacidades. Nonaka (1999) logra ubicar el conocimiento generado en las instituciones educativas entre cuatro procesos centrales generadores de conocimiento y ubicados en diferentes niveles de desarrollo.

- ✓ De Tácito a tácito. Proceso de socialización que consiste en compartir experiencias y por lo tanto, crear conocimiento tácito tal como los modelos mentales compartidos y las habilidades.
- ✓ Tácito a explícito. Proceso de exteriorización a través del cual se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos adoptando la forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos.
- ✓ De explícito a explícito. Proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un sistema de conocimiento. La educación que se da en las escuelas adopta esta forma.
- ✓ De explícito a tácito. Proceso de interiorización en donde se realiza una conversión entre conocimiento explícito y tácito y está muy relacionado con el aprendizaje haciendo (learning by doing)

Por lo tanto, la generación de un sistema de conocimiento en un sistema educativo va de conocimiento explícito a conocimiento explícito.

2.2. Nivel de educación en la población de las entidades federativas del país: base para el desarrollo de conocimiento.

La combinación de *conocimiento explícito a explícito* es un proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un sistema de conocimiento. Los individuos intercambian y combinan conocimiento a través

* Figura tomada de Mario Cimoli y Nelson Correa (2002) en *Nuevas Tecnologías y Viejos Problemas: ¿Pueden las TIC reducir la brecha tecnológica y la heterogeneidad estructural?* Pág. 3.

de distintos medios, tales como documentos, juntas, conversaciones por teléfono o redes computacionales de comunicación. La creación de conocimiento que se da en las escuelas gracias a la educación y al entrenamiento formal adopta esta forma³¹. Asimismo, el sistema educativo contribuye a la creación de capital humano calificado que permite el adecuado aprovechamiento de la nueva tecnología en los procesos productivos, en Dinamarca, el estudio PIKE (1984-1986) demostró que *las empresas que introdujeron TICs sin combinarlas con inversiones en la capacitación de los empleados, sin hacer cambios en la dirección y sin modificar la organización de trabajo, tuvieron un efecto negativo sobre el crecimiento de la productividad que duró varios años*³². Esta situación hace referencia a la paradoja planteada por Robert Solow "nosotros vemos las computadoras en todas partes menos en las estadísticas de productividad".

En resumen, el sistema educativo es de muy importante para la generación de conocimiento, para la capacitación de los empleados y para el crecimiento de la productividad en la industria. Por consiguiente, desempeña un papel decisivo en el desarrollo de la industria de Software, que además está basada en la generación de conocimiento el cual contribuye a mantener a las empresas en la frontera del conocimiento y dentro del *proceso de destrucción creativa*.

2.3. La creación de capacidades para la industria en México.

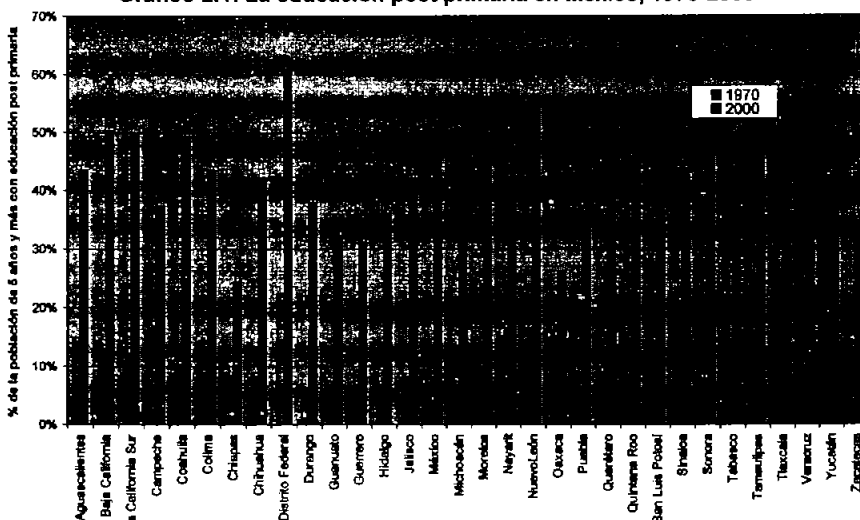
De acuerdo a lo anterior y siguiendo con la estructura de este trabajo de tesis, conviene hacer primero una revisión de los niveles de escolaridad de la población mexicana y con ello tener un marco de referencia que ayude a comprender la heterogeneidad entre las entidades y sus potenciales para el desarrollo de la industria. En este sentido conviene señalar que el esfuerzo realizado en los últimos 30 años en el campo de la educación ha sido

³¹ Nonaka I., Takeuchi H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Oxford University Press. Oxford México, Pág. 76.

³² Bengt-Åke Lundvall (2002), *¿Por qué la Nueva Economía es una economía del aprendizaje?* este trabajo fue presentado en la Université Technologique de Compiègne en

significativo y ha logrado que un alto porcentaje de la población de 5 años y más cuente con educación post primaria; en 1970, por ejemplo, el 9.4% de este grupo de población contaba con educación post primaria, para el año de 2000 el porcentaje era de 41.5%, un incremento de 32.1%³³. En el grafico 2.1. Se tienen los porcentajes por entidad federativa que corresponden al periodo de tiempo mencionado.

Grafico 2.1. La educación post primaria en México, 1970-2000



Fuente: Elaboración propia con base en la información de los censos de población y vivienda de los años 1970 y 2000. INEGI.

A nivel local, los esfuerzos han sido heterogéneos, algunas entidades incrementaron en 40% la cobertura de educación post primaria entre la población de 5 años y más, pero también existieron entidades en las que el incremento de la cobertura fue de alrededor de 21%³⁴. Esta situación produjo que los años promedio de educación en la población de quince años y más fuera igual de heterogéneo. Sin embargo, las cifras dan cuenta de un escenario en donde un gran porcentaje de la población tiene niveles de educación apenas por arriba de la educación primaria³⁵ sin que ello signifique la obtención de niveles de educación medio superior o superior. No obstante, entre 1990 y el

enero de 2002 en el marco del seminario del seminario *Economía basada en el conocimiento y las nuevas tecnologías cognitivas*. Francia.

³³ INEGI, *Censos de Población y Vivienda de 1970 y de 2000*.

³⁴ Nuevo León y Chiapas respectivamente.

año 2000, se incremento en un año los años promedio de educación entre la población de 15 años y más, al pasar de 6.5 a 7.6 años³⁶. Al igual que en el caso anterior, los incrementos no lograron disminuir las brechas entre las entidades y con ello los resultados fueron disímiles; por ejemplo, el Distrito Federal paso de 8.8 años en promedio de educación entre su población a 9.7 años; en contraste, en el Estado de Chiapas los años promedio de educación pasaron de 4.2 años en 1990 a 5.6 años en el año 2000. En el cuadro 2.1 se muestra la evolución de este indicador en un periodo de diez años en cada una de las entidades.

Cuadro 2.1. Años promedio de educación en la población de 15 años y más por entidad federativa. Años censales de 1990 y 2000.

Entidad	1990	2000
Promedio Nacional	6.5	7.6
Aguascalientes	6.7	7.9
Baja California	7.5	8.2
Baja California Sur	7.4	8.4
Campeche	5.8	7.2
Coahuila	7.3	8.5
Colima	6.6	7.7
Chiapas	4.2	5.6
Chihuahua	6.8	7.8
Distrito Federal	8.8	9.7
Durango	6.2	7.4
Guanajuato	5.2	6.4
Guerrero	5.0	6.3
Hidalgo	5.5	6.7
Jalisco	6.5	7.6
México	7.1	8.2
Michoacán	5.2	6.4
Morelos	6.8	7.8
Nayarit	6.1	7.3
Nuevo León	8.0	8.9
Oaxaca	4.5	5.8
Puebla	5.6	6.9
Querétaro	6.1	7.7
Quintana Roo	6.3	7.9
San Luis Potosí	5.8	7.0
Sinaloa	6.7	7.6
Sonora	7.3	8.2
Tabasco	5.9	7.2
Tamaulipas	7.0	8.1
Tlaxcala	6.5	7.7
Veracruz	5.5	6.6
Yucatán	5.7	6.9
Zacatecas	5.4	6.5

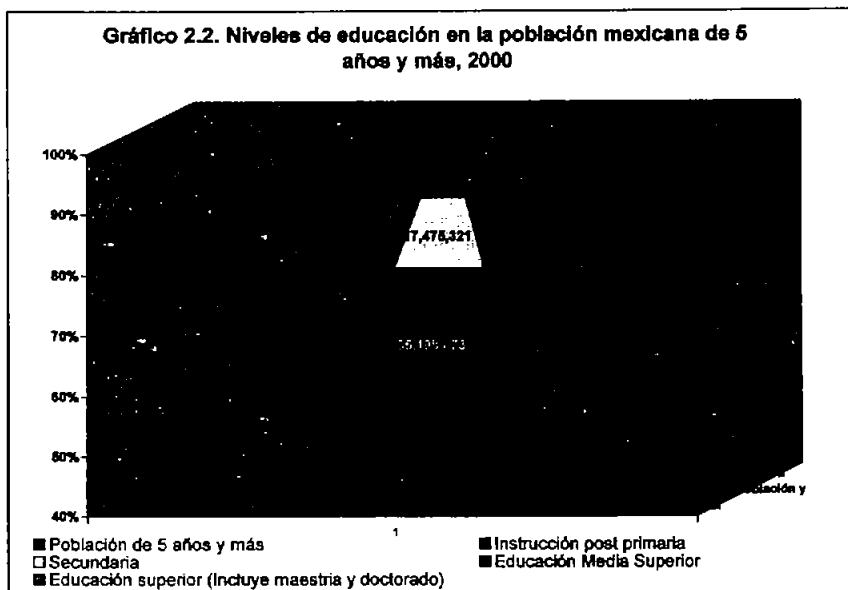
Fuente: Elaboración propia con base en: para 1990: PEF. Sexto Informe de Gobierno, 2000. Anexo. México, DF., 2000.

Para 2000: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Tabulados de la Muestra Censal. Cuestionario Ampliado. Aguascalientes. México 2000.

³⁵ 6 años.

³⁶ INEGI (2003) Anuario Estadístico por Entidad Federativa, 2003.

Para el año 2000, y de acuerdo al XII Censo de Población y Vivienda, la composición de la población mexicana que tiene algún nivel de educación era la siguiente: 42% educación post primaria, 21% educación secundaria³⁷, 12% educación media superior³⁸, 8% educación superior³⁹. Lo anterior se puede apreciar en cifras absolutas en el grafico 2.2.



Asimismo y de acuerdo al censo de 2000, de cada 100 mexicanos con 5 años y más, sólo 8 tienen educación profesional o están cursando una licenciatura, y 5 de cada mil estudian una maestría o doctorado o cuentan con este grado de estudios. En este escenario, el inició de un programa de educación a nivel nacional que logre que las personas que han terminado el nivel básico accedan a los niveles subsiguientes y con ello incrementen el nivel promedio de educación en la población, es un tema obligado en la discusión que la sociedad debe encarar en los próximos años y en donde el papel del estado es central.

³⁷ Incluye estudios técnicos o comerciales con primaria terminada.

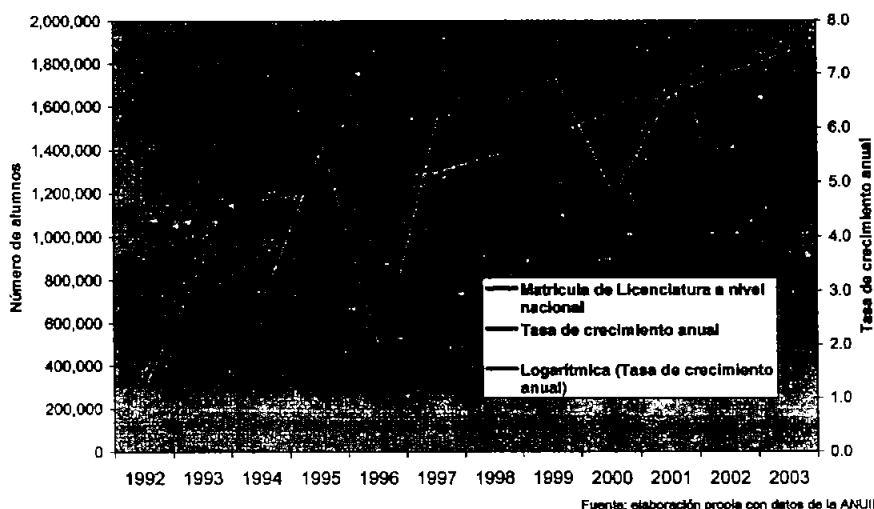
³⁸ Incluye estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada y preparatoria o bachillerato.

³⁹ Incluye normal básica, profesional, maestría y doctorado.

2.4. La educación superior en México en los últimos ocho años.

La evolución de la educación superior en México en los últimos años ha presentado importantes crecimientos, de 1991 a 2003 se paso de una matrícula de 1.2 millones a poco más de 1.8 millones; es decir, un crecimiento del 64%. El crecimiento por año fue de 4.7%. En el grafico 2.3 se muestra el crecimiento de la matrícula en número absolutos y su tasa de crecimiento.

Grafico 2.3. Evolución de la matrícula de nivel licenciatura en México en los últimos años



Este crecimiento no fue constante durante todo el periodo como lo demuestra la tasa de crecimiento, registrando el mayor crecimiento en 2000 cuando la tasa fue de 7% con respecto al año anterior. Si este proceso de crecimiento se analiza desde una perspectiva en donde se considere a la población total y la matrícula en licenciatura, se obtiene que en 1993 la matrícula en este nivel educacional represento el 1.3% de la población total a nivel nacional y el 1.8% en el año 2002. Por su parte, a nivel estatal, los resultados son diferentes; por ejemplo, en el año 2002 el porcentaje que representaba la matrícula de nivel licenciatura en la población total era de 3.8% en el Distrito Federal, en cambio, en Quintana Roo el porcentaje fue de .8% y en Chiapas representó el 1% al

igual que en Guanajuato. En el cuadro 2.2, se muestran los porcentajes correspondientes a un periodo de 9 años.

Cuadro 2.2. Porcentaje de la población a nivel estatal que esta matriculada en el nivel licenciatura (%)

Estado	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Distrito Federal	3,08	3,19	3,20	3,39	3,48	3,67	3,74	3,79	3,75	3,84
Nuevo León	2,29	2,26	2,28	2,30	2,35	2,36	2,39	2,43	2,49	2,73
Sinaloa	1,60	1,72	1,83	1,93	1,99	2,13	2,30	2,53	2,65	2,67
Sonora	1,64	1,76	1,89	2,01	2,10	2,20	2,29	2,49	2,42	2,48
Tamaulipas	1,67	1,71	1,75	1,80	1,91	1,97	2,10	2,17	2,30	2,35
Coahuila	1,79	1,78	1,90	1,93	1,96	1,99	2,07	2,10	2,15	2,17
Colima	1,47	1,54	1,61	1,80	1,93	2,04	2,16	2,16	2,23	2,17
Tabasco	0,91	0,88	1,13	1,24	1,35	1,41	1,57	1,64	1,78	1,94
Baja California Sur	0,84	0,88	0,98	1,06	1,10	1,27	1,46	1,42	1,52	1,93
Jalisco	1,98	1,84	1,61	1,60	1,17	1,42	1,44	1,58	1,70	1,85
Aguascalientes	1,06	1,11	1,20	1,33	1,38	1,48	1,58	1,62	1,59	1,79
Yucatán	0,88	0,95	0,93	0,96	1,02	1,12	1,23	1,39	1,66	1,75
Chihuahua	1,25	1,28	1,28	1,23	1,26	1,36	1,46	1,58	1,68	1,73
Puebla	1,66	1,68	1,70	1,60	1,43	1,39	1,42	1,60	1,60	1,70
Campeche	1,02	1,06	1,12	1,22	1,25	1,27	1,31	1,40	1,51	1,70
Tlaxcala	1,08	1,18	1,25	1,26	1,22	1,38	1,41	1,49	1,56	1,65
Baja California	1,30	1,33	1,33	1,38	1,45	1,53	1,57	1,54	1,52	1,61
Querétaro	1,28	1,58	1,30	1,28	1,23	1,20	1,29	1,38	1,48	1,53
Morelos	0,88	0,91	0,99	1,06	1,07	1,14	1,20	1,27	1,39	1,52
Durango	0,71	0,77	0,83	0,94	1,02	1,10	1,17	1,32	1,38	1,43
Nayarit	0,88	0,88	1,04	1,18	1,26	1,23	1,31	1,35	1,36	1,40
San Luis Potosí	1,00	1,01	1,00	1,05	1,06	1,09	1,14	1,18	1,28	1,38
Veracruz	0,94	0,88	0,85	0,95	1,00	1,04	1,12	1,19	1,27	1,38
Zacatecas	3,80	0,82	0,86	0,90	0,94	0,96	1,01	1,04	1,22	1,29
Oaxaca	0,63	0,68	0,76	0,86	0,95	0,99	1,13	1,18	1,20	1,27
Michoacán	0,73	0,71	0,73	0,87	0,91	0,95	1,05	1,13	1,22	1,26
Guerrero	0,82	0,91	0,97	1,08	1,15	1,20	1,15	1,19	1,23	1,24
México	0,88	0,87	0,87	0,89	0,91	0,92	1,03	1,11	1,14	1,21
Hidalgo	0,45	0,42	0,49	0,55	0,58	0,63	0,74	0,80	0,92	1,07
Guanajuato	0,53	0,53	0,54	0,54	0,57	0,62	0,69	0,89	0,98	1,05
Chiapas	0,43	0,46	0,54	0,58	0,66	0,71	0,77	0,84	0,92	1,00
Quintana Roo	0,42	0,48	0,52	0,54	0,59	0,66	0,70	0,69	0,75	0,85

Fuente: elaboración propia con datos de ANUIES y con información de SIREM.

El proceso de formación de capital humano con capacidades para interpretar el lenguaje codificado utilizado en los diferentes campos del conocimiento, no ha sido desarrollado y entrenado de manera homogénea en los diferentes estados del país, los esfuerzos han sido diferentes. Sin embargo, la base de capital humano creada en los últimos años es fundamental para el desarrollo de la industria de Software ya que permite la acumulación de conocimiento que a la postre deriva en un estadio más elevado para el capital humano.

