



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y COMUNICACIONES (TIC) COMO FACTOR
DETERMINANTE DE LA PRODUCCIÓN
MANUFACTURERA EN MÉXICO (2003-2006).**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS
P R E S E N T A:
ANA LILIA VALDERRAMA SANTIBÁÑEZ



MÉXICO, D. F.

JUNIO DE 2009



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En México D.F., siendo las 10:00 horas del día martes 26 del mes de mayo del año 2009, se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN, para examinar la tesis de grado titulada:

Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) como factor determinante de la producción manufacturera en México (2003-2006)

ANA LILIA VALDERRAMA SANTIBAÑEZ con registro:

B	0	4	1	3	1	9
---	---	---	---	---	---	---

presentada por el alumno (a)

Doctor en Ciencias Económicas
aspirante al Grado de:

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifiestan SU APROBACIÓN DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Dr. Humberto Ríos Bolívar
(Director de Tesis)

Dr. Francisco Almagro Vázquez

Dr. Guillermo Velázquez Valadez

Dr. Gerardo Angeles Castro

Dra. Alicia Bazarte Martínez

S.E.P.
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
E.S.E.

SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Humberto Ríos Bolívar



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En México D. F., siendo las 10:00 horas del día miércoles 26 del mes de mayo del año 2009, el (la) que suscribe Ana Lilia Valderrama Santibañez alumno (a) del Programa de Doctorado en Ciencias Económicas con número de registro B041319 adscrito a la SEPI ESE-IPN, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Humberto Ríos Bolívar y cede los derechos del trabajo intitulado Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) como factor determinante de la producción manufacturera en México (2003-2006), al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Andador Zacapu #191 Col. Unidad CTM Culhuacan. Deleg. Coyoacán. México D.F., (C.P. 04480). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

DR. © ANA LILIA VALDERRAMA SANTIBAÑEZ

Nombre y firma

ÍNDICE

Glosario	i
Abreviaturas	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de gráficas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Introducción	1
Capítulo 1. Tecnología, capital humano y productividad de los factores en la manufactura: Un panorama general de la literatura	6
1.1 Medición de la producción y la productividad	6
1.2 Cambio tecnológico y capital humano	8
1.3 Intensidad tecnológica de las manufacturas: Una clasificación para la industria mexicana.	13
1.3.1 Metodología de la ONUDI	14
1.3.2 Metodología de la OCDE	15
1.3.3 Taxonomía de Pavitt	16
Capítulo 2. Nueva Economía o Economía de la Información y las TIC	20
2.1 Nueva economía	20
2.2 La economía del conocimiento y las TIC	24
2.3 Recuento de la literatura	29
2.4 Indicadores de las economías basadas en el conocimiento y las TIC	36

2.5 Las TIC en México	39
Capítulo 3. Las TIC y la industria manufacturera en México	41
3.1 El sector TIC en México	41
3.2 El uso de las TIC en las manufacturas mexicanas	44
3.2.1 Uso de las computadoras en procesos administrativos	46
3.2.2 Uso de Internet con clientes y proveedores	49
3.2.3 Uso de computadoras en procesos técnicos o de diseño	50
3.2.4 Desarrollo de programas o paquetes informáticos para mejorar procesos	53
3.3 Relación entre el valor agregado manufacturero y compra de TIC por clase de actividad económica 2003-2006	55
Capítulo 4. Producción y TIC: Un análisis de econométrico.	60
4.1 La función de producción manufacturera	60
4.2 Análisis de corte transversal 2003-2006	64
4.3 Análisis de datos de panel: Una introducción	69
4.3.1 Planteamiento y metodología	71
4.3.2 Especificación	73
4.3.2.1 Pruebas de especificación	74
4.3.2.2 Modelo restringido Vs modelos no restringidos	76
4.3.2.3 Efectos fijos Vs efectos aleatorios	78
4.4 Efectos de las TIC sobre la producción manufacturera.	80
Conclusiones	82
Bibliografía	86
Anexo	93

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, en la literatura económica hemos estado expuestos al concepto de tecnología, concepto que ha ido evolucionando y que ya no sólo se refiere a máquinas y equipos, sino también a todo el *Know-how*, información y conocimientos. Nos encontramos ante un creciente bombardeo de información que nunca antes había conocido la humanidad; ahora existen más que libros impresos como fuente de conocimiento.

