



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE CONTADURIA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

2011

EL CAPITAL HUMANO PROFESIONAL EN COMPUTACION Y
LA RELACION CON EL DESARROLLO DEL SOFTWARE EN
MEXICO:
un análisis de regresión lineal



Tesis Profesional que Presenta.

MAURICIO JAIME LOPEZ LUNA

Para presentar el Examen Profesional de.

LICENCIATURA EN INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA

Asesor.

M.A. SALVADOR ANTELMO CASANOVA VALENCIA

Morelia, Mich., Noviembre del 2011

Dedicatoria:

*A mi Tía Abuela Guadalupe López Torres
y a mi tía Roció López Rivera, donde sea
que se encuentren, “gracias por todo”.*

*A mi compañera, amiga y esposa Ariana
con quien siempre cuento de una u otra
forma, sin ella no sería la persona que soy
ahora.*

*A mi Padre y Madre de quienes sigo
aprendiendo a través de los años y están
presentes en los momentos importantes,
“gracias por dejarme se parte de sus
vidas.”*

*A mi Hermano y Hermana, mis mejores
amigos y compañeros de alegrías y
tristezas.*

Agradecimientos:

A mi amigo y guía, el Dr. Antonio Kido por el apoyo incondicional recibido en mi vida y en la realización de esta tesis.

A mi tutor y amigo el Maestro Salvador Casanova Valencia por su paciencia y comprensión, sin su ayuda este documento no existiría.

A mi Tío Gerardo quien me respaldo y ayudo a llegar a esta carrera, sin su ayuda todo esto no sería posible.

A todos aquellos compañeros, amigos y conocidos que directa ó indirectamente me ayudaron a lograr esta meta.

Al INEGI por la información proporcionada a esta tesis.

INDICE

I. Introducción	7
I.I Antecedentes	9
I.I.1 Software	9
I.I.2 Capital Humano	13
II. Planteamiento del problema	20
II.1 Pregunta General	21
II.2 Preguntas Específicas	
III. Objetivos	22
III.1 Objetivo General	
III.2 Objetivo Específicos	
IV. Hipótesis	22
III.1 Hipótesis General	
III.2 Hipótesis Especificas	
1. EDUCACION: LA BASE DEL CAPITAL HUMANO ESPECIALIZADO	23
1.1 Educación como instrumento de avance	24
1.1.1 Educación superior internacional	26
1.1.2 Educación superior en México	28
1.1.3 Educación superior en el estado de Michoacán	31
1.2 Educación Tecnológica	35
1.2.1 Educación superior tecnológica internacional	37
1.2.2 Educación superior tecnológica en México	39

1.2.3 Educación superior tecnológica en el estado de Michoacán	41
1.3 Educación en computación	42
1.3.1 Educación en computación internacional	42
1.3.2 Educación en computación en México	45
1.3.3 Educación en computación en el estado de Michoacán	46
2. INDUSTRIA DEL SOFTWARE	50
2.1 Panorama general de las tecnologías de información: introducción a la industria del software	51
2.1.1 Exportación de las TIC	53
2.1.2 Contribución de las TIC	55
2.1.3 Desarrollo de las TIC	56
2.1.4 Desarrollo de las TIC en México	58
2.2 La Industria del software	59
2.2.1 Introducción al mercado del software	60
2.2.2 Desarrollo y producción de software	62
2.3 Panorama internacional de la industria del software	64
2.4 Panorama de la industria del software de México	68
2.4.1 Tecnologías, Software y Servicios Informáticos en México.	68
2.4.2 Venta de Software en México.	70
2.4.3 Relación entre las Empresas y Software en México.	72
3. ANALISIS DE REGRESION LINEAL, INFORMACION Y MODELO	76
3.1 La Regresión y El Método de Mínimos Cuadrados	77

3.1.1 El método de mínimos cuadrados y el teorema Gauss-Markov para estimar la regresión lineal	81
3.1.2 Los errores estándar de los estimadores y sus valores t	88
3.1.3 El estadístico f para la prueba de significancia conjunta	94
3.1.4 Problemas de mala especificación del modelo	98
3.1.5 Medidas de bondad de ajuste de un modelo de regresión	101
 4. INFORMACIÓN UTILIZADA Y USO DEL PROGRAMA EVIEWS EN EL MODELO DE REGRESIÓN	 105
 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	 118
5.1 Raíz Unitaria e Interpretación	119
5.2 Conclusiones	124
 V. Bibliografía	 126

I. INTRODUCCION.

Los nuevos avances científico-técnicos en las ramas de la comunicación, la electrónica y las computadoras han revolucionado el mundo en todos los aspectos. El auge de las tecnologías de información y comunicación (de ahora en adelante TIC), ha cambiado los paradigmas y estrategias reconocidas y establecidas por muchos años como válidas. Dentro de las TIC, la industria del software alcanza una posición relevante, por su característica de controlar o hacer accesible, en la mayoría de los casos, los adelantos electrónicos. En la actualidad el desarrollo de software es indispensable, y es utilizado en los países exitosos como una parte integral de la infraestructura básica de sus gobiernos, tal es el caso de Dinamarca, Noruega, Estados Unidos, o los países considerados como revolucionarios en esta materia llamados las “3I” Irlanda India e Israel; entre otros. De hecho dicho desarrollo constituye los cimientos de la llamada “*economía del conocimiento*”.

El “*software*” en términos simples, es el conjunto de elementos lógicos que a través de la interacción con los componentes físicos (*hardware*), logran la realización de distintas tareas específicas, en los dispositivos electrónicos que así lo requieren. El constante avance del software y su uso en distintas áreas industriales y educativas logro elevar su grado de necesidad, es decir, cuando en un principio se consideraba como la parte lógica e indispensable de una computadora; el software moderno amplía este panorama, permitiendo exponerlo como la representación grafica e interpretativa de la interacción entre los usuarios y los aparatos electrónicos, como celulares, los reproductores de Audio MP3 o Video Digital, etc. Por citar un ejemplo más concreto, podemos analizar los modernos sistemas de posicionamiento global (SPG ó GPS siglas en ingles) instalados en

los autos que permiten la navegación orientada dentro de las grandes ciudades. Estos dispositivos requieren de un software que proporcione la interfaz que las personas necesitan para entender los datos ofrecidos por el sistema.

El desarrollo de la industria del software se presenta como una alternativa al entorno económico de los países que buscan impulsarla, al brindar diferentes beneficios de los cuales los más notorios son: producir y exportar productos y servicios de alto valor agregado; generar empleos bien remunerados que fortalecen el mercado interno; atraer inversión privada; anclar los recursos humanos a su lugar de origen evitando así la “fuga de cerebros”; fortalecer el desarrollo regional y fomentar la formación científica en jóvenes.

Una de las partes esenciales en el desarrollo de software, es la formación de sus desarrolladores, es decir, ¿Qué tanto conocimiento tiene el capital humano, del producto que está desarrollando, en este caso el software?, la calidad en el desempeño de las actividades de capital humano en la creación de los paquetes informáticos, son vitales para incrementar los niveles en la calidad del producto y reditué ganancias a la industria, es por esta razón que en la actualidad el mercado de personal altamente calificado en materia de sistemas informáticos, es muy exigente y demandante.

La fuerza del capital humano de una nación proviene de la tradición generacional de capacitarse y progresar teniendo sus raíces en la educación superior, escuelas profesionales, empresas con alto conocimiento de las tecnologías informáticas, como se ve en las actuales naciones exitosas como India, Irlanda e Israel, las cuales han tenido todo el beneficio de apostar fuerte a la educación técnica avanzada transmitida de generación en generación.

El valor competitivo del capital humano surge de los siguientes factores: *la cantidad de graduados a través del tiempo, Razones idiosincrásicas*. Por ejemplo, en Rusia para evitar el servicio militar los jóvenes estudian una carrera universitaria. China genera 50,000 graduados por año en materia de software y sistemas de información (Liu 2002); Rusia genera 25,000 (Terekhov, 2001).

I.I Antecedentes.

Aunque se relaciona el software directamente con la computación, el surgimiento y uso de éste, tiene que ver mucho antes del nacimiento de las primeras computadoras, esta relación surge como parte de las investigaciones y acciones de los primeros pioneros en materia de computo; es gracias a ellos, que en la actualidad el concepto de software se liga a las computadoras, debido a que la creación y el desarrollo del software, se realiza a través de dichas maquinas.

I.I.1 Software.

La historia del software como se dijo anteriormente, no surge con los equipos electrónicos, (aunque es con ellos que adopta el nombre), está presente desde el empleo de ábacos o sumadoras mecánicas. Sin embargo, en estos casos, el software no se encuentra incorporado en el equipo, es aportado por el operario.

La máquina analítica de Charles Babbage, incidentalmente, tuvo su software, y fue una amiga de éste, la legendaria lady Lovelace, quien aportó el software que no se llegó a usar, dado que la máquina nunca se completó.

El ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) Fue la primera computadora de propósito general. Además está relacionada con el Colossus, que se usó para descifrar código alemán durante la Segunda Guerra Mundial y destruido tras su uso para evitar dejar pruebas, siendo recientemente restaurada para un museo británico. Era totalmente digital, es decir, que ejecutaba sus procesos y operaciones mediante instrucciones en lenguaje máquina, a diferencia de otras máquinas computadoras contemporáneas de procesos analógicos. El control de las operaciones estaba parcialmente integrado en el equipo. Dicho control era realizado por un circuito que requería un alambrado específico para cada aplicación. Imaginemos lo engorroso que resultaba re alambrar el circuito cada vez que cambiaba el uso del ENIAC.

Hasta este momento, no se percibía una diferencia sustancial entre el equipo y el control de las operaciones. El concepto de programa de control almacenado en memoria, aportación popularmente atribuida a John von Neumann, precipitó el desarrollo de software. En éste se perfilaron dos tendencias de desarrollo: los programas de aplicación y los de servicio. Estos últimos tenían como propósito facilitar el desarrollo de programas a partir de programas.

Algunos programas de servicio fueron simples *cargadores* que permitieron emplear notaciones como el octal o hexadecimal más compactas que el binario. Otros como los *ensambladores* simplificaron más el proceso al reemplazar las notaciones numéricas con los símbolos mnemónicos que aportaron para describir a cada instrucción de la máquina. El siguiente paso significativo fue la traducción de fórmulas, que permitió el desarrollo de la *historia del software* y la descripción de los algoritmos con el empleo de expresiones algebraicas.

Dicha traducción se realiza con programas que se denominan *compiladores*, que generan programas que al ejecutarse producen los resultados.

Es importante destacar que en tanto los programas de aplicación saturaron los recursos de los equipos, imponiendo sus requerimientos en cuanto a velocidad, precisión en la aritmética y capacidad en los almacenamientos; los programas de servicio repercutieron en la evolución de la arquitectura de los equipos (hardware). Entre las aportaciones más notables, podemos citar el empleo de pilas y el reemplazo de referencias físicas por lógicas. Con la pila (Push Down List), se da lugar al manejo recursivo de los procesos. Por ejemplo, esto ocurre en una oficina administrativa, cuando se pospone la solución de un problema para resolver otro de mayor exigencia. Con el reemplazo de referencias físicas por lógicas, se obtuvo un incremento más real que virtual de los recursos disponibles. Almacenamientos secundarios, registros operacionales, memoria virtual, memoria cache e hizo translapés (overlay), son algunas de las técnicas que emplean este concepto. El efecto es similar al de las operaciones bancarias nominales con que las instituciones de crédito prestan varias veces su capital. Los elementos aportados por los programas de servicio, al interrelacionarse configuran el sistema operativo con el cual se administran los recursos disponibles en las computadoras y se establecen líneas de producción para el proceso de programas con una mínima participación del operario: *la automatización de la automatización*.

Con el nacimiento de las computadoras y su avance a lo largo del tiempo, es decir, desde la primera generación donde las máquinas eran grandes y con bulbos, hasta la cuarta donde se crean las primeras computadoras personales de circuitos electrónicos (Cuadro 1.1), el software ha cobrado mayor importancia, tanto así, que en la actualidad esta tecnología

representa la vida interna de un computador, facilita el manejo y permite el máximo aprovechamiento del mismo, ejemplo claro de esto es el hecho de que permite la comunicación entre usuario y maquina a través de una interfaz grafica.

Cuadro 1.1 Generación de Computadoras.

Durante los primeros años de la era de la computadora, el software se contemplaba como un añadido. La programación de computadoras era una "arte de andar por casa" para el que existían pocos métodos sistemáticos. El desarrollo del software se realizaba virtualmente sin ninguna planificación, hasta que los planes comenzaron a descalabrarse y los costos se elevaron. Los programadores trataban de hacer las cosas bien, y con esfuerzo heroico, a menudo saltan con éxito.		La segunda era en la evolución de los sistemas se extienden desde la mitad de la década de los sesenta hasta finales de los setenta. La multiprogramación y los sistemas multiusuario introdujeron nuevos conceptos de interacción Hombre - Máquina. Las técnicas interactivas abrieron un nuevo mundo de aplicaciones y nuevos niveles de sofisticación del hardware y del software. Los sistemas de tiempo real podían recoger, analizar y transformar datos de múltiples fuentes, controlando así los procesos y produciendo salidas en milisegundos en lugar de minutos. Los avances en los dispositivos de almacenamiento en línea condujeron a la primera generación de sistemas de gestión de bases de datos.	
1945 - 1955		1955 - 1965	
PRIMERA GENERACION (BULBOS Y CONEXIONES).		SEGUNDA GENERACION (PROCESAMIENTO POR LOTES).	
La tercera era en la evolución de los sistemas de computadora comenzó a mediados de los años setenta y continuó más allá de una década. El sistema distribuido, múltiples computadoras, cada una ejecutando funciones concurrentes y comunicándose entre ellas, se incremento notablemente la complejidad de los sistemas informáticos, las redes de área local y de área global, las comunicaciones digitales de alto ancho de banda y la creciente demanda de acceso "instantáneo" a los datos, todo esto trajo como consecuencia una fuerte presión sobre los desarrolladores del software.		La cuarta era de la evolución de los sistemas informáticos se aleja de las computadoras individuales y de los programas de computadoras, dirigiéndose al impacto colectivo de las computadoras y del software. Potentes maquinas personales controladas por sistemas operativos sofisticados, en redes globales y locales, acompañadas por aplicaciones de software avanzadas se han convertido en la norma.	
1965 – 1980		1980 -1990	
TERCERA GENERACION (MULTIPROGRAMACION).		CUARTA GENERACION (COMPUTADORAS PERSONALES).	

Fuente: Elaboración propia con datos de sistemas operativos modernos, Andrew S. Tanenbaum.

1.1.2 *Capital Humano.*

El capital humano en el desarrollo de software, se representa a través de las personas que participan en los procesos de creación y producción de aplicaciones informáticas, dando sentido y forma a la información, para la realización de tareas generales y específicas, las cuales se definen dependiendo de su objetivo y pueden ser orientadas a los aparatos electrónicos, problemas u operaciones de las empresas, etc.

Durante la década de 1940, conforme se desarrollaban las primeras máquinas que permitieran facilitar las tareas humanas, el término *computador* en vez de referirse al proceso de cálculos humanos, se comenzó a utilizar para referirse a las máquinas.

Conforme iba quedando claro que las computadoras podían usarse para más cosas que solamente cálculos matemáticos, el campo de la ciencia de la computación se fue ampliando para estudiar a la computación (informática) en general. La ciencia de la computación comenzó entonces a establecerse como una disciplina académica en la década de 1960, con la creación de los primeros departamentos de ciencia de la computación y los primeros programas de licenciatura (Denning, 2000).

Los personajes que aportaron ideas y conocimientos al desarrollo del software, que forjaron los cimientos de lo que hoy en día es la tecnología más usada en el mundo, permite considerarlos como la primera generación de “capital humano informático”. Los estudios realizados por estos científicos abarcaron el entorno y los factores de desarrollo de programas flexibles que a través de dispositivos eléctricos y electrónicos, buscaban resolver problemas complejos y tareas que facilitaran las actividades diarias de las personas sin

importar el área o sector de trabajo (aunque primeramente estuvo enfocado a las ciencias físico-matemáticas), como veremos a continuación:

1600's

- **Blaise Pascal (1623 - 1662):** Construyó la primera calculadora mecánica. La misma funcionaba como un teléfono y tenía operaciones de suma y resta.
- **Gottfried W. Leibniz (1646-1716):** Diseñó otra calculadora mecánica, pero con una tecnología muy avanzada para la época.
- **Charles Babbage**, (Teignmouth, Devonshire, Gran Bretaña, 26 de diciembre de 1791 - 18 de octubre de 1871) fue un matemático británico y científico de la computación. Diseñó y parcialmente implementó una máquina a vapor, de diferencias mecánicas para calcular tablas de números. También diseñó, pero nunca construyó, la máquina analítica para ejecutar programas de tabulación. considerado como "El Padre de la Computación".
- **Lady Ada Lovelace**, matemática e hija de Lord Byron, (10 de diciembre de 1815, Londres, Reino Unido - 27 de noviembre de 1852), describió y promovió la máquina analítica de Charles Babbage, actualmente es considerada como la primera programadora, desde que escribió la manipulación de los símbolos, de acuerdo a las normas para una máquina de Charles Babbage que aún no había sido construida. Dedujo y previó la capacidad de las computadoras para ir más allá de los simples cálculos de números, mientras que otros, incluido el propio Babbage, se centraron únicamente en estas capacidades.

- **John von Neumann zu Margaritta** (se pronuncia «fon noiman»), (Margittai Neumann János Lajos) (28 de diciembre de 1903 - 8 de febrero de 1957) fue uno de los más grandes matemáticos del siglo XX. Húngaro-estadounidense que realizó contribuciones importantes en física cuántica, análisis funcional, teoría de conjuntos, ciencias de la computación, entre otras disciplinas. Es considerado el padre de la teoría de juegos, fue pionero de la computadora digital moderna y de la aplicación de la teoría de operadores a la mecánica cuántica. El concepto de programa almacenado permitió la lectura de un programa dentro de la memoria de la computadora, y después la ejecución de las instrucciones del mismo sin tener que volverlas a escribir. La primera computadora en usar el citado concepto fue la llamada EDVAC (Electronic Discrete-Variable Automatic Computer, es decir 'computadora automática electrónica de variable discreta'), desarrollada por Von Neumann, Eckert y Mauchly. Los programas almacenados dieron a las computadoras flexibilidad y confiabilidad, haciéndolas más rápidas y menos sujetas a errores que los programas mecánicos.

1800's

- **George Boole (1815-1964):** Inventó el álgebra de **Boole**, Matemático británico autodidacta. Fundador de lo que hoy día conocemos por **Teoría de Información**. Desarrolló las herramientas básicas que le permiten a una computadora "pensar": los operadores lógicos AND, OR, NOT.
- **Augusta Ada Byron (1788-1824):** Matemática y colega de C. Babbage. Se le conoce como el primer programador de computadoras. Alienta a Babbage para que

modifique el diseño de su máquina, basándose en consideraciones de programación. Juntos desarrollan los conceptos de *estructuras de decisión, ciclos, y una librería de subrutinas*.

- **Herman Hollerith (1860 - 1929):** A los 20 años diseñó una computadora que permitió que se procesaran los datos del censo de Estados Unidos en el 1890 en una tercera parte del tiempo del que tomó procesar los datos del 1880. Dicha computadora utilizaba tarjetas punchadas, donde cada rotito representaba una característica de la población.

1930's- 1940's

- **Howard Aiken (1900 - 1973):** Profesor de la Universidad de Harvard. Construyó la **Mark I**, una computadora digital de gran escala similar a la máquina analítica propuesta por Babbage. Le tomó cinco años y al finalizar, ya la máquina era obsoleta.
- **Thomas Watson (1874 - 1956):** Fundador de la compañía IBM (International Business Machines), desarrolló el estilo de gestión de renombre y la cultura empresarial de IBM, basado en gran parte en torno de tarjetas perforadas máquinas de tabulación
- **Alan Turing (1912-1954):** Matemático británico. Hizo contribuciones fundamentales a la teoría de Ciencias de Cómputos. Su máquina teórica, "la máquina universal de Turing", estableció la base para el desarrollo de computadoras programables. Cambió el curso de la segunda guerra mundial: descifró el código secreto de los alemanes.

- **John Mauchly (1907 - 1980) & Presper Eckert (1919 - 1995):** Ingenieros eléctricos. Construyeron la primera computadora electrónica digital de gran escala: **ENIAC**. Pesaba 30 toneladas, ocupaba 1500 pies cuadrados usaba 18,000 tubos al vacío para almacenamiento y cálculos aritméticos. Resolvía en medio minuto problemas que tomaban 20 horas con una calculadora de escritorio. Más tarde diseñan y desarrollan la **UNIVAC I**: la primera computadora electrónica comercial.
- **Maurice V. Wilkes (1913):** Ingeniero eléctrico en la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Fue alumno de von Neumann. Construyó la **EDSAC**: la primera computadora en usar el concepto de guardar un programa.
- **John Bardeen (1908 –1991), Walter Brattain (1902–1987), & William Shockley (1910 –1989):** Físico de los laboratorios Bell; desarrollaron el *transistor*, un aparato en miniatura que vino a reemplazar los tubos al vacío. Esto revolucionó el diseño de computadoras ya que resultaron más confiables, livianos, pequeños y se calentaban menos que los tubos al vacío.

1960's

- **Tedd Hoff (1937), Stan Mazer, Robert Noyce (1927 1990), & Federico Faggin (1941):** Ingenieros en la corporación Intel; desarrollaron el primer "chip" microprocesador. Dichos "chips", que sirven de unidades de procesamiento central en las microcomputadoras.

SIGLO XXI

- **Andrew Stuart "Andy" Tanenbaum (1944):** es profesor de ciencias de la computación de la Universidad Libre de Ámsterdam, Países Bajos. Tanenbaum es más conocido por ser el creador de Minix, una réplica gratuita del sistema operativo UNIX .
- **William Henry Gates III (1955):** más conocido como **Bill Gates**, es un empresario y filántropo estadounidense, cofundador de la empresa de software Microsoft, productora del sistema operativo para computadoras personales más utilizado en el mundo, Microsoft Windows. Creó la empresa de software Microsoft el 4 de abril de 1975, siendo aún alumno en la Universidad Harvard. En 1976 abandonó la universidad y se trasladó a Albuquerque, sede de Altair, para pactar con esa empresa la cesión de un lenguaje para computadoras, el Basic, al 50% de las ventas.
- **Linus Benedict Torvalds (1969):** es un ingeniero de software finlandés; es conocido por iniciar y mantener el desarrollo del "*kernel*" (en español, núcleo) Linux, basándose en el sistema operativo libre Minix creado por Andrew S. Tanenbaum y en algunas herramientas, los compiladores y un número de utilidades desarrollados por el proyecto GNU.

En la actualidad los países líderes en sistemas computacionales como: Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Irlanda, India y Dinamarca, entre otros; aportan una gran inversión al desarrollo de sus profesionistas, no solo en educación media superior y superior, incluso lleva el concepto de modernidad creando los llamados parques tecnológicos que albergan a

cientos de desarrolladores de software. El ejemplo más famoso es Silicón Valley en Estados Unidos, un sitio que provee un ambiente de cooperación entre empresas, que se traduce en innovación, conocimiento y crecimiento. El tener una especialización favorece los efectos de los Parques Tecnológicos y facilita su marketing y comercialización a nivel internacional.