2.5. Formación de capital humano en el área de ingeniería y tecnología.

La conformación de una base amplia de desarrolladores de Software *permite generar los recursos necesarios y desarrollar en el tiempo competencias que logran convertir información en conocimiento*⁴⁰ Las competencias se requieren para poder entender el lenguaje codificado que es utilizado en el estudio científico y que busca hacer accesible al mayor número de personas el conocimiento que en un momento fue tácito. En este sentido, la descripción del proceso de formación de capital humano en las Instituciones de Educación Superior (IES) con estudios en el área de ingeniería y tecnología, es importante ya que son este tipo de personas las que tienen las herramientas básicas para trabajar en la industria de tecnologías de la información⁴¹ y pueden utilizar el conocimiento codificado en esta área de mejor manera que el resto de los estudiantes de otras profesiones.

En el cuadro 2.3 se muestra la matrícula en el área de Computación y Sistemas (CyS)⁴² en cada una de las entidades federativas en el periodo que va de 1995 a 2003. Cabe mencionar que se incluyen los estudiantes de las universidades técnicas por lo cuál es posible que se aprecien algunos casos que pueden ser objeto de preguntas. Una vez hecha esta aclaración se tiene entonces que en 1995 había en el país inscritos un poco más de 90 mil estudiantes del área de CyS en el nivel superior, para el año 2003 el número de estudiantes fue de alrededor de 196 mil; es decir, un crecimiento de 117.1% durante el periodo, a una tasa media anual de 10.2%.

⁴⁰ Mario Cimoli y Nelson Correa (2002), **Nuevas Tecnologías y Viejos Problemas: ¿Pueden las TIC reducir la brecha tecnológica y la heterogeneidad estructural?** CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile. Pág. 6.

⁴¹ Esto no significa que personas con estudios en áreas diferentes no puedan participar en la industria de desarrollo de software como desarrolladores; solo se considera a este grupo por que de acuerdo a su perfil profesional es apto para trabajar en la industria.

⁴² Para un mejor análisis de la matrícula se toma la clasificación de carreras que realiza ANUIES.

Cuadro 2.3. Matricula de estudiantes en carreras del área de Computación y Sistemas (CyS)

Entidad	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Aguascalientes	1.183	1.339	1.441	1.555	1.689	1.689	1.663	931	2.812
Baja California	3.989	4.007	4.069	4.378	4.383	4.827	4.896	5.176	7.718
Baja California Sur	652	665	727	703	824	889	870	1.020	769
Campeche	754	943	1.093	1.254	1.319	1.488	1.536	1.661	1.904
Coahuila	4.149	5.146	5.552	5.083	5.426	5.469	5.648	4.795	7.045
Colima	737	799	1.037	1.071	1.215	1.225	1.393	1.630	1.296
Chiapas	2.204	2.676	3.243	3.519	3.552	3.915	4.412	4.093	2.842
Chihuahua	4.893	4.555	4.732	5.042	5.291	5.627	5.864	5.678	7.736
Distrito Federal	12.751	14.758	16.252	19.166	21.251	19.883	23.558	26.299	28.941
Durango	1.240	1.435	1.674	1.849	2.004	2.225	2.428	1.504	2.216
Guanajuato	1.896	2.068	2.566	3.448	3.971	4.966	5.243	7.503	5.560
Guerrero	2.565	3.044	3.208	3.309	3.681	4.089	4.305	4.519	2.159
Hidalgo	1.794	2.049	2.270	2.187	2.142	2.244	2.469	2.662	4.903
Jalisco	3.235	3.329	4.436	5.750	7.787	8.336	9.689	12.299	8.464
México	6.682	6.823	8.121	8.984	11.280	14.187	16.771	20.015	18.734
Michoacán	1.928	2.232	2.454	2.778	3.228	3.585	4.051	3.904	3.901
Morelos	1.743	1.892	2.206	2.465	2.590	3.154	3.095	2.012	3.066
Nayarit	1.106	1.123	1.222	1.340	1.175	1.375	1.372	1.572	1.185
Nuevo León	4.014	4.388	4.497	4.418	5.093	5.542	6.574	9.205	13.511
Oaxaca	2.188	2.401	2.860	2.619	3.463	3.405	3.677	3.084	3.318
Puebla	5.060	5.196	5.615	5.966	6.259	7.602	7.933	7.043	11.447
Querétaro	1.701	1.888	1.841	1.892	1.926	2.149	2.363	2.442	4.149
Quintana Roo	490	526	589	671	723	744	846	944	910
San Luis Potosí	1.248	1.868	2.163	2.380	2.674	2.933	3.120	2.269	3.463
Sinaloa	2.859	3.135	3.503	3.644	3.888	4.214	4.831	4.684	4.916
Sonora	1.974	2.502	3.039	3.260	3.983	4.158	4.287	3.078	5.809
Tlaxasco	2.690	3.130	3.740	4.188	4.739	5.057	5.505	5.004	5.103
Tamaulipas	7.436	7.673	8.289	9.081	9.621	9.932	10.568	9.492	7.742
Tlaxcala	1.087	1.114	1.153	1.343	1.381	1.390	1.419	1.432	1.697
Veracruz	4.337	5.266	6.209	7.780	9.670	11.479	13.414	12.063	18.022
Yucatán	1.088	1.106	1.214	1.361	1.540	1.948	2.434	2.330	3.199
Zacatecas	967	1.228	1.278	1.339	1.421	1.441	1.909	3.908	2.208

Fuente: elaboración propia con base en los anuarios de ANUIES

El porcentaje que representa la matricula de las carreras que se encuentran dentro del área de CyS con respecto al total de la matricula registro una ligera variación en los últimos años al pasar de 8.6% en 1997 a 10.5% en 2003, y la tasa de crecimiento fue superior al de la tasa de crecimiento de la matricula total a nivel nacional.

Las proporciones que significan en cada una de las treinta y dos entidades la matricula en CyS en el total de la matricula de licenciatura se muestran en el cuadro 2.4; en él puede observar que para el año de 2003, el mayor porcentaje se registró en la entidad de Veracruz con 17.7% seguida de Querétaro 17.6% y al final se ubican las entidades de Chiapas con 6.4% y Guerrero con 5.5%.

Cuadro 2.4. Porcentaje de la Matricula total que representa la de computación y sistemas en cada una de las entidades (1995-2003)

Veracruz	7,6%	8,2%	9,1%	11,0%	12,6%	14,0%	15,2%	12,8%	17,7%
Querétaro	10,4%	11,6%	11,4%	11,8%	10,9%	11,1%	11,1%	10,9%	17,6%
Baja California	14,2%	13,3%	12,4%	12,2%	11,5%	12,1%	12,6%	12,1%	17,3%
Hidalgo	17,3%	17,5%	18,2%	16,0%	13,0%	12,6%	11,9%	10,9%	16,9%
Aguascalientes	11,4%	11,5%	11,6%	11,5%	11,5%	11,0%	10,9%	5,3%	15,2%
Campeche	10,4%	11,8%	13,2%	14,7%	14,8%	15,4%	14,5%	12,9%	15,0%
Coahuila	10,1%	12,1%	12,7%	11,4%	11,5%	11,3%	11,3%	9,4%	14,0%
Chihuahua	13,6%	13,0%	12,9%	12,5%	12,1%	11,7%	11,3%	10,4%	13,6%
Tabasco	13,6%	14,3%	15,4%	16,2%	16,2%	16,3%	16,1%	13,3%	12,6%
Morelos	12,2%	12,2%	13,9%	14,4%	14,0%	16,0%	14,1%	8,3%	12,2%
Nuevo León	5,0%	5,3%	5,2%	5,0%	5,6%	6,0%	6,8%	6,5%	12,1%
Puebla	6,4%	6,9%	8,2%	8,8%	8,9%	9,3%	9,6%	7,9%	11,8%
Zacatecas	8,4%	10,2%	10,2%	10,4%	10,4%	10,2%	11,5%	22,3%	11,4%
Tamaulipas	16,8%	16,6%	16,6%	17,3%	16,9%	16,6%	16,4%	14,2%	10,9%
Colima	9,4%	8,9%	10,5%	10,1%	10,6%	10,4%	11,3%	13,3%	10,6%
México	6,6%	6,4%	7,3%	7,8%	8,6%	9,6%	11,0%	12,1%	10,5%
Guanajuato	8,0%	8,5%	10,0%	12,3%	12,5%	12,0%	11,3%	15,0%	10,3%
Durango	10,4%	10,7%	11,3%	11,6%	11,9%	11,6%	12,1%	7,3%	10,2%
San Luis Potosí	5,6%	8,0%	9,1%	9,7%	10,3%	10,7%	10,5%	7,0%	10,0%
Tlaxcala	9,9%	9,8%	10,3%	10,5%	10,4%	9,7%	9,3%	8,7%	10,0%
Quintana Roo	13,5%	13,1%	13,0%	12,6%	12,3%	12,2%	12,3%	11,8%	10,0%
Sonora	5,0%	6,1%	6,8%	6,9%	7,9%	7,5%	8,0%	5,5%	9,9%
Yucatán	7,5%	7,3%	7,5%	7,5%	7,6%	8,5%	9,3%	7,8%	9,8%
Distrito Federal	4,7%	5,1%	5,5%	6,1%	6,6%	6,1%	7,3%	8,5%	8,5%
Nayarit	11,9%	10,6%	10,7%	12,0%	9,8%	11,1%	10,9%	12,1%	8,1%
Baja California Sur	17,8%	16,4%	16,7%	13,7%	13,6%	14,4%	13,2%	11,9%	8,0%
Sinaloa	6,4%	6,6%	7,1%	6,9%	6,7%	6,6%	7,1%	6,8%	7,3%
Oaxaca	8,9%	8,6%	9,1%	7,9%	9,0%	8,4%	8,8%	6,9%	7,3%
Jalisco	3,3%	3,4%	6,2%	6,5%	8,6%	8,4%	8,9%	10,3%	6,8%
Michoacán	6,8%	6,6%	6,9%	7,4%	7,7%	8,0%	8,3%	7,7%	6,8%
Chiapas	11,5%	12,6%	13,2%	13,1%	12,0%	11,9%	12,1%	10,1%	6,4%
Guerrero	9,0%	9,5%	9,3%	9,1%	10,5%	11,1%	11,2%	11,6%	5,5%

Fuente: elaboración propia con base en los anuarios estadísticos de ANUIES

2.4.1. Número de egresado en el área de Computación y Sistemas (CyS).

Con la información que se presentó en el apartado anterior se logra tener un primer acercamiento a la evolución que ha seguido la matrícula de CyS a nivel nacional y a nivel estatal, no obstante, la pregunta que sigue es: ¿cuántos de los alumnos matriculados logran graduarse? En el cuadro 2.5 se tiene el número de graduados a nivel nacional en el área y el porcentaje que representan de la matrícula de esta área; solo como referencia se pone la matrícula total de nivel licenciatura.

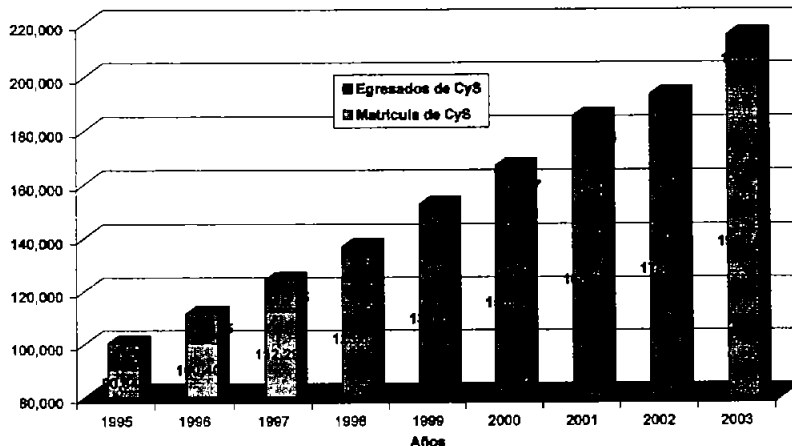
Cuadro 2.5. Eficiencia terminal en el área de CyS a nivel nacional (1995-2003)

1995	1.217.431	90.640	9.645	10,6%
1996	1.286.633	100.404	11.185	11,1%
1997	1.310.229	112.293	11.925	10,6%
1998	1.392.048	123.821	12.867	10,4%
1999	1.481.999	139.189	13.298	9,6%
2000	1.585.408	150.947	15.577	10,3%
2001	1.894.270	168.143	17.044	10,1%
2002	1.894.270	176.151	17.100	9,7%
2003	1.865.475	196.745	18.781	9,5%

Fuente: elaboración propia con base en los anuarios estadísticos de ANUIES

En 1995 la eficiencia terminal en el área fue del 10.6%, para el año 2003 la relación disminuyó y la eficiencia fue de 9.5%. Las causas de esta disminución pueden ser diversas; sin embargo, esta situación denota una problemática que debe ser atendida por las IES y lograr con ello regresar a los niveles de 1995 y, en el mejor de los casos, incrementarla. En el gráfico 2.4 se presenta la evolución de la matrícula y de los graduados en el área de CyS en el periodo de 1995 a 2003 a nivel nacional.

Gráfico 2.4. Número de graduados en el área de CyS a nivel nacional versus la matrícula (1995-2003)



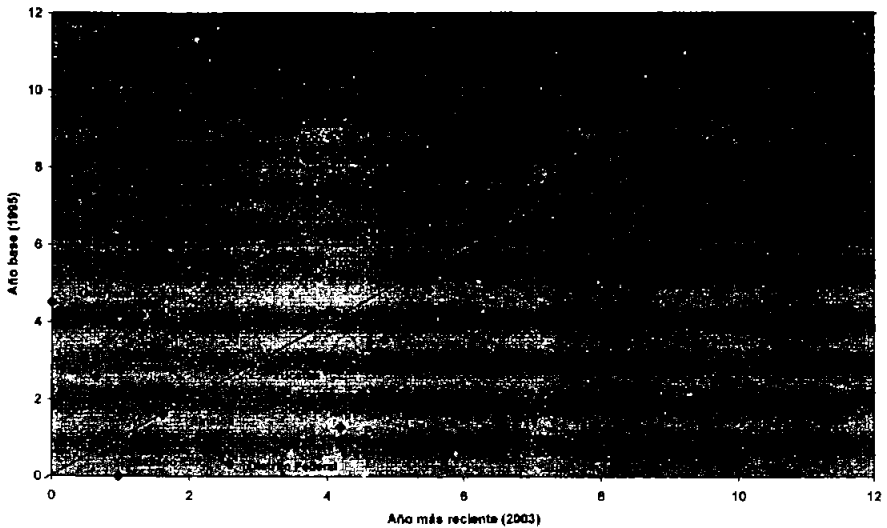
2.4.2. Midiendo el crecimiento en los últimos ocho años de la matrícula en CyS en las entidades federativas.

A nivel nacional la matrícula registro un importante crecimiento, a nivel estatal el comportamiento fue heterogéneo y la eficiencia terminal del área ha tenido una disminución de alrededor del uno por ciento a nivel nacional; en esta perspectiva el análisis requiere de realizar un ejercicio en el cual se logre clasificar a las entidades que durante el periodo en estudio lograron avanzar en el desarrollo de capital humano especializado en el área de TI, en específico, en el desarrollo de Software. Para ello se utiliza un índice base diez, el cuál ha sido utilizado en la evaluación de las potencialidades de las entidades federativas para el desarrollo de núcleos de economía digital (Ruiz Durán, 2003). Este índice está en una escala de 0 a 10, donde diez es mejor y 0 es el valor más bajo de entre las observaciones⁴³.

En el gráfico 2.5 y con ayuda del número índice base diez, se muestra la dinámica que ha seguido la matrícula del área de CyS en el total de la matrícula de nivel licenciatura en cada una de las entidades. Es importante hacer mención que esta simple relación solo da cuenta de cómo se ha incrementado el peso de la matrícula del área de CyS con respecto a la matrícula total de nivel de licenciatura, y por ello se le debe tomar con sumo cuidado. No obstante, es importante observar que el peso de la matrícula del área ha crecido en los últimos ocho años en 16 de las 32 entidades federativas y que dentro de este grupo se encuentran las entidades con las economías más importantes del país (Distrito Federal, México, Nuevo León y Jalisco).

⁴³ Para tener una mejor comprensión de la construcción de este índice, en el anexo 1 de este capítulo se muestra la metodología paso a paso.

Grafico 2.5. Dinámica de la matrícula de alumnos en el área de CyS en el total de la matrícula de licenciatura por entidad federativa

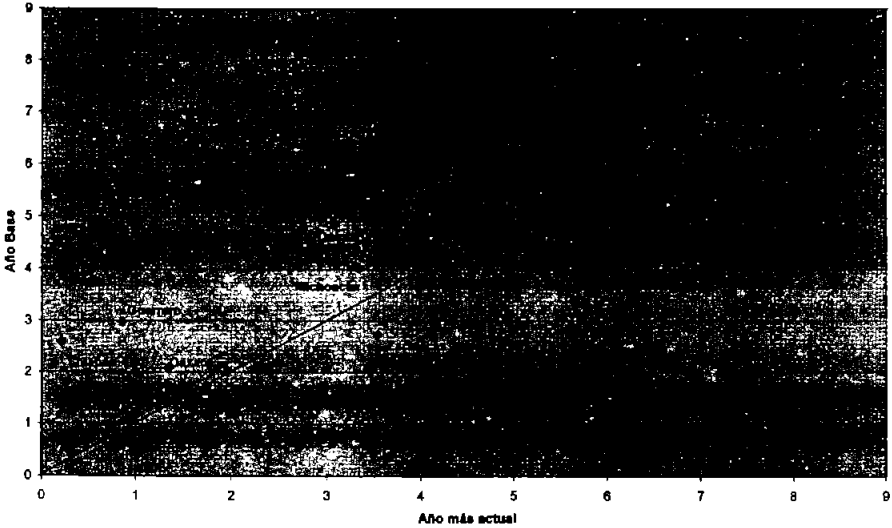


Si solo se considera la matrícula de CyS se tiene que esta variable no es suficiente para tener una mejor perspectiva de los esfuerzos que en cada entidad se han realizado en los últimos años en la construcción de una base amplia de capital humano que contribuya al dinamismo de la industria de Software local ya que existen otras variables que inciden. En primer lugar, el esfuerzo por otorgar las herramientas básicas para poder entender el lenguaje codificado entendiendo a este como el porcentaje de la población con estudio de nivel licenciatura y por supuesto, la inclusión del esfuerzo que realizan las entidades por enrolar cada vez más personas en carreras afines al área de CyS. Por lo tanto, conviene realizar nuevamente el ejercicio del número índice base diez pero ahora incluyendo estas dos variables.