Con el surgimiento de Internet, la economía de la información fue modificando las relaciones entre los individuos y entre los países, presentándose de esta manera diversos efectos entre otros, en las relaciones económicas, lo que ha generado lo que conocemos como la economía de la actualidad.

Los cambios creados por una economía global y basada en conocimientos, la inversión y el uso de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), generalmente entendida como hardware y software de computadoras y equipo de telecomunicaciones, se han convertido en un factor explicativo de los avances de la productividad, y en consecuencia del crecimiento económico en los países industrializados.

La determinación del impacto de las TIC ha sido, a nivel mundial, objeto de estudio por un gran número de autores, especialmente desde finales de los años noventa. La mayor parte de estos estudios se centran en analizar los efectos de la inversión en TIC sobre el crecimiento económico a nivel agregado y sobre el crecimiento agregado de la productividad del trabajo.

Los estudios para Estados Unidos (EEUU) indican que el incremento de la productividad y por lo tanto en la producción (de ese país) en la segunda mitad de la década de 1990, fue en gran parte el resultado de la adopción de las TIC. Por ejemplo,

Oliner y Sichel (2000) concluyen que la tecnología de la información contribuyó en aproximadamente la mitad del crecimiento de la productividad durante ese período.

También encontramos estudios que han examinado el impacto de las TIC para otros países de la OCDE, Canadá, Unión Europea y algunos países de América Latina observando un impacto positivo de la inversión en TIC, aunque éste es más moderado que en EEUU. Sin embargo, a pesar de la variedad de estudios, pocos han sido los autores que se han centrado en los efectos de las TIC sobre las diferentes industrias de la economía para países distintos de Estados Unidos; esto ocurre debido a la falta de bases de datos homogéneas y detalladas. En este caso se encuentra también nuestro país. La principal conclusión de estos estudios a nivel industrial es que las industrias intensivas en TIC son aquellas cuyo producto, empleo y productividad del trabajo más ha crecido.

De esta forma, son numerosos los estudios que han encontrado una relación positiva entre TIC y la actividad económica en general, resultados que han propiciado una expansión en el uso de las TIC por casi todas las economías del mundo. En la práctica, esto parece obedecer no sólo a la producción de tecnologías de la información, sino también a factores que la complementan; como capital humano (educación principalmente) y políticas de investigación y desarrollo institucionales orientadas a vincular a la planta productiva y al sector productor de estas tecnologías.

Es claro que las tecnologías de la información y las comunicaciones son una herramienta que ayuda a los diferentes sectores de la economía a funcionar con mayor eficacia y eficiencia, elementos que naturalmente incrementan la productividad.

En su empeño por mejorar la productividad y el crecimiento, la mayoría de los países en vías de desarrollo han cifrado esperanzas en un papel cada vez más protagónico de las TIC y nuestro país no es la excepción.

Según la Declaración de Principios adoptada en la primera fase de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) realizada en el 2003, las TIC son un factor importante para el crecimiento porque aumentan la eficiencia y la productividad, sobre todo entre las pequeñas y medianas empresas (PYMES). En el documento también se sostiene que los beneficios de la mayor productividad y las innovaciones aplicadas que resultan de las TIC entre todos los sectores económicos contribuyen a una mejor distribución del ingreso y ayudan a la erradicación de la pobreza y el desarrollo social. Las políticas que promueven las inversiones productivas y permiten a las empresas realizar los cambios necesarios para beneficiarse de las TIC son probablemente las más ventajosas (CMSI, 2004).