II. Planteamiento Del Problema.

En un reporte realizado en 2005 por Carl Rianhard, presidente de OpenTec en ese momento, tras un viaje por China y Singapur cuyo objetivo era entrevistar a empresas de software y consultoría en tecnología, concluyo que:

“Una medida elemental es tomar más en cuenta el capital humano. Estamos conformando sociedades del conocimiento en donde la tecnología no sirve de nada si no existen personas altamente capacitadas que sepan usarla de forma productiva”. Este enfoque es clave, pues son la preparación y el talento del capital humano de un país lo que lo pueden impulsar. Países como Japón o India se han beneficiado de un énfasis nacional en educación técnica avanzada que data de más de dos generaciones atrás. El capital humano es el que requiere mayor tiempo de inversión, ya que es posible desarrollarlo, pero no perfeccionarlo en un par de años.

El conocer los aspectos generales y particulares del capital humano en la industria del software, es necesario para conocer el potencial competitivo en esta materia de nuestro país.

“México tiene que aprovechar que existe una gran demanda mundial de desarrolladores. Enfocándose en este punto, México podría dejar de ser sólo un consumidor de software para así convertirse en productor”, Carl Rianhard, 2005.

En la búsqueda de conocer las opciones que tenemos para el desarrollo de nuestra tecnología, se hace necesario realizar esta tesis denominada: *EL CAPITAL HUMANO PROFESIONAL EN COMPUTACION Y LA RELACION CON EL DESARROLLO DEL SOFTWARE EN MEXICO: un análisis de Regresión Lineal*, la cual pretende estudiar la situación actual de la educación y especialización del capital humano potencial en el desarrollo de tecnologías de manera específica en el mercado del software y el impacto en esta industria en el país. La consecución de este objetivo implica revisar la situación mundial y particularmente la situación en México y el estado de Michoacán.

II.1 Pregunta General:

- ¿Cuál es la relación que existe entre capital humano profesional en computación y la industria del software en México?

II.2 Preguntas Específicas:

1. ¿De qué manera influye la venta de software en la formación y educación del capital humano en la rama de la computación?
2. ¿Existe algún impacto de la formación del capital humano en las ventas de software en México?

III. Objetivos.

III.1 Objetivo General:

- Determinar cuál es la relación entre el capital humano profesional en computación y la industria de software en México.

III.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar cómo influyen las ventas de software, en la formación de capital humano en las carreras de computación.
2. Conocer los efectos de la formación del capital humano en las ventas del software.

IV. Hipótesis.

IV.1 Hipótesis General:

- El capital humano determina la existencia de la industria del software y el éxito o fracaso de esta industria determina el capital humano.

IV.2 Hipótesis Específicas:

1. El incremento en las ventas de software eleva el número de capital humano especializado.
2. A mayor calidad (mejor formación) de capital humano, existirá incremento en las ventas de software.

CAPITULO-1

EDUCACION: LA BASE DEL CAPITAL HUMANO ESPECIALIZADO

1. EDUCACION: LA BASE DEL CAPITAL HUMANO ESPECIALIZADO.

“Educación”, (del latín *educere* "guiar, conducir" o *educare* "formar, instruir") puede definirse como: El proceso multidireccional mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar, además de estar presente en todas nuestras acciones, sentimientos y actitudes.

La educacion puede definirse en tres tipos: la formal, la no formal y la informal. *La educación formal* hace referencia a los ámbitos de las escuelas, institutos, universidades, módulos; la *no formal* se refiere a los cursos, talleres, etc. y *la educación informal* es aquella que abarca la formal y no formal, pues es la educación que se adquiere a lo largo de la vida.

“En la nueva economía global solo pueden competir los territorios que aprenden, es decir, aquellos capaces de adaptarse a las transformaciones de la estructura productiva mundial con base en el conocimiento y a su aplicación en la industria de alta tecnología.” (Silva, 2003).

1.1 Educación como Instrumento de Avance.

La educación es considerada por el Banco Mundial, como uno de los instrumentos más poderosos para reducir la pobreza y la desigualdad y sienta las bases para un crecimiento económico sostenido.

Según datos de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), en el año 2008, la tasa de alfabetización, (entiéndase como el

porcentaje de personas de entre 15 y 24 años que son capaces de leer y escribir, con entendimiento, una proposición simple y breve sobre sus vidas diarias), muestra a Europa y Asia central como los dominantes en la formación educativa de sus pobladores con una tasa de 98.7, mientras África del Sur es la más baja con una tasa del 70.9% de su población total. (Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Alfabetización, total de jóvenes (% de personas entre 15 y 24 años).

África al Sur del Sahara	70,9%
América Latina y el Caribe	97,8%
Asia Meridional	72,9%
Asia Oriental y el Pacífico	98,0%
Europa y Asia central	98,7%
Oriente Medio y Norte de África	85,9%

Fuente: Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

En una educación básica de buena calidad el desarrollo de las competencias básicas y el logro de los aprendizajes de los alumnos son los propósitos centrales, son las metas a las cuales los profesores, la escuela y el sistema dirigen sus esfuerzos.

Preescolar, educación primaria y secundaria es la etapa de formación de los individuos en la que se desarrollan las habilidades del pensamiento y las competencias básicas para favorecer el aprendizaje sistemático y continuo, así como las disposiciones y actitudes que regirán su vida.

En algunos países como México la educación se divide en dos o más tipos, éstos a su vez se subdividen en niveles tales como *Educación Básica* (nivel Preescolar, Nivel Primaria,

Nivel Secundaria), *Educación Media* (Preparatoria) y *Educación superior* (Licenciatura y posgrado). Las divisiones varían según las políticas educativas de cada país.

El nivel *media y superior* (ó *nivel terciario*, dependiendo de la clasificación de cada país), se imparte de forma distinta dependiendo de las necesidades económicas, políticas y sociales de cada nación, el objetivo general de este nivel, es formar a los nuevos científicos y profesionistas, es decir, lograr que las personas que estudian y egresan de este nivel, tengan conocimientos amplios de los distintos sectores laborales, que permitan elevar el nivel competitivo de los distintos mercados estatales y nacionales, logrando así la competencia mundial.

1.1.1 *Educación Superior Internacional.*

“*Educación Superior o Universitaria*”, personas que se preparan para el mundo laboral exigente, personas que estudian, se gradúan y se titulan convirtiéndose en “*Profesionistas*”, en cuestión laboral son el: “*Capital Humano Profesional*”, que habrá de aplicar los conocimientos obtenidos y habilidades a favor de las distintas ramas de la industria.

El primer cuello de botella en la formación de los investigadores y científicos radica en el hecho de que hay países en que la mayoría de los estudiantes no recibe una formación universitaria, reduciendo así el número potencial de capital humano y con ello reducir las posibilidades de avance en los distintos sectores industriales, educativos, entre otros.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) y la UNESCO son organismos encargados de recopilar, analizar y reportar la situación de los distintos sectores a nivel mundial. En el reporte realizado en 2007 por la OECD, en lo referido a la educación superior muestra como líderes indiscutibles a Estados Unidos y Japón, aunque entre estos exista una diferencia abismal de graduados. (Tabla 1.2)

Tabla 1.2 Graduados Universitarios A Nivel Mundial en 2007.

País	Graduados
Alemania	339,543
Australia	233,995
Canadá	203,741
España	199,767
Estados Unidos	2,279,379
Francia	412,358
Inglaterra	521,487
Irlanda	43,676
Japón	673,641
Corea	317,452
México	398,017

Fuente: Base de Datos de la OECD.

En concreto esta tabla nos dice que en Estados Unidos se graduaron 2,279,379 colocándose como la primer potencia en la formación de capital humano de grado superior según la OECD, abajo de éste, se encuentra Japón con una aportación de 673,641 graduados; México según este organismo internacional cuenta con un numero de 398,017 graduados por arriba de Alemania y España, mientras que Irlanda ocupa el lugar más bajo con solo 43,676 graduados, aunque considerando su población el numero de graduados es alto.

1.1.2 Educación Superior en México.

En México, para conocer detalladamente la situación interna del país, recurriremos a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), la cual nació en 1950, producto de un esfuerzo compartido entre voluntades que sumaron su interés por fortalecer de manera integral a la educación superior. Esta institución lleva a cabo diversos estudios acerca de distintos aspectos que afectan la educación superior en cada estado, en el año 2007 realizó un reporte acerca de la educación superior en las 32 entidades de la república mexicana, que muestra los siguientes datos:

Tabla 1.3 Reporte de Estudios Superiores de México en 2007.

Entidad Federativa	Egresados	Titulados
Aguascalientes	4,242	3,721
Baja California	7,770	3,803
Baja California Sur	1,910	905
Campeche	3,224	1,923
Chiapas	9,620	6,645
Chihuahua	11,520	8,322
Coahuila	10,696	6,611
Colima	2,867	2,095
Distrito Federal	68,564	48,496
Durango	5,350	2,759
Guanajuato	14,084	9,208
Guerrero	7,938	4,542
Hidalgo	9,020	8,310
Jalisco	31,521	18,250
México	37,380	23,812
Michoacán	11,668	7,036
Morelos	5,939	3,478
Nayarit	3,205	2,241
Nuevo León	19,232	16,493
Oaxaca	7,712	3,801
Puebla	20,075	13,138
Querétaro	6,929	5,079
Quintana Roo	1,992	1,352
San Luis Potosí	5,866	4,873

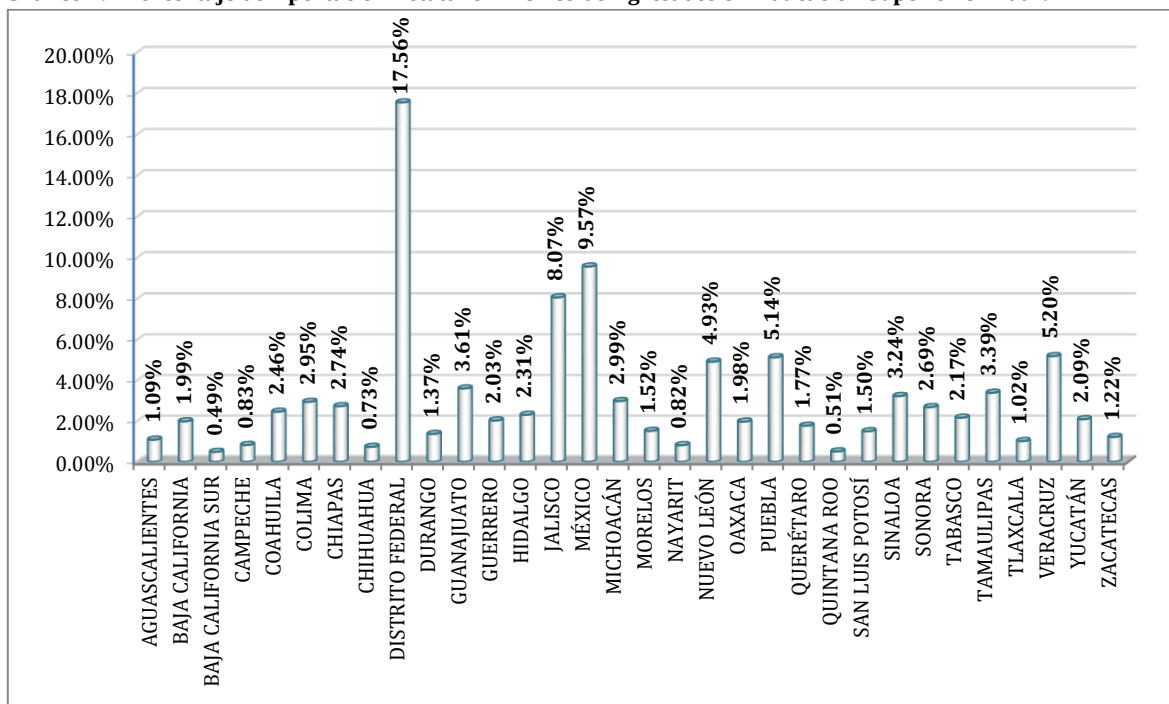
Sinaloa	12,633	6,748
Sonora	10,505	7,453
Tabasco	8,465	6,796
Tamaulipas	13,252	9,177
Tlaxcala	3,981	2,767
Veracruz	20,300	13,599
Yucatán	8,174	5,934
Zacatecas	4,768	4,610
Total Nacional	390,402	263,977

Fuentes: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

Observamos que el total nacional presento 390,402 estudiantes egresados de nivel superior y de estos solo 263,977 se titularon; el estado con mayor afluencia de estudiantes de las carreras universitarias es el Distrito Federal con 68,564 egresados y 48,496 titulados. debajo de este estado se encuentra el Estado de México 37,380 egresados y 23,812 titulados, detrás de estas cifras se encuentra Jalisco, con 31,521 estudiantes egresados y 18,250 titulados, ya mucho más abajo encontramos estados como Puebla, Nuevo León y Veracruz quienes oscilan entre los 19,000 y 20,500 egresados y 13,000 y 16,500 titulados. Todos estos estados se muestran claramente en el contexto nacional como los aportadores mayoritarios de capital humano.

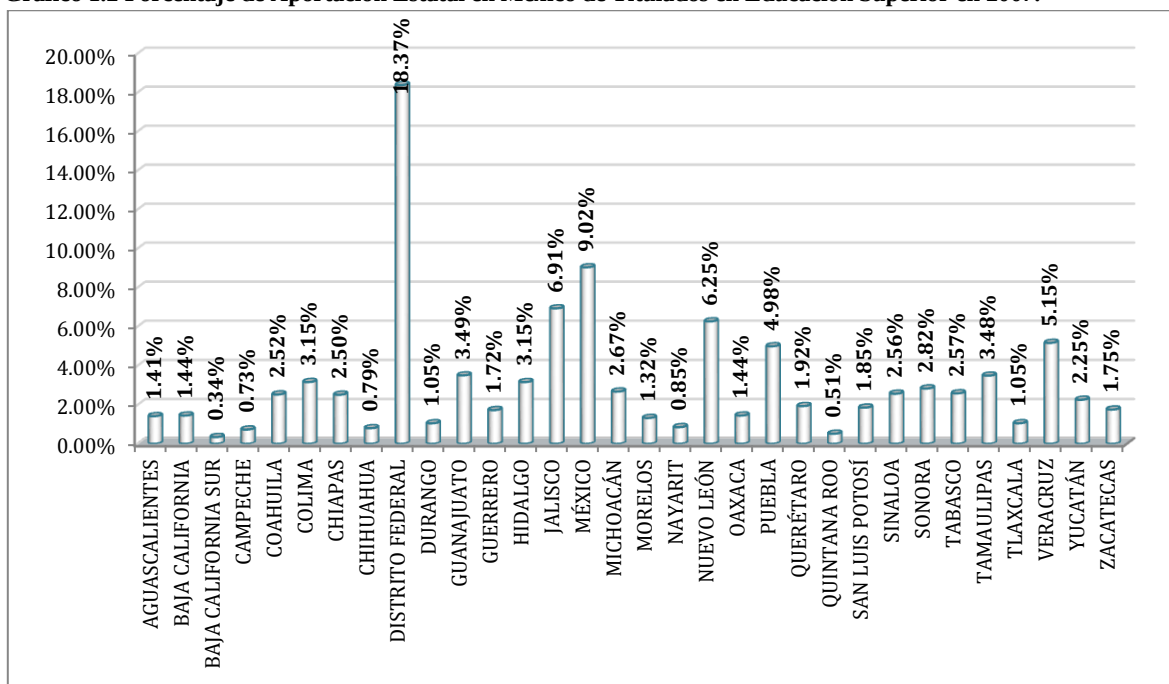
En términos porcentuales podemos observar las distintas aportaciones de un total del 100%, en número de egresados (Grafico 1.1) y en número de titulados (Grafico 1.2).

Grafico 1.1 Porcentaje de Aportación Estatal en México de Egresados en Educación Superior en 2007.



Fuente: Elaboración de graficas con datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

Grafico 1.2 Porcentaje de Aportación Estatal en México de Titulados en Educación Superior en 2007.



Fuente: Elaboración de graficas con datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

1.1.3 Educación Superior en el Estado de Michoacán.

De la tabla 1.3 se observa que el estado de Michoacán fue uno de los estados menos participativos en la formación de nuevo capital humano profesional, con solo 11,668 estudiantes egresados de los cuales solo 7,036 se habían titulado, es claro que son muy pocos los que logran concluir sus estudios, y la titulación no es un panorama más favorable. En cuestiones porcentuales a nivel nacional Michoacán aportó un 2.05% del total de egresados y 1.78% del total de titulados. De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) (tabla 1.4), podemos observar que los datos nacionales, con respecto a estos presentan una diferencia mínima con 419 egresados (11,668 ANUIES y 12,087 INEGI - SEP) y 564 titulados (7,036 ANUIES y 7600 INEGI - SEP).

Tabla 1.4 Reporte de Estudios Superiores por Instituciones del Estado de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Educación Superior en Michoacán		
2007		
Nivel	Egresados	Titulados
Técnico Superior Universitario	182	81
Licenciatura	10,734	7,135
Posgrado	1,171	384
Total Estudios Superiores	12,087	7,600

Fuente: Secretaría de Educación en el Estado. Subsecretaría de Planeación Educativa; Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Sistema Escolarizado

Los datos del estado de Michoacán se muestran de manera general abarcando los 3 diferentes niveles de los estudios superiores, TSU, Licenciatura y Posgrado, el nivel más alto de alumnos es el de licenciatura esto debido a que pocos conocen las carreras técnico universitarias y en el caso de los posgrados, primero es necesario estar titulado en alguna

carrera de licenciatura. De todo esto obtenemos una tabla con desgloses porcentuales que explica los diferentes niveles de educación superior:

Tabla 1.5 Porcentaje de influencia de Estudios Superiores del Estado de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Educación Superior en Michoacán		
2007		
Nivel	Egresados	Titulados
Técnico Superior Universitario	1.51%	1.07%
Normal	88.81%	93.88%
Posgrado	9.69%	5.05%
Total Estudios Superiores	100%	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación en el Estado. Subsecretaría de Planeación Educativa; Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI.

El nivel licenciatura del estado de Michoacán es el que tiene el mayor número de profesionales, que en términos porcentuales, representa el 88.81% del total egresados y 93.88% de los titulados, mientras el nivel Técnico Superior Universitario (TSU) es el de menor aporte profesional con solo 1.51% del total egresados y 1.07% de los titulados, por el contrario el nivel de Posgrado está más arriba del nivel anterior con 9.69% del total egresados y 5.05% de los titulados. El desglose de la educación en nivel de Técnico Superior Universitario muestra las carreras que lo conforman:

Tabla 1.6 Reporte de Estudios Superiores de Técnico Superior Universitario del Estado de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Educación Superior del		
Nivel Técnico Superior Universitario por Carrera		
2007		
Carrera	Egresados	Titulados
Tecnologías de Información y Comunicación	109	22
Mantenimiento Industrial	32	27
Biotechnología	28	26
Diseño y Producción Industrial	0	0
Procesos de Producción Textil	13	6
Total TSU	182	81

Fuente: Secretaría de Educación en el Estado. Subsecretaría de Planeación Educativa; Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Sistema Escolarizado

En el caso del nivel Licenciatura se muestran las instituciones que lo representan:

Tabla 1.7 Reporte de Estudios Superiores de Licenciatura del Estado de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Educación Superior por Principales Instituciones y Carrera, Licenciatura e Ingeniería (Nivel Licenciatura) 2007		
Institución	Egresados	Titulados
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	5765	3911
Instituto Tecnológico de Morelia	273	302
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas	269	43
Universidad "Don Vasco" (Uruapan)	289	181
Instituto Tecnológico de Jiquilpan	153	133
Instituto Tecnológico de Zamora	127	55
Universidad "Vasco de Quiroga" (Morelia)	266	151
Universidad "La Salle"	92	80
Universidad Latina de América	176	122
Instituto Tecnológico de Uruapan	124	74
Instituto Tecnológico de Zitácuaro	148	133
Instituto Tecnológico de Ciudad Hidalgo	72	9
Instituto Tecnológico de La Piedad	146	75
Universidad "Valle de Atemajac" (La Piedad)	136	123
Instituto Tecnológico Agropecuario No. 7	116	116
Centro de Estudios Universitarios "Sor Juana Inés" (Morelia)	18	18
Instituto de Ciencias de Estudios Superiores (Morelia)	105	104
Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes	41	29
Universidad de Zamora	50	36
Universidad "Valle de Atemajac" (Zamora)	81	90
Universidad "Valle de Zacapu"	0	0
Universidad "Vasco de Quiroga" (Ciudad Hidalgo)	27	34
Instituto de Estudios Superiores de México (Lázaro Cárdenas)	3	3
Universidad Michoacana del Oriente	16	3
Escuela de Enfermería AC	10	10
Escuela de Enfermería Nuestra Señora de la Salud	18	7
Instituto Modstil	15	17
Centro de Estudios Superiores Primero de Mayo	11	0
Conservatorio de las Rosas	11	5
Instituto de Ciencias de Estudios Superiores (Uruapan)	13	13
Universidad Internacional Jefferson	0	0
Instituto de Ciencias Teológicas y Filosóficas	23	23
Instituto de Estudios Superiores de Comunicación	12	2
Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación	1330	448
Colegio de Estudios Superiores (Los Reyes)	0	0

Instituto Fray Antonio de Lisboa f/	0	0
Instituto Superior del Centro	0	0
Centro de Estudios Superiores Nova Spania	0	0
Instituto Angloamericano	0	0
Instituto de Estudios Superiores Petatzécuaro	0	0
Instituto Superior de Música "Fausto Zerón"	9	0
Normal Urbana Federal	140	140
Normal Vasco de Quiroga	129	129
Normal Superior de Educación Física	113	113
Normal Anáhuac (Morelia)	127	127
Normal para Educadoras	119	118
Normal Indígena de Michoacán (Cherán)	95	92
Normal Juana de Asbaje (Zamora)	0	0
Normal Motolinía	45	45
Normal de la Universidad Anáhuac (Cotija)	21	21
Total Licenciatura	10,734	7,135

Fuente: Secretaría de Educación en el Estado. Subsecretaría de Planeación Educativa; Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Sistema Escolarizado

En detalle, el Posgrado, nos muestra las siguientes universidades:

Tabla 1.8 Reporte de Estudios Superiores de Posgrado del Estado de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Educación Superior por Principales Instituciones y Carrera, Doctorado, Maestría, Especialidad (Nivel Posgrado) 2007		
Institución	Egresados	Titulados
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	408	251
Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación	492	36
Universidad "Vasco de Quiroga" (Morelia)	118	11
Universidad "Valle de Atemajac" (Zamora)	26	7
Colegio de Michoacán	42	21
Instituto Tecnológico de Morelia	28	28
Universidad "Valle de Atemajac" (La Piedad)	18	7
Universidad Latina de América	16	0
Universidad "La Salle"	23	23
Centro de Educación Continua del IPN	0	0
Centro de Estudios Superiores Nova Spania	0	0
Total Posgrado	1,171	384

Fuente: Secretaría de Educación en el Estado. Subsecretaría de Planeación Educativa; Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Sistema Escolarizado

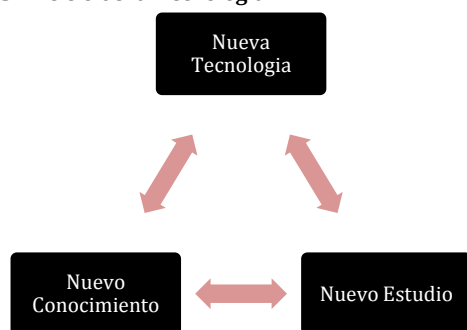
1.2 Educación Tecnológica.

La tecnología está vinculada a las actividades específicas del hombre, e indisolublemente ligadas al desarrollo de la civilización. Como consecuencia el hombre se plantea, por un lado, conocer y comprender la naturaleza de la tecnología y los fenómenos a ella asociados, y por el otro, controlarla y modificarla, ó por lo menos transformar el entorno que lo rodea, en otras palabras, para el hombre la tecnología es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacen sus necesidades, es por ello que es objeto de indagación y de acción.