En el grafico 2.6 se muestra la dinámica que cada una de las entidades ha tenido, de acuerdo al índice, en lo últimos años, cabe destacar que los movimientos en las posiciones de las entidades se deben a que en el primer ejercicio la relación solo refería a la a la matrícula de nivel licenciatura por lo que pudiera haber existido el caso de que la matrícula de licenciaturas técnicas

mejorará su posición, no obstante al incluir el porcentaje que representa la matrícula del nivel licenciatura con respecto a la población total, la posición de las entidades cambia ya que ahora se pondera también el esfuerzo que las entidades realizan por hacer que un mayor número de personas accedan a la educación superior.

Grafico 2.6. Dinámica en la construcción de la base de capital humano para el desarrollo de la Industria de Software



En el cuadro 2.6 se muestran los valores de cada una de las variables que componen el índice base diez de capital humano con el objetivo de ubicar a las entidades en cada uno de los contextos que se examinan a través de los indicadores. Es posible ver por ejemplo que en Nuevo León en los últimos ocho años el peso de la matrícula de carreras del área de CyS tuvo un importante avance en relación con las demás entidades, aunado con el esfuerzo que se realiza en la entidad por incrementar el número de personas con estudios de nivel licenciatura le permiten ubicarse con el valor más alto en el índice de capital humano. Con los valores más bajos se encuentran las entidades de Chiapas y Guerrero.

Cuadro 2.6. Composición del Índice de Capital Humano

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Nacional	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,3
Nuevo León	0,7	6,8	9,7	9,7	6,6	8,7
Coahuila	5,5	8,1	9,4	8,4	7,4	8,5
Distrito Federal	0,3	2,6	10,0	10,0	6,8	7,5
Tabasco	8,4	7,4	5,5	7,7	5,9	7,4
Aguascalientes	6,8	8,7	5,8	6,8	6,7	7,4
Tamaulipas	9,4	5,8	8,4	8,7	8,4	7,4
Querétaro	5,8	9,7	6,8	4,5	6,8	7,0
Campeche	6,5	8,4	5,2	5,5	6,5	7,0
Baja California	9,0	9,4	7,1	4,8	8,4	6,9
Chihuahua	8,7	7,7	6,5	6,1	7,5	6,9
Colima	4,8	5,5	7,4	8,1	6,1	6,8
Puebla	1,9	6,5	8,1	5,8	4,2	6,5
Sonora	1,0	3,2	9,0	9,0	5,8	6,3
Morelos	7,7	7,1	4,2	4,2	6,5	6,0
Baja California Sur	10,0	1,9	3,9	7,4	7,5	6,0
Sinaloa	1,6	1,6	8,7	9,4	5,9	5,9
Yucatán	2,9	2,9	3,2	6,5	3,1	5,5
Tlaxcala	5,2	3,9	6,1	5,2	6,3	5,3
Veracruz	3,2	10,0	2,3	2,9	4,5	5,1
Jalisco	0,0	1,0	7,7	7,1	5,1	5,0
Durango	6,1	4,5	1,9	3,9	4,3	4,5
México	2,3	5,2	2,9	1,3	4,3	4,3
Guanajuato	3,6	4,8	1,0	0,7	4,2	4,3
Hidalgo	9,7	9,0	0,0	1,0	5,9	4,3
San Luis Potosí	1,3	4,2	4,5	3,2	4,6	3,7
Zacatecas	3,9	6,1	2,6	2,6	2,7	3,5
Nayarit	7,4	2,3	4,8	3,6	6,7	3,5
Quintana Roo	8,1	3,6	0,3	0,0	4,5	3,4
Michoacán	2,6	0,7	1,3	1,9	4,0	3,3
Oaxaca	4,2	1,3	1,6	2,3	2,1	1,3
Guerrero	4,5	0,0	3,6	1,6	3,0	0,9
Chiapas	7,1	0,3	0,7	0,3	2,6	0,2

Es importante aclarar que el Índice mide el comportamiento de los valores de variables en cada una de las entidades en relación a las variables de la entidad con los más valores más altos, por lo que siempre se estará midiendo el rezago que la entidad tiene con la de mayores valores en las variables. Por lo tanto, los esfuerzos pueden ser diversos y no por ello despreciables; por lo mismo, en las entidades con valores más bajos es posible que los esfuerzos necesiten incrementarse y coordinarse entre los actores participantes para obtener mejores resultados.

2.6. El surgimiento de la complejidad institucional, para el desarrollo de la industria de software.

El desarrollo de una base de capital humano con altos niveles de educación a nivel nacional, aunque reducida, permitió que en cada una de las entidades se constituyeran centros de investigación y con ellos núcleos de investigadores. Esta situación, al igual que la conformación de la base de capital humano, fue heterogénea y logro posicionar a un grupo pequeño de entidades a la cabeza de este esfuerzo nacional con un importante número de investigadores y centros de investigación. Como resultado de este proceso en el año de 2002 existían en el país 7,668 científicos pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) organismo dependiente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)⁴⁴. Las áreas en las cuales están agrupados los científicos del SNI son:

1. Físico matemático y ciencias de la tierra.
2. Biología y química.
3. Medicina y ciencias de la salud.
4. Humanidades y ciencias de la conducta.
5. Ciencias Sociales.
6. Biotecnología y ciencias agropecuarias.
7. Ingeniería y tecnología.

El mayor número de investigadores se encuentra en el área uno, en ella existen 1,540, le sigue el área dos con 1,369, después esta el área cuatro con 1,334 y enseguida el área siete con 964 investigadores. Al final está el área cinco con 900 investigadores, después el área seis con 839 y el área tres con 818.

De acuerdo a la clasificación anterior, el área en la cual se tienen las carreras de CyS es el área siete; por lo tanto, es conveniente analizar la distribución de los investigadores de esta área en cada una de las entidades con el objetivo de identificar que entidades tienen en los centros de investigación locales más investigadores del área siete.

En el cuadro 2.7 se muestra la distribución por entidades federativa del total de investigadores del SNI y del total de investigadores del área siete.

Cuadro 2.7 Número de Investigadores del SIN en el área 7, por entidad federativa, 2002

Entidad Federativa	Número de Investigadores	Porcentaje	
Total Nacional	7,668	964	12.6%
Coahuila	104	51	49.0%
San Luis Potosí	105	36	34.3%
Chihuahua	49	13	26.5%
Querétaro	184	45	24.5%
Tamaulipas	51	12	23.5%
Nuevo León	196	45	23.0%
Baja California	152	32	21.1%
Puebla	345	62	18.0%
Morelos	462	78	16.9%
Hidalgo	45	7	15.6%
Campeche	14	2	14.3%
Guanajuato	240	34	14.2%
Tabasco	15	2	13.3%
Zacatecas	46	6	13.0%
Yucatán	156	19	12.2%
Jalisco	320	38	11.9%
Michoacán	185	20	10.8%
Distrito Federal	3,803	386	10.1%
México	463	43	9.3%
Durango	24	2	8.3%
Sonora	134	11	8.2%
Veracruz	154	11	7.1%
Aguascalientes	36	2	5.6%
Sinaloa	63	3	4.8%
Oaxaca	32	1	3.1%
Baja California Sur	115	2	1.7%
Chiapas	62	1	1.6%
Colima	45	0	0.0%
Guerrero	10	0	0.0%
Nayarit	10	0	0.0%
Quintana Roo	31	0	0.0%
Tlaxcala	17	0	0.0%

Fuente: Elaboración propia con datos del SNI, 2002

Bajo esta perspectiva conviene señalar que en el país en el año 2002 había 161 centros de investigación. La mayor concentración estaba en el Distrito Federal con 42 centros, le seguía el estado de Guanajuato con 12 centros, enseguida se ubicaba la entidad de Morelos con 11 centros de investigación. Únicamente 4 de las 32 entidades no contaban con centros de investigación, las entidades eran: Baja California Sur, Colima, Nayarit y Quintana Roo. En el cuadro 2.8 se muestra la distribución de los centros de investigación.

⁴⁴ Creado el 27 de diciembre de 1970 www.conacyt.mx

Cuadro 2.8. Centros de Investigación por entidad federativa, 2002

Total Nacional	161
Distrito Federal	42
Guanajuato	12
Morelos	11
México	10
Nuevo León	10
Veracruz	9
Querétaro	8
Baja California	6
Jalisco	6
Puebla	6
Coahuila	5
Hidalgo	5
Sonora	4
Chihuahua	3
Michoacán	3
San Luis Potosí	3
Yucatán	3
Aguascalientes	2
Durango	2
Oaxaca	2
Sinaloa	2
Campeche	1
Chiapas	1
Guerrero	1
Tabasco	1
Tamaulipas	1
Tlaxcala	1
Zacatecas	1
Baja California Sur	0
Colima	0
Nayarit	0
Quintana Roo	0

Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT, 2002.

Después de haber analizado la base de capital humano que se ha desarrollado en cada una de las entidades del país, y de haber revisado que porcentaje de esta base de capital humano cuenta con las herramientas que la educación formal otorga para contribuir al desarrollo de la industria de Software, el resultado ha sido una geografía de capital humano heterogénea en donde algunas entidades han logrado llegar a la constitución de centros de investigación y otras no lo han podido lograr. Los esfuerzos que restan por hacer para ampliar la base de capital humano con las herramientas básicas y con las herramientas especializadas necesarias para la industria de software son todavía muchos.

Capítulo 3. La Industria del Software: una retrospectiva del mercado nacional en los últimos años.

Introducción.

En este capítulo se realiza un análisis del mercado de la industria de Software a nivel nacional y local⁴⁵ con el objetivo de contar con otro elemento que permita ir construyendo una perspectiva más amplia de esta industria en México. Para comenzar conviene aclarar que el mercado de Software puede dividirse en dos grandes segmentos:

1. aplicaciones en paquete y
2. soluciones a la medida.

En el primer caso, se está comercializando un producto estandarizado que previamente pasó por las tres etapas descritas en el capítulo uno (investigación y desarrollo, elaboración de patrones y registro de marca y patente). En el segundo caso, se tiene al Software que fue desarrollado para solucionar problemas específicos de una organización por lo que es difícil hacer de él un producto estandarizado que pueda comerciarse de forma masiva (empaquetado). Este último segmento es donde la mayoría de las empresas nacionales se ubican, dejando a las empresas extranjeras casi la totalidad del mercado del Software empaquetado⁴⁶.

El comportamiento del mercado de Software en México durante el periodo de 1993 a 2003⁴⁷ ha tenido una tendencia de crecimiento con tasas superiores al de la economía en su conjunto, por lo que es importante contar con un análisis de su evolución en este periodo de tiempo para poder vislumbrar su posible tendencia en los próximos años. De acuerdo al PROSOFT el objetivo

⁴⁵ Se hace un análisis a nivel estatal del mercado durante el periodo que va de 1999 a 2001. La empresa SELECT dejó de construir las estimaciones para el mercado estatal en 2002.

⁴⁶ Solo un grupo muy pequeño de empresas nacionales han logrado desarrollar Software empaquetado, un ejemplo de ello es la empresa ASPEL líder en el mercado de soluciones administrativas para micro, pequeñas y medianas empresas.

⁴⁷ Periodo para el cual se dispone de la información a nivel nacional. Cabe hacer mención que la fuente para el valor de mercado a nivel nacional y local es en todos los casos la empresa SELEC, solo si difiere se hará la aclaración.

planteado es buscar que el país cuente con una industria de Software competitiva internacionalmente y asegure su crecimiento en el largo plazo. Se espera situar a México como líder de esta industria en Latinoamérica para 2010 y convertirlo en líder desarrollador de soluciones de TI de alta calidad y uso de Software en Latinoamérica⁴⁸.

Dentro de las líneas de acción que se plantean para el cumplimiento de este objetivo destacan las siguientes:

1. Aprovechar el mercado creado por el enorme crecimiento de la industria de la computación y de telecomunicaciones en el mundo, sin duda beneficiará al país, no sólo por la generación de empleo y divisas en un tiempo relativamente corto, sino porque ayudará a sentar las bases para transitar de una economía productora de manufacturas y ensambladora, a una basada en el conocimiento.
2. La intención de las empresas líderes internacionales de subcontratar bajo el esquema de *nearshore*, por las ventajas que representa trabajar en tiempo real con empresas de otros países que tienen el mismo huso horario y una cultura similar, representa una oportunidad que debe aprovecharse sin dilación.
3. Detonar el desarrollo de la industria creando condiciones para la formación de una masa crítica de empresas, con la escala de producción y los niveles de capacidad de proceso suficientes, para aprovechar eficientemente la magnitud del mercado interno y para competir en el mercado mundial. Se estima que aplicando las medidas que establece este programa, podrán lograr un valor de la producción del orden del los 5,000 millones de dólares en el año 2010 y alcanzar el promedio mundial en el gasto de TI el cuál es de 4.3% con respecto al PIB.

En esta perspectiva, en la primera parte de este tercer capítulo se ubicará al mercado mexicano de TI, en específico el de Software, en el contexto mundial

⁴⁸ Secretaría de economía (2002). Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT), México. Pág. 25

utilizando fuentes internacionales (*Digital Planet*). En la segunda parte se analiza la evolución del mercado de Software de cada una de las treinta y dos entidades del país en los últimos años comparando esta evolución con la presentada por la economía en su conjunto, para lo cuál se utilizará como fuente a la empresa mexicana SELECT⁴⁹. En la cuarta parte de este tercer capítulo se estima la demanda potencial de los mercados locales a partir de las unidades económicas que se ubican en la Economía No Agrícola (ENA). En la parte final se construye un Índice base diez que auxiliará en la medición del crecimiento del mercado local.

3.1. México en el contexto mundial de la industria de Software.

El mercado mexicano de Software ocupó en el año 2001 el lugar número 24 a nivel mundial en cuanto a gasto (597 millones de dólares) y su participación en el mercado mundial fue de .3% (Digital Planet, 2002). En los últimos ocho años el incremento en el uso de las TI en México ha seguido el crecimiento registrado a nivel internacional, y en específico se ha visto reflejado en el crecimiento del mercado de Software. Por su parte, a nivel mundial el mercado de Software pasó de tener un valor aproximado de 71,551 millones de dólares en 1993 a poco más de 196,467 millones de dólares en el año 2001; es decir, en menos de una década el valor se ha multiplicado por un factor de 2.74.

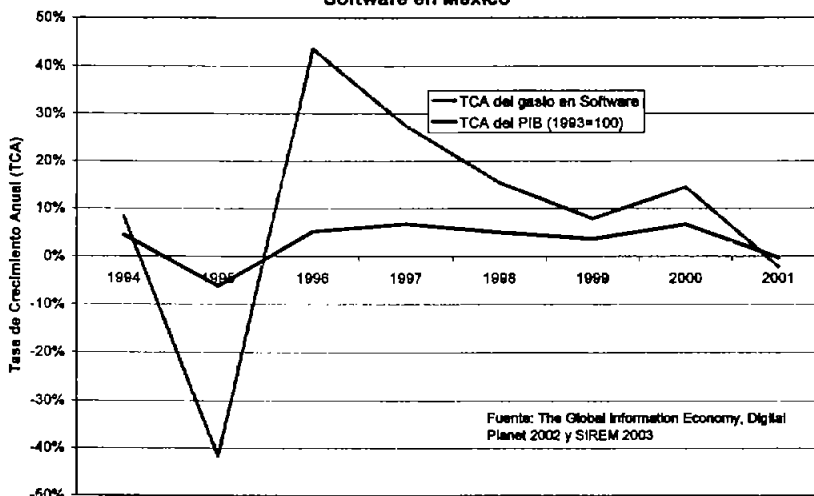
El mercado de Software en México experimentó un importante crecimiento en los ocho años analizados, al pasar de 397 millones de dólares en 1993 a poco más de 597 millones de dólares en el año 2001; es decir, un factor de crecimiento del orden de 1.61⁵⁰. En este mismo periodo de tiempo, la economía mexicana creció a una tasa promedio anual de 3.06% y el crecimiento de la industria de Software nacional fue de 6.16%, casi el doble del crecimiento de la economía. En cambio a nivel mundial la industria experimento un crecimiento promedio anual de 13.5% durante este mismo lapso de tiempo; el doble del crecimiento registrado en el mercado nacional.

⁴⁹ Es importante hacer mención que los datos de ambas fuentes pueden no coincidir. Sin embargo, en este trabajo no se tiene ningún cruce entre ambas fuentes.

⁵⁰ Digital Planet (2002), *The Global Information Economy*, reporte anual. WITSA

En el grafico 3.1 se tienen las tasas de crecimiento anual del gasto en Software en México y la del crecimiento del PIB, ello con el objetivo de poder contar con un primer acercamiento de la evolución de la industria en el contexto nacional.

Grafico 3.1. Dinámica del PIB versus el crecimiento del gasto en Software en México



En el contexto mundial, como ya se menciona anteriormente, la industria nacional esta dentro de las primeras 25 y el gasto que se realiza por concepto de la compra de Software es superior al que se realiza en la India, Israel e Irlanda (las tres l's), pero se encuentra muy por debajo del gasto que realizan países como Noruega, Finlandia, Italia, Francia, Suecia o Australia. Sin embargo, este valor del mercado en mexicano de Software represento en 1993 el .51% del gasto mundial y para el año de 2001 represento el .30%; es decir un retroceso en la participación del gasto del orden del .21%.