En este sentido, se han aplicado políticas para integrar a nuestro país a las nuevas formas de interactuar en los mercados globales. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se planteó el objetivo de elevar y extender la competitividad del país mediante la estrategia de promover el uso y aprovechamiento de la tecnología y de la información; se señaló que la incorporación y aprovechamiento de los últimos avances científicos y tecnológicos debería basarse en la aplicación de una estrategia que incluyera tanto el fomento a la producción como al uso de las TIC.

En particular, se plantearon puntos como: divulgación de la cultura tecnológica entre la sociedad; fomento de la tecnología local y adaptación de la tecnología extranjera; incorporación de las tecnologías de la información (computación, telecomunicación y telemática) al desarrollo de la cultura empresarial; impulso al desarrollo de la industria de tecnologías de la información; fomento de la reconversión digital de procesos dentro de las empresas, especialmente las pequeñas; promoción del encadenamiento digital de proveedores; así como fomento y difusión de la industria de desarrollo de software.

El gobierno mexicano ha realizado esfuerzos para promover el crecimiento de las TIC, demostrando una fuerte intención por la adaptación y mejora de esta tecnología, sin embargo, no indica el mecanismo mediante el cuál la inversión en este

sector impactará al crecimiento económico. En otras palabras: ¿el crecimiento de este sector podrá generar una derrama de tecnología que la planta productiva nacional y principalmente la industria manufacturera pueda aprovechar en sus procesos? ¿Efectivamente las tecnologías de la información han tenido efecto sobre la industria manufacturera nacional?

Adicionalmente, es importante considerar que la estructura de la industria manufacturera está diferenciada por los contenidos tecnológicos, teniéndose, por un lado, productos de alta tecnología y, por el otro, de baja tecnología. El efecto de las TIC debe ser diferente en cada grupo, particularmente debido a que el ritmo de innovación existente en industrias de mayor tecnología probablemente haga que empleen en mayor proporción las nuevas tecnologías. En consecuencia, se pueden esperar efectos diferentes de estas tecnologías en cada sector o industria que las utiliza. En este documento se busca conocer cuál es el efecto que estas tecnologías tienen sobre una economía que presenta notables diferencias en la estructura productiva.

De esta forma, el objetivo del presente trabajo es demostrar que existe algún efecto de las TIC sobre la producción manufacturera agregada y además, que éste es diferente dependiendo del contenido tecnológico en las industrias en el periodo 2003-2006. Se plantea la hipótesis que existe un efecto de las TIC sobre la producción y que considerando las diferencias en el contenido tecnológico de las manufacturas, el impacto del uso de las TIC será mayor en aquellas industrias de mayor tecnología.

Cabe señalar que una de las contribuciones de este documento es que mide el impacto de las TIC a nivel industrial para México, llenando el vacío existente en los estudios empíricos que se señaló arriba. En otras palabras, este estudio permite conocer el posible efecto diferenciado de las TIC sobre la producción de cada industria.

Para alcanzar el objetivo planteado y, simultáneamente comprobar o rechazar la hipótesis, el documento se estructura como sigue. En el primer capítulo se hace un recuento de las teorías del crecimiento económico donde entendemos el tratamiento que

da la literatura a la tecnología. En el capítulo dos se hace una revisión de los conceptos de Nueva Economía y las TIC, donde se presenta la literatura característica y se establece cómo son representadas dichas tecnologías en nuestro país. En el capítulo tres se hace una descripción de las estadísticas que nos permiten conocer diferentes características el sector TIC en México, como por ejemplo el tamaño y evolución.