“La vinculación educación – Tecnología considera la integración de temas, material y curricula con gran base de conocimiento combinado con habilidades técnicas y administrativas para la creación de nuevas tecnologías, desarrollo y administración de proyectos, así como habilitación durante la operación y el soporte técnico que requieren las empresas y organismos de gobierno”. (Zavala, 2000)

La tecnología, genera conocimiento, pero es de a través de éste, que se genera la tecnología, creando así un ciclo tecnológico. (Grafico 2.3)

Grafico 1.3 El ciclo de la Tecnología.



Fuente: Elaboración Propia (Zavala, 2003).

De acuerdo con Thomas Buch (2003), Desde hace algunos años en muchos países se realizan intentos de lograr que en las escuelas se difundan conocimientos sobre tecnología. Estos esfuerzos se ponen de manifiesto en los planes de estudio de todos los niveles de la educación, desde el inicial (jardín de niños) hasta el nivel superior (universidad), al margen de los conocimientos profesionales que imparten las escuelas técnicas y las distintas facultades. En cada uno de estos niveles los esfuerzos tienen características distintas, pero siempre con el objetivo de lograr una comprensión de los conceptos, actitudes y procedimientos en general, y de los aspectos históricos y contemporáneos de la tecnología, procurando una articulación entre las habilidades técnicas del sujeto, su conocimiento del mundo artificial en el que debe moverse, sus capacidades cognitivo-afectivas, sus valores y su actitud ante la naturaleza. La finalidad de esos estudios es la de que los ciudadanos puedan desempeñarse mejor en una sociedad altamente tecnificada, a la vez que entiendan sus limitaciones y sus peligros. Esto incluye la capacitación para poder participar en la toma de decisiones en lo que respecta a los temas tecnológicos polémicos con un conocimiento suficiente de las causas, lo que no siempre es fácil, dada la complejidad de los factores que inciden sobre tales decisiones.

La formación del capital humano competente y amplio conocedor del campo tecnológico en la actualidad se considera un elemento esencial en las estrategias de desarrollo de los países y de las empresas, más allá de las necesidades sociales de cobertura educacional universal.

Las economías emergentes y las consolidadas se aciertan en una transición de la economía industrial hacia la economía del conocimiento, en la cual existe una interrelación entre la educación, el conocimiento, ciencia y tecnología, lo cual provoca que el motor del

desarrollo de un país sean las ideas y la aplicación de la tecnología sobre las habilidades, aprendizaje y capital humano.

1.2.1 Educación Superior Tecnológica Internacional.

Partiremos de los datos brindados por la OECD y la UNESCO del año 2007 sobre las carreras de ámbito de ingeniería y tecnología en el mundo:

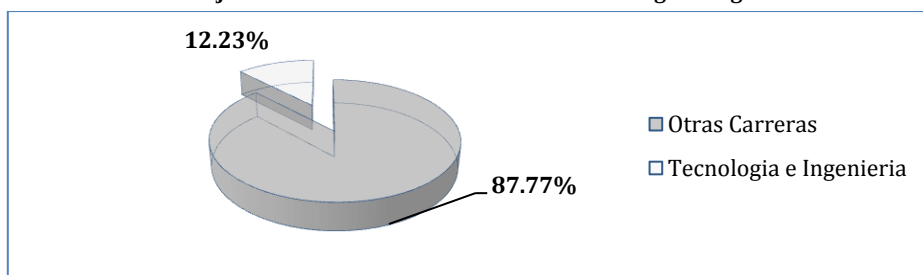
Tabla 1.9 Graduados Universitarios en Tecnología a Nivel Mundial en 2007.

País	Graduados 2007	Ingeniería y Tecnología 2007
Alemania	339,543	97,882
Australia	233,995	57,025
Canadá	203,741	47,790
España	199,767	47,530
Estados Unidos	2,279,379	356,232
Francia	412,358	101,463
Inglaterra	521,487	121,954
Irlanda	43676	6,477
Japón	673,641	31,686
Corea	317,452	104,980
México	398,017	94,008
Total	8,728,056	1,067,027

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), OECD.

De un total de 8,728,056 graduados de los distintos países pertenecientes a la OECD, 1,067,027 se graduaron de la carreras de ingeniería (carreras ligadas a desarrollo de tecnologías) y tecnología; esto significa que solo 12.23% de los graduados a nivel mundial estudiaron alguna carrera tecnológica o de ingeniería, mientras el 87.77 % restante alguna otra disciplina.(Grafico 1.4)

Grafico 1.4 Porcentaje de Graduados Universitarios en Tecnología e Ingeniería a Nivel Mundial 2007.



Fuente: Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), OECD.

En Estados Unidos de las carreras tecnológicas se graduaron 356,232 siendo un 15.63 % del total de graduados en las distintas carreras de dicho país; mientras que en Corea se graduaron 104,980 en dichas carreras solo que en este caso el porcentaje de universitarios fue mayor que el de Estados Unidos con 33.07% de sus graduaciones totales, el más bajo es Japón con solo 31,686 titulados en carreras tecnológicas o a fin siendo el 4.07% del total de graduados. México en esta rama muestra una cifra de 94,008 graduados pero comparado con su población total desarrolla más estudiantes tecnológicos que estados unidos en términos porcentuales siendo 23.62% de la población universitaria titulada.

En conclusión Estados Unidos es el dominante con el mayor número de científicos aunque es demasiado bajo comparado con todos los universitarios titulados en este país en 2007, incluso Inglaterra mantiene un mayor balance teniendo un 23.39% en títulos tecnológicos (121,954 titulados), del total de sus estudiantes titulados, al igual que México y Corea.

1.2.2 Educación Superior Tecnológica en México.

México en el año 2007, tuvo 94,008 estudiantes titulados en alguna carrera de tecnología e ingeniería según la OECD representando el 8.81% del total de graduados de los países contemplados en esta lista. En el siguiente cuadro de elaboración propia con datos de INEGI y SEP, muestra un número aproximado de egresados y titulados en carreras tecnológicas cabe señalar que fueron tomadas en cuenta las carreras que refieren directamente a tecnología:

Tabla 1.10 Estudiantes Inscritos y Total de Graduados en Carreras Tecnológicas de México en 2007.

Entidad Federativa	Egresados	Titulados
Aguascalientes	779	659
Baja California	1,178	637
Baja California Sur	220	117
Campeche	570	339
Chiapas	1,405	876
Chihuahua	2,674	1,984
Coahuila	2,809	2,010
Colima	485	459
Distrito Federal	7,376	4,875
Durango	1,589	650
Guanajuato	2,999	1,964
Guerrero	696	370
Hidalgo	1,796	1,914
Jalisco	2,617	1,279
México	6,657	4,149
Michoacán	1,238	675
Morelos	1,008	617
Nayarit	427	247
Nuevo León	2,540	2,721
Oaxaca	1,287	532
Puebla	4,728	3,100
Querétaro	1,222	921
Quintana Roo	348	110

San Luis Potosí	1,456	1,371
Sinaloa	3,044	2,010
Sonora	2,034	1,245
Tabasco	2,093	1,540
Tamaulipas	3,710	2,871
Tlaxcala	628	461
Veracruz	5,761	3,365
Yucatán	1,424	996
Zacatecas	1,234	890
Total Nacional	68,032	45,954

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

Esta tabla es solo es para ubicar en términos de creación e innovación tecnológica como se encontraba el país en el año 2007, por ello fueron contemplados solo aquellos estudiantes egresados ó titulados en carreras con vinculo directo en innovaciones y desarrollo tecnológico, como son: electrónica, meca trónica, todas las de computación, industrial, biotecnología e impartición de educación tecnología e innovación, al ver estos datos observamos a 68,032 egresados y solo 45,954 se titularon en carreras tecnológicas. Podemos observar que los estados con mayor aportación de capital humano profesional tecnológico son los mismos de mayor aporte en capital humano a nivel profesional, como el Distrito federal, Estado de México y Veracruz, con 7376, 6,657 y 5,761 egresados y 4,875, 4,149 y 3,365 titulados, respectivamente en cada uno de estos estados.

1.2.3 Educación Superior Tecnológica en el Estado de Michoacán.

Aquí los datos también fueron utilizando el mismo criterio que en el caso de los datos a nivel nacional, por ello aparecen en ambas tablas los 1,238 egresados y solo 675 titulados de 2007 en el estado de Michoacán:

Tabla 1.11 Reporte de Estudio de Carreras Tecnológicas de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Carreras de Tecnología e Ingeniería 2007		
Carrera	Egresados	Titulados
TSU, Tecnologías de Información y Comunicación	137	48
Universitaria Tecnológica	1,056	575
Posgrado, Tecnología e Ingeniería	45	52
Total	1,238	675

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

El capital humano profesional tecnológico de este estado, comparado con los datos de la OECD en cuestión tecnológica ocupó el 0.72% de graduados a nivel nacional tan solo para ese año, a si mismo contemplando la tabla del INEGI y la SEP mostraron que ocupó el 1.82% de egresados y el 1.47% de titulados.

Tabla 1.12 Comparación de la situación del estado de Michoacán con el país en 2007.

Lugar - Profesionistas	Numero de Profesionistas	% de influencia de Michoacán
Michoacán Egresados	1,238	
Michoacán Titulados	675	
Nacional (OECD)	94,008	0.72%
Nacional (INEGI) Egresados	68,032	1.82%
Nacional (INEGI) Titulados	45,954	1.47%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

1.3 Educación en Computación.

La formación del capital humano profesional en computación es la parte esencial de la industria del software; esto debido a que de la preparación y conocimiento amplio de los sistemas computacionales, depende esta industria. En este sentido, las universidades e instituciones de grado superior que imparten las distintas carreras de computación, son principales responsables de proporcionar recursos humanos de alta calidad, que aprovechen al máximo los recursos que el desarrollo del software brinda tanto como producto final, como, el medio para obtener dicho producto.

1.3.1 Educación En Computación Internacional.

La OECD de acuerdo a la base de datos del año 2007, presento una tabla con los distintos países pertenecientes a esta organización con los graduados en grado superior o terciario en computación.

Tabla 1.13 Estudiantes Graduados de Carreras de Computación a nivel Mundial en 2007.

País	Graduados 2007	Ingeniería y Tecnología 2007	Computación 2007
Alemania	339,543	97,882	17,685
Australia	233,995	57,025	16,762
Canadá	203,741	47,790	6,315
España	199,767	47,530	9,368
Estados Unidos	2,279,379	356,232	59,997
Francia	412,358	101,463	15,960
Inglaterra	521,487	121,954	24,876
Irlanda	43,676	6,477	ND
Japón	673,641	31,686	ND
Corea	317,452	104,980	11,811
México	398,017	94,008	28,552
Total	8,728,056	1,067,027	191,326

Fuente: Base de Datos de la OECD.

ND: No existen datos precisos

La Base de Datos muestra que de un total de 191,326 graduados en las carreras de computación, Estados Unidos es líder indiscutible de formación de personal capacitado en el manejo de computadoras de nivel superior con 59,997 graduados, debajo de esta nación encontramos a México con una sorpresiva cifra de 28,552 graduados en computación por encima de Inglaterra, Francia y España.

Tabla 1.14 Comparación de Carreras Generales, Tecnológicas y Computacionales a nivel Mundial en 2007.

País	% Computación vs su País	% Computación vs Tecnología	% Computación vs Mundo
Alemania	5.21%	18.07%	0.20%
Australia	7.16%	29.39%	0.19%
Canadá	3.10%	13.21%	0.07%
España	4.69%	19.71%	0.11%
Estados Unidos	2.63%	16.84%	0.69%
Francia	3.87%	15.73%	0.18%
Inglaterra	4.77%	20.40%	0.29%
Irlanda	0.00%	0.00%	0.00%
Japón	0.00%	0.00%	0.00%
Corea	3.72%	11.25%	0.14%
México	7.17%	30.37%	0.33%

Fuente: Elaboración propia con datos UNESCO, OECD.

Este cuadro muestra 3 aspectos importantes: el porcentaje que ocupa la computación con respecto a los graduados en las diferentes carreras de su país origen (% Computación vs País Origen), el porcentaje que ocupa la carrera de computación con respecto al total de graduados de las carreras tecnológicas de su país origen (% Computación vs Tecnología), y por último la aportación porcentual de cada país en graduados de computación con el total de graduados de todos los países participantes en esta tabla (% Computación vs Mundo).

México saca ventaja de sus graduados ya que el 7.17% es de las carreras de computación, mientras el más cercano a este país es Australia al sacar de igual manera provecho con 7.16% de carreras de computación del total de sus graduados, como lo veíamos en el capítulo anterior aquí se repite la misma historia porque aunque Estados Unidos es el país que más aporta profesionales en el manejo de sistemas computacionales, es el país que menos graduados tiene en comparación con su total dando solo un 2.63% de graduados en computo de su total de titulados.

Al realizar la comparación con las carreras tecnológicas México se encuentra por encima de todos con un 30.37% de carreras de computación del total de carreras tecnológicas, apenas debajo de este país nuevamente encontramos a Australia con 29.39% de graduados en computo contra el total de las carreras tecnológicas, mientras Inglaterra se encuentra con una participación de 20.40% en computación de entre sus carreras tecnológicas. Cabe señalar que el menor de los países contemplados por la OECD es Corea con el 11.25%.

En lo referente a nivel internacional, Estados Unidos es el líder indiscutible con una aportación de 0.69% del total de graduados de computación, debajo de los norteamericanos se encuentra México el cual hace su aporte al mundo de 0.33% y apenas debajo del con una aportación del 0.29% se encuentra Inglaterra. Es importante decir, que computación representa solo el 2.19% del total de graduados (8,728,056).

1.3.2 Educación en Computación en México.

México en 2007 muestra que tuvo un gran número de graduados en computación respecto a todos los graduados de las distintas carreras frente a la misma situación de otros países como Inglaterra y Estados Unidos, esto según los datos de la OECD, para detallar la situación por cada estado se presenta el siguiente cuadro, donde cabe destacar que se consideraron todas las carreras que tienen relación directa con la computación, diseño grafico, sistemas y tecnologías de información, ingenierías y licenciaturas en computación e informática:

Tabla 1.15 Estudiantes Egresados y Titulados de Carreras de Computación de México en 2007.

Entidad Federativa	Egresados	Titulados
Aguascalientes	375	358
Baja California	557	286
Baja California Sur	150	95
Campeche	411	253
Chiapas	1,068	655
Chihuahua	1,136	799
Coahuila	930	585
Colima	304	255
Distrito Federal	3,410	2,156
Durango	1,531	640
Guanajuato	1,818	1,235
Guerrero	646	348
Hidalgo	1,027	1,170
Jalisco	1,008	446
México	4,433	2,713
Michoacán	710	376
Morelos	531	348
Nayarit	316	195
Nuevo León	918	931
Oaxaca	798	394
Puebla	2,395	1,555
Querétaro	433	324
Quintana Roo	238	49
San Luis Potosí	792	486

Sinaloa	1,813	1,049
Sonora	754	377
Tabasco	1,178	997
Tamaulipas	1,592	956
Tlaxcala	356	215
Veracruz	3,346	1,861
Yucatán	955	577
Zacatecas	703	449
Total Nacional	36,632	23,133

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

A nivel nacional observamos que 36,632 estudiantes egresaron de las distintas carreras de computación y 23,133 se titularon, el Estado de México es el estado que aportó el mayor número de egresados y titulados en dichas carreras con 4,433 y 2,713 respectivamente, mientras el DF y Veracruz se posicionaron debajo de este estado.

1.3.3 Educación en Computación en el Estado de Michoacán.

En 2007, Michoacán presenta una tasa baja de efectividad en la formación de los profesionales de las carreras de computación, solo 710 terminaron y apenas 376 se graduaron.

Tabla 1.16 Estudiantes Egresados y Titulados de Carreras de Computación de Michoacán en 2007.

Alumnos Inscritos, Egresados y Titulados en Carreras de Computación 2007		
Carrera	Egresados	Titulados
TSU, Computación e Información	109	22
Licenciatura e Ingeniería, Computación e Información	597	350
Posgrado, Computación e Información	4	4
Total	710	376

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

La tabla muestran claramente en detalle que la licenciatura e ingeniería en computación, muestra al mayor número de egresados con 597 y 350 titulados, mientras los técnicos universitarios solo tienen 109 egresados y 22 titulados, en el caso de posgrado es mucho mas bajo el numero, 4 egresados y 4 titulados, en parte debido a la necesidad de estar titulado a nivel superior para poder cursar alguna carrera de esta modalidad.

Tabla 1.17 Porcentaje de Estudiantes Egresados y Titulados de Carreras de Computación de Michoacán en 2007.

Carrera	Egresados	Titulados
TSU, Computación e Información	15.35%	5.85%
Licenciatura e Ingeniería, Computación e Información	84.08%	93.09%
Posgrado, Computación e Información	0.56%	1.06%
Total	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de cada Estado. Dirección de Planeación Educativa e Informática; Departamento de Estadística e Informática, INEGI.

Aquí se muestra el grado de influencia que tiene cada modalidad en el número de egresados y titulados en el estado de Michoacán. Las carreras de técnico superior universitario cuentan con apenas 15.35% de egresados y 5.85% de titulados en las carreras en computación en el estado, mientras las licenciaturas aportan mucho mayor numero de profesionistas con 84.08% de egresados y 93.09% de titulados en computación, y apenas un 0.56% de egresados y 1.06% de titulados en posgrados de esta rama de la tecnología.

Las cifras del estado de Michoacán en 2007, para el capital humano profesional de computación son muy bajas (710 egresados, 376 titulados), tomando como referencia la capital del país (Distrito Federal) la cual egreso en ese mismo año a 3,410 estudiantes de las diferentes carreras de computación, al igual que permitió la titulación de 2,156 profesionistas de esa misma disciplina. Lo cual en cifras porcentuales significo que el total de egresados y titulados de dichas carreras del estado de Michoacán representaron solo el

20.82% y 17.44% del total respectivo al Distrito Federal. En el caso comparativo a nivel nacional las cifras de Michoacán fueron menores al 2%, contra los datos de la OECD o del INEGI y la SEP, mientras que el Distrito federal resulto arriba del 7% y menos del 10% en la aportación del capital humano intelectual de grado superior en computación, como lo podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 1.18 Comparación de la situación del estado de Michoacán con el Distrito Federal y el país en 2007.

Entidad - Profesionistas	Numero de Profesionistas	% Influencia de Michoacán	% Influencia del D.F.
México D.F. Egresados	3,410	20.82%	
México D.F. Titulados	2,156	17.44%	
Michoacán Egresados	710		
Michoacán Titulados	376		
México (OECD)	28,552	1.32%	7.55%
México (INEGI) Egresados	36,632	1.94%	9.31%
México (INEGI) Titulados	23,133	1.63%	9.32%

Fuente: Elaboración propia con datos OECD, INEGI Y SEP.

Las cifras no han cambiado mucho a la fecha, Michoacán sigue siendo de los países con formación de capital humano más bajos a nivel nacional haciendo una recolección de datos referentes a la enseñanza de computación de acuerdo con datos del INEGI y SEP tomando en cuenta de manera exclusiva las carreras que llevaban computación en TSU, Licenciatura e Ingenierías y posgrados realizamos este pequeño estudio.

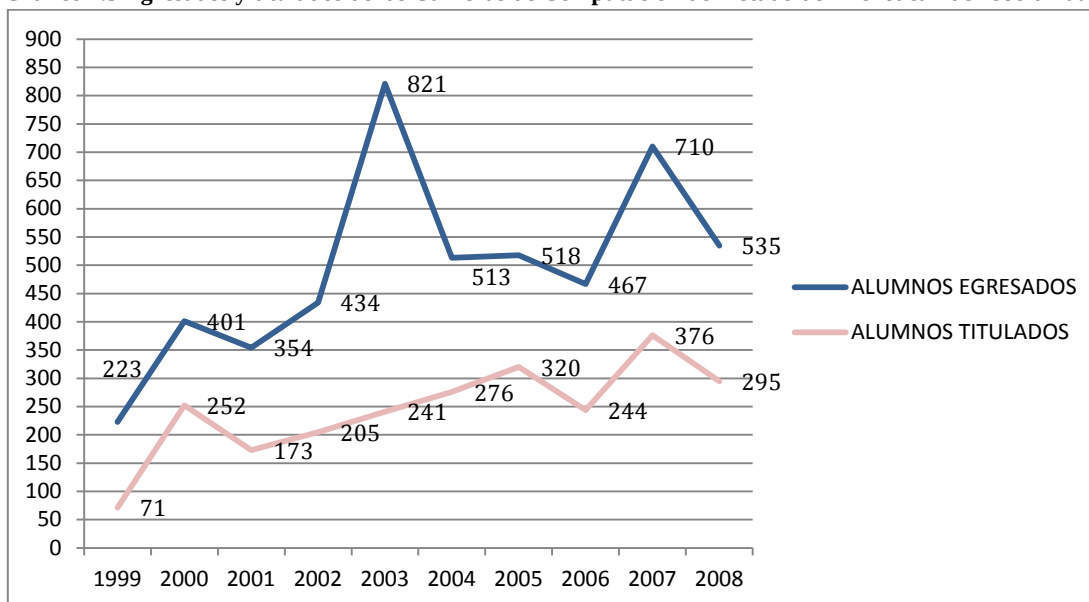
Tabla 1.19 Egresados y titulados de las Carreras de Computación del Estado de Michoacán de 1999 a 2008.

ALUMNOS / AÑOS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ALUMNOS EGRESADOS	223	401	354	434	821	513	518	467	710	535
ALUMNOS TITULADOS	71	252	173	205	241	276	320	244	376	295

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Y SEP.

Observamos que el punto más alto que obtuvo fue en el 2003 en el caso de los egresados con 821 y en el 2007 con 376 titulados.

Grafico 1.5 Egresados y titulados de las Carreras de Computación del Estado de Michoacán de 1999 a 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Y SEP.

En la grafica se observa la clara irregularidad del número de egresados ya que cuando empieza a crecer el número en un periodo, en el siguiente baja drásticamente. En el caso del número de titulados aunque se mantiene mucho más estable muestra un rango muy bajo, no menor a 150 titulados después de 1999 y no mayor a 400. Este es uno de los retos para el estado de Michoacán, apostar por el aprendizaje y la formación del capital humano que desarrolle tecnologías.

Una de las partes claves de esta investigación es investigar el fenómeno o factor de capital humano profesional de cómputo en México y su vínculo con la Industria que desarrolla software en el país, pero este estudio permite aclarar el panorama de educación informática en los distintos estados de la república.

CAPITULO-2

INDUSTRIA DEL SOFTWARE

2. INDUSTRIA DEL SOFTWARE.

Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se disponen de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia, y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua" (Kofi Annan, Secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, Ginebra 2003)

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC, TICs o bien NTIC para *Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación* o IT para «*Information Technology*») agrupan los elementos y las técnicas utilizadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones. Las TIC conforman el conjunto de recursos necesarios para manipular, convertir, almacenar, administrar, transmitir y encontrar la información.

2.1 **Panorama General de las Tecnologías de Información: Introducción a la Industria del software**

En el año 2001 el mercado tecnológico mundial generó según datos del Mundo de Tecnologías de la Información y Alianza de Servicios (WITSA), alrededor de 1.3 billones de dólares de ventas, mostrando a los países industrializados como los expertos en desarrollo de tecnología de punta, al igual que dejó ver la constancia y superación de los países economías inestables como el caso de las llamadas 3I (Irlanda, India, Israel).

Estados Unidos con 539,238 mil millones de dólares es el líder en la producción y venta de tecnología, debajo de este país con \$ 183,521 mil millones de dólares se encuentra Japón, en las posiciones más bajas encontramos a India, Irlanda e Israel (3I) con un total conjunto en venta en tecnología de 13,925 mil millones de dólares. (Tabla 2.1)

Tabla 2.1 Mercado de Mundial de Tecnologías en 2001.