Cuadro 3.1. Ubicación de México en el Gasto Mundial de Software.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estado Unidos	33,020	37,780	40,689	46,802	54,010	65,250	75,006	80,989	96,666
Alemania	5,681	6,739	8,948	8,419	8,215	11,535	12,600	13,310	14,697
Reino Unido	4,431	4,977	6,579	7,478	8,779	9,139	10,362	12,455	13,798
Japón	7,611	8,160	9,886	9,923	10,492	10,393	12,224	13,102	13,729
Francia	3,579	3,910	5,962	5,830	5,645	7,177	7,615	9,436	10,524
Canadá	2,055	2,196	2,484	3,080	3,433	4,109	4,782	5,517	5,958
Italia	2,688	2,674	3,160	3,281	3,134	3,085	3,217	4,172	4,650
Holanda	1,488	1,701	2,460	3,346	2,259	2,973	3,249	4,058	4,436
Australia	1,123	1,336	1,456	1,764	2,021	1,996	2,285	2,385	2,726
Suecia	1,105	1,367	1,714	1,582	1,483	2,119	2,286	2,285	2,561
Suiza	661	733	907	968	942	1,518	1,664	2,059	2,307
España	971	956	1,082	1,076	1,039	1,498	1,656	1,999	2,243
Brasil	467	647	856	1,084	1,389	1,569	1,635	1,749	1,863
Bélgica	1,063	1,164	1,459	1,349	1,315	1,710	1,837	1,450	1,617
China	63	170	203	396	535	536	700	1,057	1,491
Dinamarca	454	510	696	669	655	1,097	1,165	1,259	1,407
Austria	496	587	785	735	704	934	1,004	1,198	1,332
Noruega	394	422	576	578	590	705	720	1,028	1,145
Finlandia	230	259	466	434	417	663	716	971	1,086
Corea	248	374	470	748	723	354	752	840	1,027
Sud África	330	386	456	633	669	756	815	859	927
Taiwán	160	213	204	246	326	370	528	565	662
Singapore	171	212	298	405	470	415	518	557	656
México	370	401	422	422	422	422	422	422	422
Israel	247	304	352	388	439	493	539	580	587
Polonia	87	106	115	180	229	268	309	447	511
India	58	98	124	113	137	153	213	386	494
Portugal	120	126	161	160	157	187	203	400	552
Irlanda	108	127	159	166	176	209	228	400	542
Rusia	257	314	174	194	228	178	150	372	530
Argentina	124	172	233	306	394	409	419	422	410
Resto del Mundo									
Mundo	1,691	1,947	2,378	2,959	3,343	3,111	3,572	4,545	4,846
Total	71,551	81,068	95,705	105,828	114,774	135,413	153,592	181,442	198,267

Fuente: The Global Information Economy, Digital Planet 2002

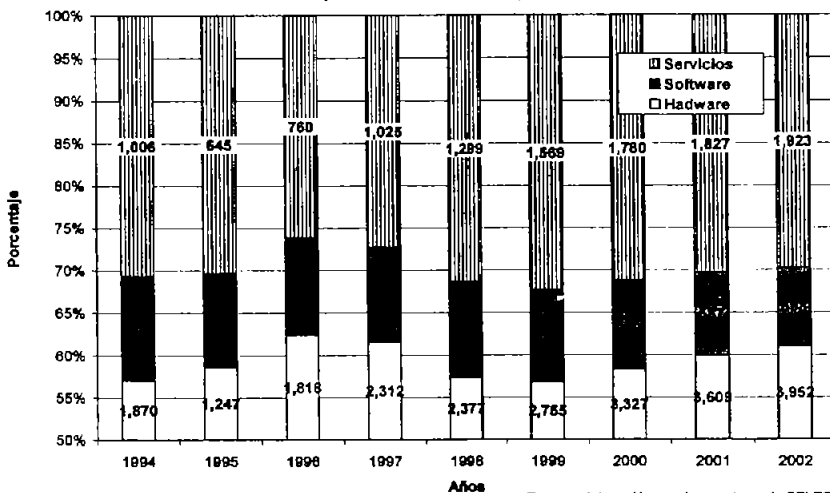
Es importante destacar que el mercado mexicano es el segundo en tamaño en América Latina, solo después de Brasil. De manera conjunta estas dos economías representan el 1.3% del gasto total realizado en Software en todo el mundo en el año 2001 (.9% Brasil y .3% México). Como referencia, cabe mencionar que el gasto que se realizó en el mercado de los estados Unidos de América en el 2001 para adquirir Software represento el 49.1% del gasto a nivel mundial.

En el siguiente apartado se revisa la estructura del mercado de TI en México con el objetivo de identificar los principales segmentos y con ello ubicar al que refiere a la industria de Software.

3.2. Estructura del mercado de TI en México (1994-2002).

El mercado en México TI ha mantenido su composición en el periodo analizado; en 1994 el Hardware representaba el 57.1% del mercado, seguido por los servicios (de soporte y profesionales) los cuáles participaban con el 30.7% y al final estaba la participación del Software con el 12.2%. Para el año 2002, ocho años después, la participación de las ventas de Hardware habían crecido hasta llegar a representar el 61.1%, en detrimento de la participación de los servicios y de la venta de Software que para ese año representaban el 29.7% y el 9.2% respectivamente. En el grafico 3.3 se muestra la evolución de la composición del mercado de TI en México desde 1994 hasta el año de 2002.

3.2. Composición del mercado de TI en México en los últimos 8 años (millones de USAdls)



Fuente: elaboración propia con datos de SELECT.

Para dimensionar el mercado que tiene la industria de TI en México conviene hacer una desagregación más amplia que permita tener una mejor perspectiva y ubicar en este marco al mercado de la industria de Software. De esta manera se tiene que dentro del rubro que se considera como equipo, Hardware, se incluyen los servidores y los sistemas personales. El concepto más importante de este grupo son los sistemas personales, los cuales representaron en el 2002 el 72% de la venta de equipos. El rubro de servicios incluye los conceptos,

servicios profesionales y de soporte. En este caso, la mayor participación en el año de 2002 la tuvieron los servicios profesionales con 71% del valor de mercado. Por su parte, el rubro de Software, el cuál es considerado como único, tuvo un valor de mercado 6.6 veces menor al valor de mercado de Hardware y 3.3 veces menor al de servicios. Lo antes expuesto puede observarse en el cuadro 3.2 en donde se tiene los valores en miles de dólares que refieren a cada uno de los segmentos de mercado de TI en México.

Cuadro 3.2. El mercado de Tecnologías de la Información en México en los últimos años (Miles de Dólares)

Concepto	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
TI	3.278	2.126	2.915	3.766	4.143	4.848	6.703	6.022	6.473
Equipo	1.870	1.247	1.818	2.312	2.377	2.765	3.327	3.608	3.952
<i>Servidores</i>	454	254	377	507	451	476	538	562	637
<i>Servidores Nuevos</i>	422	210	320	422	370	349	364	337	368
<i>Actualización y Almacenamiento</i>	32	44	57	85	81	126	174	225	269
<i>Sist. Personales</i>	1.254	871	1.283	1.587	1.630	1.904	2.349	2.594	2.849
<i>PCs</i>	949	682	1.046	1.275	1.353	1.601	2.007	2.261	2.530
<i>Estaciones de Trabajo</i>	36	34	32	35	25	16	16	14	13
<i>Periféricos</i>	270	155	205	277	253	285	326	318	306
<i>Com. Datos</i>	163	121	158	218	296	375	440	453	466
Software	401	234	336	418	467	524	696	587	598
Servicios	1.008	645	760	1.025	1.299	1.569	1.780	1.827	1.823
<i>De Soporte</i>	346	239	257	306	359	419	466	502	542
<i>Profesionales</i>	660	407	604	719	940	1.150	1.314	1.324	1.381
<i>Implementación</i>	479	272	336	482	636	786	892	897	937
<i>Outsourcing</i>	93	90	113	162	211	271	324	330	346
<i>Mantenimiento</i>	346	239	257	306	359	419	466	502	542
<i>Capacitación</i>	89	44	52	75	93	92	99	97	98

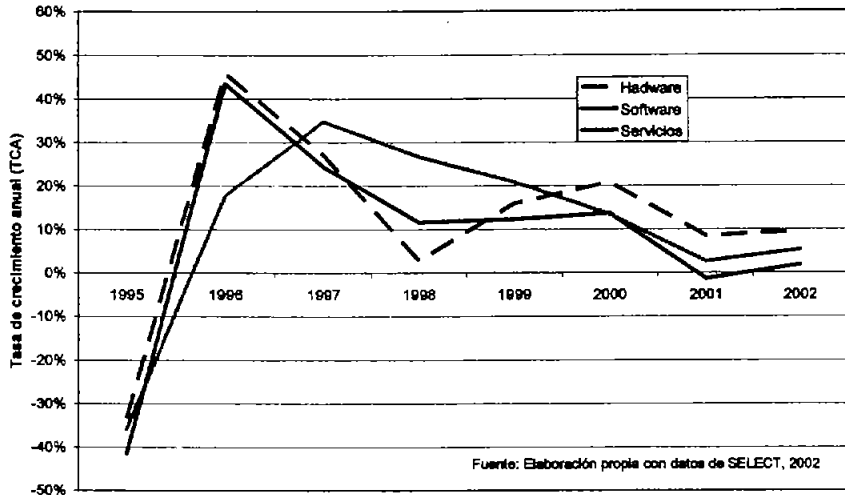
Fuente: SELECT, Mayo 2002

Si se analizan las tasas de crecimiento de los principales componentes de la industria en los últimos años se puede ver que la recuperación en el crecimiento de la industria fue rápida para el Software y el Hardware, después de la crisis de la economía mexicana de diciembre de 1994, no así para los servicios los cuales presentan una trayectoria desfasada del comportamiento, por debajo de la tasa de crecimiento que registra el Hardware. Ello se debe a que los servicios vienen después de la compra del equipo y no antes, al igual que estos se requieren hasta que el equipo deja de funcionar por no contar con los recursos para reemplazarlo.

En el gráfico 3.3 se muestra la tasa de crecimiento anual de cada uno de los sectores que componen a la industria de TI. En él se aprecia lo antes

mencionado; el Hardware con el mayor crecimiento seguido de los servicios y por último el Software.

Grafico 3.3. Crecimiento de los principales componentes del mercado de TI en México



Es importante hacer mención que la tasa de crecimiento promedio anual en el segmento Hardware a nivel nacional registro un crecimiento de 8.9%; el sector servicios de 8.4% y el gasto en Software de 5.1% durante el periodo que va de 1994 a 2002. Por lo tanto, y para tener una perspectiva regional de la industria de Software en el país se describe en el siguiente apartado los indicadores de esta industria en los mercados locales de cada una de las treinta y dos entidades.

3.3. El mercado de Software a nivel estatal en México.

A nivel local, la industria de Software ha registrado un importante crecimiento principalmente en las entidades con las economías más desarrolladas, lo cuál puede ser justificado por la demanda potencial que ahí se tiene. En el cuadro 3.3 se muestra el valor de mercado de Software en cada una de las entidades ordenadas de mayor a menor. La entidad con el mercado más grande, en término de valor de ventas, es el mercado del Distrito Federal, seguido por el

mercado de Nuevo León, después viene el mercado del Estado de México, enseguida se ubica el mercado de Jalisco y después esta el mercado de Veracruz. Entre estas cinco entidades, se concentró en el 2001 el 73.5% del valor de mercado de Software del país.

Cuadro 3.3. Valor del mercado de Software en cada una de las entidades federativas (millones de Dólares)

	2000	2001	2002
Distrito Federal	240,7	274,3	307,9
Nuevo León	69,8	81,5	91,3
México	43,8	52,1	59,1
Jalisco	21,8	25,5	28,6
Veracruz	15,7	18,1	20,3
Baja California	12,0	14,5	16,5
Puebla	12,2	14,5	16,4
Guanajuato	11,9	14,0	15,6
Colima	10,8	12,8	14,6
Sonora	9,8	11,6	13,2
Tamaulipas	8,7	10,1	11,6
Coahuila	7,1	8,3	9,4
Michoacán	6,5	7,9	8,8
Querétaro	6,3	7,5	8,6
San Luis Potosí	4,6	5,6	6,4
Sinaloa	4,9	5,7	6,3
Guerrero	4,6	5,4	6,1
Hidalgo	4,5	5,3	6,1
Yucatán	3,5	4,2	4,7
Chiapas	3,9	4,0	4,6
Morelos	3,4	4,1	4,5
Aguascalientes	3,1	3,7	4,3
Durango	3,2	3,7	4,2
Chihuahua	2,9	3,4	4,0
Zacatecas	1,7	2,1	2,2
Baja California Sur	1,5	1,8	2,0
Tlaxcala	1,5	1,7	2,0
Oaxaca	1,6	1,6	1,8
Nayarit	1,3	1,5	1,7
Quintana Roo	1,3	1,3	1,4
Tabasco	1,1	1,1	1,2
Campeche	0,7	0,7	0,8

Fuente: SELECT 2002

En la economía local, el mercado de Software tiene una participación diferente de entidad en entidad. En el cuadro 3.4 se muestra la proporción que representa el mercado de Software en el PIB desde 1999 hasta el año 2001. La entidad en donde el mercado del Software tiene una partición mayor es en el Distrito Federal, seguido de Nuevo León y del Estado de México. Por el

contrario, en las entidades en donde el peso de esta industria en el PIB local es menor son Tabasco, Quintan Roo y Campeche. El orden de las entidades entre este cuadro y el anterior es básicamente la misma, existen algunas entidades que se escapan como es el caso de Jalisco y Colima, por ejemplo.

Cuadro 3.4. El valor del mercado de Software en el PIB estatal.

Distrito Federal	0.20%	0.22%	0.24%
Nuevo León	0.19%	0.20%	0.22%
México	0.08%	0.09%	0.10%
Veracruz	0.08%	0.08%	0.09%
Guanajuato	0.07%	0.08%	0.09%
Querétaro	0.07%	0.08%	0.09%
Chiapas	0.08%	0.08%	0.09%
Chihuahua	0.07%	0.07%	0.09%
Sonora	0.07%	0.08%	0.09%
Hidalgo	0.06%	0.07%	0.08%
Baja California	0.06%	0.07%	0.08%
Colima	0.07%	0.07%	0.08%
Jalisco	0.06%	0.07%	0.08%
Puebla	0.06%	0.07%	0.08%
Michoacán	0.05%	0.06%	0.07%
Tamaulipas	0.05%	0.06%	0.07%
San Luis Potosí	0.05%	0.06%	0.07%
Tlaxcala	0.05%	0.06%	0.06%
Baja California Sur	0.05%	0.06%	0.06%
Aguascalientes	0.05%	0.05%	0.06%
Guerrero	0.05%	0.06%	0.06%
Durango	0.05%	0.05%	0.06%
Morelos	0.05%	0.05%	0.06%
Sinaloa	0.05%	0.05%	0.06%
Yucatán	0.05%	0.05%	0.06%
Nayarit	0.05%	0.05%	0.06%
Zacatecas	0.05%	0.05%	0.05%
Coahuila	0.03%	0.03%	0.03%
Oaxaca	0.02%	0.02%	0.02%
Tabasco	0.02%	0.02%	0.02%
Quintana Roo	0.02%	0.02%	0.02%
Campeche	0.01%	0.01%	0.01%

Fuente: elaboración propia con datos de SELECT y el SIREM

Después de haber revisado el valor del mercado de Software y de ver el porcentaje que representa en la economía local. Conviene ahora considerar los elementos que han hecho que esta industria se halla desarrollado en el país y como esta estructurada.

3.4. Desarrollo y crecimiento del mercado de Software en México.

El crecimiento de la industria de Software en México estuvo impulsado por la crisis de principios de los años ochenta, la cual cerro la importación de tecnología y obligo al desarrollo de una base de ingenieros y técnicos que pudieran dar mantenimiento a la capacidad instalada la cual era básicamente *mainframes* de la empresa norteamericana IBM que eran utilizados en las grandes empresas y en las instituciones del sistema financiero nacional (Ruiz Duran, 2003). Con la introducción de las Computadoras Portátiles (PC's) a finales de los años setenta y con ello el acceso de otros grupos de empresas, *el mercado de Software tuvo una dinámica más importante que la del mercado del Hardware y la puerta de la innovación fue abierta*⁵¹.

De acuerdo a Ruiz Durán (2003), el desarrollo de la industria fue reforzada por los siguientes factores:

- ✓ La apertura de la economía a finales de los años ochenta forzó a los precios domésticos a igualarse con los precios internacionales. Este proceso signífico una crisis real para las empresas en México ya que éstas los utilizaban para obtener un margen importante de beneficios. Adaptarse al nuevo entorno signífico un proceso de aprendizaje, no únicamente en el costo de la dirección, sino también en el control de los grandes flujos de información.
- ✓ En los procesos productivos, en especifico en las practicas de dirección, existió una renovación con la introducción de las técnicas japonesas de producción (*just in time*, control de calidad, círculos de calidad etc.) y todos las grandes empresas buscaron modernizarse a través de la introducción de TI.
- ✓ Las pequeñas y medianas empresas invirtieron en sistemas computacionales, ellos demandaron programas adecuados a sus

⁵¹ Ruiz Durán C. (2003) **México: the management revolution and the emergence of the Software Industry**, en *Industrial Agglomeration: facts and lessons for developing countries*. Ed. Institute of Developing Economies Japan External Trade Organization. Pág. 368.

necesidades de operación los cuales estaba fuera de los programas de uso general que ofrecía Microsoft en las PC's.

- ✓ La introducción de comunicaciones electrónicas, e-mail, y el Internet abrieron nuevas áreas de innovación.