Además, se realiza un análisis del uso de éstas tecnologías en la industria manufacturera a nivel subsector y a nivel de clase de actividad de acuerdo a la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). En el capítulo cuatro, para verificar la incidencia de dichas tecnologías sobre la producción manufacturera, se plantea un modelo de corte transversal que se aplica individualmente para cuatro años de la Encuesta Industrial Anual 2003-2006; se hace el análisis a nivel agregado y diferenciando por grupo de industrias. Después, se presenta un análisis del modelo con la técnica de datos de panel para identificar si existen efectos individuales diferenciados generados por las TIC a lo largo de las clases de producto estudiadas. Finalmente se muestran las conclusiones del estudio y algunas propuestas; asimismo, se incluye un anexo con cuadros que muestran las industrias que el SCIAN cataloga como TIC y la clasificación tecnológica utilizada.

CAPITULO 1

TECNOLOGÍA, CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES EN LA MANUFACTURA: UN PANORAMA GENERAL DE LA LITERATURA

Antes de señalar las características de la producción manufactura derivadas del uso de las TIC, es necesario considerar los aspectos de la teoría del capital ya que de aquí podremos definir las vías por las que el valor agregado o la productividad de los factores es incrementada cuando se incluye la tecnología en la función de producción.

1.1 Medición de la producción y la productividad

Partiendo de la visión de Piero Sraffa de la teoría del valor¹, en la que subraya la interdependencia del sistema económico a través de la producción de bienes mediante bienes, en lugar de la distinción neoclásica entre los factores de la producción, por una parte, y los productos finales, por otra, se aprecia que no es posible concebir el capital como una cantidad mensurable en forma independiente de la distribución y los precios.

La búsqueda de una unidad de medición del capital agregado que permita utilizarlo en una función de producción agregada como parte de la explicación de las participaciones distributivas y de los precios es una pregunta con la que Joan Robinson² desata la polémica en torno a la teoría del capital entre las dos Cambridge (de Massachussets y de Inglaterra).

En el caso de Cambridge de Massachussets se ubica en la postura neoclásica conocidos como “clásicos keynesianos” o keynesianos de la “síntesis neoclásica” entre

¹ El libro escrito por Piero Sraffa se llama “Producción de mercancías por medio de mercancías”, es una de las obras principales del autor y fue publicado en 1960.

² El artículo escrito por Joan Robinson se denomina "The Production Function and the Theory of Capital" publicado en 1953.

los cuales se encuentran Samuelson, Solow, Meade y Sawn. En la otra postura, se encuentra la Cambridge británica, conocidos como “postkeynesianos” entre los que destacaron Pasinetti, Kaldor y Joan Robinson.

La postura de los poskeynesianos se erigió sobre el modelo de Sraffa, y debate dos cuestiones esenciales:

- La idea que es posible definir a nivel agregado una cantidad de capital, la cual apunta directamente a probar la validez conceptual de la función de producción agregada neoclásica;
- La conclusión que en el equilibrio de largo plazo la tasa de beneficio y la intensidad de capital presentan una relación inversa.

En el primer caso se cuestiona el tratamiento de la variable capital de la función de producción agregada y la idea de una relación agregada puramente técnica entre capital (K), trabajo (L) y producto (Q). En otras palabras, se debatía el hecho que en la teoría neoclásica, la función de producción $Q=F(K,L)$ contribuye a la determinación de los precios relativos de los bienes y de los factores. No obstante, el capital se considera como de naturaleza heterogénea y para agregarlo en una sola magnitud es necesario usar los precios. Así se que cuando el capital es heterogéneo, su medición agregada requiere el conocimiento previo de los precios, y éstos dependen de la tecnología en uso y de la distribución del ingreso prevaleciente.

De esta forma, la relación productiva *ex ante*, como la piensan los neoclásicos, resulta ser inconsistente. Para que dicha relación agregada exista, es necesario deducirla como una relación *ex post* que contiene ya resueltos los problemas de maximización en los mercados de factores y por lo tanto esta medición depende de la tasa de beneficio. En cuanto a los conceptos de productividad marginal del capital y del trabajo, tal como se derivan de la función de producción agregada neoclásica también pierden validez. La relación $\partial Q/\partial L$ mide el incremento del valor del producto agregado por unidad de aumento del valor del trabajo agregado, cuando el nivel de capital se mantiene

constante; esto permite una comparación entre dos posiciones alternativas de equilibrio en el largo plazo, es decir, en una situación *ex post*. De este modo, resulta imposible calcular este mismo cociente de una manera *ex ante* tal como lo postula la función de producción agregada neoclásica.