País	Posición Mundo	Hardware	Software	Servicios	Gastos Internos	Total	Participación Mundo	Parcial
Estados Unidos	1	136,051	96,556	199,203	107,428	539,238	47.85%	
Japón	2	49,686	13,729	52,320	67,786	183,521	16.28%	
Alemania	3	24,488	14,697	27,018	29,075	95,278	8.45%	
Reino Unido	4	21,287	13,798	27,364	26,723	89,172	7.91%	
Francia	5	14,716	10,524	24,870	28,543	78,653	6.98%	87.47%
Canadá	6	9,558	5,958	12,385	10,865	38,766	3.44%	
Italia	7	9,182	4,650	11,083	5,303	30,218	2.68%	
Países Bajos	8	5,720	4,436	6,202	6,578	22,936	2.04%	
Australia	9	5,617	2,726	5,485	4,953	18,781	1.67%	
Suiza	10	4,281	2,561	4,527	5,182	16,551	1.47%	11.29%
India	21	3,100	494	1,769	1,488	6,851	0.61%	
Irlanda	33	1,235	442	660	654	2,991	0.27%	
Israel	28	1,212	587	1,481	803	4,083	0.36%	1.24%
Total Mundo		286,133	171,158	374,367	295,381	1,127,039		

Fuente: WITSA 2001

El mercado mundial de las Tecnologías de la Información se encuentra concentrado en los países más industrializados, la participación de cada uno es elevada Estados Unidos con el 47.85%, Japón con 16.28%, Reino Unido solo con un 7.91%, las 3I generan en participación conjunta solo 1.24%. La aparición de naciones con un nivel económico bajo en el mercado tecnológico demuestra la capacidad de éste, para atraer inversión y generar valor y volverlo productivo de manera local y regional, generar empleos con salarios altos, debido a esto la competitividad de las economías de las distintas naciones ha dado un giro en esperado, convirtiendo al sector tecnológico la base de la misma.

2.1.1 Exportación de las TIC

En cuestiones del Mercado Externo (Exportaciones de TIC's) viene creciendo a ritmo desde principio de la década de los 90, presentando a través de la OECD los siguientes datos:

Tabla 2.2 Exportación Mundial de Desarrollo de Tecnología 2001.

País	Export Mundial / Ventas	Exportaciones Millones US	Aportación de cada País
Estados Unidos	1.6%	6,930	17.05%
Suiza	0.9%	116	0.29%
Alemania	7.3%	5,162	12.70%
Reino Unido	6.6%	4,463	10.98%
Francia	0.5%	320	0.79%
Bélgica	1.6%	162	0.40%
Países Bajos	4.1%	608	1.50%
India	76.0%	9,500	23.38%
Irlanda	74.0%	10,377	25.54%
Israel	73.0%	3,000	7.38%
Total Mundo		40,638	100%

Fuente: Elaboración Propia con datos de OECD 2002.

El total exportado de estos países alcanza los 40,638 millones de dólares, Estados Unidos exporto 6,930 millones de dólares, en el caso de la Unión Europea (UE) sumo 10,831 millones de dólares, los cuales se asemejan a los 10,377 millones de dólares obtenidos por Irlanda en sus exportaciones, de forma conjunta las 3I llegan a 22,877 millones de dólares, rebasando claramente a la UE. India, Irlanda e Israel conforman un núcleo concentrado en el desarrollo de la industria del software y la tecnología de información con una alta orientación y dependencia exportadora.

En el caso de México, se encuentra clasificado en un grupo conocido como países en vías de desarrollo ó de economías emergentes, dentro de esta clasificación podemos observar

las ventas, y exportaciones generadas en 2001 por Países Latinoamericanos como: Brasil, Argentina, Uruguay entre otros, al igual que países un poco arriba de estas economías como Rusia y China, en lo que se puede coincidir con todos estos países es el hecho de que no cuentan todavía con un sector exportador lo suficientemente consolidado.

Tabla 2.3 Mercado Tecnológico de los Países de las llamadas Economías Emergentes

País	Ventas Millones de US\$	Export / Ventas	Exportaciones Millones de US\$
China	13,300	5%	700
Australia	18,781	4%	570
Singapur	1,660	29%	476
Argentina	4,012	4%	180
Brasil	18,328	1%	100
Rusia	5,257	2%	90
Uruguay	240	33%	80
Ucrania	0	0%	70
México	8,405	1%	70
Costa Rica	0	0%	50
Indonesia	1,228	2%	30
Chile	200	8%	15
Vietnam	415	2%	9
Total	71,826		2,440

Fuente: OECD, WITSA, Australia: Queensland ICT Industry Profile 2001/2002, Otros

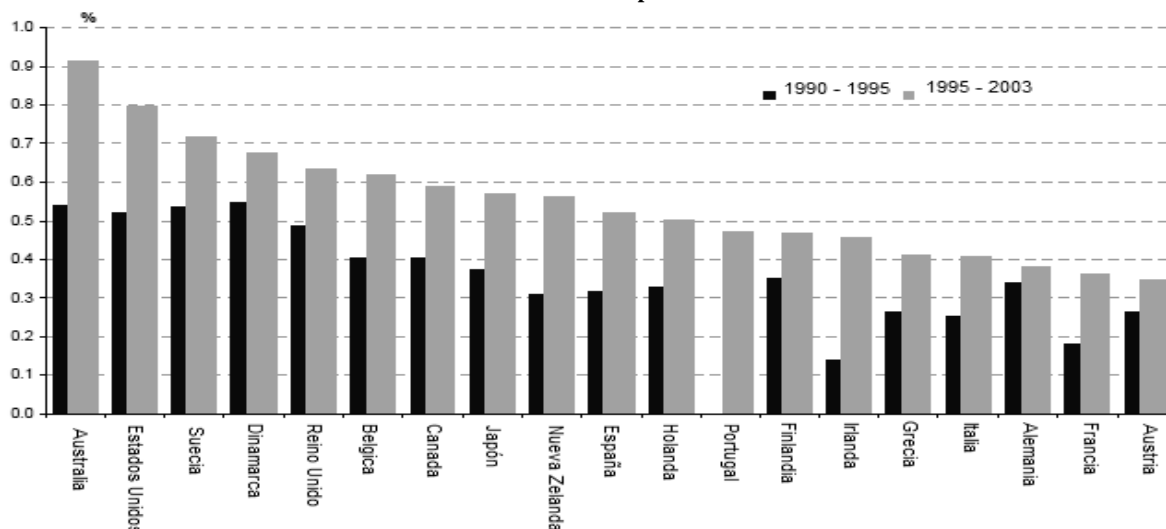
El valor "0" fue tomado para efectos de cálculo pero no se tienen datos precisos de esos países

En 2001 mientras el total de ventas de estos países mostro apenas 71,826 millones de dólares, en el concepto de ventas por exportaciones mostro solo 2,440 millones de dólares en exportaciones, China, Australia y Brasil dominan las ventas con 13,300, 18,781 y 18,328 millones de dólares respectivamente, México aparece en la parte media con 8,405 millones de dólares en ventas, en el caso de los ventas realizadas por exportaciones, China con 700 millones de dólares, Australia 570 millones de dólares y Singapur con 476 millones de dólares, presentaron los numero más elevados en este concepto, para el cual México apenas obtuvo 70 millones de dólares.

2.1.2 Contribución de las TIC

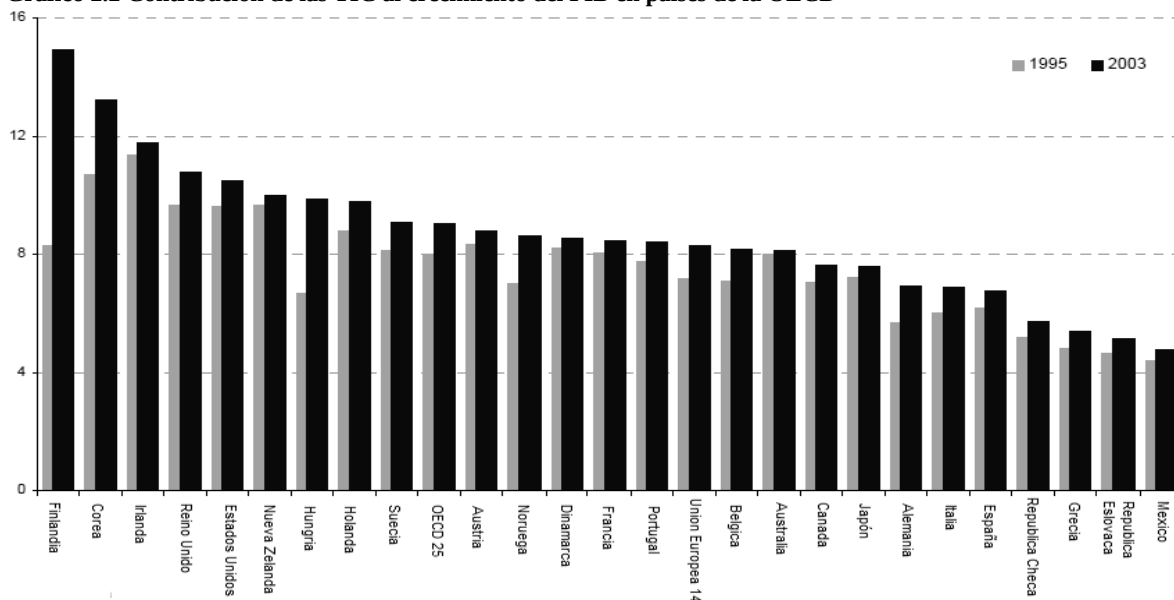
De 1995 al 2003 las contribuciones de las TIC han permitido elevar PIB de los países pertenecientes a la OECD, al pasar de ser 0.3 entre 1990-1995 a 0.9 entre 1995 a 2003(Grafico 2.1). De igual forma han logrado elevar la participación del 5% en 1995 a más del 9% en 2003, sobre el valor agregado del sector de negocios de las economías (Grafico 2.2).

Grafico 2.1 Contribución de las TIC al crecimiento del PIB en países de la OECD



Fuente: OECD 2005

Grafico 2.2 Contribución de las TIC al crecimiento del PIB en países de la OECD



Fuente: OECD 2005

Además de esta unión con la economía con las TICS de las diferentes naciones, en 2004, el sector TIC, contribuyo en promedio con el 3.3% del empleo total en los países de la OECD, generando más de 17 millones de empleos, con una tasa de crecimiento de cuatro por ciento anual.

2.1.3 *Desarrollo de las TIC*

En 2009 debido a la fuerte crisis global que tuvo su comienzo en la esfera inmobiliaria de los Estados Unidos de América y se extendió a todo el planeta, las TIC presentaron una oportunidad única para que los países en vía de desarrollo dieran un salto en su evolución tecnológica-económica, política, social y cultural, disminuyendo la brecha que los separa de los países desarrollados.

Aunque la industria de las TIC para ese año (2009), según el Foro Económico Mundial (WEF), en el reporte global de tecnología e información, mostro que dicha industria seguía dirigida por los países desarrollados, debido a la continúa labor de generar mayor y mejor tecnología a nivel mundial. La jerarquía de estas naciones en disponibilidad y creación de tecnologías, fue claramente señalada dentro de las diez primeras posiciones de las ciento treinta y cuatro disponibles (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Disponibilidad de las nuevas tecnologías 2008-2009.

Posición	Economía	Valor (1 a 7)
1	Dinamarca	5.85
2	Suecia	5.84
3	Estados Unidos	5.68
4	Singapur	5.67
5	Suiza	5.58
6	Finlandia	5.53

7	Islandia	5.50
8	Noruega	5.49
9	Holanda	5.48
10	Canadá	5.41

Fuente: Foro Económico Mundial (WEF) 2009

Europa como región, según datos del Foro Económico Mundial, sigue ocupando una posición relevante en los rankings en la red de disponibilidad de las nuevas tecnologías y en específico de las infraestructuras para el desarrollo de las nuevas tecnologías. De las 20 primeras posiciones, 12 están ocupadas por países de la región europea, así Suiza en (5to), Finlandia (6to), Islandia (7mo), Noruega (8vo), Holanda (9no), Reino Unido (15to), Austria (16to), Estonia (18vo), Francia (19no) y Alemania (20mo). Las tecnologías de información y comunicación deben ser consideradas como un sector económico importante de cualquier país, ya que fortalece la productividad, genera empleos y mejora los cuidados de la salud.

En el 2010 con la aparente estabilidad económica mundial, en los datos del Foro Económico Mundial las posiciones para algunos países variaron mucho como el caso de México y Chile, y para otros no tanto como Canadá, Holanda, etc.

Tabla 2.5 Disponibilidad de las nuevas tecnologías 2009-2010.

Posición	Economía	Valor (1 a 7)
1	Suecia	5.65
2	Singapur	5.64
3	Dinamarca	5.54
4	Suiza	5.48
5	Estados Unidos	5.46
6	Finlandia	5.44
7	Canadá	5.36
8	Hong Kong	5.33
9	Holanda	5.32
10	Noruega	5.22

Fuente: Foro Económico Mundial (WEF) 2010.

Observamos que los valores de acuerdo a la calificación del año anterior disminuyeron de 5.85 de Dinamarca (1°) en 2009 a 5.65 de Suecia (1°) en 2010, es decir, se redujo .30 el valor de la disponibilidad de las tecnologías. En el caso de Canadá aprovecho todo este movimiento para subir 3 posiciones colocándose en la séptima posición con un valor de 5.36 aunque menor que el año anterior el cual fue de 5.41. Y estos son algunos de los casos que muestran el impacto de la crisis económica en el desarrollo de las TIC.

2.1.4 *Desarrollo de las TIC en México.*

Tabla 2.6 Disponibilidad de Desarrollo de tecnologías en México 2008-2010.

Posición	Economía	Valor (1 a 7)	Año	+/- Dif.	↑/↓ Dif. Posición
67	México	3.84	2009	+.23	7 ↓
78	México	3.61	2010	-.23	11 ↓

Fuente: Foro Económico Mundial (WEF) 2009 y 2010.

En el reporte del Foro Económico Mundial (WEF) del 2009, México aparece en la posición 67 con un valor de 3.84 de calificación, descendiendo 7 posiciones con respecto a la posición del 2008, esto debido a las siguientes cuestiones: falta de competencia (monopolio de mercados), un sistema educativo deficiente y la baja inversión en investigación y desarrollo de tecnologías. La situación para 2010 estaba lejos de mejorar, ya que descendió 11 posiciones colocándose en la posición 78 con un valor de 3.61 una diferencia de -.23 con respecto al año anterior. El área oportunidad está en la educación de calidad y aumento de graduados universitarios, la inversión continua en investigación y desarrollo de tecnologías, y la búsqueda de competencia equitativa en los mercados.

2.2 Industria del Software.

“(Llegara un día) en que las personas dejen su trabajo, bienestar, seguridad, entretenimiento, decisiones y sus propias vidas en manos del software informático.” (Roger Pressman, 1998).

La industria del software, es una componente de la industria mayor referida a la Tecnología de Información, la cual también contiene las industrias hardware y servicios. La industria de software actualmente es considerada parte de la infraestructura de los países industrializados, debido a su aporte para el crecimiento y dinamismo económico, e involucra la investigación, desarrollo, comercialización y distribución de software.

Es una industria relativamente nueva; su origen puede situarse en 1955. Algunas de las características de esta fase inicial son la elaboración y distribución gratuita de programas por parte de los fabricantes de hardware y el intercambio de programas e información entre usuarios expertos. (Hoch,1999)

Cronología:

- **1960-1970:** Grandes computadores centrales (mainframes) dominaban las grandes corporaciones. Los usuarios se limitaban a terminales sin poder de procesamiento.
- **Principio de los 80's:** Se hace realidad tener un “computador de escritorio” (PC: Personal Computer). Paralelamente nace el “software de escritorio”, que promueve la productividad personal, como planillas de cálculo y procesadores de texto.

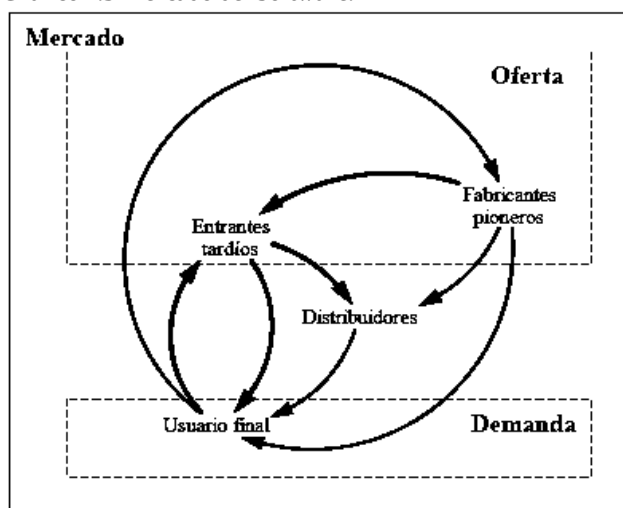
- **80's:** Los PCs se comienzan a conectar (Redes y Servidores). Se comparten archivos, discos duros e impresoras. Se popularizan aplicaciones como el correo electrónico y agendas compartidas.
- **Principio de los 90's:** Es el dominio de sistemas cliente/servidor.
- **Mediados de los 90's:** Irrumpe con fuerza la red global: Internet. En sus inicios páginas estáticas entregan información, pero rápidamente se utiliza como medio de acceder a aplicaciones dinámicas e interactivas. Hoy en día las empresas extienden sus brazos sobre la red para eliminar intermediarios y acercar los procesos a los usuarios internos (intranet) o externos (extranet) a través de aplicaciones. Nacen nuevos negocios basados en Internet: e-commerce.
- **Principio de 2000s:** Las redes inalámbricas, dispositivos móviles y celulares irrumpen con fuerza en los campos del entretenimiento, la música y los videos en Internet. Internet es usado normalmente para buscar información a través de buscadores de Internet (Google, Yahoo! y otros) y publicar información personal en Blogs.

2.2.1 *Mercado del Software.*

De acuerdo con Aurora y Gambardella (2005), El *mercado del software* es el entorno donde interactúa la industria desarrolladora de aplicaciones informáticas con los usuarios, es por ello necesario conocer como se realiza este intercambio y quienes están participando, a

continuación en el grafico 3.3 propone un diagrama que representa la relación entre la oferta (fabricantes pioneros y entrantes tardíos) y la demanda (usuario final).

Grafico 2.3 Mercado del Software.



Fuente: Aurora y Gambardella, 2005

Los fabricantes pioneros son aquellas empresas que iniciaron de manera temprana en el mercado del software y que se dedican a la fabricación de software estandarizado y/o servicios de software de forma masiva. Estos hacen uso de canales de distribución que se encargan de llevar el producto hacia un usuario final, o bien comercializan directamente con grandes clientes. Aunque los productos son estandarizados y no existe posibilidad de parte del usuario final de hacer modificaciones sobre estos, se admite la realimentación hacia los fabricantes.

Por otra parte, los entrantes tardíos normalmente son emprendedores con conocimiento y destrezas obtenidas a través de experiencias previas; en particular en forma de

multinacionales y expatriados (Arora y Gambardella, 2005). Aunque no cuentan con la capacidad para competir con productos masivos estandarizados, los entrantes tardíos identifican un nicho de mercado en aquellos clientes que tienen necesidades particulares y específicas de software.

Inicialmente los entrantes tardíos comercializan su producto directamente al usuario final recibiendo también retroalimentación acerca de las mejoras y potencialidades de los nuevos productos y en la medida en que adquieren mayor capacidad de distribución y posicionamiento en el mercado, se ven en la necesidad de delegar la comercialización directa de sus productos en canales de distribuidores.

2.2.2 *Desarrollo y Producción de Software.*

El costo de producción de un paquete de software es insignificante, si se compara con el alto costo de su desarrollo. Las empresas de software amortizan el desarrollo con la venta de una gran cantidad de paquetes de software. En esta industria el proceso de acumulación de ganancias puede ser muy rápido. Es por ello que el mercado del software tiene tendencia al monopolio.

Cuando el producto es exitoso genera importantes ganancias, a diferencia de uno que no, perderá mercado y será desplazado por otros que lo sustituirán y sus ganancias caerán abruptamente.

Los márgenes gruesos en el negocio del software son a menudo 70% o 80% ya que se necesitan muy pocos gastos para soportar una compañía de software. El trabajo del recurso

humano es el mayor ítem ya que el desarrollo de software a menudo involucra el trabajo en equipo de 6, 12 o incluso 100 personas.

Las compañías pequeñas desaparecen o se fusionan con empresas más grandes, debido a su pequeña base instalada de usuarios, bajo soporte técnico y presupuestos de desarrollo escasos. Las técnicas habituales para defender su posición en el mercado son: cambio permanente (nuevas versiones), complejidad innecesaria y uso de la propiedad intelectual. Algunas técnicas de marketing con el mismo fin es el *vapourware*, que es cuando el software se promociona mucho antes de ser presentado o simplemente nunca llega.

En lo referente al tipo de software puede ser *empaquetado* y *a la medida*. En general el software empaquetado es instalado por el usuario y está listo para ser usado, ofrece una solución común a todos a diferencia de un software a medida que satisface exactamente las necesidades de un usuario determinado. En el caso del soporte técnico mientras el software empaquetado se limita a un soporte telefónico, el software a la medida tiene que realizarse directamente en el sitio donde ocurre el problema.

La distribución de software empaquetado está a cargo de distribuidores mayoristas que compran a fábrica volúmenes considerables a precios que les permiten una reventa con un cierto margen. El producto llega al usuario final a través de resellers o tiendas retail. Los márgenes de un distribuidor mayorista pueden variar entre un 3-5%, mientras que el reseller gana en torno al 10%, Algunos de ellos son: Ingram-Micro, Merisel.

2.3 Panorama Internacional de la Industria del Software.

La industria software es muy competitiva, las industrias buscan día con día producir software de mayor calidad y éxito, buscando elevar las ventas dentro de su nación y convertirse en el mayor exportador de sus productos.

Javier Delgado y Hernán Garibotti a través de un análisis comparativo de Argentina con las 31 (2005), definen la situación que enfrentan los países con mayor participación en la industria del software en la siguiente categorización:

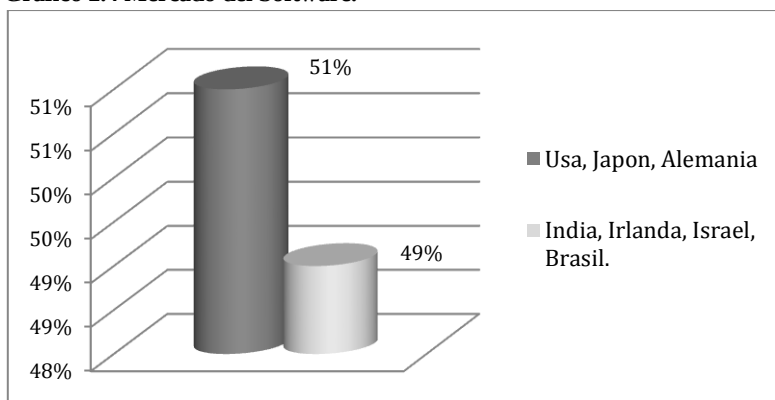
- GRADO 1. Naciones que tienen una industria del software madura y que exportan sus productos. En este grupo se encuentran EEUU, Gran Bretaña, Alemania y el reciente éxito de India, Irlanda e Israel.
- GRADO 2. Naciones de transición en las cuales la industria del software está moviéndose rápidamente a la madurez y tamaño de las del grado 1. Aquí podemos citar los casos de China y Rusia.
- GRADO 3. Naciones donde la exportación de software se realiza de una manera esporádica. Aquí se encuentra la mayoría de los países emergentes, Brasil, México, Argentina.
- GRADO 4. El resto de los países que exportan software y que no pueden competir con las empresas de mercado.