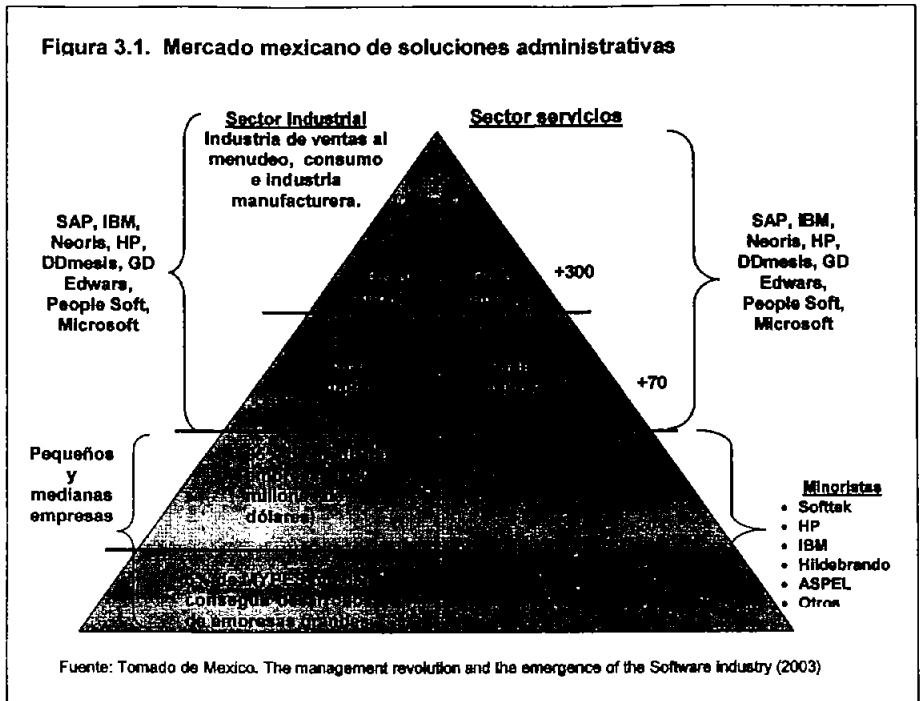
Lo anterior impulso a que *la industria nacional de Software se halla enfocado generalmente a desarrollar soluciones de bajo espectro en el entorno productivo, a la adaptación de soluciones existentes o al mantenimiento de sistemas en operación en la planta productiva nacional*⁵². Ello trajo como consecuencia que la industria nacional tenga una amplia base a empresas pequeñas y medianas (PyMES) que desarrollan soluciones administrativas a la medida y que compiten con las grandes empresas transnacionales.

En la parte más alta del mercado de Software en México se encuentran las grandes empresas extranjeras que venden Software empaquetado el cual es desarrollado en sus países de origen y su adaptación y la venta de servicios de soporte la realizan las filiales ubicadas en México. La figura 3.1 muestra un acercamiento a la estructurada del mercado mexicano de Software. Del lado derecho se tiene el sector servicios y del lado izquierdo al sector industrial. La pirámide mide el tamaño de las empresas de acuerdo al monto de sus ventas. Las grandes empresas adquieren Software con empresas transnacionales; las empresas pequeñas y medianas (con ventas anuales menores a los 20 millones de dólares) acuden tanto con las empresas transnacionales como con las empresas nacionales desarrolladoras de Software para satisfacer sus necesidades. Cabe mencionar que en el caso de las pequeñas empresas que están en condiciones de adquirir un Software que les ayude a hacer eficientes sus procesos administrativos, lo adquieren con las empresas nacionales en su mayoría⁵³.

⁵² Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT), Secretaría de Economía. Pág. 23

⁵³ Información obtenida de entrevista con ejecutivo de la empresa alemana de Software SAP, 2002.

Figura 3.1. Mercado mexicano de soluciones administrativas



De acuerdo a la Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información (AMITI)⁵⁴ una empresa de Software que desee exportar, debe alcanzar un tamaño mínimo de 250 empleados y crecer arriba de 1,000 empleados para ser realmente competitiva a nivel internacional. Varias empresas de clase mundial se encuentran arriba de 5,000 empleados⁵⁵. Además, la empresa debe ofrecer niveles de calidad bajo estándares internacionales, de los cuales se destacan CMM e ISO 15504 (SPICE). Bajo esta perspectiva, la estructura de la industria nacional de Software hace que los posibles escenarios para los próximos años puedan girar en torno a tres opciones básicas:

⁵⁴ AMITI (2001), *Esquema de apoyo gubernamental a la industria de Software*. Marzo. Pág. 7.

⁵⁵ En México solo existen dos empresas desarrolladoras de Software nacionales que sobrepasan los 500 empleados: Softeck e Hildebrando.

- ✓ Un crecimiento sustentado en el mercado local y a partir de ahí generar economías de escala para poder ser competitivo en el mercado mundial.
- ✓ Existe también la posibilidad de que las empresas mexicanas desarrolladoras de Software entren a un esquema de *offshore outsourcing*⁵⁶ siguiendo la experiencias de países como la India (Alfredo Hualde, 2004).
- ✓ Convertirse en una industria que además de aprovechar el relativo bajo costo de mano de obra, aproveche la proximidad del mercado de Software más grande del mundo, el de los Estados Unidos de América (*nearshore*).

En el caso del proceso de *offshore outsourcing*, en la *economía de los Estados Unidos*, existe un acuerdo sobre que este proceso es irreversible y que puede alcanzar grandes dimensiones⁵⁷. Esto debido a que las empresas de este país buscan disminuir costos de mano de obra y sacar los procesos repetibles hacia los países en donde se tengan ciertas ventajas competitivas. Apara aprovechar este proceso es importante que el país construya ventajas competitivas que logren atraer a las grandes empresas extranjeras desarrolladoras de Software.

El debate entre los industriales nacionales de la industria de Software se ha centrado en dos grandes frentes, por un lado están los grupos que apuestan por mercado nacional como el motor del desarrollo de la industria y promueven un papel más activo del estado para el apoyo en las compras gubernamentales y regulación de procedimientos que pudieran abrir nuevos nichos de mercado⁵⁸; y por otro lado se tiene a los grupos que argumentan que el principal motor para el desarrollo de la industria nacional de Software es orientarla hacia el mercado de exportación aprovechando las ventajas de cercanía con el principal mercado del mundo de Software⁵⁹. Sin embargo, y

⁵⁶ El *offshore outsourcing* no es otra cosa que una práctica de negocios consistente en la subcontratación de los servicios profesionales informáticos a empresas radicadas fuera de las fronteras del subcontratista.

⁵⁷ Alfred Hualde y Redi Gomis (2004), *La construcción de un cluster de Software en la frontera noroeste de México*, en *Frontera Norte*, Vol. 16, Julio-Diciembre. Colegio de la Frontera Norte, Pág. 12

⁵⁸ Propuesta de firma electrónica.

⁵⁹ Caso del Cluster de TI en Baja California que busca aprovechar su cercanía con ciudad de San Diego en los Estados Unidos para impulsar un crecimiento de la industria.

aunado a que la mayoría de las empresas en este sector se les clasifica como PyMES⁶⁰, la industria mexicana de Software es pequeña en término de número de empresas (2,095 empresas de acuerdo al Censo Económico de 1999), carece de financiamiento para crecer, competir internacionalmente y acceder al mercado mundial de Software. Por lo que es necesario realizar esfuerzos por mejorar la situación del entorno de las empresas así como desarrollar mecanismo que permitan hacerlas competitivas en el mercado mundial.

En el siguiente apartado se muestra el crecimiento de la industria entre 1994 y 1999, medido en términos de unidades económicas, de acuerdo a las estadísticas que ofrecen los Censos de Económicos⁶¹ publicados por INEGI.

3.4.1. Número de empresas en la industria de Software en México.

En México se tenían en 1994 un total de 636 empresas que desarrollaban Software o proporcionaban un servicio relacionado con esta industria, para 1999 el número de empresas había crecido poco más de 229%; es decir, había 2,094 empresas. De las entidades con mayor crecimiento en el número de unidades económicas fueron Aguascalientes, Sinaloa, Hidalgo, Chihuahua, Puebla y Veracruz. Por el contrario, de las entidades con menor crecimiento fueron Yucatán, Tamaulipas y Coahuila. Asimismo, existe un grupo de entidades que durante el censo anterior (1994) no tenían registrada una sola UE, o si las tenían, su número era inferior a tres, por lo que no es posible conocer con exactitud la situación. No obstante, en el censo de 1999 muchas de ellas registraron UE's, tal es el caso de Chiapas, Guerrero, Tabasco y Morelos por mencionar algunas entidades. En el cuadro 3.5 se muestra el crecimiento de la industria de Software por entidad en término de número de UE.

⁶⁰ No obstante en este sector el tamaño de la empresa, medido en número de empleados no es una buena forma de clasificarla dadas sus características de industria intensiva en conocimiento.

⁶¹ El número de unidades económicas en la industria de Software se obtuvo de la base ampliada de cada uno de los censos económicos, en ella se identificó a cinco clases que conforman la industria de Software: consultoría en computación (951001), procesamiento electrónico de información (951002), consultoría en línea y otros proveedores (951003) y edición y desarrollo de Software (951005) como las clases que aglutinan a la industria de Software.

Cuadro 3.5. Crecimiento de las Unidades Económicas (UE) de la Industria de Software en México de 1993 y 1998

Agascalientes	4	29	626,0%
Sinaloa	5	34	580,0%
Hidalgo	4	26	550,0%
Chihuahua	30	194	546,7%
Puebla	12	71	491,7%
Veracruz	21	89	323,8%
Sonora	18	74	311,1%
Guanajuato	13	51	292,3%
México	22	82	272,7%
Querétaro	10	36	260,0%
Jalisco	28	93	232,1%
Nuevo León	65	214	229,2%
Durango	4	13	225,0%
Baja California	30	73	143,3%
Distrito Federal	236	573	142,8%
Yucatán	17	31	82,4%
Tamaulipas	34	50	47,1%
Coahuila	33	39	18,2%
Baja California Sur	*	5	
Campeche	*	13	
Colima	*	0	
Chiapas	*	29	
Guerrero	*	19	
Michoacán	*	29	
Morelos	*	27	
Nayarit	*	0	
Oaxaca	*	20	
Quintana Roo	*	25	
San Luis Potosí	*	19	
Tabasco	*	28	
Tlaxcala	*	7	
Zacatecas	*	0	

* Menos de tres UE

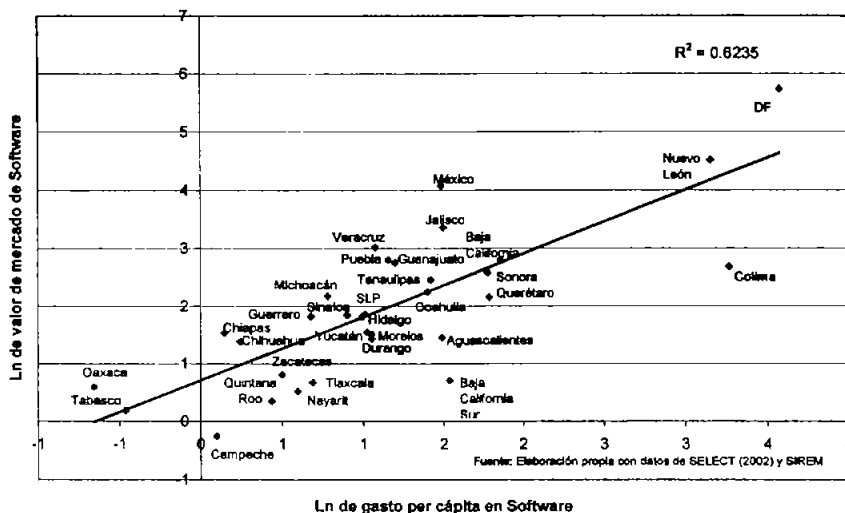
Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos de 1994 y 1999, INEGI.

Una vez que se ha revisado la composición del mercado de Software en México, su valor y se le ha logrado ubicar en el contexto mundial, conviene ahora tener información del mercado potencial al cual se enfrentan las empresas nacionales en el mercado local.

3.5. Mercado potencial de la industria de Software

El mercado de Software en cada entidad depende en gran medida del tamaño de la economía local. Si se considera el tamaño del mercado y el gasto per cápita en Software que se realiza en cada una de las entidades se obtendrá una correlación positiva lo cuál muestra que realmente en las economías más grandes existe un mayor gasto de Software. En el grafico 3.5 se tiene a cada una de las entidades relacionando las dos variables antes mencionadas.

Grafico 3.4. Tamaño del mercado y gasto per cápita en Software (2001)



Ahora bien, si se considera el mercado potencial de la industria en cada una de las entidades, entiendo a este mercado como el número de establecimientos que se encuentran en la Economía No Agrícola (ENA) en cada entidad, se obtiene también una relación positiva; ello significa que en las economías más grandes y en las que se tiene un mayor número de empresas en la ENA se tiene también un mercado más grande de Software en términos de valor. Sin embargo ello no dice que el número de empresas de la ENA que le corresponden a cada empresa de Software sea mayor.

El número de empresas de la ENA por cada empresa desarrolladora de Software ha venido disminuyendo, en el año de 1994 había 3,435 empresas de la ENA por cada empresa de Software a nivel nacional; para el año de 1998 se tenían 1,301 empresas de la ENA por cada empresa de Software. Este crecimiento en el número de empresas de Software ha permitido disminuir esta relación, pero aún sigue siendo importante la cantidad de empresas que potencialmente son demandantes en cada una de las entidades.

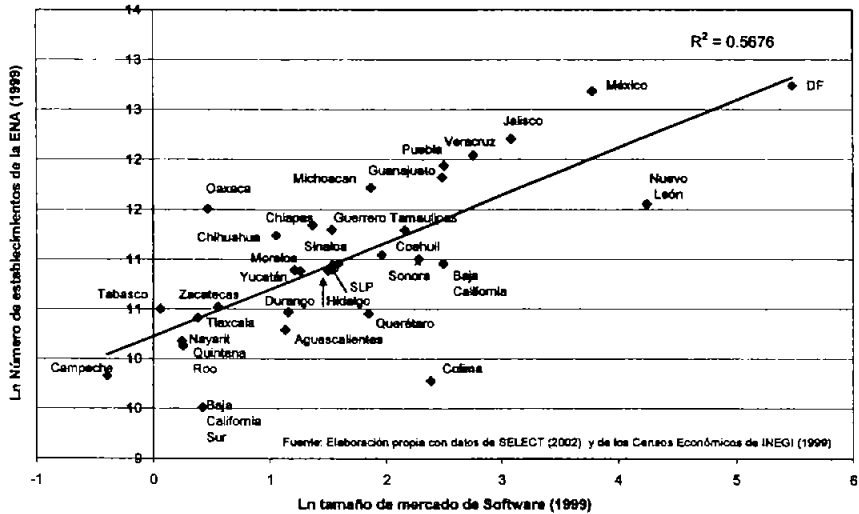
Cuadro 3.6. Número de Unidades Económicas (UE) por empresa de Software

Oaxaca	-	4,961
Tlaxcala	-	4,751
Guerrero	-	4,252
Michoacán	-	4,216
México	10,292	3,909
San Luis Potosí	-	2,982
Chiapas	-	2,913
Durango	7,326	2,705
Baja California Sur	-	2,695
Guanajuato	8,131	2,666
Puebla	10,272	2,151
Jalisco	5,414	2,145
Hidalgo	9,752	2,064
Morelos	-	1,995
Veracruz	6,538	1,904
Yucatán	3,149	1,720
Sinaloa	9,850	1,682
Tamaulipas	1,931	1,608
Coahuila	1,634	1,607
Campeche	-	1,423
Tabasco	-	1,297
Aguascalientes	6,163	1,016
Quintana Roo	-	1,001
Querétaro	2,694	964
Sonora	2,659	815
Baja California	1,573	786
Distrito Federal	1,291	592
Nuevo León	1,383	486
Chihuahua	2,136	392
Colima	-	-
Nayarit	-	-
Zacatecas	-	-

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos de 1984 y 1989, INEGI.

En el grafico 3.6 se tiene el número de empresas que se encuentran en la ENA (1999) y el tamaño de mercado de la industria de Software local (1999), por entidad federativa. En este grafico se puede apreciar que las entidades con mayor número de empresas son las mismas que tienen un mercado importante de Software (Distrito Federal, México, Jalisco, Veracruz, Nuevo León)

3.5. Tamaño del mercado de Software y el número de empresas en la ENA



De acuerdo a lo anterior, conviene realizar un análisis que pueda medir el avance de las entidades federativas dentro del contexto del mercado de Software. Para realizar este ejercicio se hará uso del índice base diez utilizado en el capítulo 2 el cuál mide el incremento de las variables seleccionadas por entidad.

3.6. Midiendo el desarrollo del mercado de Software en cada una de las entidades federativas.

En cada una de las treinta y dos entidades federativas el tamaño del mercado varía en función de la economía local. No obstante esta diferencia en tamaño, existen algunas entidades que han realizado importantes esfuerzos por mejorar la educación de la población y han otorgado incentivos para que los industriales se establezcan en su territorio. En este sentido, realizar un ejercicio que permita medir el avance de estos esfuerzos resulta importante ya que se podrá ubicar a las entidades en el contexto nacional. Este primer acercamiento a la dinámica del mercado de Software considera dos variables básicas:

- ✓ Participación del valor del mercado de Software en el PIB local y,
- ✓ número de empresas en la industria de Software.

En el cuadro 3.7 se muestra el Índice base diez. Los valores del índice ubican en primer lugar al Distrito Federal, le sigue el estado de Nuevo León, el estado de Veracruz, México, Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Jalisco y Baja California. Las entidades con menor dinamismo fueron las entidades de Nayarit, Zacatecas y Campeche.

Cuadro 3.7. Dinámica del mercado y la industria de Software en el país.

Distrito Federal	10.00	10.00
Nuevo León	9.51	9.64
Veracruz	7.02	8.72
México	7.68	8.68
Chihuahua	7.38	8.47
Guanajuato	5.86	7.55
Sonora	6.37	7.51
Jalisco	6.56	7.46
Baja California	6.73	6.99
Querétaro	4.87	6.79
Puebla	4.24	6.30
Chiapas	4.52	6.03
Tamaulipas	6.75	5.58
Hidalgo	3.72	4.95
Michoacán	2.74	4.74
Aguascalientes	1.95	3.94
Sinaloa	2.12	3.69
Coahuila	4.65	3.45
Yucatán	3.29	3.33
Colima	3.55	3.23
San Luis Potosí	2.10	3.22
Morelos	1.13	3.05
Tlaxcala	2.26	2.66
Guerrero	1.94	2.57
Baja California Sur	2.58	2.30
Durango	2.11	2.21
Tabasco	0.16	2.12
Oaxaca	0.48	1.48
Quintana Roo	0.32	1.36
Nayarit	0.97	0.97
Zacatecas	0.81	0.81
Campeche	0.00	0.60

Capítulo 4. Procesos de certificación, evaluación y acreditación: formación de capital humano y el proceso de desarrollo de Software.