De este debate resulta una sustitución de la idea neoclásica de homogeneidad de capital por el concepto de heterogeneidad de capital, lo que llevo a un análisis más profundo de los componentes de la función de producción agregada y los factores que efectivamente detonan el crecimiento económico.

Este camino condujo en años posteriores a enfoques de crecimiento que partieron de un modelo neoclásico al cual se le fueron introduciendo variaciones; por ejemplo el modelo de Solow (1956) que aunque mantiene los supuestos de rendimientos decrecientes y asume el conocimiento o tecnología como dados exógenamente, logra introducir estas variables como un factor clave que afecta a la función de producción, a la productividad de los factores y por ende al crecimiento económico³.

1.2 Cambio tecnológico y capital humano

Después de determinar la heterogeneidad del capital y plantear nuevas teorías para explicar la función de producción agregada, la teoría económica avanzó rápidamente del modelo neoclásico de Solow a la teoría del crecimiento endógeno. Podemos decir que se trata de modelos que consideran que los esfuerzos de las empresas por incrementar el conocimiento tienen como finalidad un beneficio económico; y que postulan principalmente que el proceso de crecimiento se gesta al interior de la economía⁴. Estos

³ La función de producción manejada por Solow es: $Y(t)=F(K(t), A(t)L(t))$, donde K es el capital físico, L el trabajo y A el conocimiento las cuales se encuentran dadas en cada momento del tiempo. En esta función, la cantidad de producto obtenido se incrementa sólo si, dada una cantidad de capital y trabajo, la cantidad de conocimiento aumenta, lo que se considera progreso tecnológico. Conocimiento y trabajo (AL) entran multiplicándose, lo que se refiere a una medida de la efectividad del trabajo e implica que la razón capital-trabajo caerá eventualmente.

⁴ Puede afirmarse que son modelos que explican el crecimiento de A en lugar de tomarlo como dado a diferencia de Solow; y como consecuencia cuestionan el carácter decreciente de los rendimientos marginales de los factores.

modelos centran la atención en el aprendizaje, dando auge a la Teoría del Capital Humano.

En particular, Romer (1986) considera que el progreso técnico es un subproducto de la inversión y que se obtiene a través del aprendizaje por la práctica o *learning-by-doing*; así, la innovación no es resultado de una actividad con dinámica propia. En este momento, la literatura no consideraba los determinantes de la tasa de progreso técnico.

Posteriormente, Romer (1990) y Lucas (1988)⁵ consideran que el modelo neoclásico es insuficiente para explicar el crecimiento y lo adaptan para hacerlo más realista, le agregan factores como capital humano, acumulación de conocimiento, “capital de conocimiento”, “endogenizan” el cambio tecnológico, amplían el capital, incorporan nuevas tecnologías, el comercio internacional y una economía de competencia monopolística con “externalidades” que derraman el crecimiento (*spillovers*).

En estos enfoques, el argumento que sustenta la dinámica del crecimiento económico se centra en externalidades que evitan que el modelo neoclásico llegue al estado estacionario y, que impulsan un círculo virtuoso de mejoras en la productividad de los factores que se traducirá en la posibilidad de un crecimiento sostenido, aún con recursos limitados. Es decir, estos recursos escasos son incrementados en su capacidad por las innovaciones, ya sea directamente en el caso de la investigación y desarrollo de algún sector o indirectamente a partir de los derrames que promuevan cambios organizacionales o efectos de aprendizaje.