Entre los años 1990 y 2002 las ventas de la industria de software fueron superiores a 397 mil millones de dólares según la literatura, de las cuales el 51% provenía de firmas

pioneras radicadas en Los Estados Unidos, Alemania y Japón; y llama la atención que el 49% restante es originado en países de economías emergentes conformadas por países de ingreso tardío: en India, Irlanda, Israel (en adelante 3Is), China y Brasil (Aurora y Gambardella, 2005).

Dado el volumen de ventas, el aporte de estas últimas firmas representa una cantidad importante que sugeriría un mercado con demanda creciente, pocos países para satisfacerlo, pero marcan una oportunidad para los países de escasos recursos y permiten que puedan competir contra las grandes potencias económicas.

Grafico 2.4 Mercado del Software.



Fuente: Aurora y Gambardella, 2005

La industria del software es una industria versátil que permite elevar la cultura tecnológica y la economía de los países que la adoptan, para 2001 según WITSA el desarrollo de software de los países con industrias solidas elevaron sus ventas en un total de 171,158 mil millones de dólares (Tabla 2.7).

Tabla 2.7 Mercado del Software Mundial (Ventas en Millones de Dólares).

País	Software
Estados Unidos	96,556
Japón	13,729
Alemania	14,697
Reino Unido	13,798
Francia	10,524
Canadá	5,958
Italia	4,650
Países Bajos	4,436
Australia	2,726
Suiza	2,561
India	494
Irlanda	442
Israel	587
Total Mundo	171,158

Fuente: WITSA 2001

La comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en su estudio de las industrias del software reportó que la tasa de crecimiento del software entre 1993 y 2001 estuvo ubicada alrededor del 13,4% acumulativo anual. Los mayores productores y exportadores mundiales se concentran en el hemisferio norte, principalmente dominado por los Estados Unidos, Alemania, Japón, el Reino Unido y Francia.

En 2002 las naciones con industrias maduras, de acuerdo con *Javier Delgado y Hernán Garibotti*, en el caso específico de Estados Unidos, Alemania y Japón rebasaron los 324 billones de dólares, siendo el país primeramente mencionado el más beneficiado. En el caso de las economías emergentes, concretamente países como: India, Irlanda e Israel (3I), Brasil y China, el avance a partir de 2002, marca una presencia importante de los mercados mundiales de software como se observa en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Mercado del Software Mundial (Ventas en Millones de Dólares).

Países	Ventas (\$ Billion)	Empleo ('000)	Ventas / Empleo ('000)	Ventas de Software / GDP (%)	Índice de Desarrollo de Software
Brasil	7.7	160	45.5	1.5	0.22
China	13.3	190	37.6	1.1	0.23
India	12.5	230	54.3	2.5	0.96
Irlanda (MNC)	12.3	15.3	803.9	10.1	0.34
Irlanda (Domestica)	1.6	12.6	127.0	1.3	0.04
Israel	4.1	15	273.3	3.7	0.17
Estados Unidos	200	1,024	195.3	2.0	0.05
Japón	85	534	159.2	2.0	0.08
Alemania	39.8	300	132.7	2.2	0.09

Fuente: Aurora y Gambardella, 2005. El índice de desarrollo de software es el cociente entre las ventas de software sobre PIB(in%) y el PIB per capita del país (en '000 US\$).

En 2002, la industria irlandesa alcanzo \$13.9 billones de dólares en ventas totales, de las cuales \$12.3 billones fue debido a las multinacionales y \$1.5 billones debido a las compañías locales, en el caso de la india y china alcanzaron \$12.5 y \$13.3 billones respectivamente. Estados Unidos con 200 billones de dólares, es el país con mayor numero de ganancias en este sector, además de que fue el generador de un alto número empleos, es decir, 1,024,000 de empleos por arriba de Japón y Alemania con 534,000 y 300,00 respectivamente.

Los países líderes actualmente han elevado estos números, mientras las industrias de poca solidez han elevado lentamente, congelado o reducido sus ventas, resultando en una brecha amplia entre el éxito y el fracaso, esto es principalmente debido a que en los países emergentes no existe un enfoque especifico al sector del desarrollo de software como motor de sus diferentes economías, aunque para las naciones de la India, Israel, Irlanda (Las 3I); China y Brasil esto ya no es aplicado ya que han basado su avance económico a mantener y elevar la calidad y cantidad de las industrias del software.

2.4 Panorama de la Industria del Software en México.

Desde hace varios años, resulta evidente que México requiere cambiar el paradigma con el que se ha construido la etapa de crecimiento y consolidación del país. México no puede competir con base al precio de sus recursos humanos, tampoco puede continuar apoyando sus finanzas internacionales en la exportación de materias primas con escaso o nulo valor agregado.

2.4.1 Tecnologías, Software y Servicios Informáticos en México.

El mercado de tecnologías de México mantuvo una participación en ventas a nivel mundial muy reducida de 1994 a 2002, teniendo la mayor participación de 0.8% en 1994, y la menor en 1997 con 0.5% como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 2.9 Tabla de Participación de México en el Mercado de Tecnología Mundial en Millones de Dólares.

Lugar	1994	1997	1998	2002
Mundial	414,398	716,903	781,297	1,142,522
México %	0.8 %	0.5 %	0.6 %	0.7 %

Fuente: Secretaría de Economía y Universidad Autónoma de Metropolitana 2006.

A pesar de esto el mercado de tecnologías de México, presenta la oportunidad de desarrollar tecnología propia y elevar el nivel económico del país, el crecimiento de dicho mercado se muestra a la alza al paso de los años, a partir de 1998.

La situación del mercado tecnológico en México nos muestra que aunque los equipos y servicios tienen un amplio margen de consumo entre 1998 y 2003, no representan avances tecnológicos en el país, esto debido a que en el caso de los equipos su diseño y la

producción es realizado por otros países, en el caso de los servicios normalmente representan mantenimiento y reparación de dichos equipos, pero la industria del software aun mostrando un margen menor de ventas respecto a los otros dos sectores del mercado, se puede considerar un avance en el desarrollo de tecnologías. (Prudencio Óscar Mochi Alemán, 2003).

Tabla 2.10 Tabla de Tecnologías de Información de México en Millones de Dólares.

Año	Total	Tecnologías de la Información				Telecomunicaciones
		Total	Equipo	Software	Servicios	Total
1998	16,097.42	4,258.42	2,377.00	583.42	1,298.00	11,839.00
1999	19,743.14	4,807.74	2,513.30	665.94	1,628.50	14,935.40
2000	22,367.61	5,864.61	3,328.00	756.61	1,780.00	16,503.00
2001	24,742.00	6,046.00	3,444.00	749.00	1,853.00	18,696.00
2002	27,135.29	6,392.29	3,600.00	837.29	1,955.00	20,743.00
2003	23,810.80	887.80	3,773.00	887.80	2,100.0	22,923.00

Fuente: Secretaría de Economía y Universidad Autónoma Metropolitana 2006.

México en lo referente a producción de software, muestra mayor tendencia al uso del software a la medida (adaptación de software a las necesidades de los usuarios), el cual está ligado directamente a las actividades de servicios. Como resultado de esto, la mayor parte de las necesidades de dichos usuarios, son resueltas por el autoconsumo de los mismos, a partir de departamentos internos de software abocados a esas tareas (tabla 2.8).

La industria de software en México, a pesar de ser pequeña, cuenta con mayor dinamismo dentro de las TIC. En 1995 el total de facturación de software en paquete representó 234.2 millones de dólares y llegó en el 2002 a 676.8 millones de dólares. Por su parte, el software desarrollado a la medida en 1995 facturó un total de 38.8 millones de dólares contra 160.5 millones de dólares para el 2002.

Se pudo observar un crecimiento muy fuerte del mercado entre 1995 y 2002, con la única excepción del 2001 debido a la crisis internacional y la incertidumbre generada por los sucesos del 11 de septiembre.

2.4.2 *Venta de Software en México.*

Tabla 2.11 Tabla de Venta de Software y Servicios en México en Millones de Dólares.

Años / Tipo Software	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Software en Paquete	\$ 234.20	\$ 336.05	\$ 418.11	\$ 466.65	\$ 523.94	\$ 608.30	\$ 601.79	\$ 676.78
Software a la Medida	\$ 38.75	\$ 49.30	\$ 95.56	\$ 116.77	\$ 142.00	\$ 148.31	\$ 147.21	\$ 160.51
Crecimiento SP	-	43.5%	24.4%	11.6%	12.3%	16.1%	-1.1%	12.5%
Crecimiento SM	-	27.2%	93.8%	22.2%	21.6%	4.4%	-0.7%	9.0%

Fuente: elaboración propia con la colaboración de Select, Mayo 2003.

La industria del software interviene en todos los procesos que habilitan a la "nueva economía", se le considera una industria blanca que no contamina y que genera fuentes de trabajo bien remuneradas.

Para desarrollar software competitivo en el ámbito internacional se requiere estar comunicado con el mundo y tener acceso a las últimas tecnologías. Nuestra posición geográfica nos abre la puerta para llegar fácilmente al mercado de los Estados Unidos; tenemos accesos preferenciales que derivan de los tratados comerciales que se han firmado con América del Norte y contamos con ventajas por la coincidencia de horarios. Por desgracia el enfoque de esta industria en nuestro país se ha dirigido principalmente hacia el mercado interno. México podría ser uno de los protagonistas de la nueva economía digital,

mediante acciones coordinadas, si se consolida el concepto de fábricas de software para convertirse en exportador de este servicio. El potencial de ingresos sería superior a los cinco mil millones de dólares anuales en el mediano plazo y los desarrolladores mexicanos podríamos construir una marca con reconocimiento global. (Marcela Peñaloza Báez, 2002)

Es fundamental que tanto la iniciativa privada como los organismos gubernamentales capitalicen las ventajas geográficas y laborales de México, frente a un sector que representa más de 500 mil millones de dólares anuales a nivel mundial. Para aprovechar la cercanía de México con Estados Unidos e incursionar en Latinoamérica, se requiere de un programa nacional de desarrollo, donde el gobierno mexicano ocupe un rol protagónico como promotor de la industria mexicana, pero también como consumidor, ya que el sector público sobresale mundialmente como el comprador número uno de software. En otras palabras “volvemos consumidores de nuestra propia tecnología evitara costos excesivos en los precios de software y en los servicios de mantenimiento y actualización del mismo”.

México debe ampliar su presencia en los mercados, al evaluar tanto sus potencialidades como sus limitaciones. Una de estas potencialidades es la concentración de centros educativos y profesionales en cantidad y calidad; otra de ellas es mejorar de manera significativa la calidad y costos de su infraestructura, la profesionalización y la rentabilidad de las empresas nacionales sobre todo de las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Se estima que en México alrededor de 300 empresas conforman la industria del software y cerca del 20 por ciento se encuentran formalmente estructuradas, ya sea como subsidiarias de grandes empresas internacionales, como organizaciones netamente mexicanas, o una combinación de ambas. Un aspecto importante relacionado con este hecho es que más del

90 por ciento del universo de este sector lo integran microempresas, la mayoría de las cuales carece de estructura y de un enfoque formal en sus actividades de venta y elaboración de contratos, además de que prestan servicios en forma aislada y en actividades muy específicas a diversos sectores, es por ello la necesidad de cambiar la mirada hacia las PYMES.

2.4.3 *Relación entre las Empresas y Software en México.*

Según datos del Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext, 2001), al cierre de los años noventa operaban en México 257 empresas de programación. Sólo una contaba con más de 1 000 empleados; siete tenían entre 250 y 1 000; ocho, de 100 a 250; 10, de 15 a 100, y 123, menos de 15 empleados. Por otra parte, 15 realizaban operaciones internacionales; cinco contaban con certificación ISO 9000; otras tantas, con la certificación CMM (Capability Maturity Model) y 167 carecían de una estructura formal.

En el año 2003, LA Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI) identifica en México 206 compañías de software en total, divididas en microempresas, empresas pequeñas, medianas, grandes y corporativas. Dicho estudio reveló que el 85.29% de las empresas del sector de la Industria Mexicana del Software son de tamaño micro (54.41%) y pequeño (30.88%), el 5.8% mediana, y tan sólo el 8.82% son de tamaño grande (con un número de empleados mayor a 100).

Tabla 2.12 Clasificación de las Empresas

Estrato	Numero de Empleados	Numero de Empresas
Micro empresa	1 a 14	63
Pequeña empresa	15 a 100	117
Mediana empresa	101 a 250	14
Grande empresa	251 a 1000	11
Empresas Corporativas	más de 1000	1

Fuente: AMITI, 2003

En relación con el tamaño de la economía del país y su nivel relativo de informatización, las empresas desarrolladoras de software en México son pocas y una de las causas que impide el surgimiento de nuevas y el crecimiento de las ya existentes radica en la cantidad de software que se produce internamente en las empresas privadas y públicas. Las universidades y el sector público gastan un total de 18 524 millones de dólares en la nómina de sus empleados de desarrollo y planeación, lo cual explica su poca demanda de los servicios de las empresas productoras de software.

Tabla 2.13 Clasificación de las Empresas

Sector	Servicios Públicos	VMK del Desarrollo Interno *
Educación	857	7.4
Gobierno Estatal	11,049	95.5
Gobierno Federal	6,618	65.4
Total	18,524	168.3

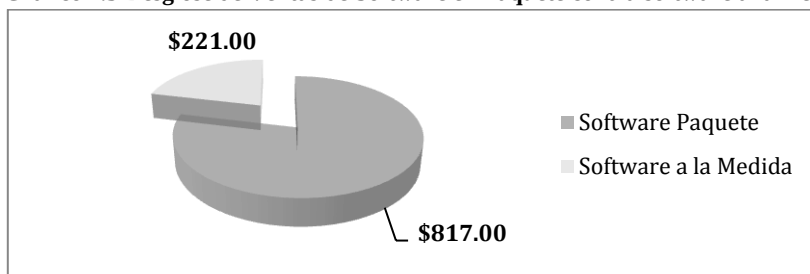
Fuente: AMITI, 2003

La facturación total del desarrollo interno de software asciende a 168.3 millones de dólares y su crecimiento de 31% entre 2000 y 2005. Por tanto, la enorme cantidad de programas de computadoras producidos dentro de las instituciones públicas y en las empresas del sector privado, refleja así mismo el escaso desarrollo del sector especializado; esto claro es reflejado en el poco avance de las empresas mexicanas en el desarrollo y venta de sus distintos software, con ello la incapacidad de las empresas de generar empleos y en

consecuencias las escuelas dan poca importancia a los planes de estudio de las carreras encaminadas al servicio y especialización de este sector, que a su vez no permite a los alumnos egresar y titularse debido al desconocimiento y los que logran hacerlo no cuentan con la calidad necesaria en su educación para laborar con confianza y conocimiento pleno de los temas computacionales, generando así el retraso que en nuestro país ah existido por muchos años.

El software en paquete que en el 2005 genero 817 millones de dólares se distribuía de un modo equitativo en aplicaciones, con 313 millones de dólares; herramientas de software, con 304 millones de dólares; por ultimo infraestructura y seguridad, con 201 millones de dólares. Las cifras confirman la gran importancia de los programas producidos para autoconsumo alrededor de 75%, es decir, 3.69 veces más que el software a la medida elaborado de manera interna por las empresas especializadas en este sector en 2005.

Grafico 2.5 Desglose de Ventas de Software en Paquete contra software a la medida en millones de dólares.



Fuente: Elaboración propia con datos Select 2006

Viendo el lado positivo que el uso del software interno ó software a la medida permite, es la especialización para aquellos que crean, desarrollan y mantienen los sistemas de sus empresas.

En otras palabras lo podríamos expresar de la siguiente manera:

$$S + CIEPP = - REDS$$

↓ Software + Consumo Interno de Empresas Privadas y Públicas = -- Rentabilidad de
Empresas Desarrolladoras De software

$$- REDS = 0 GE$$

--Rentabilidad de Empresas Desarrolladoras De software = (0) No hay Generación de Empleos

↓

$$0 GE = 0 O y D CH$$

(0) No hay Generación de Empleos = (0) No hay Oferta y Demanda de Capital Humano

↓

$$0 O y D CH = 0 CH P OR 0 CH C$$

(0) No hay Oferta y Demanda de Capital Humano = (0) No hay Capital Humano ó No hay
Capital Humano de Calidad (No hay conocimiento necesario)

CAPITULO-3

ANALISIS DE REGRESION LINEAL, INFORMACION Y MODELO

3. ANALISIS DE REGRESION LINEAL, INFORMACION Y MODELO.

3.1 La Regresión y el Método de Mínimos Cuadrados.

La probabilidad, apoyada fuertemente con técnicas estadísticas, se encarga de modelar el comportamiento aleatorio que una variable determinada puede adoptar en un intervalo. Esto es, cuánto puede valer, en términos numéricos, la misma dentro de un rango de posibles magnitudes. Por ejemplo se puede decir que la variable aleatoria llamada x puede adoptar cualquier valor de la línea real en un intervalo cerrado de -3 y 3 . Esto se denotaría matemáticamente como $x \in [-3,3]$ ¹. También podría decirse que una variable aleatoria $y \in [4.5,100]$. La forma de determinar estos rangos se logra gracias a los cálculos de probabilidad, en concreto al segundo momento de una distribución de probabilidad o varianza.

Sin embargo, poco dice de cómo podrán interactuar tanto la variable aleatoria x como la y de manera conjunta. Cuando esto sucede así y se modelan fenómenos de la vida como decir que la variable aleatoria $x = \text{caída de meteoritos en México (en miles por año)}$ y $y = \text{PIB de México en miles de millones}$, los enunciados de las dos variables del párrafo anteriores pueden ser ciertos y de relativamente poca relevancia para cualquier investigador. Lo único a destacar en el presente ejemplo es que los dos eventos aleatorios x, y de que se habla son lo que se denomina **eventos aleatorios independientes**.

¹ En términos generales esto quiere decir que el valor de x puede ser cualquier número real (la línea real es el conjunto de todos los números reales denotado como $\mathbb{R}$) y adoptar cualquier magnitud comprendida entre -3 y 3 si el intervalo fuera abierto es decir, que puede adoptar x cualquier valor entre -3 y 3 sin que tome dichos valores se denotaría como $x \in (-3,3)$.

Sin embargo ¿Qué sucede si $x \in [1\%, 4.5\%]$, siendo la x = tasa de desempleo del país? Entonces las dos variables cobran un sentido de mucho interés y ya no solo se desea saber los posibles valores extremos a los que ambas pueden llegar sino qué tipo de relación e influencia tienen entre sí. Lo que aquí se abordará será eso: determinar la relación o dependencia que existe entre x e y para determinar cuánto valdrá y o el PIB, dado el valor de x o desempleo.

Para ello, se emplea una antigua pero robusta herramienta llamada regresión. Esta tuvo sus orígenes con algunos experimentos que un reconocido científico (genetista) inglés, llamado Francis Galton hizo en 1875. Su experimento con chícharos o guisantes consistió en ver si realmente se heredaban las características genéticas del padre al hijo, donde observo que especímenes que tenían tamaño grande daban retoños pequeños y viceversa siendo que los primeros tuvieron “antepasados” con las características de los segundos. Este fenómeno de reversión en el tamaño es lo que le denominó “regresión”, dando una connotación de que la especie no siempre tiene una evolución constante sino que regresa a su mediocridad o valor intermedio para seguir mejorándose. Esto sería, la especie tiene miembros pequeños con hijos grandes y estos últimos tienen descendientes pequeños quienes a su vez volverán a tener retoños grandes y así sucesivamente² guardando una tendencia en el crecimiento del tamaño que puede ser creciente, decreciente o estacionaria.

Cuando realizó un análisis detallado de las causas de este comportamiento, observó que los especímenes grandes eran compatibles para reproducir con ejemplares pequeños y que las

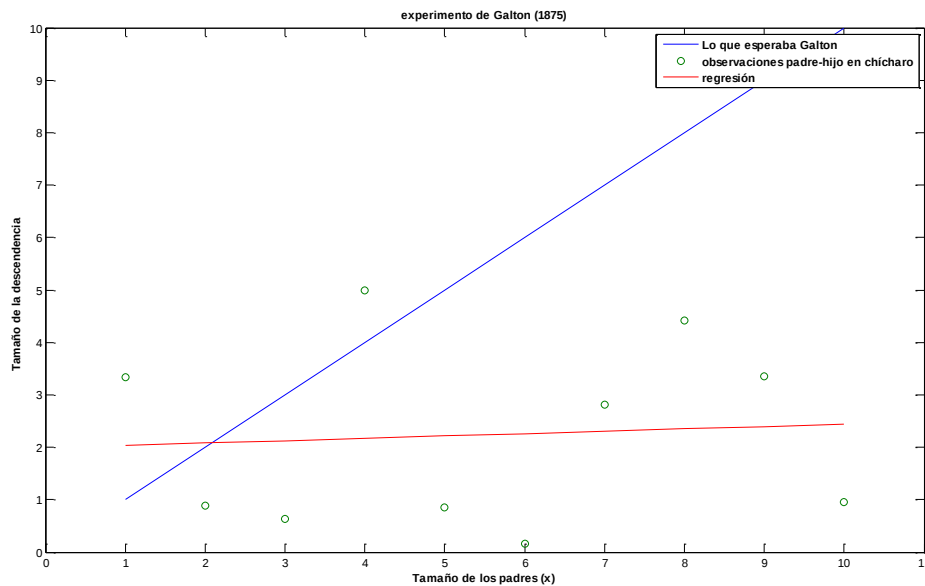
² Esto no implica ningún tipo de afirmación o conclusión genética y mucho menos social. Simplemente es un ejercicio de un fenómeno natural observado.

características de ambos tenían una influencia conjunta en el retoño y en retoños futuros por lo que estableció una relación lineal (tendencia) en el comportamiento de su muestra y esto sentó las bases de lo que se conoce hoy en día como regresión lineal, la cual se utiliza para explicar la relación que tienen variables que describen fenómenos. Cabe señalar que este fenómeno, como la caminata aleatoria, fue estudiado por Karl Pearson de quien se afirma tenía relación personal con Galton. Pearson repite el experimento con la población inglesa y observa los mismos resultados. Los cuales tienen una regresión lineal cuya forma funcional se da por:

$$\hat{y} = \alpha + \beta x$$

(Fórmula 1)

Gráfica 3.1 Experimento de Galton. Fuente: Elaboración propia con datos generados aleatoriamente por computadora.



Fuente: Tomado de la Torre y Kido, 2010.

En donde $\hat{y}$ es el valor esperado de la variable y conocido como media condicional a la magnitud de x . α representa el punto de origen de la recta y corresponde a un lugar en el

eje de las ordenadas o y . β cuantifica la pendiente que tendrá la recta de regresión y puede interpretarse como una razón de cambio si los valores de la variable x son números enteros o reales (a nivel)³ o como una elasticidad si se emplean valores logarítmicos, diferencias de valores logarítmicos o porcentajes.

Para fines de nomenclatura, es importante introducir que x (chícharos padres, meteoritos o inflación) se conocen como ***variable independiente o regresora*** e y (PIB o chícharos hijos) como la ***variable dependiente o regresada***.

El comportamiento que el tamaño de los hijos tendrá respecto al de los padres tiene una explicación atribuible a múltiples factores de los cuales un genetista podría hablar. Sin embargo, no todos estos son conocidos al momento del análisis y mucho menos controlables por lo que el resultado del tamaño del hijo dado el del padre se interpretará como un comportamiento aleatorio a la vista del experimentador. Esto al igual que las variables x e y mencionadas anteriormente (desempleo, PIB, caída de meteoritos, etc.). Por tanto es importante señalar que lo que se estudia en una regresión (y más aplicada a análisis de series de tiempo) son fenómenos medidos o descritos con variables aleatorias o ***variables estocásticas***. Esto es importante acotarlo de una forma inicial para posteriormente definir el concepto de proceso estocástico.