Introducción

Como parte de las metas planteadas en el PRSOFT en materia de certificación de procesos, acreditación y evaluación de planes de estudio en las carreras del área de CyS, en este capítulo se hace un breve análisis de dichos procesos con el objetivo de ampliar parte de la discusión planteada en el capítulo uno y dos sobre la calidad del capital humano y de los procesos de desarrollo de Software para hacerlos repetibles.

Es importante mencionar que mucha de la información que se tiene sobre las instituciones encargadas del proceso de acreditación y evaluación de los programas de estudio en el área de CyS fue obtenida a partir de reuniones con los representantes de estas organizaciones.

4.1. Instituciones de acreditación de las carreras en el área de Computación y Sistemas (CyS).

El proceso de acreditación de los programas de nivel licenciatura ha sido uno de los principales objetivos que han buscado la gran mayoría de las IES en la conformación de asociaciones, ello les permite contar con la certeza de que la currícula y el programa que ofrecen cumplen con los lineamientos generales que la Secretaría de Educación Pública tiene. *Los esquemas de acreditación se basan en la evaluación externa y voluntaria de programas, instituciones o ambos; ello implica una cierta tensión entre los valores históricos de la autonomía académica y los propósitos (gubernamentales o sociales) de*

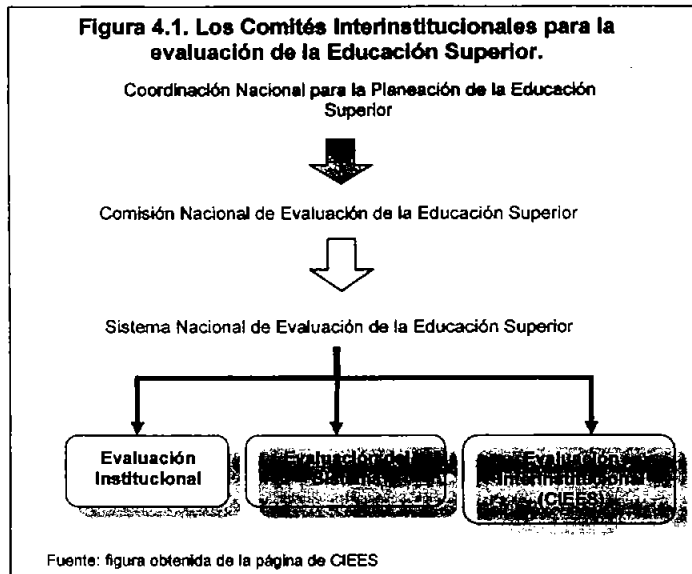
*supervisión de la calidad en beneficio de los destinatarios del servicio educativo*⁶².

En el caso de las IES en México se les realiza una *evaluación diagnóstica de las funciones institucionales de los programas que se ofrecen propiciando que los modelos de organización académica y pedagógica se orienten al aprendizaje como un proceso a lo largo de la vida, enfocado al análisis, interpretación y buen uso de la información más que a su acumulación. Estas evaluaciones fueron creados los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior*⁶³ (CIEES) en 1991.

Los CIEES fueron instituidos por la Coordinación Nacional de Planeación de la Educación Superior (CONPES), órgano de enlace entre la representación de las universidades públicas y el gobierno federal. El proceso de acreditación y reconocimiento de programas académicos se realiza a través de órganos especializados en los que participan las instituciones educativas, los colegios y otras agrupaciones profesionales, los empleadores y el gobierno federal, y la función de los CIEES es la de dictaminar los proyectos y otorgar asesoría a las IES que lo requieran. En la figura 4.1 se muestra el orden de jerarquía de los CIEES.

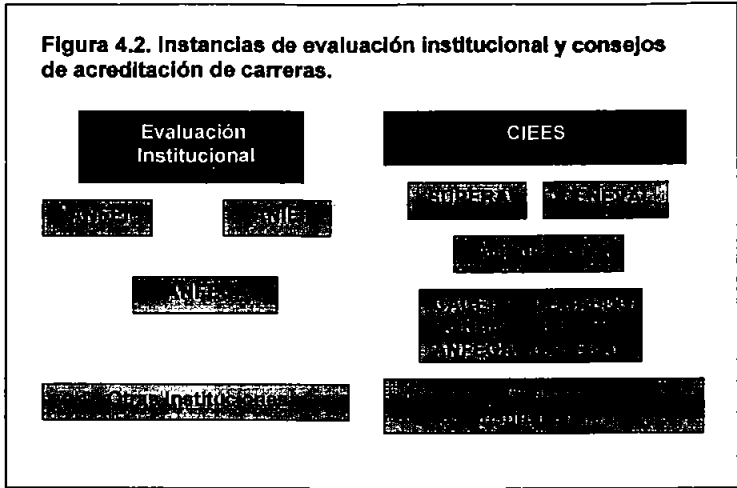
⁶² Rodríguez G. Roberto, *Acreditación de la educación superior (cuarta parte) El caso de México*. Campus Milenio, septiembre de 2003. <http://www.riseu.net/roberto/campus50.html>

⁶³ www.ciees.edu.mx/que_son_ciees/que_son_los_ciees.htm

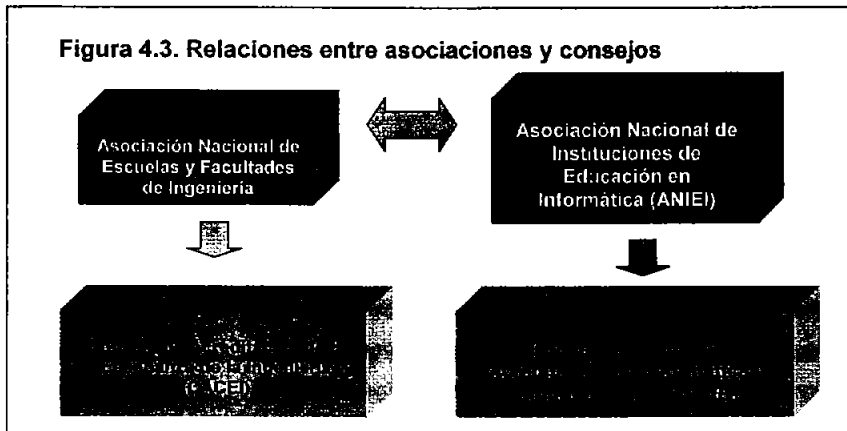


Las necesidades que se fueron presentando en materia de evaluación de la calidad de la educación, a principios de los años ochenta derivó en el inicio de la construcción de instituciones que se encargaron de acreditar carreras en el área de ingeniería y tecnología. Este proceso se acentuó con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y contribuyó a rediseñar el esquema de certificación y acreditación de las IES en México. De esta forma surgieron instancias de evaluación institucional en el área de Ingeniería y Tecnología (ANIEI y ANFEI), las cuáles tiempo después dieron paso a la conformación de consejos acreditadores de carreras en el área (CACEI y CONAIC).

En la figura 4.2 se muestra el organigrama en el cuál se puede ubicar a las instancias de evaluación institucional y los consejos de acreditación de carreras en el área de Ingeniería y Tecnología.



Los vínculos que tienen los consejos acreditadores con las asociaciones de las IES se puede apreciar en la figura 4.3; en esta figura se muestra que la ANFEI coordina los trabajos del Consejo para Acreditación de las Escuelas de Ingeniería (CACEI) y que la ANIEI coordina los trabajos de del Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación.



En el apartado siguiente se describen las funciones de cada una de las asociaciones y sus respectivos órganos acreditadores con el objetivo de contar

con la información relacionada con las instituciones en México que se encargan de evaluar y acreditar la calidad de la enseñanza superior en el área de CyS.

4.2. Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática (ANIEI).

En 1981 la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y la Secretaría de Programación y Presupuesto plantearon la necesidad de crear un organismo que contribuyera a la formación de los profesionales en Informática y Computación, por ello, en el tercer foro sobre formación de recursos humanos celebrado el 8 de octubre de 1982 en Guadalajara Jalisco, se originó la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática (ANIEI), que actualmente, cuenta con mas de 600 asociados⁶⁴. Esta asociación tiene como propósito ayudar a las instituciones de educación superior, media superior y Posgrado que imparten los estudios de Informática y Computación, en la formación académica de sus estudiantes. La formación sólida y de calidad de los futuros profesionales de la sociedad del conocimiento, son los objetivos centrales que persigue la asociación.

En 1991 la ANIEI elaboró un mecanismo que determina el núcleo básico de conocimiento y funciones que deben tener los profesionales del área, el cual, fue llamado modelos curriculares. Los modelos constan fundamentalmente de tres partes principales:

- ✓ La definición de cuatro perfiles tipo de profesionales en informática y computación.
- ✓ La formulación de un catálogo de áreas de conocimiento en estos campos.
- ✓ El cruce de áreas y perfiles, bajo la forma de una ponderación porcentual de los temas de estudio, para definir los conocimientos necesarios en cada perfil.

⁶⁴ Información complementada con existente en la página de Internet de la Asociación. <http://aniei.org.mx/portal/index.php>

Los perfiles corresponden a los cuatro dominios de desarrollo profesional en informática y computación, los cuáles son identificados por los siguientes títulos:

a. Lic. En Informática. Se refiere a un profesional con la misión de detectar y satisfacer las necesidades organizacionales relativas al uso y empleo de la información. Será capaz de recabar y organizar los datos y procesos necesarios para el buen funcionamiento de la organización y el cumplimiento de sus objetivos.

b. Lic. En Sistemas Computacionales. Indica un profesional capaz de analizar situaciones, entornos y problemas propios de ser tratados mediante sistemas computacionales, para ofrecer soluciones completas, resultantes de la creación, adecuación, integración o selección de productos y servicios computacionales.

c. Lic. En Ciencias de la Computación. Nombra a un profesional dedicado al estudio y desarrollo de las ciencias computacionales, que derive en elementos para la concepción y creación de ambientes, facilidades y aplicaciones innovativas de la computación dentro de entornos diversos de demandas a satisfacer.

d. Ing. En Sistemas. Se refiere a un profesional con la misión de construir, configurar, evaluar y seleccionar obras y entornos de servicios computacionales y de telecomunicaciones. Será capaz de encontrar soluciones innovativas, proponiendo metodologías, técnicas y herramientas que puedan constituirse en aportes a la tecnología nacional.

Con la información arriba mencionada, la asociación diseñó modelos curriculares para cada una de estas carreras con el objetivo de evitar un descontrol en la elaboración de currículas para este tipo de carreras. En el cuadro 4.1 se muestran los cuatro perfiles arriba mencionados.

Cuadro 4.1. Modelos curriculares propuestos por ANIEI

Entorno Social	27	11	20	8	10	4	10	4
Matemáticas	12.6	5	15	6	25	10	17.5	7
Arquitectura de Computadoras	7.6	3	7.5	3	10	4	17.5	7
Redes	7.6	3	10	4	10	4	12.5	5
Software de Base	7.6	3	7.5	3	10	4	12.5	5
Programación e Ing. De Software	17.5	7	17.5	7	20	8	17.5	7
Tratamiento de Información	12.5	5	15	6	5	2	5	2
Interacción Hombre-Máquina	7.6	3	7.5	3	10	4	7.5	3

Fuente: CONAIC

4.2.1. La acreditación de CONAIC.

Tras la necesidad de tener un organismo autónomo que evalúe y acredite los programas en el área de la Informática y la Computación, la ANIEI en colaboración con el INEGI, la SEP y los CIEES decidió establecer en 1995 un consejo de acreditación cuya finalidad fuera la de promover y contribuir al mejoramiento de la calidad en la formación de los profesionales de informática y computación. De esta manera fue como se fundó el Consejo de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC).

El modelo curricular elaborado por la asociación es el mecanismo seguido por el CONAIC para evaluar y acreditar los programas de estudio en el área de la informática y computación. Cabe mencionar que en la elaboración de los modelos curriculares se siguieron parámetros similares a los establecidos por su contraparte en los Estados Unidos y Canadá. CONAIC al igual que el CACEI sigue una metodología similar a la instituida por el *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), el *Canadian Accreditation Engineering Board* (CEAB) y el *Computin Sciences Accreditation Board* (CSAB).

El CONAIC ha evaluado a 7 programas de estudio en instituciones de educación superior, de las cuales, dos pertenecen al ámbito público y los restantes seis son de carácter privado.

4.3. Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI).

El proceso de acreditación y certificación en el área de Ingeniería se remonta al año 1958, año en que se convocó a la primera Conferencia Nacional de Escuelas y Facultades de Ingeniería con el fin de intercambiar información, ideas e inquietudes para la difusión y mejoramiento de la enseñanza académica. Los esfuerzos por consolidar una asociación que agrupara a todas las instituciones de educación superior que impartan las carreras de ingeniería, se vio consumado en 1964 con la cuarta conferencia nacional de escuelas y facultades de ingeniería. A esta conferencia asistieron 39 facultades y escuelas, las cuales, acordaron la creación de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI), que actualmente agrupa alrededor de 200 escuelas y facultades⁶⁵.

Desde sus inicios la asociación se ha dado a la tarea de integrar, organizar y fortalecer a todas las instituciones de educación superior cuyo objetivo sea la enseñanza de la ingeniería. En esta perspectiva, el mecanismo de acción utilizado por la ANFEI, basa sus esfuerzos en la implementación de canales de comunicación que logren establecer un intercambio de experiencias, inquietudes y aportaciones que mejoren los métodos de enseñanza.

La formación académica de los futuros profesionales del área, ha formado parte esencial dentro de la agenda de trabajo de la asociación. La ANFEI tiene entre sus objetivos, coadyuvar con las autoridades de las IES a planear en forma integral la enseñanza de la ingeniería, realizando acciones que incluyan el mejoramiento constante de los planes de estudio, los programas y métodos de enseñanza; y la adecuada preparación del personal docente. En este sentido, la ANFEI en colaboración con la Secretaría de Economía ha instituido el Programa de Capacitación de Consultares. Este consiste en capacitar a 700 académicos como consultores, que a su vez, capacitarán a un mínimo de 10

⁶⁵ Información complementada con la obtenida de la página en Internet que tiene la asociación. <http://www.anfei.org.mx/principal.htm>

alumnos, obteniendo así, un efecto multiplicador en la enseñanza técnica de la especialidad, que se traducirá, en una mayor calidad de los egresados.

En el ámbito laboral, la ANFEI reconoce el pobre acercamiento existente con el sector industrial. La asociación argumenta que la poca vinculación entre academia e industria se debe a la falta de compromiso por parte del sector industrial para apoyar la formación y capacitación de los estudiantes; al mismo tiempo, del poco interés mostrado por estos en el conocimiento de los programas de estudio. Sumado a esto, la asociación también reconoce que existen algunos rezagos en materia de formación académica. El país no ha logrado homogeneizar la calidad de los programas de estudio, por lo que la calidad de los egresados difiere según la institución de procedencia.

Para llevar a cabo el proceso de acreditación la asociación constituyó el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). En el apartado siguiente se describen los principales objetivos que persiguen este consejo y cuales fueron sus orígenes.

4.3.1. La acreditación por parte del CACEI.

Con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y en el marco de los acuerdos sobre servicios profesionales, los representantes de los gremios y asociaciones profesionales de los tres países encabezados en el caso de México por el Colegio de Ingenieros Civiles de México y la respectiva Federación, realizaron una serie de reuniones para avanzar en el conocimiento de las bases requeridas para el reconocimiento mutuo de las licencias o autorizaciones que otorga cada país para el ejercicio profesional de ingenieros. Uno de los aspectos más importantes de este proceso lo constituye la acreditación de programas, por lo que la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES) en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Comisión Nacional de Educación Superior (CONAIEVA), la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI), la Asociación Nacional de Universidades e instituciones de educación Superior (ANUIES) y los CIEES determinaron, que tras los avances

ya efectuados en el proceso de evaluación y acreditación, el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) sería el organismo adecuado para llevar a cabo el proceso de evaluación y acreditación de la ingeniería en México, de esta forma el 6 de julio de 1994 quedó constituido formalmente el CACEI el cuál sería el órgano de acreditación de la ANFEI.

Este consejo determina que la acreditación es un proceso de evaluación mediante el cual es posible determinar si un programa o carrera satisface un conjunto de estándares y parámetros de buena calidad relativos a su quehacer académico, establecidos previamente. En el caso de que esto ocurra, se otorga al programa un reconocimiento que constituye una garantía pública de la satisfacción de dichos estándares y parámetros. Lo anterior en el marco del acuerdo de servicios profesionales establecido en TLC, que ha llevado al CACEI a seguir parámetros de evaluación similares a su contraparte en Estados Unidos y Canadá. En los Estados Unidos la institución encargada de la evaluación en el área de ingeniería es el ABET; y en Canadá el organismo encomendado es el CEAB. Para la evaluación de un programa de ingeniería, con fines de acreditación, las categorías de análisis que considera el CACEI son las siguientes:

- ✓ Características de los programas académicos.
- ✓ Personal académico.
- ✓ Alumnos.
- ✓ Plan de estudio.
- ✓ Proceso de enseñanza aprendizaje.
- ✓ Infraestructura.
- ✓ Investigación.
- ✓ Extensión, difusión del conocimiento y vinculación.
- ✓ Administración del programa.
- ✓ Resultados e impacto.

Estas deben agrupar los elementos con características comunes, a las cuales se aplican un conjunto de criterios para la emisión de juicios de valor, tomando en cuenta, entre otras cosas, que abarcan una serie de parámetros y

estándares. Cabe destacar que el CACEI pide que la plantilla docente tenga experiencia en el mercado laboral. En este mismo sentido, la institución de educación superior que aspire a que su programa adquiera la acreditación, debe tener instituido algún convenio con el sector empresarial, es decir, para que el egresado cuente con los conocimientos prácticos de la ingeniería, debe realizar un determinado número de horas práctica, las cuales deben trabajarse en el ámbito profesional.

Para el año 2001 se han contabilizado 943 programas en el área de ingeniería, de los cuales, solamente 71 de ellos han sido acreditados; y 51 más se encontraban en proceso, es decir, tan solo el 7.5 por ciento de los programas a nivel nacional contaba con acreditación el año pasado. De este porcentaje, el 57 por ciento de las instituciones acreditadas pertenece a instituciones públicas y el 43 por ciento restante corresponde a organizaciones privadas. En el cuadro 4.2 se muestran el número de programas que han sido acreditados por CACEI y la cantidad de alumnos que representaban estos programas acreditados en el año 2001.