⁵ En el caso del modelo de Lucas, se plantea la acumulación de capital humano en lugar de la de capital físico, como detonante del aprendizaje y difusión de mejoras productivas, fuente originaria de los rendimientos crecientes de escala. Domina la idea que entre mayor nivel educativo de los trabajadores de una economía determinada, mayor será la interacción entre trabajadores cualificados y mayor será la generación y transmisión de innovaciones que permitan la mejora de las técnicas y procedimientos de producción de cada empresa.

Entre los trabajos que enfatizan el rol de la existencia de un sector de investigación y desarrollo en la economía como fuente del proceso de innovación, están Romer (1990) y Grossman y Helpman (1991); estos trabajos destacan la importancia de dicho sector en la estructura productiva a partir del papel que juega la creación de nuevos conocimientos o diseños en el proceso de crecimiento. El stock de conocimientos, considerando un nivel inicial, crece por un aumento en la productividad del capital humano o por un incremento del factor conocimiento, considerado como una variable exógena. Por otro lado, los conocimientos o flujo de ideas se distinguen de otro tipo de bienes por su carácter no rival y parcialmente excluyente⁶; esta parcialidad se debe a la necesidad que el innovador pueda apropiarse, aunque sea por un lapso de tiempo, los beneficios derivados del cambio técnico, sin lo cual no existirían incentivos para invertir en investigación.

Lo anterior implica que los insumos no rivales no pueden ser remunerados por su productividad marginal o que la firma innovadora no puede ser tomadora de precios, sino que requiere cobrar un precio por arriba de sus costos marginales para compensar sus esfuerzos innovadores. La idea de Romer es que se necesita alguna imperfección en los mercados de bienes (como la competencia monopolística) para que las empresas tengan incentivos a realizar inversiones en nuevas tecnologías; así el cambio tecnológico viene dado por un sector productor de conocimiento y la relación de éste con los demás sectores de la economía.

El primer sector se encarga de la investigación y desarrollo, su función es producir ideas y nuevo conocimiento a partir del capital humano y del conocimiento tecnológico disponible, los cuales vende por un precio explícito. El segundo sector es el de bienes intermedios o de capital, que se encarga de la producción de las máquinas y equipo de producción que surgen a partir de los diseños elaborados en el primer sector y

⁶ La no rivalidad se asocia a la posibilidad de utilizarlo en una actividad económica sin impedir o reducir su uso simultáneo en otra. El carácter parcialmente excluible de una nueva tecnología (innovación) implica que su creador sólo puede apropiarse de una parte de sus resultados económicos, mientras que la otra parte es adquirida gratuitamente por otras empresas. Esta difusión existe porque, si bien una patente o el secreto impiden que otros hagan uso no autorizado del nuevo conocimiento, la exclusión es solo temporal y hay ciertos aspectos del conocimiento que no son susceptibles de exclusión.

que adquiere en forma de patente, por lo cual este sector alcanza rentas monopólicas. Los bienes de este sector pueden ser consumidos o utilizados como insumos. El tercer sector es el que produce bienes finales y utiliza capital humano, trabajo y bienes de capital que tienen integrada la innovación del primer sector. El capital humano y el trabajo se asumen como dados y la función de producción de bienes finales presenta rendimientos crecientes para el conjunto de factores rivales y no rivales, pero constantes cuando sólo se consideran los factores rivales.

Este derrame tecnológico genera, por un lado, rendimientos crecientes en la acumulación del conocimiento tecnológico y, por otro, incrementos en la productividad de los factores de producción rivales. Con relación al primer efecto, se afirma que cada innovación se agrega al acervo de conocimientos preexistentes, por lo tanto, el producto marginal de la actividad investigativa crece a medida que aumenta ese acervo. Con relación al segundo, se afirma que el conocimiento tecnológico actúa sobre todos los insumos, haciendo que la relación entre la cantidad de producto por unidad de insumo sea mayor cuando éste se utiliza combinado con nuevos conocimientos. Tal efecto permite compensar la tendencia a la disminución de los rendimientos marginales de los factores acumulables.