³ Esto se explicará un poco más en los temas de pruebas de procesos estocásticos subyacentes a una serie de tiempo y raíz unitaria.

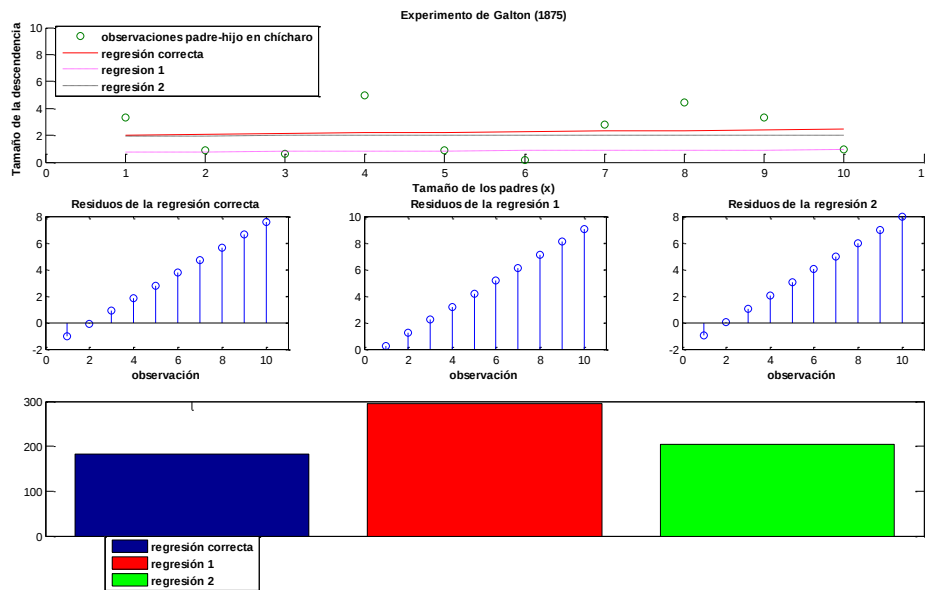
3.1.1 *El Método de Mínimos Cuadrados y el Teorema Gauss-Markov para Estimar la Regresión Lineal.*

La derivación matemática de la regresión lineal se puede hacer hoy en día a través de varios métodos. El primero y más antiguo de ellos es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios, el segundo el de Máxima Verosimilitud y el tercero el Método General de Momentos. Gujarati (2005, pág. 108) observa lo siguiente respecto al método de máxima verosimilitud:

*“Un Método de estimación puntual, con algunas propiedades teóricamente más fuertes que las del método de mínimos cuadrados ordinarios es el método de máxima verosimilitud...
...Para el lector que solo tiene un interés general, será suficiente con aclarar que si se ha supuesto u_i (el error o residuo del modelo de regresión) normalmente distribuido, como lo hemos hecho por razones ya expuestas, los estimadores de máxima verosimilitud y mínimos cuadrados ordinarios de los coeficientes de regresión, α y los β , son idénticos...”*

Es entonces que, por ser resultados supuestamente (en términos teóricos) similares y por ser el método de mínimos cuadrados el más simple y empleado de los tres, se utilizará mismo en el contexto de la presente publicación y las investigaciones realizadas. Este fue desarrollado por Karl Friedrich Gauss aunque también muchos lo atribuyen al matemático ruso Andrei Andreevitch Markov con su modelo de varianza mínima por lo que se emplea en el cálculo de regresión el Teorema Gauss-Markov en el que se establece que un estimador (como lo que están por definirse) de una regresión lineal deber ser eficiente (poca variabilidad en su valor) e insesgado. Es decir que su valor real y el estimado no deben diferir. Para explicar esto se retoma la gráfica 1 con el experimento de Galton:

Gráfica 3.2 La lógica de los Mínimos Cuadrados Ordinarios con el experimento de Galton.



Fuente: Tomado de la Torre y Kido, 2010.

En la parte superior se exponen las observaciones de padre-hijo en las muestras de chícharos y tres rectas de regresión. La primera de ellas es la correcta y otras dos con parámetros o estimadores diferentes. En la parte intermedia se aprecia la grafica de la diferencia observada entre el valor esperado ($\hat{y}$) y el observado (y) con las tres regresiones corridas. Esta se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\varepsilon = y - \hat{y} = y - (\alpha + x\beta)$$

(Fórmula 2)

En esta ε es el valor de la diferencia existente entre cada valor de y respecto al de $\hat{y}$. A estas diferencias se les llama **errores**, **residuos** o **residuales**. Los que llevan a una redefinición de y como:

$$y = \hat{y} + \varepsilon = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

(Fórmula 3)

Al apreciar detenidamente la parte intermedia de la gráfica 2 se observa que, dados los valores de α y β en la recta de regresión el de $\hat{y}$ es diferente y, por ende, el de ε . Si ε se eleva al cuadrado (siguiendo el procedimiento de la varianza) y se suman los valores se llega a un concepto llamado **suma de residuos al cuadrado** (*SRC*) cuya magnitud es la que se busca minimizar para decir que el modelo de regresión es el adecuado. Como se aprecia, el modelo dado por la “regresión correcta” es el que mejor se ajusta a los datos observados y el que presenta un valor de *SRC* menor en tres casos estudiados. Esta es la esencia fundamental del modelo de mínimos cuadrados ordinarios. La fórmula para calcular los valores adecuados de α y β no se desarrollará aquí por cuestiones de delimitación temática. Sin embargo Greene (1999, pág. 207) resulta una referencia de amplia utilidad cuyo resultado expresado de manera matricial se presenta:

$$b = (X'X)^{-1}(X'y)$$

(Fórmula 4)

Donde:

b = el vector de estimadores de la regresión = $\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$

X = la matriz con 1's en el primer vector y un vector de valores $x = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} \\ 1 & x_{12} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1i} \end{bmatrix}$

$y = \text{vector de valores de } y \text{ o variable dependiente.}$

La suma de residuos al cuadrado que se minimiza puede calcularse de la siguiente forma matricial partiendo del cálculo de los residuales dado por la fórmula 3:

$$SRC = \varepsilon' \varepsilon = [\varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 \quad \dots \quad \varepsilon_i] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_i \end{bmatrix}$$

(Fórmula 5)

Hasta ahora se ha expuesto un modelo de regresión con una variable regresora o independiente pero este puede generalizarse a un caso con dos o más de ellas por lo que la regresión lineal adopta el nombre de una **regresión multivariada** y tiene una forma funcional dada por⁴:

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon$$

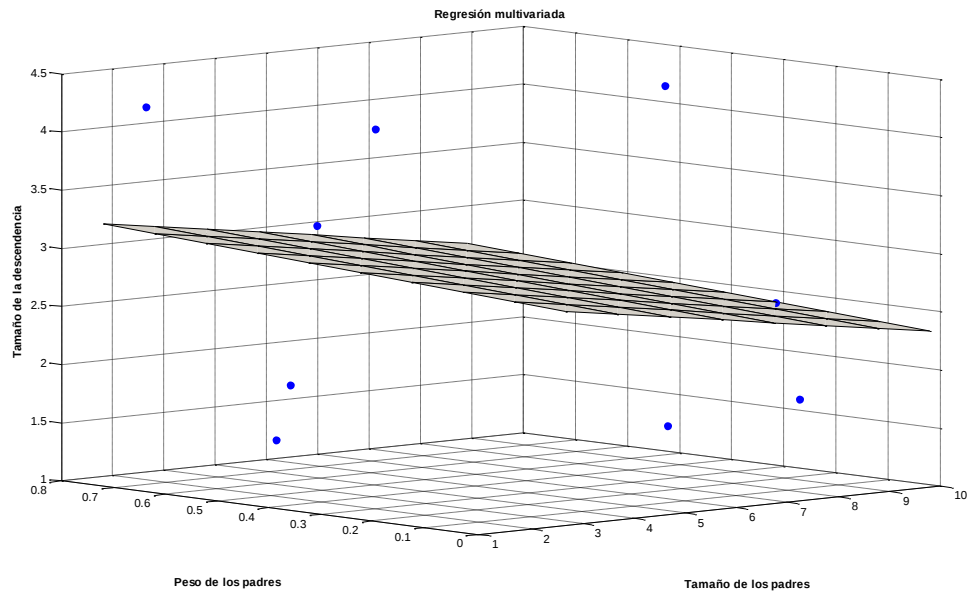
(Fórmula 6)

En donde β_i representa el estimador de pendiente que guarda la variable independiente i con la dependiente, así como x_i la magnitud observada en la regresora. Si se manejara el supuesto de que el peso de los padres tiene efecto en el tamaño de los hijos podría correrse un modelo de forma funcional del tipo $y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$, siendo $x_1 =$

⁴ Empleando la notación de la fórmula 3.

Tamaño de padres y $x_2 = \text{peso de padres}$. Esto llevaría no a una recta de regresión sino a un plano de regresión del tipo observado en la gráfica 3.

Gráfica 3.3 Regresión multivariada del experimento de Galton incorporando el peso de los padres. Fuente: Elaboración propia con datos generados aleatoriamente por computadora.



Fuente: Tomado de la Torre y Kido, 2010.

Para modelos de mayores dimensiones (4 en adelante) la representación gráfica es inexistente pero la forma funcional puede incrementarse en número de regresoras o variables dependientes conforme lo desee el experimentador, siempre y cuando se tenga cuidado con la siguiente regla:

“El número de observaciones no debe ser menor o igual al número de variables independientes para evitar la pérdida de grados de libertad y la presencia de un fenómeno llamado multicolinealidad”.

La pérdida de grados de libertad implica que la cantidad de valores aleatorios que puede tener una variable no debe ser menor o igual al número de constantes de la ecuación de regresión ya que si (a manera de ejemplo) se tienen dos variables independientes más su constante con tres observaciones⁵ cada una, en realidad se tendrían solo tres valores constantes y no habría observaciones aleatorias que ayudasen a modelar la relación estadística.

Cuando esto sucede (no hay valores aleatorios en la variable por la pérdida de grados de libertad) se tendría una matriz de valores aleatorios y constantes del siguiente tipo (nótese que el número de filas –observaciones- es igual y no mayor al de estimadores)⁶:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} \\ 1 & x_{12} & x_{22} \\ 1 & x_{13} & x_{23} \end{bmatrix}$$

La matriz idónea sería:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} \\ 1 & x_{12} & x_{22} \\ 1 & x_{13} & x_{23} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1i} & x_{2i} \end{bmatrix}$$

(Fórmula 7)

⁵ Suena ilógico emplear series de tiempo o muestras de tres datos pero se menciona esto para fines de ejemplificar y exponer el concepto.

⁶ Nótese también que, al ser un modelo multivariado, la definición de X en la fórmula 4 cambia por la presente al incluirse más variables –vectores- de regresoras.

Por esto, el investigador debe utilizar siempre modelos de regresión donde el tamaño de la serie de tiempo o de la muestra debe ser mayor al número de variables independientes y evitar la presencia de la multicolinealidad que no es más que ese error en el modelo en el que el valor de una variable independiente depende de otra u otras regresoras. Por ejemplo véase que los valores de la primera variable están linealmente relacionados con los de la segunda al ser el doble de los mismos en la siguiente matriz:

$$X = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 8 & 4 \\ 6 & 3 \end{bmatrix}$$

Ante esto, establecer los valores de una regresora o dependiente será un ejercicio mal planteado ya que entonces el valor de esta sería determinado solamente la segunda variable en X .

El cálculo de la suma de residuos al cuadrado sigue siendo el mismo que la Fórmula 5. En la aplicación informática que se empleó para realizar las pruebas de forma funcional del proceso estocástico subyacente y de raíz unitaria se emplearon las fórmulas 1,2 y 8.

Ya que se acotó esta observación⁷ será prudente hablar del cálculo de los estimadores así como de la prueba de su significancia estadística.

⁷ Misma que se retomará al revisar los supuestos del modelo de regresión lineal.

3.1.2 *Los Errores Estándar de los Estimadores y sus Valores t.*

Como los estimadores de la regresión son resultado de valores muestrales o de series de tiempo que no representan la totalidad o población real, es lógico pensar que si los valores de esta serie de tiempo cambian, los estimadores harán lo propio por lo que estos, a pesar de ser coeficientes y de los supuestos del modelo de regresión por revisar, no son constantes a nivel muestral y será prudente determinar intervalos de confianza para ver qué tanta variación tienen los mismos. Incluso será menester determinar si su valor real, de manera asintótica⁸, es diferente de cero.

Por ejemplo se puede suponer un modelo de regresión entre la caída de los meteoritos al año en el país como variable regresora y el PIB como regresada o dependiente. Sin embargo, es claro que no existirá relación alguna tanto lógica como numéricamente por lo que uno o los dos valores de α y β tendrán amplias probabilidades de ser cercanos a cero. Sin embargo, si se toma una muestra de 12 trimestres de las caídas de meteoritos y del PIB se podría tener un valor de⁹ $\alpha = 0.01$ y $\beta = 0.76$. Si la muestra se tuviera desde 1950, el resultado podría ser claramente diferente del tipo $\alpha = 0.005$ y $\beta = 0.00000076$. Por lo que se aprecia que β es prácticamente de cero.

Teniendo esto en consideración (que se emplean muestras cambiantes y no poblaciones) y haciendo empleo del conocimiento de las estimaciones de intervalo de muestra pequeña, se calculan valores t o parámetros estandarizados de normalidad para muestras cortas. Los

⁸ Es decir en el largo plazo o con una gran cantidad de datos en la muestra o serie de tiempo.

⁹ Supóngase estos valores para fin de exposición.

fundamentos de este tipo de pruebas pueden consultarse en cualquier fuente introductoria a la Estadística en los temas de prueba de hipótesis de muestras pequeñas.

El primer paso a dar para calcular el valor t de cada estimador es determinar su error estándar. Una vez que se tiene el resultado de la suma de residuos al cuadrado a través de la fórmula 2 u 8, se calcula el error estándar del modelo de regresión. Cualquier error estándar muestral se calcula de la forma:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n - k}}$$

(Fórmula 9)

Donde n es la cantidad de observaciones y puede ser denotado como T en una serie de tiempo¹⁰ y k es el número de grados de libertad correspondiente al número de estimadores. Sustituyendo el término superior de la división por la suma de residuos al cuadrado de la fórmula 5 se puede plantear el error estándar del modelo como:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{SRC}{n - k}} = \sqrt{\frac{\varepsilon' \varepsilon}{n - k}}$$

(Fórmula 10)

Por tanto, en base a lo anterior, la varianza del modelo sería dada por:

¹⁰ Esto se explica para fines de una adecuada presentación y notación.

$$\sigma_m^2 = \frac{\varepsilon' \varepsilon}{n - k}$$

(Fórmula 11)

Algo que es de importancia a observar es que el valor de α y los de las β_i 's es interdependiente y depende de la variabilidad de las magnitudes observadas en las variables regresoras, lo que tiene impacto directo en σ_m^2 . Por tanto, partiendo del hecho de que la variabilidad de los estimadores depende de los datos de la muestra o serie de tiempo y de la interacción entre sí, es prudente determinar el cálculo de una matriz de varianzas y covarianzas de estimadores partiendo de la definición o derivación de los mismos con la fórmula 4:

$$b = (X'X)^{-1}(X'y)$$

Se ha definido en la fórmula 6 lo siguiente:

$$\begin{aligned} y &= \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_i x_i + \varepsilon \\ y &= \alpha \cdot 1 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_i x_i + \varepsilon \\ y &= X \cdot b + \varepsilon \end{aligned}$$

(Fórmula 12)

Siendo 1 un vector columna de 1's que, con los vectores de las variables independientes x_i , forman la matriz X definida en la fórmula 7. b no es más que el vector de estimadores

obtenido con la fórmula 4. Si se supone que b son los estimadores no de muestra sino de la población de valores del modelo se pueden expresar como $b = B$

Se sustituye la expresión de la fórmula 12 en la 4:

$$\begin{aligned}
 b &= (X'X)^{-1}(X'y) \\
 b &= (X'X)^{-1}(X'(X \cdot B + \varepsilon)) \\
 b &= (X'X)^{-1}[(X'X \cdot B) + (X'\varepsilon)] \\
 b &= [(X'X)^{-1}X'X \cdot B] + [(X'X)^{-1}X'\varepsilon] \\
 b &= [1 \cdot B] + [(X'X)^{-1}X'\varepsilon] \\
 b &= B + [(X'X)^{-1}X'\varepsilon] \\
 b - B &= [(X'X)^{-1}X'\varepsilon]
 \end{aligned}$$

(Fórmula 13)

Por definición se tiene que la covarianza de una variable o estimador consigo mismo es su varianza, por lo que se puede entonces definir la covarianza como:

$$\begin{aligned}
 var - cob(b) &= E[(b - B)(b - B)'] \\
 var - cob(b) &= E\{[(X'X)^{-1}X'\varepsilon][(X'X)^{-1}X'\varepsilon]'\}
 \end{aligned}$$

Reacomodando términos:

$$var - cob(b) = E[(X'X)^{-1}X'\varepsilon'\varepsilon X(X'X)^{-1}]$$

Algo que está por establecerse en la revisión de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal es que, junto con el supuesto del tamaño de la muestra respecto al número de los estimadores para evitar la multicolinealidad, se supone que los valores de las variables independientes que forman la matriz (a pesar de tener un origen aleatorio) son resultados ya fijos y no estocásticos por lo que se consideran constantes los valores de X . Ante esto se re expresa la ecuación anterior dando como resultado lo siguiente:

$$var - cob(b) = (X'X)^{-1}X'E(\varepsilon'\varepsilon)X(X'X)^{-1}$$

Considerando los grados de libertad $n - k$ se tiene que el valor esperado de la suma de los residuos al cuadrado tiene la misma definición que la varianza del modelo $\sigma_m^2 = E(\varepsilon'\varepsilon) = \frac{\varepsilon'\varepsilon}{n-k}$ se llega a:

$$var - cob(b) = (X'X)^{-1}X'\sigma_m^2X(X'X)^{-1}$$

Reacomodando los términos de nuevo y dado que $(X'X)^{-1}X'X = I$:

$$var - cob(b) = (X'X)^{-1}X'X\sigma_m^2(X'X)^{-1}$$

$$var - cob(b) = I\sigma_m^2(X'X)^{-1} = \sigma_m^2(X'X)^{-1}$$

(Fórmula 14)

Para obtener los errores estándar, se observa que la diagonal de la matriz de la fórmula 14 son las varianzas de cada estimador por lo que, para llegar a los errores estándar de los mismos se aplica la raíz cuadrada a la diagonal de $var - cov(b)$:

$$ES = \sqrt{diag(var - cov(b))}$$

(Fórmula 15)

$$ES = \sqrt{diag \left(\begin{bmatrix} var(\alpha) & covar(\alpha, \beta_1) & \dots & covar(\alpha, \beta_i) \\ covar(\beta_1, \alpha) & var(\beta_1) & \dots & covar(\beta_1, \beta_i) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ covar(\beta_i, \alpha) & covar(\beta_i, \beta_1) & \dots & var(\beta_i) \end{bmatrix} \right)}$$

$$ES = \sqrt{\begin{bmatrix} var(\alpha) \\ var(\beta_1) \\ \vdots \\ var(\beta_i) \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} ES(\alpha) \\ ES(\beta_1) \\ \vdots \\ ES(\beta_i) \end{bmatrix}$$

(Fórmula 15.a)

La prueba de hipótesis que se busca siempre hacer al calcular un estimador es¹¹ que su valor asintótico, de largo plazo o poblacional (verdadero valor) no sea de cero o cercano a cero por lo que, en base al cálculo de la fórmula 15.a se pueden obtener los valores t para la prueba si se supone $B = \mu = 0$:

$$t = \frac{b - B}{ES} = \frac{b - 0}{ES} = \frac{b}{ES}$$

(Fórmula 16)

¹¹ Como el caso de la supuesta relación entre la caída de meteoritos y el PIB mexicano.

$$t = \text{diag}(b) \cdot \text{diag}(ES^{-1}) = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \beta_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \beta_1 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} ES(\alpha) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & ES(\beta_1) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & ES(\beta_1) \end{pmatrix}^{-1}$$

$$t = \begin{bmatrix} t(\alpha) \\ t(\beta_1) \\ \vdots \\ t(\beta_i) \end{bmatrix}$$

(Fórmula 16.a)

Estos valores t se utilizarán para hacer pruebas de hipótesis de dos colas para n o T observaciones y $n - k$ grados de libertad. Una regla que resulta útil y no requiere de búsqueda de valores críticos en tablas estadísticas es la conocida como **prueba 2-t** (Gujarati, 2005, pág. 129) que observa que si el valor ajustado de la muestra es $n - k > 20$ y se establece un nivel de significancia de la prueba de 5%, la hipótesis nula de que el valor del estimador sea de cero puede ser rechazada si el valor t es mayor a 2 en términos absolutos.

3.1.3 El Estadístico F para la Prueba de Significancia Conjunta.

Hasta el momento se han especificado los cálculos para la prueba de significancia de los estimadores de manera individual pero puede darse el caso de que los mismos tengan o no significancia (es decir superen o no la prueba de hipótesis de $\alpha, \beta_i \neq 0$) en forma conjunta como modelo. Esto parte de la observación realizada anteriormente para el cálculo de la matriz de varianzas y covarianzas en relación a que los valores de los estimadores y sus variaciones a nivel muestral son interdependientes.

Por tanto, resulta necesario para corroborar la significancia del modelo emplear un estadístico de prueba que utiliza la lógica de la prueba F de Fisher que es fundamental para el análisis de varianza o ANOVA. El estadístico F se emplea para establecer si el error generado por el modelo y el generado por cuestiones aleatorias son o no el mismo, derivado del hecho que el valor de los estimadores es de cero. Si estos últimos se encuentran en dicho supuesto, los dos tipos de error (generado por el modelo y el aleatorio) son el mismo.

Para fundamentar esto se tienen las siguientes definiciones:

1. La suma total de errores al cuadrado o *STC* es la suma de las diferencias observadas entre los valores de la variable dependiente y_i respecto a su media $\bar{y}$. Esto es:

$$STC = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

(Fórmula 17)

2. La suma de errores al cuadrado o *SEC* es lo que se conoce como error debido al modelo. Esta indica la proporción, del error total o *STC*, que se explica debido al modelo o regresión:

$$SEC = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

(Fórmula 18)

1. La proporción, del error total o STC que se explica por cuestiones aleatorias corresponde a la suma de residuos al cuadrado definida en la fórmula 4:

$$SRC = \varepsilon' \varepsilon = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

(Fórmula 19)

Por las definiciones establecidas se tiene:

$$STC = SEC + SRC$$

$$\sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Si se resuelve la expresión anterior en sus operadores de sumatoria, considerando que $\bar{y}$ es una constante:

$$\sum y_i^2 - n\bar{y}^2 = \sum \hat{y}_i^2 - n\bar{y}^2 + \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Si se sustituye la definición de la fórmula 1 para $\hat{y}_i$ y se emplea la definición del residual $\varepsilon = y_i - (\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)$:

$$\sum y_i^2 - n\bar{y}^2 = \sum [(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)^2 - n\bar{y}^2] + \sum [y_i - (\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)]^2$$

$$\sum y_i^2 - n\bar{y}^2 = \sum [(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)^2 - n\bar{y}^2] + \sum \varepsilon^2$$

(Fórmula 20)

De forma matricial, la fórmula 19 se plantea:

$$y'y - n\bar{y}^2 = [b'X'y - n\bar{y}^2] + [\varepsilon'\varepsilon]$$

(Fórmula 21)

Si se aplica el operador de esperanza, considerando $n-1$ grados de libertad para STC ¹², $k-1$ para SEC y $n-k$ para SRC se tiene:

$$\frac{y'y - n\bar{y}^2}{n-1} = \frac{[b'X'y - n\bar{y}^2]}{k-1} + \frac{[\varepsilon'\varepsilon]}{n-k}$$

(Fórmula 22)

Lo que busca demostrar la prueba F es que b es diferente de cero. De no demostrarse esto, se llegaría al siguiente resultado:

$$y'y - n\bar{y}^2 = [0 - n\bar{y}^2] + [\varepsilon'\varepsilon] = [\varepsilon'\varepsilon] - n\bar{y}^2$$

Simplificando:

$$y'y = [\varepsilon'\varepsilon]$$

(Fórmula 23)

Esto implica a que las variaciones observadas en la variable dependiente no tienen explicación por el modelo y, por ende el modelo no existe o tiene estimadores de cero. Cuando los estimadores son aproximados a cero, SEC es muy pequeño al grado que, si se

¹² Ya que se pierde un grado de libertad al calcular $\bar{y}$.

compara con *SRC*, se tendría una razón muy pequeña. Esta razón o comparación entre los términos de la derecha de la fórmula 22 es la esencia de la prueba F:

$$F = \frac{\frac{[b'X'y - n\bar{y}^2]}{k - 1}}{\frac{[\varepsilon'\varepsilon]}{n - k}}$$

(Fórmula 24)

Si los valores de *b* son cercanos a cero, la distribución de probabilidad de *y* será igual a la de $\hat{y}_i$. En caso contrario, si el modelo tiene estimadores diferentes a cero, los errores totales *STC* necesitarán de la presencia de errores del error *SEC* para ser determinados.