Cuadro 4.2. Programas de Ingeniería en México

Ingeniería	Número de programas	Alumnos
Bioingenierías	51	10.245
Civil	101	33.263
Eléctrica	84	20.255
Electrónica	109	38.181
Industrial	180	52.077
Mecánica	109	30.276
Química	80	18.823
Otras Ingenierías	75	88.335
Tronco Común		12.015
Totales	943	267.063

Fuente: elaboración propia con información de CACEI (Septiembre 2001)

4.3.2. Tecnologías de la Información.

La calidad en los profesionales del área de Ingeniería en Computación es parte fundamental en la formación de capital humano en el desarrollo de la industria de Software. Anteriormente, la acreditación y evaluación de los programas de estudio en esta área del conocimiento no hablan recibido la importancia

necesaria por parte de las IES del país. El CACEI argumenta que este bajo número de las instituciones educativas es resultado de la falta de conciencia que existe sobre los beneficios que conlleva estos procesos; por lo mismo, en el 2001 solo 4 programas fueron acreditados.

Las escuelas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en concreto, la Escuela Superior de Computo (ESCOM) y la Escuela Superior de Ingeniería y Mecánica (ESIME) son las instituciones públicas cuyos programas han sido acreditados. Los programas acreditados en estas instituciones son Ing. en Sistemas Computacionales e Ing. en Computación respectivamente. En cuanto a las instituciones privadas, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) es la única escuela privada que cuenta con la acreditación. Los campus Estado de México y Toluca han acreditado sus programas de Ing. en Sistemas Computacionales. Existen 6 programas en proceso de acreditación, de los cuales, 2 corresponden a instituciones públicas y otros 4 a escuelas privadas. Esta tendencia refleja el compromiso creciente que existe por parte de las escuelas de educación superior por mejorar la calidad de sus programas de estudio, lo que a su vez se traducirá en una mayor calidad de sus egresados.

4.4. Certificación del proceso de producción de Software.

A principios de los años ochenta, el departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, uno de los principales demandantes de Software en el mundo y principal motor de crecimiento de esta industria en sus inicios, decidió elaborar un esquema que le permitiera conocer la seguridad y calidad del Software que estaba adquiriendo por lo que ideó la creación de un organismo que normara el desarrollo de Software bajo la perspectiva de documentar los procesos de desarrollo con el objetivo de hacerlos repetibles, definidos y optimizadores de recursos. Para ello el Departamento de Defensa junto con la Universidad *De Carnegie Mellon* constituyeron el *Software Engineering Institute* (SIE) que tiene como objetivo establecer las normas que el proceso de

desarrollo de Software debe seguir para alcanzar una metodología de trabajo capaz de hacer repetible el proceso mediante su documentación.

En Noviembre de 1986 el SEI comenzó a desarrollar junto con el *MITRE Corporation*⁶⁶ una metodología de trabajo que debiera ayudar a las organizaciones a mejorar su proceso de producción de Software. En septiembre de 1987, el SEI publicó una descripción breve del armazón de madurez del proceso y una encuesta de madurez de *Capability Maturity Model* (CMM) donde se identifican las mejores prácticas de desarrollo de Software. En esta metodología se establece las etapas por las que una empresa que desarrolla Software debe pasar para alcanzar estándares de calidad en su producción que le permitan ser competitiva en esta industria.

El CMM esta dividido en cinco partes;

- 1) **Inicial.** El proceso del Software se caracteriza como *ad hoc*, y ocasionalmente incluso caótico. Pocos procesos se definen, y el éxito depende del esfuerzo individual.
- 2) **Repetible.** Se establecen los procesos de dirección de proyecto básicos para rastrear costo, horario, y funcionalidad. La disciplina del proceso necesaria está en el lugar repetir los éxitos más tempranos en los proyectos con las aplicaciones similares.
- 3) **Definido.** El proceso del Software para la dirección y diseño de las actividades se documenta, se estandariza, y se integra en un proceso de Software normal para la organización. Todos los proyectos usan una versión aceptada y entallada del Software normal de la organización procese por desarrollar y mantener el Software.
- 4) **Manejado.** Las medidas detalladas del proceso del Software y calidad del producto son reunido. Se entienden el proceso del Software y productos cuantitativamente y se controlan.

⁶⁶ Compañía de interés público que trabaja junto con el gobierno de los Estados Unidos aplicando sistemas de ingeniería y de alta tecnología a temas de seguridad nacional. El MITRE fue fundado en 1958. www.mitre.org

- 5) **Optimizando.** La mejora del proceso continua se habilita por la regeneración cuantitativa del proceso y de pilotar ideas innovadoras y tecnologías.

En el cuadro 4.3 se puede apreciar la clasificación anterior pero ahora puntualizando algunos de los proceso claves que ayudan diferenciar los niveles por los cuales una empresa pasa hasta llegar al más alto, el cuál es el nivel 5.

Cuadro 4.3. Niveles de Capability Maturity Model (CMM)

5 Optimizando	Proceso de mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> . La Dirección de Innovación de adquisición . La Mejora del Proceso continua
4 Cuantitativo	Manejo cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> . La Dirección de Adquisición cuantitativa . La Dirección del Proceso cuantitativa
3 Definido	Proceso de estandarización	<ul style="list-style-type: none"> . Programa de entrenamiento . Dirección de riesgo de adquisición . Acortar el campo de acción . Proyectar la dirección del manejo . Requerimientos de usuarios . Proceso de definición y mantenimiento
2 Repetible	Manejo de Proyectos básico	<ul style="list-style-type: none"> . Transición hacia el soporte. . Evaluación . Contrato que rastrea y vigila . Manejo de proyecto . Desarrollo de requerimientos . Planeación y adquisición de Software
1 Inicial	Personas competentes y poemas herolcos	
Fuente: Página web de SEI www.sei.cmu.edu		

Una vez que las empresas empezaron a utilizar el manual CMM, fue posible una segmentación más ordenada del proceso de desarrollo de Software, lo que ha permitido que muchas empresas logren ubicar en una parte del mundo los centros de investigación y desarrollo y en otra parte las fábricas de Software. Durante esta transición se retomo una discusión que abordaba la función específica de cada uno de los involucrados en el proyecto y cuál debería ser el tamaño idóneo del equipo de trabajo que logrará hacer eficiente el proceso de producción de Software.

En cuadro 4.4 se tiene el número de empresas que han sido certificadas en CMM por país. La lista es encabezada por Estados Unidos, le sigue la India, Japón, Canadá, Brasil, China y México.

Cuadro 4.4. Número de empresas certificadas por CMM por país (2002)

Número de empresas	56	122	71	82
Número de certificaciones	58	126	80	100
EE.UU.	38	85	29	30
India	0	12	41	62
Japón	8	5	1	1
Canadá	2	2	1	1
Brasil	2	3	0	0
China	2	0	0	2
Singapur	0	1	1	1
Rusia	0	0	1	1
Australia	0	0	2	0
Francia	0	1	1	0
Alemania	0	2	0	0
Corea	0	2	0	0
Dinamarca	1	1	0	0
España	1	1	0	0
Italia	0	2	0	0
Malasia	0	0	0	1
Polonia	0	0	0	1
Israel	0	0	1	0
Irlanda	0	0	1	0
Vietnam	0	0	1	0
Austria	1	0	0	0
Barbados	0	1	0	0
Filipinas	0	1	0	0
Inglaterra	1	0	0	0
Países Bajos	0	1	0	0
Puerto Rico	0	1	0	0
Sudáfrica	0	1	0	0
Tailandia	1	0	0	0
Taiwán	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a información del Software Engineering Institute (SEI).

Si se considera que en México existen alrededor de 2,095 empresas desarrolladoras de Software o vinculadas a esta industria, se tiene entonces que el número de empresas que han sido certificadas es muy bajo; por tal razón, en algunas entidades los empresarios se han unido con el objetivo de disminuir los elevados costos y han comenzado a acceder a los cursos que describen los pasos a seguir en el proceso de certificación. Este es el caso de los empresarios de Aguascalientes, en específico de los empresarios del cluster de Tecnologías de la Información ubicado en esta entidad: *Innovatia*⁶⁷. Los empresarios de este cluster lograron crear un ambiente propicio que los llevó a organizarse de forma conjunta con la Universidad Autónoma del Estado

⁶⁷ Fuente: información obtenida de entrevista con empresarios del cluster. Verano de 2003.

de Aguascalientes (UAG) para acceder a cursos que muestran los pasos a seguir en el proceso de certificación CMM.

En este sentido y de acuerdo a lo planteado en el PROSOF, el cual tiene a la certificación con un elemento central en la estrategia de desarrollo de la industria nacional para llevarla a los más altos estándares internacionales, el esfuerzo por incrementar el número de empresas certificadas debe redoblar en los próximos años para no perder oportunidad que da el crecimiento de la industria a nivel mundial y aprovechar los nichos de mercado que a la industria nacional bien le pueden convenir.

Capítulo 5. Escenarios y recomendaciones

Introducción

En este último capítulo del trabajo de tesis se presentan los posibles escenarios y las tendencias de crecimiento de la oferta y la demanda de trabajo en el área de TI con la intención de dimensionar las acciones que serán requeridas en los próximos años para cumplir con las metas establecidas en el PROSOFT y convertir a la industria nacional de Software en una de las diez más importantes del mundo. Asimismo, en la parte final de este capítulo se presentan las conclusiones generales del trabajo de tesis.

5.1. Tendencias de crecimiento de la matrícula de capital humano.

Tomando como referencia las metas establecidas en el Programa Nacional de Educación 2001-2006, elaborado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) se tiene que para el segundo semestre de 2006 se espera tener matriculados en la modalidad escolarizada 2.8 millones de alumnos, de los cuales 150 mil estarían inscritos en estudios de técnico superior universitario; 2.2 millones de alumnos estarían en el nivel licenciatura y 210 mil en el nivel Posgrado.

De acuerdo al estudio elaborado por ANUIES titulado Mercado Laboral de Profesionistas en México en el 2003 se establece que las carreras que tendrán mayor dinamismo en México (tasas de crecimiento anuales superiores al 5%) en los próximos años serán:

- ✓ Diseño gráfico
- ✓ Biomédicas
- ✓ Letras y literatura
- ✓ Teología y religión
- ✓ Ciencias políticas y administración pública
- ✓ Artes plásticas
- ✓ Música y danza
- ✓ Mercadotecnia

- ✓ Educación básica, secundaria y normal
- ✓ Ingeniería eléctrica y electrónica
- ✓ Ingeniería en computación y sistemas

Como se puede observar, la carrera de ingeniería en computación y sistemas se encuentra en el último lugar de las carreras que crecerán. Siguiendo con este estudio, se tiene que para esta carrera en el año 2000 egresaron de ella 15,577 estudiantes, en 2006 egresarán 24,880 estudiantes y para el año 2010 el número de egresados será de 33,309 estudiantes⁶⁸. Es decir, una tasa media de crecimiento anual de 7.9%.

Cuadro 5.1. Proyecciones de crecimiento de la matrícula y de los egresados en el área de CyS (2000-2010)

Año	Matrícula	Egresados	Tasa de crecimiento	Tasa de egresados
1995	1.217.431	90.640	9.645	10,6%
1996	1.286.633	100.404	11.185	11,1%
1997	1.310.229	112.293	11.925	10,6%
1998	1.392.048	123.821	12.867	10,4%
1999	1.481.999	139.189	13.298	9,6%
2000	1.585.408	150.947	15.577	10,3%
2001	1.894.270	168.143	17.044	10,1%
2002	1.894.270	176.151	17.100	9,7%
2003	1.865.475	196.745	18.781	9,5%
2006*	2.440.000	261.895**	24.880	9,5%**
2010		350.621**	33.309	9,5%**

* la meta de la SEP es de 2.2 millones de alumnos matriculados

** Se estima que la proporción de graduados versus matrícula no disminuya y sea de 9.5%

Fuente: elaboración propia con base en los anuarios estadísticos de ANUIES

Este crecimiento de la matrícula es insuficiente para cubrir las necesidades de los próximos años de la industria de Software⁶⁹ por lo que las entidades interesadas en el desarrollo de la industria local deberán realizar importantes esfuerzos para mejorar su base de capital humano. Esto es válido para el contexto nacional, dado el bajo nivel educativo de la población nacional, por lo tanto, el estado nacional deberá ser el que toma la delantera en las acciones que busquen incrementar los años promedio de educación de la población.

⁶⁸ ANUIES (2003), *Mercado Laboral de Profesionistas en México*, Pág. 33

⁶⁹ Ver las tendencias de crecimiento de la demanda de profesionistas en México para el periodo 2000-2010.

5.2. Crecimiento de la demanda de capital humano en México en los próximos años.

Por medio de la utilización de un modelo de prospectiva⁷⁰ el cual considera seis variables que son exógenos y que determinan el crecimiento de los diversos componentes de la demanda final de la economía a lo largo del horizonte de prospectiva, la ANUIES (2003) logra calcular la demanda de mano de obra.

Las variables exógenas consideradas en el modelo son:

- ✓ Tasa de crecimiento medio anual de los salarios reales
- ✓ Crecimiento esperado de la población nacional
- ✓ Precio esperado del barril de petróleo (promedio del periodo).
- ✓ Costo del capital (promedio del periodo)
- ✓ Tasa de crecimiento medio anual esperado del PIB de los Estados Unidos de América (promedio del periodo)
- ✓ Tipo de cambio real (promedio del periodo)

Con base a este modelo, se logran proponer escenarios básicos que consideran fluctuaciones en los valores de las variables exógenas.

1. Escenario con expectativas optimistas
2. Escenario con expectativas realistas
3. Escenario con expectativas pesimistas

De acuerdo al estudio de ANUIES, y teniendo en cuenta diferencias en los escenarios, se espera que las carreras más dinámicas en materia de empleo de profesionistas fuesen las doce siguientes:

- ✓ Diseño industrial
- ✓ Diseño gráfico
- ✓ Ecología
- ✓ Forestales
- ✓ Biomédica

⁷⁰ Para más detalles de este modelo de prospectiva se puede consultar el libro editado por ANUIES titulado Mercado Laboral de Profesionistas en México Capítulo 2.

- ✓ Ciencias de la comunicación
- ✓ Derecho
- ✓ Turismo
- ✓ Mercadotécnica
- ✓ Educación básica, secundaria y normal
- ✓ Ingeniería en computación y sistemas
- ✓ Posgrado

En el otro extremo, estarían las siguientes carreras:

- ✓ Ciencias del mar
- ✓ Medicina
- ✓ Filosofía
- ✓ Teología y religión
- ✓ Química en ciencias biológicas y de la salud
- ✓ Geografía
- ✓ Música y danza
- ✓ Ingeniería extractiva, metalurgia y energética
- ✓ Física y astronomía

Asimismo, el estudio agrupa la demanda de profesionistas en tres grupos:

1. G1. Incorpora actividades tanto profesionistas como educativas y directivas de alto nivel
2. G2. Incorpora ocupaciones técnicas y administrativas de nivel medio y de supervisión.
3. G3. Incluye las demás ocupaciones para las cuales no se requiere de las capacidades y conocimientos que se adquieren mediante la educación superior.

Bajo esta perspectiva, se esperaría que el número de profesionistas ocupados, de acuerdo al escenario 1 fuesen en el año 2006 alrededor de 5.2 millones y en el 2010 cerca de 6.4 millones. En el escenario 2, el número de de profesionistas ocupados se espera que sea de 5.4 millones para el año 2006 y cerca de 7 millones para el año 2010. De acuerdo al escenario 3, el número de

profesionistas ocupados que podría haber en el año 2006 se espera que se a de un poco más de 5 millones, y de menos de 6 millones para el año 2010.

Al realizar el análisis por carrera, el estudio de ANUIES prevé que para el caso de Ingeniería en computación en todos los escenarios se tengan incrementos importantes en la demanda laboral. En el incremento se espera que sea

En cuadro 5.2 se muestra la demanda que existió en el año 2000 y las posibles demandas de personas egresadas de esta área del conocimiento en cada uno de los escenarios y por periodos.

Cuadro 5.2. Número de personas que el mercado labora demandará de las carreras de Ingeniería en computación y sistemas en México (2000-2010)

56,489	67,918	124,407	86,255	131,141	217,396	121,006	165,947	286,953
			95,499	132,894	228,393	140,310	184,186	324,497
			83,564	124,135	207,700	106,905	156,020	262,925

Fuente: elaboración propia con datos de Mercado laboral de profesionistas en México, 2003, ANUIES.

Si se dimensiona esta demanda por áreas de estudio se tiene entonces que para el área de Ingeniería y Tecnología, y de acuerdo al escenario 1, la demanda sea en el año 2006 en el G1 de 474,865 profesionistas, y entre el G2 y G3 demandarán 628,117 profesionistas, dando un total de 1,103,035. Para el año 2010 este mismo escenario prevé una demanda en el G1 de 525,684 profesionistas, y para el G2 y G3 de 770,128, dando una demanda total de 1,295,812 profesionistas.

En el escenario 2, el incremento en la demanda por profesionistas del área de ingeniería y tecnología se prevé que sea en el 2006 de 517,865 en el G1, y de 616,776 profesionistas entre el G2 y G3; en total la demanda será de 1,134,641. Para el año 2010, la demanda, de acuerdo al escenario 2, será de

576,558 en el G1, y de 818,678 entre el G2 y G3. En total la demanda por profesionistas en el año 2010 será de 1, 395,236.

El escenario 3 prevé una demanda por profesionistas en el año 2006 de 446,156 en el G1, y entre el G2 y G3 demandarán 607,408; en total la demanda será de 1,073,564 profesionistas. Para el año 2010, el G1 demandará 483,385 profesionistas, y entre el G2 y G3 746,761 profesionistas. En total, en el 2010 el escenario 3 prevé una demanda de 1, 2030,146 profesionista.

Es importante notar que en todos los escenarios y en todos los grupos, el estudio de ANUIES prevé crecimiento en la demanda de profesionistas del área de ingeniería y tecnología, así como de la carrera de ingeniería en computación y sistemas, por lo que es importante hacer énfasis en el hecho de que las entidades que deseen mejorar el entorno de la industria de Software, deberán tener en cuenta la creciente demanda de trabajadores de clase mundial que esta industria requiere para su crecimiento. Para ello será necesario acercar a las IES y los centros de investigación locales a la industria local provocando con ello importantes dinámicas que contribuirán al mejoramiento de las condiciones para el establecimiento de empresas de Software.