Por otro lado, para Grossman y Helpman (1991) la base del crecimiento económico también está en el crecimiento del stock de conocimientos y en la acumulación de capital humano⁷; sin embargo, a diferencia de Romer, el capital humano es considerado como una variable endógena que depende de la decisión que toman individuos entre emplearse como trabajadores o dedicar su tiempo a la educación formal⁸.

En este caso, el salario pagado a cada trabajador calificado crece en proporción a su acervo de capital humano acumulado y la dotación total de este factor depende del

⁷ Como explican Grossman y Helpman (1991), el capital humano puede ser el producto de la educación formal del individuo y su crecimiento depende de su nivel inicial y del esfuerzo dedicado a la acumulación de conocimientos derivada de la educación.

⁸ Los autores consideran que los individuos toman la decisión entre trabajar y capacitarse y, además cuentan con una capacidad similar de adquirir habilidades.

salario relativo entre empleo calificado y no calificado. Así, si crece la productividad media del capital humano que se acumula formalmente (por el incentivo a destinar más tiempo a la educación) se eleva el salario relativo y con ello la cantidad de trabajadores calificados disponibles para el sector de investigación y desarrollo, por lo que se acelera la tasa de innovación y de crecimiento.

Otro autor que destaca las externalidades que surgen de la acumulación de factores como motor del crecimiento es Young (1991), que asegura que el capital humano puede ser el resultado de un proceso de aprendizaje en la firma o *learning-by-doing*.

En síntesis, en estos modelos el cambio en la productividad total de los factores y por lo tanto las mejoras en la producción, no se produce únicamente por la existencia de la innovación; es necesaria la experiencia en el aprendizaje, la transferencia de conocimientos por la incorporación de capital a la empresa y/o la educación formal, para generar derrames que desencadenen un proceso de crecimiento sostenido en la economía.

La acumulación de capital físico no es descartada como uno de los factores explicativos del crecimiento, sino que es reforzada con la aparición de otras variables y supuestos de comportamiento. El mismo caso se da con las TIC; la inversión y acumulación de estas tecnologías no es suficiente, se requiere de inversiones complementarias en capital humano y en infraestructura que permitan extraer el máximo de beneficio de éstas.

Estos modelos ponen de manifiesto la importancia del capital humano y la tecnología, e indican la importancia del efecto que tiene sobre la productividad del capital y del trabajo la relación entre ambos; sin embargo, suelen centrarse en el análisis individual de cada uno de ellos, prestando menos atención a la interrelación existente entre los mismos y a su influencia conjunta en la productividad.

Estos modelos consideran los determinantes del progreso tecnológico, esto es, la forma en que el capital humano afecta a la innovación; principalmente se considera que el capital humano constituye un insumo esencial de la actividad innovadora ya que es la acumulación de capital humano (conocimientos) el que genera mayor actividad y capacidad innovativa. Sin embargo no profundizan en la forma en que la innovación afecta al capital humano.

Como dice Carlos Marx “La capacidad productiva del trabajo depende de una serie de factores, entre los cuales se cuentan el grado medio de destreza del obrero, el nivel de progreso de la ciencia y de sus aplicaciones, la organización social del proceso de producción, el volumen y la eficacia de los medios de producción y las condiciones naturales”.

De esta forma, la idea de este documento es explicar cómo la adopción de nuevas tecnologías, unidas adicionales al capital como maquinaria y equipo para la producción y la mano de obra (que incluye conocimiento), se relacionan en el proceso de innovación y producción en la manufactura mexicana.

Para ello, es importante conocer la estructura tecnológica de la industria manufacturera, ya que las diferencias en las necesidades de cada factor productivo para cada rama industrial, generará diferencias en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías. En el siguiente apartado se profundiza en este sentido.