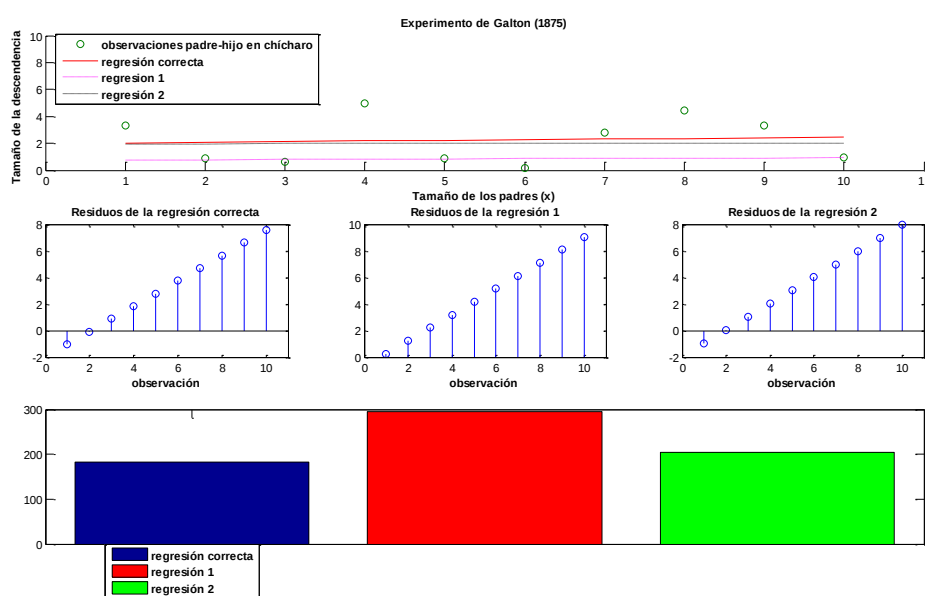
El valor estadístico F se compara con las tablas estadísticas F provistas en los libros de econometría, empleando el número de grados de libertad del numerador (*gln*) y del denominador (*gld*) correspondientes. En ocasiones, las aplicaciones econométricas calculan, con dicho estadístico F y los mencionados *gln* y *gld* la probabilidad de cometer un error tipo I que puede interpretarse como el nivel de significancia máximo necesario (prueba de cola superior) para aceptar la hipótesis nula de que los estimadores son iguales o aproximados a cero.

3.1.4 Problemas de Mala Especificación del Modelo.

Hasta el momento se ha descrito el cálculo de los parámetros fundamentales de la ecuación de regresión como son sus estimadores o coeficientes, sus errores estándar y sus valores t,

los cuales se obtienen de la suma de residuos al cuadrado. Retomando el ejercicio de la gráfica 3.2 se aprecia que el mejor modelo de regresión es el que mejor se ajusta a las observaciones por lo que su suma de residuales o residuos al cuadrado será la menor, lógica que le da el nombre al método de mínimos cuadrados.

Gráfico 3.4 La lógica de los Mínimos Cuadrados Ordinarios con el experimento de Galton.



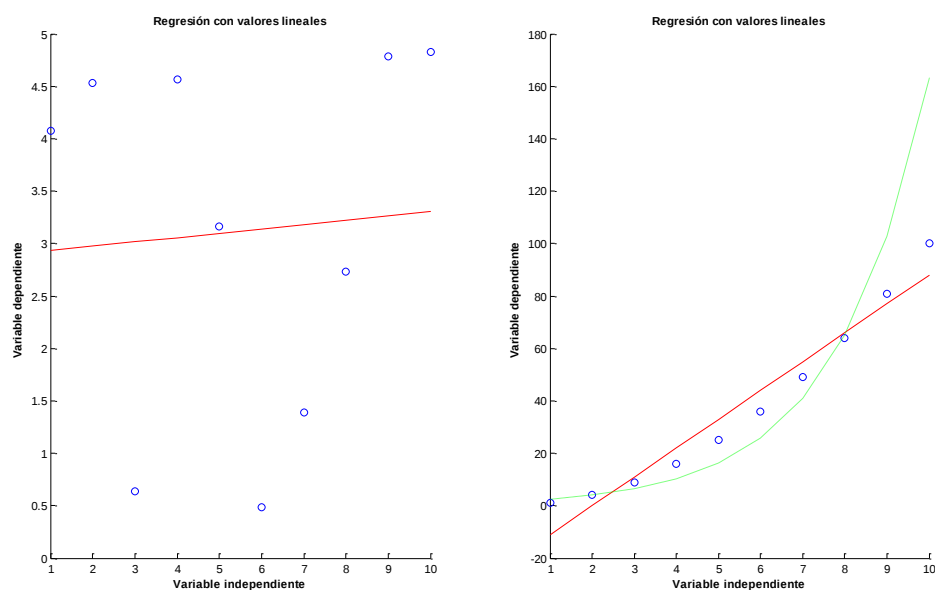
Fuente: Tomado de la Torre y Kido, 2010.

Sin embargo, aunque se logre el menor valor de residuos al cuadrado y significancia estadística de forma individual o conjunta en sus estimadores, no siempre el modelo puede ser el adecuado.

Hay ocasiones que se derivan los estimadores, sus errores estándar y sus valores t pero la recta de regresión nada tiene que ver con los valores observados. Esto se replica en la gráfica 4.4. En la misma se aprecia (a la izquierda) una regresión con otros valores de

variable dependiente generados linealmente de manera aleatoria y de variable independiente con datos de un rango $x \in [1,10]$. A la derecha se observa la misma variable independiente pero el valor de y es generada exponencialmente. En ambos casos se aprecia que los valores estimados de la variable dependiente $\hat{y}$ son notoriamente diferentes a los observados por lo que los residuales ε serán altos y la capacidad de explicar los datos actuales y futuros será muy baja. Esto se llama criterio de ajuste o de bondad de ajuste y, por más significativos que sean los estimadores del modelo, la capacidad de explicación y/o de pronóstico del mismo será de poca utilidad.

Gráfica 3.5 Dos modelos de regresión con datos de variable dependiente generados de manera diferente y con formas funcionales diferentes. Fuente: Elaboración propia con datos aleatorios generados de manera aleatoria por computadora.



Fuente: Tomado de la Torre y Kido, 2010.

En la vida real no siempre se tiene una forma visual de verificar si el modelo es lineal, exponencial, logarítmico o polinomial. La situación se complica cuando la regresión corrida es multivariada y si esta tiene más de tres variables regresoras o independientes

donde no se tiene representación visual a mano. Sin embargo, el criterio de ajuste aplica independientemente de si el modelo es n dimensional por lo que será de utilidad revisar algunas medidas de bondad de ajuste.

3.1.5 *Medidas de Bondad de Ajuste de un Modelo de Regresión.*

Dentro de las medidas de bondad de ajuste del modelo se emplearán 4: el coeficiente de determinación o coeficiente R^2 , la versión ajustada del anterior, el criterio de información de Akaike y el de Schwarz.

Coeficiente R^2 .

Este basa su lógica en el análisis de varianza revisado previamente para el cálculo del estadístico F. Este consiste en comparar la parte proporcional en que el residual es generado debido al propio modelo especificado contra la proporción total de error. Es decir, dice al experimentador que, si ε se genera enteramente por el modelo, entonces el modelo explica muy bien a la variable dependiente. De no ser así, lo explica de forma parcial y el resto se debe a factores aleatorios o causas no consideradas. Por tanto su capacidad de explicación tenderá a ser más débil. La fórmula de cálculo del coeficiente puede ser de dos maneras:

$$R^2 = \frac{SEC}{STC} = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} = [y'y - n\bar{Y}^2][y'y - b'(X'y)]^{-1}$$

(Fórmula 25.a)

$$R^2 = 1 - \frac{SRC}{STC} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \{[\varepsilon'\varepsilon][y'y - b'(X'y)]^{-1}\}$$

(Fórmula 25.b)

En la aplicación informática de la presente publicación se emplea la fórmula 25.a en su forma matricial (última expresión a la derecha).

El valor de R^2 oscila entre 0 y 1. Si $R^2 = 0$ se indica que el modelo desarrollado no tiene capacidad de explicación; siendo el caso contrario cuando se tienen valores cercanos a 1¹³. Por tanto, al comparar dos modelos como los modelos bivariado y el multivariado del ejemplo de los chícharos, resulta de utilidad emplear el criterio del coeficiente R^2 y optar por el que mayor valor de los dos proporcione. Con esto, se controla el error de especificación ya que el modelo mejor especificado es el que cumple con esta última regla.

También este criterio es referencia forzada (con todo y sus limitaciones que están por revisarse) para ver si modelos como la relación existente entre la caída de meteoritos y el PIB mexicano tienen validez y lógica desde el punto de vista no teórico sino estadístico. Esto es que matemáticamente ayudará a demostrar si la posición teórica de que no existe relación hipotética entre ambos fenómenos se cumple o no.

Coeficiente R^2 ajustado

El criterio R^2 tiene la limitante de que mide la bondad de ajuste pero no ayuda a determinar si la causa del ajuste (bueno o malo) del modelo es producto de la inclusión u omisión de

¹³ En ocasiones un valor de 0.7 es considerado buena magnitud.

variables independientes en el mismo. Por ello es importante observar una versión “ajustada” del mismo que incorpora el impacto del número de observaciones empleadas en la regresión lo que implicaría una prueba de ajuste a la luz de la multicolinealidad, heteroscedasticidad y mala especificación de manera conjunta¹⁴. El Estadístico tiene, partiendo de las fórmulas 25.a y 25.b, la siguiente forma funcional:

$$R^2 = \frac{SEC}{STC} = \frac{\frac{[\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{y})^2]}{n - k}}{\frac{[\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2]}{n - k}}$$

$$R^2 = \{[y'y - n\bar{Y}^2][n - k]^{-1}\} \{[y'y - b'(X'y)][n - k]^{-1}\}^{-1}$$

(Fórmula 26.a)

$$R^2 = 1 - \frac{SRC}{STC} = 1 - \left\{ \frac{\frac{[\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2]}{n - k}}{\frac{[\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2]}{n - k}} \right\}$$

$$R^2 = 1 - \langle \{[\varepsilon'\varepsilon][n - k]^{-1}\} \{[y'y - b'(X'y)][n - k]^{-1}\}^{-1} \rangle$$

(Fórmula 26.b)

Sin embargo, como se verá en los ejercicios aplicados al análisis de forma funciona del proceso estocástico subyacente a la serie de tiempo, este estadístico muestra valores inconsistentes con su rango esperado $R^2 \in [0,1]$ cuando se tiene una regresión sin constante: $\hat{y} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i$. En este caso, los valores que arroja son negativos

¹⁴ Aunque solo diagnostique bondad de ajuste. Esta medición conjunta de errores de modelo se podrá corroborar de otra forma con el estadístico Durbin Watson en las pruebas de cointegración.

por lo que no suena lógico tener una capacidad de explicación del -0.73 o -0.92. Derivado de esto, se ve necesario emplear otros criterios de evaluación de manera complementaria.

CAPITULO-4

INFORMACIÓN UTILIZADA Y USO DEL PROGRAMA EVIEWS EN EL
MODELO DE REGRESIÓN.

4. INFORMACIÓN UTILIZADA Y USO DEL PROGRAMA EVIEWS EN EL MODELO DE REGRESIÓN.

La relación entre el software y las personas que lo desarrollan esta unida de manera dependiente, es decir, la ausencia de alguno de estos dos componentes hace nula la existencia de la industria del software.

“El factor crítico y estratégico por excelencia para el desarrollo del software son los recursos humanos. Particularmente, la formación de recursos humanos en las áreas de ingeniería y ciencias son un factor determinante en la capacidad de desarrollo de la Industria del Software y Tecnologías de Información.”(Ministerio de Economía y Producción, 2005)

El factor capital humano fue crítico en el desarrollo de la industria del Software en países como Irlanda, Israel e India (“3I”). Estos países tienen un alto desarrollo de universidades con formación de científicos e ingenieros, que aportaron el nivel de formación y la masa crítica de recursos humanos necesarios para desarrollar esta industria. Estos tres países al ganar mayor grado de maduración y como factor necesario debieron incorporar recursos humanos con altas condiciones de liderazgo y gerenciamiento para administrar las emergentes empresas y los proyectos en creciente complejidad.

En el caso de México, de acuerdo con la secretaria de economía, coordinadora del Programa de Desarrollo de la Industria del Software (Prosoft), determino que dado el alto contenido de capital humano en su producción, este sector genera en sus operaciones un

alto valor agregado: un dólar exportado, o destinado al mercado interno de software y servicios relacionados, aporta de 50 a 75 por ciento de valor agregado nacional, de acuerdo con el tipo de producto o servicio que se comercialice. El capital humano ha crecido a una tasa anual de 4% durante los últimos siete años. (Comercio Exterior, Sergio Carrera Riva Palacio, 2005, 754)

Los recursos humanos representan el factor crucial en la industria del software, tanto en cantidad como calidad. Obtener la calidad en los conocimientos de las personas significa la especialización en el capital humano, este puede ser enfocado directamente a la preparación de las personas grado a grado para llegar al nivel más alto en este caso, el nivel superior, definiendo a las personas con este grado de educación como “*capital humano profesional*”.

Determinar la complejidad de la relación existente entre Capital Humano Profesional en Computación y Las ventas de la industria del software, nos ayudara a entender que sucede en el entorno de interacción entre ambos conceptos; para poder medir este fenómeno y su situación en México, se utilizara una herramienta que nos permitirá establecer parámetros de medición y estadística; en otras palabras, el *EViews*, es el programa diseñado para el análisis estadístico y econométrico de todo tipo de datos, especialmente datos de series temporales. A través de cual se lograra ese objetivo, con la ayuda de los datos obtenidos por la OECD y la PROSOFT; tanto del numero graduados en computación a nivel profesional, como los datos referentes a las ventas de software en este país respectivamente, comprendiendo el periodo más próximo a la actualidad del año 1995 al año 2008.

Tabla 4.1 Datos a considerar en calculo estadístico Capital Humano, Ventas.

Año	Capital Humano	Ventas de Software en Millones de Pesos	Venta de Software en Millones de Dólares US
1995	8,433	\$ 3,394.22	\$ 272.95
1996	11,233	\$ 4,791.94	\$ 385.35
1997	14,005	\$ 6,387.64	\$ 513.67
1998	16,411	\$ 7,255.00	\$ 583.42
1999	18,140	\$ 8,281.16	\$ 665.94
2000	18,273	\$ 9,408.67	\$ 756.61
2001	21,341	\$ 9,314.04	\$ 749.00
2002	22,191	\$ 10,411.95	\$ 837.29
2003	24,975	\$ 10,532.70	\$ 887.80
2004	24,787	\$ 11,465.35	\$ 943.41
2005	28,889	\$ 12,907.84	\$ 1,003.70
2006	30,262	\$ 14,524.43	\$ 1,069.47
2007	28,552	\$ 15,693.35	\$ 1,143.00
2008	27,762	\$ 17,185.58	\$ 1,228.98

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD y PROSOFT

* Las ventas en pesos fueron calculadas a través de la conversión de dólares a pesos con el tipo de cambio del Banco Mundial de 12.4353 del 18 de Noviembre del 2010.

Como se dijo en el párrafo anterior utilizaremos el programa *EVIEWS* para determinar la relación entre el capital humano Profesional en Computación y las ventas de la industria del software en México, pero en esta parte recapitularemos los procesos de cálculo para determinar las tendencias y estadísticas de esa relación.

Grafico 4.1 Imagen de EVIEWS



Fuente: Programa Eviews 5.0

Ahora conoceremos la realización del modelo de relación entre capital humano e industria del software a través del programa Eviews 5.

Establecer paso a paso como se crea la base de nuestro modelo (crear las series y relaciones que se usan para lograr la relacion entre graduados profesionales de computación y la industria del software):

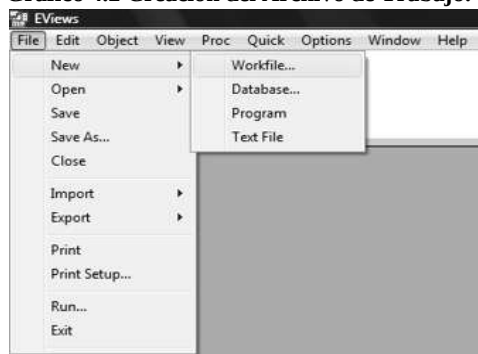
1. *Crear el archivo de trabajo* para empezar a trabajar en el modelo de relación, nos dirigimos a:

⇒ Menu: File

⇒ Opcion New

⇒ Opcion Workfile

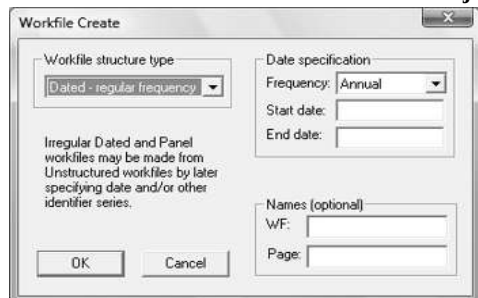
Grafico 4.2 Creación del Archivo de Trabajo.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Obtendrás la siguiente ventana:

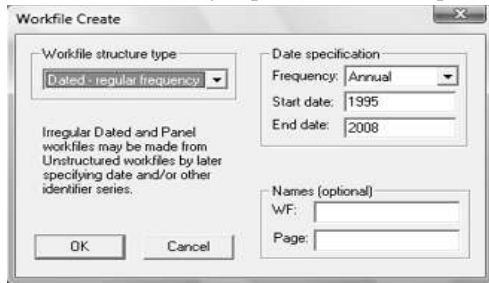
Grafico 4.3 Estructura del Archivo de Trabajo.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Se coloca el periodo que se calculara, para este caso 1995-2008:

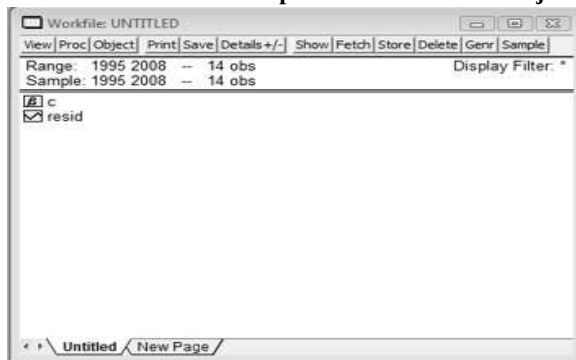
Grafico 4.4 Periodo y Tipo de Estructura que se usara.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Resulta la siguiente ventana con 2 iconos (c y resid), el icono “c” nos refleja la constante del modelo de regresión y el icono “resid” (o margen error) donde se acumulara el residuo de la última regresión que se haga en el programa.

Grafico 4.5 Ventana Principal del Archivo de Trabajo.



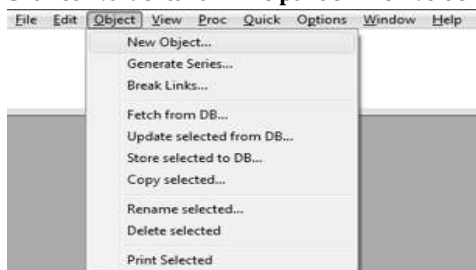
Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

2. *Se generan las 2 series estadísticas una con el nombre de capital (Capital Humano Profesional de Computación):*

⇒ Menu: Object

⇒ Opcion: New Object

Grafico 4.6 Ventana Principal del Archivo de Trabajo.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Dentro de la ventana de nuevo objeto (New Object), se selecciona la opción series y se coloca el nombre debajo de la etiqueta Nombre de objeto (Name for Object), se crearan dos series *capital h* y *software*.

Grafico 4.7 Crear serie de capital h y ventas.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

En la pantalla principal deben aparecer de la siguiente forma:

Grafico 4.8 Series de capital humano y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

3. Copiar los datos de la hoja de cálculo de Excel a la hoja de cálculo de Eviews. Se presiona sobre la serie *capital h*, dentro de la ventana de esta serie, se encuentra una barra de botones en la parte superior, se pulsa la opción “Edit */-“, después se copian los datos de la columna de capital humano que tenemos en la hoja de Excel, (mostrada anteriormente como la columna capital humano, tabla 5.1), para la serie capital h y se pega en la hoja de cálculo de Eviews.

Al insertar los datos en el Eviews, aparece de la siguiente manera:

Grafico 4.9 Hoja de cálculo en Eviews de la serie de capitalh (graduados profesionales de computacion de Mexico de 1995 a 2008).

Year	Value
1995	8433.000
1996	11233.00
1997	14005.00
1998	16411.00
1999	18140.00
2000	18273.00
2001	21341.00
2002	22191.00
2003	24975.00
2004	24787.00
2005	28889.00
2006	30262.00
2007	28552.00
2008	27762.00

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

En el caso de la serie *software*, es el mismo procedimiento, solo que se copian los datos de la columna de referente a las ventas de software, (columna ventas de software en millones de pesos, tabla 5.1), al insertar los datos en el Eviews obtendrás la siguiente tabla:

Grafico 4.10 Hoja de cálculo en Eviews de la serie de software (ventas de software de Mexico de 1995 a 2008).

VENTAS	
Last updated: 11/17/10 - 14:11	
1995	3394.215
1996	4791.943
1997	6387.641
1998	7255.003
1999	8281.164
2000	9408.672
2001	9314.040
2002	10411.95
2003	10532.70
2004	11465.35
2005	12907.84
2006	14524.43
2007	15693.35
2008	17185.58

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Después de insertar los datos se cierra la ventana y se vuelve a abrir para confirmar que se copiaron los datos de manera correcta.