5.3. El esfuerzo de las entidades federativas en la construcción de un ambiente propicio para el desarrollo de la Industria de Software.

Las esfuerzos que han realizado las entidades federativas para desarrollar una base amplia de capital humano que permita el desarrollo de la industria de Software, se han reflejado en la elaboración de programas estatales de fomento a la industria que buscan identificar las acciones a realizar en el corto y mediano plazo de acuerdo a las ventajas que cada entidad posee. Bajo esta perspectiva, conviene entonces utilizar de nueva cuenta el índice de base diez utilizado en los capítulos 2 y 3 para medir los avances que cada entidad ha tenido durante el periodo que va de 1995 a 2003. Las variables utilizadas son:

- ✓ Años de educación promedio.
- ✓ Porcentaje que representa la matricula de CyS en la matricula total de licenciatura.
- ✓ Porcentaje de la población total enrolada en nivel licenciatura.
- ✓ Porcentaje que representa el gasto en Software en el PIB local.
- ✓ Número de empresas desarrolladoras de Software.

El peso que tiene el capital humano en la construcción del índice es superior a la que tienen las variables referentes al mercado de Software local, con ello se busca dimensionar la importancia que tiene para el desarrollo de la industria de Software, la cual es intensiva en conocimiento.

El ejercicio del índice base diez utiliza como referencia el primer año de la serie de datos disponible y como segundo dato el año final de la serie, esto con el objetivo de poder hacer una comparación dinámica al igual que en los anteriores ejercicios e identificar que entidad mejoró su situación en relación a las demás entidades del país durante este periodo de tiempo. El índice contribuye a medir el incremento en cada una de las variables y las ubica en una escala de uno a diez, siendo uno el valor más bajo y diez el valor más alto.

En el cuadro 5.3 se muestran los resultados del ejercicio. En él se puede observar que las entidades que tuvieron incrementos por arriba de la media nacional en las variables ya mencionadas fueron Nuevo León, Distrito Federal, Coahuila, Colima, Baja California, Sonora, Querétaro, Tamaulipas, Veracruz, México, Aguascalientes, Jalisco, Puebla y Chihuahua. Las demás entidades registraron incrementos menores a la media nacional.

5.3. Índice de avance en el desarrollo de un ambiente favorable para la Industria de Software en cada una de las entidades federativas.

Nuevo León	7.78	9.05
Distrito Federal	8.06	8.52
Coahuila	6.43	7.51
Colima	6.62	7.34
Baja California	7.74	7.25
Sonora	6.20	7.07
Querétaro	5.33	6.79
Tamaulipas	7.73	6.66
Veracruz	4.34	6.54
México	5.67	6.38
Aguascalientes	4.60	6.10
Jalisco	5.30	5.74
Puebla	4.22	5.64
Chihuahua	5.84	5.40
Sinaloa	4.22	4.81
Morelos	4.23	4.81
Tabasco	3.62	4.74
Hidalgo	3.86	4.55
Baja California Sur	5.55	4.50
Guanajuato	3.51	4.40
Tlaxcala	4.29	4.11
Campeche	3.02	3.87
Yucatán	3.15	3.87
Durango	3.41	3.61
San Luis Potosí	2.70	3.53
Michoacán	2.13	2.70
Quintana Roo	2.85	2.68
Nayarit	3.71	2.50
Zacatecas	1.96	2.45
Guerrero	2.56	1.54
Chiapas	3.41	1.51
Oaxaca	1.44	1.40

Algunas de las entidades arriba listadas han elaborado junto con la industria local y con las IES locales programas de desarrollo de la industria de Software local buscando identificar fortalezas y debilidades. En el cuadro 5.4 se muestran a las entidades que han elaborado un programa, que tienen la intención y las que no tienen programa, clasificadas de acuerdo a los resultados del Índice base diez que previamente se construyó. De las treinta y

dos entidades, solo 11 han elaborado un programa, de este grupo 8 están por arriba de la media nacional de acuerdo al índice. Por su parte, sólo cinco entidades han manifestado su deseo de elaborar un programa de desarrollo de la industria local de Software, de estas únicamente 2 están por encima de la media nacional. El restante grupo (16) no se han manifestado por llevar a cabo un programa para el desarrollo de su industria local. No obstante, en este último grupo existen 7 entidades que se ubican por encima del promedio nacional del índice base diez.

Cuadro 5.4. Entidades con programa, con intención de establecerlo y entidades sin programa para el desarrollo de la Industria de software.

Entidades con programas		Entidades que no se han manifestado
Entidades por arriba de la media nacional de 4.92		
Nuevo León* Jalisco* Guanajuato* Puebla Morelos* Sinaloa* Baja California* Aguascalientes*		México Coahuila* Sonora* Tamaulipas Chihuahua Querétaro Colima
Entidades por debajo de la media nacional de 4.92		
Yucatán* Hidalgo Campeche		Michoacán Guerrero Tlaxcala Chiapas Quintana Roo Tabasco* Nayarit Zacatecas Oaxaca
* Entidades que tienen un Cluster de empresas de TI		
Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Potencialidades de las entidades federativas para desarrollar núcleos de economía digital. México 2004 Pág. 28		

Asimismo, 11 de las entidades cuentan con un cluster de empresas de TI, de este grupo 7 tiene una valoración por arriba del índice base diez y cuentan con un programa formal de desarrollo de la industria local de Software. Ello es muestra del compromiso de los gobiernos y de la industria local por mejorar las condiciones para el desarrollo de la industria.

Las entidades que poseen las economías más desarrolladas son también las entidades que cuentan con un mercado importante de Software, pero no todas las pertenecientes a este grupo han realizado esfuerzos por mejorar las

condiciones del capital humano en los últimos años, lo cual ha repercutido en su ubicación dentro del índice base diez. Para ellas, es importante continuar con las acciones que contribuyan a mejorar las condiciones para el desarrollo de la industria de Software.

5.4. Tendencias de crecimiento del mercado de Software

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) coloca a *México como el mejor país en Latinoamérica en su Índice de logro tecnológico; ubicándolo como líder potencial en una muestra de 90 países*⁷¹. Este potencial debe ser aprovechado para desarrollar software; no obstante, hay que reconocer las limitaciones y debilidades que se tienen. Por lo mismo, es necesario identificar y prepararse para aprovechar nichos de mercado con mayores probabilidades de ingreso debido a ventajas y competencias en el corto plazo y desarrollar las competencias necesarias para aumentar su competitividad en el mediano y largo plazo (Prospectiva Tecnológica e Industrial de México 2002-2015, 2002).

El mercado de Software en México esta en desarrollo y ha venido crecido de manera importante en los últimos años. Sin embargo, alcanzar la meta fijada por el PROSOFT y colocar a México como el décimo exportador de Software requiere de un gran esfuerzo. Por lo tanto, conviene realizar la siguiente pregunta que nos coloca en un primer escenario sujeto a los cambios del mercado externo:

- ✓ ¿Si Silicon Valley crece, habrá ventajas para la industria México? Si la industria crece en este lugar, y todo sigue igual en la industria mexicana y no se realizan acciones por mejorar el nivel de educación de la población, muy seguramente se crearán empleos mal pagados que se generarán a partir de *outsourcing*. Por lo tanto, se tiene que tener una *visión de competitividad que debe enfocarse primeramente en alto valor agregado en lugar de bajo costo*⁷². Una posible solución a este

⁷¹ Secretaría de Economía (2004) **Servicios de TI en México: un mercado en constante expansión**. Pág. 2.

⁷² Consejo de Desarrollo y Científico del Estado de Nuevo León (2002) **Prospectiva Tecnológica e Industrial de México 2002-2015**. Pág. 74

escenario es un incremento en la inversión que se realiza en capital humano buscando con ello mejorar la situación actual y colocar al país como un serio candidato para llevar a cabo acciones de desarrollo e investigación importantes dentro de la industria de Software.

Por otro lado, y de acuerdo a Clemente Ruiz⁷³ se pueden tener dos escenarios básicos, los cuales son:

- ✓ La tendencia histórica de crecimiento dominara el mercado de Software el cuál crecerá a una tasa superior al 9% anual. En este caso, el mercado nacional pasará de poco más de 600 millones de dólares a 1.6 millones de dólares al año.
- ✓ Se tiene un incremento en la demanda de exportaciones de Software, una apertura en las compras de gobierno a la industria local y una industria creciendo a la tasa histórica. En este caso, el mercado doméstico podría rebasar los 6.6 mil millones de dólares anuales.

Un elemento a destacar es el hecho de que el mercado de Software en México tiene una demanda potencial importante que hasta el momento no sido utilizada: la demanda de Software que tiene el Estado. De acuerdo a SELEC, alrededor del 60% del Software que se desarrolla en México es hecho dentro de las dependencias del gobierno federal; si esta demanda fuese al mercado nacional impactaría de manera importante en la industria nacional y la colocaría en un escenario similar al presentado por Clemente Ruiz Durán (2003).

Otro elemento que debe destacarse, es el hecho de que en los últimos años los empresarios de la industria han incrementado su participación en las mesas de discusión con el Estado y han logrado importantes avances. Un de ellos es el lanzamiento del primer portal de la industria nacional de Software en el 2003 (Software.net) el cual esta auspiciado por el gobierno federal. Otro importante

⁷³ Ruiz D. Clemente (2003) Mexico: The management revolution and the emergence of the software industry.

avance fue la inclusión de la industria en el programa de apoyo Fondos Sectoriales que la Secretaría de Economía tiene a su cargo, y los cuales tiene como objetivo otorgar apoyo a los sectores estratégicos para el desarrollo de la economía mexicana.

En resumen, el crecimiento del mercado nacional dependerá del crecimiento de la demanda interna y de la consolidación de acciones de política que contribuyan a construir un ambiente favorable para su desarrollo, estos elementos permitirán aprovechar la generación de economías de escala para poder ser competitivo en el mercado mundial.

Conclusiones

El impacto que han tenido las políticas de desarrollo de una base de capital humano en los últimos años en México, ha sido positivo para el progreso de la industria de Software en algunas entidades del País, generando con ello diferencias regionales. Estas diferencias en las capacidades que cada una de las entidades tiene para el desarrollo de la industria de Software han generado un proceso de conformación de Clusters del conocimiento en las regiones más dinámicas logrando que los gobiernos locales pongan atención a este proceso y en algunos casos, lo apoyen de manera decidida. En la actualidad existen 11 entidades con clusters de empresas de TI de las cuales 7 tienen un programa de desarrollo formal de la industria y estas entidades son las que mejores resultados tienen en la evaluación realizada a partir del índice de base diez.

Las acciones que las entidades federativas, en coordinación con el gobierno federal realicen por mejorar las condiciones de acceso a la ecuación media superior y superior de la población, permitirán consolidar el desarrollo de la base de capital humano. Al momento de realizar este trabajo de tesis, se encontró que en el país el esfuerzo en materia educativa ha sido por enseñar a la población a leer y a escribir, pero ha sido insuficiente para lograr que la población curse el nivel medio superior y superior resultando en un escenario en donde se tiene a una población con una educación de primero de secundaria, en promedio. Esta situación no es compatible con una economía

del conocimiento, las entidades deben mejorar las condiciones de acceso a la educación superior para su población.

En resumen, el desarrollo del capital humano es fundamental para el desarrollo de una industria de software que pueda ser competitiva en el mundo y que contribuya a lograr las metas del PROSOFT, las entidades que así lo entiendan y logren aprovechar sus ventajas competitivas serán las que se coloquen al frente del crecimiento de la industria de Software en México.

Bibliografía

1. Alfred Hualde y Redi Gomis (2004), **La construcción de un cluster de Software en la frontera noroeste de México**, en *Frontera Norte*, Vol. 16, Julio-Diciembre. Colegio de la Frontera Norte.
2. AMITI (2001), **Esquema de apoyo gubernamental a la industria de Software**. Marzo.
3. Anuario Estadístico por Entidad Federativa, 2003. INEGI
4. ANUIES (2003), **Mercado Laboral de Profesionistas en México**, Pág. 33
5. Artola A. (2003) **Implications of Nearshore Development in the Mexican Software Industry**. Massachusetts Institute Technology. Junio.
6. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) **Reporte Anual 1995 a 2001**.
7. ASPEL (2002) **Acerca de ASPEL de México, S.A. de C. V.**
8. Balderas Pádrón Alberto y Díaz Olaverrieta Arnoldo (1998), **Fábrica de Software un modelo de negocio certificable basado en Estructuras y Capacidades**, CERTUM, México.
9. Bart van Ark, Robert Inklaar and Robert McGuckin (2002). **Productivity, ICT and Services: Europe and the United States**, Groningen Growth and Development Centre. University of Groningen. Research Memorandum GD-60.
10. Bengt-Åke Lundvall (2002), **¿Por qué la Nueva Economía es una economía del aprendizaje? este trabajo fue presentado en la Université Technologique de Compiegne en enero de 2002 en el marco del seminario del seminario *Economie basée sur la connaissance et nouvelles technologies cognitives***. Francia.
11. Bresnahan Timothy (1999). **Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: firm-level evidence**. National Bureau Economic Research, Mayo, Working paper 7136.
12. Brooks F. (1975) **The Mythical Man-month: essays on Software Engineering**, Ed. Addison-Wesley.
13. Carnegie Mellon University (2002) **Capability Maturity Model for Software**.
14. Castells y Peter Hall (1994), **Las tecnopolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI**, Ed. Alianza, Madrid.
15. Consejo de Desarrollo y Científico del Estado de Nuevo León (2002), **Prospectiva Tecnológica e Industrial de México 2002-2015**.
16. Digital Planet (2002), **The Global Information Economy**, reporte anual. WITSA
17. Eischen Kyle (2002) **Mapping the Micro Foundations of Informational Development: linking software processes, products and industries for global trends**. Center for global international and regional studies University of California Santa Cruz WP #2002 – 2.
18. Eischen Kyle (2002) **Social Impact of Informational Production: software development as an Informational practice**. Center for global international and regional studies University of California Santa Cruz WP #2002 – 1.
19. Eischen Kyle (2002) **Software Development: A view from the out side**. University of California, Santa Cruz, USA.
20. Eischen Kyle (2003) **Opening the black box of Software: The micro-foundations of informational technologies, practices and environments**. University of California, Santa Cruz, USA.
21. Entrevista con ejecutivo de la empresa alemana de Software SAP, 2002.
22. Entrevista con Jorge Zavala dueño de la empresa Kiven S. A. de C. V. (verano de 2002)
23. Hildebrando (2002) **Presentación corporativa**.
24. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2002) **Censos Económicos**.
25. Keniston Kenneth (1997), **Software Localization: Notes on technology and culture**, Working Paper No. 26 Programs in Science, Technology, and Society Massachusetts Institute of Technology, January.
26. Mario Cimoli y Nelson Correa (2002). **Nuevas Tecnologías y Viejos Problemas: ¿Pueden las TIC reducir la brecha tecnológica y la heterogeneidad estructural?** CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

27. Michael A. Cusumano (1997). **How Microsoft makes large teams work like small teams**, en Sloan Management Review.
28. Nelson R. Richard (1992). **The rise and fall the American technological leadership: the postwar era in historical perspective**. Journal of Economic Literature Vol. XXX. Stanford University.
29. Nonaka I., Takeuchi H. (1999). **La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación**. Oxford University Press. Oxford México.
30. Pagina Web del CIEES. www.ciees.edu.mx/que_son_ciees/que_son_los_ciees.htm
31. Perez C. (1992) **Cambio Teórico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo**, Trimestre Económico 233.
32. Rodríguez G. Roberto, **Acreditación de la educación superior (cuarta parte) El caso de México**. Campus Milenio, septiembre de 2003. <http://www.riseu.net/roberto/campus50.html>
33. Ruiz D. (2004) **Potencialidades de las entidades federativas para desarrollar núcleos de economía digital**. Ed. Facultad de Economía de la UNAM.
34. Ruiz Durán C. (2003) **México: the management revolution and the emergence of the Software Industry**, en *Industrial Agglomeration: facts and lessons for developing countries*. Ed. Institute of Developing Economies Japan External Trade Organization.
35. Secretaría de Economía (2002), **Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT)**, México DF. www.economia.gob.mx
36. Secretaría de Economía (2004) **Servicios de TI en México: un mercado en constante expansión**.
37. SELECT IDC (2000) **Servicios de Tecnologías de Información Perspectivas del Mercado Laboral en la Industria de Tecnología en México**. Boletín SRDB0812
38. Sexenian A. (1994). **Regional networks and resurgence of Silicon Valley**, California Management, Review No. 33.
39. Shumpeter J. (1961) **Capitalismo y progreso económico**. En tendencias del pensamiento económico, P.A. Samuelson 1961. Pág. 271 a 284. Segunda edición, Ed. Aguilar, Madrid.

Anexo

A continuación se describe la metodología utilizada en la construcción del índice base diez.

- ✓ **Paso 1.** Se estima el vector de valores máximos y mínimos de cada variable desde X_1 hasta X_n :

✓ 
$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} = \text{mínimo}(X_{\text{máx}})$$

- ✓ **Paso 2.** Una vez estimados estos vectores se calcula la diferencia entre los valores máximos y mínimos y la diferencia será el valor K que permitirá normalizar la serie considerada.

✓
$$X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} = K$$

- ✓ **Paso 3.** Por último, cada uno de los valores de la serie se restan del mínimo y dividen entre el parámetro de normalización K , y el cociente obtenido se multiplica por 10.

✓
$$\text{Norm} = 10 * (X_{1,2,3,..,n} - X_{\text{mín}}) / (K)$$

- ✓ **Paso 4.** Los valores obtenidos variaran entre 0 y 10 de acuerdo a como se encuentren comprendidos entre los valores máximos y mínimos, de forma que el valor máximo se otorga a la entidad federativa que haya obtenido un mayor avance y viceversa.
- ✓ **Paso 5.** Una vez que se obtiene el índice de cada variable se promedian y se obtiene un índice general, el cual permite ordenar el esfuerzo realizado por cada una de las entidades federativas. De esta forma el índice de base diez se obtiene de un promedio simple entre los índices obtenidos para cada una de las variables.