4. Crear una relación de muestras comunes, entre las series *capitalh* y *software*, se pulsa :

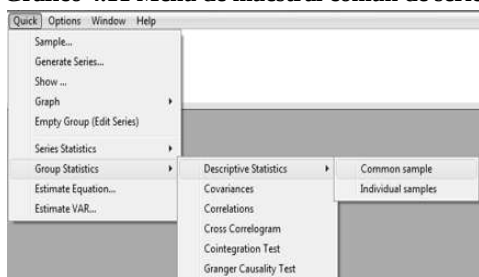
⇒ Menú: Quick

⇒ Opcion: Group Statistics

⇒ Opcion: Descriptive Statistics

⇒ Opcion: Common Samples

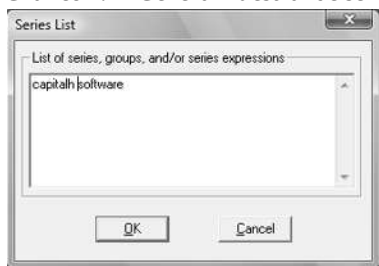
Grafico 4.11 Menu de muestral común de series para capitalh y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Dentro de la ventana de muestral común (Common Sample), colocaremos las series *capitalh*, *software*; colocando correctamente los nombres de cada una de estas y dividiéndolas por un espacio para indicar que series se van a ocupar:

Grafico 4.12 Genera muestral de series de capital humano y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Como resultado de la agrupación de series, aparece la siguiente ventana:

Grafico 4.13 Resultado de muéstrales comunes de series de datos de capital h y software.

Group: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled					
	CAPITALH	SOFTWARE			
Mean	21089.57	10110.99			
Median	21766.00	9910.312			
Maximum	30262.00	17185.58			
Minimum	8433.000	3394.215			
Std. Dev.	6913.040	4024.159			
Skewness	-0.343513	0.126253			
Kurtosis	1.977313	2.219630			
Jarque-Bera	0.885439	0.392429			
Probability	0.642287	0.821836			
Sum	295254.0	141553.9			
Sum Sq. Dev.	6.21E+08	2.11E+08			
Observations	14	14			

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

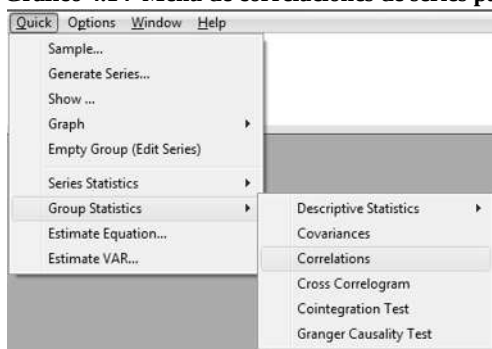
5. Crear una correlación entre las series *capitalh*, *software*, presiona:

⇒ Menu: Quick

⇒ Opcion: Group Statistics

⇒ Opcion: Correlations

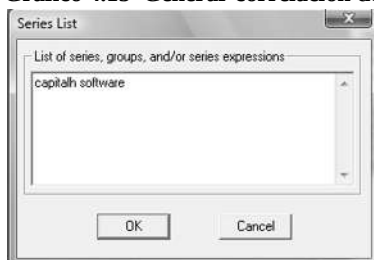
Grafico 4.14 Menu de correlaciones de series para capital h y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Dentro de la ventana de correlaciones (Correlations), se realiza el mismo procedimiento que en el caso de muestras comunes, colocando las series *capitalh*, *software*; colocando correctamente los nombres de cada una de estas y dividiéndolas por un espacio para indicar que series se van a ocupar:

Grafico 4.15 Generar correlación de series de datos de capital h y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Como resultado de la correlación de series, aparece la siguiente ventana:

Grafico 4.16 Resultado de correlación de series de capital h y software.

	CAPITALH	SOFTWARE
CAPITALH	1.000000	0.947023
SOFTWARE	0.947023	1.000000

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

6. Crear 2 series más, las cuales son logaritmos naturales de *capitalh* y *software*, utilizando las siguientes instrucciones dentro de la ventana de comandos:

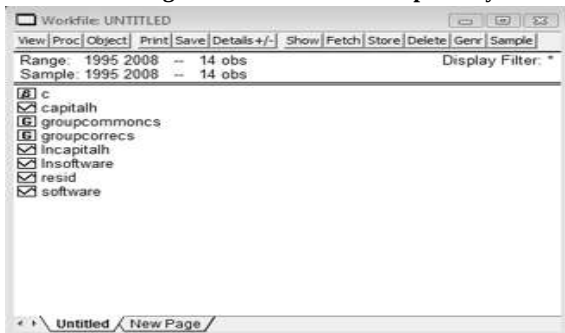
Grafico 4.17 Ventana de Comandos, generación de logaritmos de series capitalh y software.

```
File Edit Object View Proc Quick Options Window Help
genr lncapitalh = log(capitalh)
genr lnsoftware = log(software)
```

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

La pantalla principal queda de la siguiente forma; tomando en cuenta las relaciones estadísticas, los logaritmos naturales, las series y la constante y el residuo:

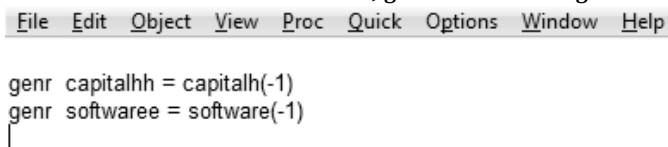
Gráfico 4.18 Logaritmos naturales de capital h y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

7. Crear 2 series mas, *capitalh* y *software* con rezago de un año, utilizando los siguientes comandos:

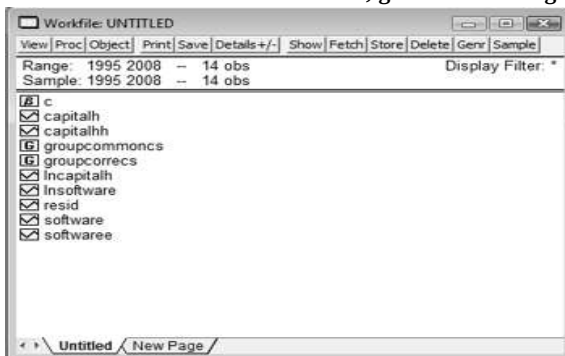
Gráfico 4.19 Ventana de Comandos, generación de rezagos de series capitalh y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

Ahora queda la pantalla principal de la siguiente forma:

Gráfico 4.20 Ventana de Comandos, generación de logaritmos de series capitalh y software.



Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

CAPITULO-5

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se muestran las estadísticas básicas de las Variables Utilizadas en el Modelo. El promedio para la variable del capital humano fue de 21,089 graduados en computación en México durante el periodo de 1995 a 2008. Las ventas promedio de software se ubicaron en 10,110.99 millones de pesos en el mismo periodo. El valor mínimo de graduados fue de 8433 registrado en el año 1995 y el mayor número de graduados fue de 30,262 registrado en el año 2006. Estos datos muestran una tendencia de crecimiento en el factor de capital humano. El valor mínimo y el valor máximo de las ventas se ubicaron en 3,394 y 17,185 millones de pesos para los años 1995 y 2008 respectivamente.

Tabla 5.1 Muéstrales comunes series de datos de capital h y software.

MUÉSTRALES COMUNES	CAPITALH	SOFTWARE
Promedio	21089.57	10110.99
Mediana	21766	9910.312
Máximo	30262	17185.58
Mínimo	8433	3394.215
Desviación Estándar	6913.04	4024.159
Oblicuidad	-0.343513	0.126253
Curtosis	1.977313	2.21963
Jarque-Bera	0.885439	0.392429
Probabilidad	0.642287	0.821836
Suma	295254	141553.9
Suma de Error al Cuadrado	6.21E+08	2.11E+08
Observaciones	14	14

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

La tabla 5.2 nos muestra la correlación entre las variables utilizadas, el valor obtenido fue de 0.94 lo que indica que existe una fuerte correlación positiva entre las variables esto es, estas variables están asociadas de forma directa.

Tabla 5.2 Correlación de series de datos de capital h y software.

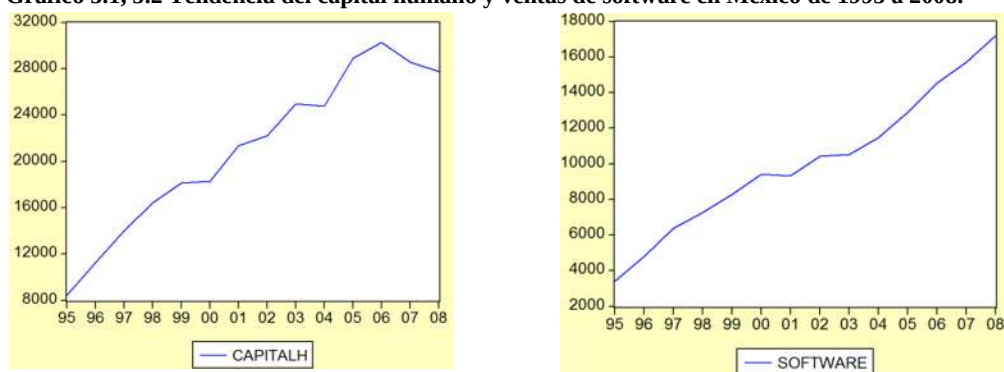
	CAPITALH	SOFTWARE
CAPITALH	1	0.947023
SOFTWARE	0.947023	1

Fuente: Elaboración Propia a través del Eviews 5.0

5.1 Raíz Unitaria e Interpretación

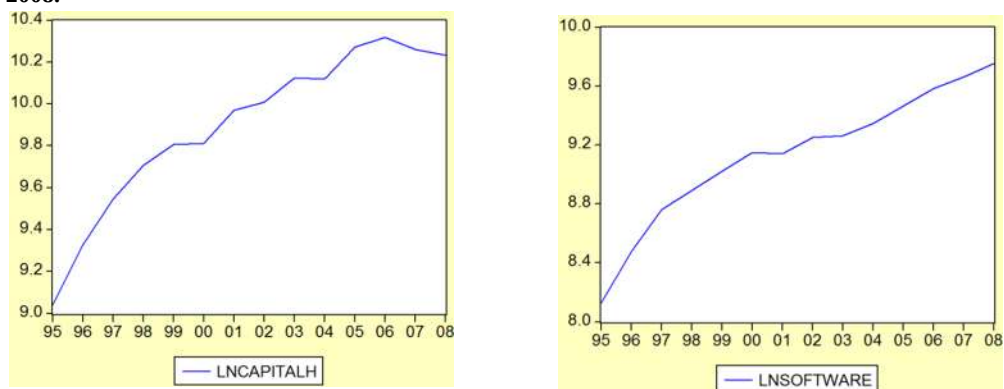
Los resultados de la prueba visual de raíz unitaria nos señalan que existe una tendencia creciente en la serie de datos utilizados. Es decir, que tanto la variable de capital humano como la variable de ventas muestran una tendencia a la alza durante el periodo analizado que puede estar señalando problemas de raíz unitaria en los datos, estas pruebas se generaron para la información tanto en niveles como en logaritmos de las 2 variables y presentan el mismo resultado. Como estas pruebas no son concluyentes se hace necesario realizar pruebas adicionales de raíz unitaria para evitar generar una regresión no válida desde el punto de vista estadístico, esta prueba se presenta en el grafico 5.1.

Grafico 5.1, 5.2 Tendencia del capital humano y ventas de software en México de 1995 a 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos de la serie *capitalh* y *software* de Eviews.

Grafico 5.3, 5.4 Tendencia del Logaritmo natural de capital humano y ventas de software en México de 1995 a 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos de la serie *capitalh* y *software* de Eviews.

La prueba estadística que se eligió fue la de Dickey - Fuller aumentada los datos corresponden a logaritmo natural del capital humano. El valor de la prueba de Dickey-fuller fue de -5.011 que sobrepasa los valores críticos al 1 %, 5% y 10%, que son de -4.057, -3.11 y -2.70 respectivamente, esto indica que la serie de datos de la variable del capital humano no presenta problemas de raíz unitaria y es posible utilizarla en el modelo de regresión.

Tabla 5.3 Raíz Unitaria de logaritmo natural de capital humano Augmented Dickey-Fuller.

Hipótesis nula: LNCAPITALH tiene una raíz unitaria

Exógenos: Constante

Numero de Retraso: 0 (Automático basado en el SIC, MAXLAG=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.011281	0.0020
Test critical values:		
1% level	-4.057910	
5% level	-3.119910	
10% level	-2.701103	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Variable Dependiente: D(LNCAPITALH)

Método: Mínimos Cuadrados

Muestra (ajustada): 1996 2008

Observaciones incluidas: 13

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCAPITALH(-1)	-0.221402	0.044181	-5.011281	0.0004
C	2.276835	0.436360	5.217784	0.0003
R-cuadrada	0.695400	Media dependiente var		0.091655
R-cuadrada Ajustada	0.667709	S.D. dependiente var		0.102582
S.E. de regresión	0.059133	Akaike info criterion		-2.677420
Suma cuadrado resid	0.038464	Schwarz criterion		-2.590505
Registro probabilidad	19.40323	F-statistic		25.11294
Durbin-Watson stat	2.396184	Prob(F-statistic)		0.000395

Fuente: Elaboración propia con datos del logaritmo de la serie *capitalh* de Eviews.

Se realizó la misma prueba para el logaritmo de la serie de datos de la variable de ventas de software. Los resultados muestran que el estadístico de Dickey-Fuller fue de -4.156 por arriba de los valores críticos al 1%, 5% y 10%. La conclusión es que esta variable también se puede ocupar en su expresión logarítmica en el modelo de regresión.

Tabla 5.4 Raíz de logaritmo natural de ventas de software Augmented Dickey-Fuller.

Hipótesis nula: LNSOFTWARE tiene una raíz unitaria

Exógenos: Constante

Numero de Retraso: 0 (Automático basado en el SIC, MAXLAG=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.156569	0.0085
Test critical values:		
1% level	-4.057910	
5% level	-3.119910	
10% level	-2.701103	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Variable Dependiente: D(LNSOFTWARE)

Método: Mínimos Cuadrados

Muestra (ajustada): 1996 2008

Observaciones incluidas: 13

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNSOFTWARE(-1)	-0.172235	0.041437	-4.156569	0.0016
C	1.689947	0.376957	4.483132	0.0009
R-cuadrada	0.610992	Media dependiente var		0.124769
R-cuadrada Ajustada	0.575628	S.D. dependiente var		0.096280
S.E. de regresión	0.062721	Akaike info criterion		-2.559617
Suma cuadrado resid	0.043273	Schwarz criterion		-2.472702
Registro probabilidad	18.63751	F-statistic		17.27707
Durbin-Watson stat	1.319097	Prob(F-statistic)		0.001599

Fuente: Elaboración propia con datos del logaritmo de la serie *software* de Eviews.

La tabla 5.9 describe los resultados de la regresión especificada en capítulos anteriores, esta regresión relaciona una variable dependiente que está representada por el capital humano y la variable independiente que está representada por las ventas de software.

Tabla 5.5 Resultados del análisis de regresión entre logaritmo natural de capital humano y logaritmo natural de ventas de software en México.

Variable Dependiente: LNCAPITALH

Método: Mínimos Cuadrados

Muestra : 1995 2008

Observaciones incluidas: 14

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.376895	0.463102	5.132555	0.0002
LNSOFTWARE	0.823070	0.050637	16.25420	0.0000
R-cuadrada	0.956553	Media dependiente var		9.895554
R-cuadrada Ajustada	0.952932	S.D. dependiente var		0.383594
S.E. de regresión	0.083221	Akaike info criterion		-2.003071
Suma cuadrado resid	0.083109	Schwarz criterion		-1.911777
Registro probabilidad	16.02150	F-statistic		264.1989
Durbin-Watson stat	1.097240	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia con datos de los logaritmos de las series *capitalh* y *software* en Eviews.

El coeficiente de la variable independiente fue de 0.82 y el estadístico de la prueba de t-student se ubico en 16.25. Estos datos nos indican que el coeficiente principal de la regresión es estadísticamente diferente de 0 y por tanto es posible señalar que existe una relacion directa entre las ventas de software y el capital humano. El valor de la R-cuadrada y ajustada fue de 0.95, lo que nos indica que la variable independiente explica en un 95% las variaciones en la variable dependiente. El estadístico de f, fue de 264.19 lo que señala que el modelo en general es explicado por las variables incluidas, en resumen las principales estadísticas del modelo nos indican una buena bondad de ajuste del mismo.

Una variación del 10% en la variable independiente de ventas de software generara una variación del 8.2% en la contratación de personal especializado en computo, lo anterior nos indica que es importante poner atención en los movimientos de producción y venta en la industria del software para poder generar expectativas de mayor empleo al capital humano en áreas de computación. Por ejemplo: si las ventas bajaran en un 10 % la contratación de personal disminuiría en un 8.2%, presentándose una sobre oferta que la industria no sería posible de capturar y que tendrían que recurrir a otros espacios de trabajo para su contratación.

Si se hace caso a las tendencias de un mayor crecimiento en la industria de software es posible argumentar que seguirán demandando personal capacitado en computación y por tanto se sustentaran las curriculas de las universidades en informática. Es importante mencionar que queda fuera del análisis el conocimiento de las modificaciones o reformas a los programas de estudio en informática, en función de los cambios constantes de las tecnologías de información.

5.2 Conclusiones

En conclusión al estudiar diferentes conceptos llegamos dos variables determinantes: graduados en licenciaturas, ingenierías, técnico superior y posgrados de las carreras de computación en México (Capital Humano); y las ventas registradas por la industria de software en México (Ventas Software), (en un periodo de 14 años que abarcan de 1995 al 2008).

Se contemplaron situaciones de países como Estados Unidos y Japón líderes de la tecnología, con un alto número de graduados universitarios saliendo cada año y grandes inversiones al desarrollo de tecnologías; permitiendo con ello entender lo que se puede lograr utilizando dos palabras: *software* y *capital humano*; palabras tan simples que trascienden y logran que países como la India con pobreza extrema, entendiendo un poco estas palabras, puedan entrar al ranking mundial de las tecnologías, formar personas con amplios conocimientos de computación, elevar sus salarios y las exportaciones de aplicaciones informáticas, generando de manera automática el aumento en su producto interno bruto (PIB).

En el caso de México de 1995 y 2008 logro incrementar año con año el número de graduados de computación en nivel superior a pesar de 2007 y 2008 donde hubo menor número de graduados con respecto al 2006; todo esto resulto al final en 295,254 profesionistas graduados a lo largo de este periodo. Para ese mismo periodo México incremento las ventas de software anualmente, permitiendo obtener 141,553.88 millones de pesos. El descartar posibles coincidencias o calcular las reacciones esperadas del

incremento de una variable como consecuencia de la otra variable, vuelve necesario buscar la respuesta a la pregunta ¿como se afecta el capital humano informático a través de las ventas de software?, o crear un vínculo o entorno entre capital humano y ventas de software.

La relación que existe entre las ventas de la industria del software y el capital humano profesional con capacidad de desarrollar esta tecnología, se puede considerar directa; de manera implícita se podría decir que sin aumento en las ventas de las empresas que desarrollan el software, no existirían ofertas de empleo, incluso dichas empresas disminuirían el número de empleados, dando paso al aumento en el desempleo y haciendo nula la demanda de mayor y mejor personal especializado.

De forma sistemática el modelo de relación a través del modelo de regresión nos permite darle sentido a las ventas y al número de graduados de computo a nivel profesional, creando un entorno de interacción entre estos dos conceptos, esto a su vez nos muestra la dependencia econométrica que existe del capital humano a las ventas de software, mostrando que el aumento de ventas ha generado aumentos en el numero de graduados a través de un periodo determinado.

V. BIBLIOGRAFÍA

1. (Arora, A.; Gambardella, A., 2005) *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford University Press. 2005.(Box, George E.P.; Jenkins, Gwilym M.; Reinsel, Gregory C., 2008).
2. (Bastos, T. Paulo; Silviera, M. Felipe, 2009). *Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina*, Colombia, 1ra. Edición, Cepal en coedición con Mayol Ediciones S.A., 2009
3. (Carl Rianhard, 2005). “Análisis del crecimiento de las industrias asiáticas (China, India) contra el avance en el mismo sector de México”.
4. (Delgado, Javier; Garibotti, Hernán, 2005) *Políticas de promoción de la industria del software. Análisis comparativo de argentina con las 3I (India, Irlanda e Israel)*, Universidad del Cema.
5. (De la Torre T. Oscar V.; Kido C. Antonio, 2010). *Medición empírica de las relaciones económicas a través del análisis de regresión empleando MatLab*, Morelia, Michoacán. 1ra edición.
6. (Denning, J. Peter, 2000). “Computer Science: The Discipline”. (ed.): Reilly D., Edwin; Ralston, Anthony; Hemmendinger David, *Encyclopedia of Computer Science*, London : Nature Pub. Group; New York: Published in the United States and Canada by Grove's Dictionaries, 2000, 4ta. Edicion.
7. (Hoch D; Roeding C; Purkert G; Lindner S., 1999). *Secrets of Software Success: Managements Insights from 100 Software Firms around the World*, Harvard Business School, Boston. 1999.

8. (Hualde, Alfredo; Mochi, A. O. Prudencio, 2008). México: una apuesta estratégica por la industria del software, Comercio exterior, Vol. 58, N°. 5, 2008 , págs. 335-349.
9. (Jacobson, I., Grady; B., Rumbaugh, J., 2000). El proceso unificado del desarrollo de software. Madrid, Ed. Pearson education.
10. (López, Andrés; Ramos Daniela, 2008). *La industria de software y servicios informáticos. Argentina. Tendencias, Factores de Competitividad y Clusters.*
11. (Maroto Carlos; Zavala Jorge, 2002). “La industria del software en México”. (ed.): Nacional Financiera, *Rev. Mercado De Valores N°12.*, México, D. F., México: Nacional Financiera, 2002.
12. (Mochi A. Prudencio, 2006). *La industria del software en México en el contexto internacional y latinoamericano*, Cuernavaca: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
13. (Mochi Prudencio; Hualde Alfredo, 2009). “México: Producción Interna E Integración Mundial”. (ed.): Bastos, T. Paulo, Silviera, M. Felipe, *Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina*, Colombia, 1ra. Edición, Cepal en coedición con Mayol Ediciones S.A.
14. (Peñaloza, Marcela B., 2002). *La industria del software, una oportunidad para México*, Universidad Nacional Autónoma de México.
15. (Pérez, Ana L.; Palacio G., Liliana). *Estudio de la industria del software a nivel internacional, nacional y departamental.*
16. (Silva Iván, 2003). *Disparidades, Competitividad Territorial y Desarrollo Local y Regional en América Latina*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de

Planificación Económica y Social (ILPES) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile, 2003.

17. (Tanenbaum S., Andrew, 1993). *Sistemas operativos modernos*, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana S.A, Ámsterdam, países bajos, 1ra edición.
18. (Tomás Buch, 2003). “Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) desde la perspectiva de la educación tecnológica”. *Revista Iberoamericana de educación* N° 32 pp. 147-163.
19. (Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2006). Evaluación Externa al Programa para el Desarrollo de la Industria del Software ejercicio 2006, Universidad Nacional Autónoma de México.

Fuentes:

1. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2009). *Compendio Mundial De La Educación 2008*, Instituto de Estadística de la UNESCO, Montreal, Canadá.
2. (Organización de Cooperación y Desarrollo (OECD), 2008). “Graduados de educación superior en general, tecnológico, computacional a nivel mundial.” *Base de datos de OECD*, 2008.
3. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), 2008). Sector Educación, Ciencia y Tecnología Ciclo 2007-2008, *Anuario Estadístico Nacional y de Michoacán*.
4. (ANUIES, 2008). *Anuario Estadístico, población escolar de licenciatura, posgrado y técnico superior universitario, 2008*.

5. (Foro Económico Mundial (WEF), 2009), *Informe global de las tecnologías de la información 2008-2009*.
6. (World Information Technology and Services Alliance (WITSA), 2001). *Mercado de las Tecnologías de información y comunicación*.
7. (Ministerio de economía y producción, República de Argentina, 2005). *Industria del Software, serie de estudios sectoriales, Documentos Pro Argentina*.
8. (Comisión económica para América Latina y el Caribe., CEPAL, 2003). *Los caminos hacia una sociedad de la información*, Bogotá, Ed. Alfaomega.