1.3 Intensidad tecnológica de las manufacturas: Una clasificación para la industria mexicana

Cómo se vio en el apartado anterior, la tecnología ha jugado un papel preponderante en el crecimiento económico de cualquier nación, sin embargo, existe un paradigma tecnológico, el cuál se refiere a la forma de hacer las cosas, de resolver problemas tecnológicos con base en los conocimientos válidos para ese periodo y para el caso en particular. A partir de ese paradigma, las industrias evolucionan con diferentes trayectorias dependiendo de las características de los procesos innovativos.

La composición de la industria manufacturera de un país, indica el nivel tecnológico de la economía. De aquí la importancia de conocer las diferentes metodologías existentes para medir la intensidad tecnológica de las industrias de un país; es por eso que, en este capítulo, se presenta un recuento de dichas clasificaciones con el objetivo de ofrecer información suficiente para determinar la metodología más adecuada para el análisis de los modelos de medición de las distintas economías y lograr una mejor comprensión de los factores determinantes del crecimiento de las industrias y/o países.

1.3.1 Metodología de la ONUDI

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) realiza una clasificación a nivel de los productos, para ello define como productos manufacturados los bienes primarios sometidos a algún proceso de transformación, aun cuando éste sea de escasa magnitud. Los productos considerados se clasificaron de acuerdo con los siguientes criterios.

- Grado de participación de los recursos naturales en el valor de la producción. Este criterio conduce a distinguir entre bienes basados en recursos naturales y bienes no basados en recursos naturales.
- Necesidad de contar con personal calificado. Este criterio se divide en dos: productos cuyo proceso de fabricación exige contar con personal calificado (industrias nuevas de acuerdo con la teoría del ciclo de vida del producto) y productos en que se requiere poco personal calificado (industrias maduras).
- Importancia del proceso de desarrollo del producto. Criterio aplicable a manufacturas no basadas en recursos naturales. Este grupo se desagrega en bienes con alta tasa de desarrollo o diferenciación de producto y bienes con baja tasa de desarrollo del producto.
- Intensidad en el uso de los factores, donde el criterio de clasificación diferencia entre industrias intensivas en trabajo e industrias intensivas en capital.

Esta clasificación tecnológica de los productos ha sido el punto de partida para el desarrollo de otras más elaboradas; puesto que se considera presenta algunas limitaciones, ya que por ejemplo existen actividades manufactureras con alto contenido en recursos naturales que requieren de mayor tecnología que algunos productos manufacturados.

1.3.2 Metodología de la OCDE

Un segundo método de clasificación se desprende de un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE); el propósito de esta clasificación es determinar la composición de las unidades económicas definidas en función de la actividad económica más importante, la cual depende de la principal clase de bienes producidos o de servicios prestados.

En dicho estudio se clasifican las actividades industriales, aplicando un coeficiente que se obtiene de dividir el monto del gasto en investigación y desarrollo de cada actividad económica entre el valor de la producción. Se llega así a tres tipos de actividades:

- *Actividades industriales con alta tecnología:* aeroespacial, máquinas de oficina y computadoras, electrónica, farmacéutica, instrumentos científicos y maquinaria eléctrica.
- *Actividades industriales con mediana tecnología:* automotriz, química, maquinaria no eléctrica, caucho y plástico, metales no ferrosos y otras industrias manufactureras.
- *Actividades industriales con baja tecnología:* materiales para la construcción, alimentos, bebidas y cigarrillos; construcción de barcos; refinación de petróleo; metales ferrosos; fabricación de productos metálicos; papel e imprenta; madera, corcho y muebles; y textil, calzado y artículos de cuero.

No obstante, el grado de agregación de esta clasificación es considerable, además que se excluye la mayor parte de las manufacturas basadas en recursos

naturales; por otra parte, el gasto en investigación y desarrollo es sólo una de las variables a analizar en la clasificación de nivel tecnológico. Además, el índice de inversión en investigación y desarrollo en los países más avanzados no es el mismo que en los países en vías de desarrollo, pese a que se trata de productos similares que entrarían en la misma categoría de actividad industrial. Los países en desarrollo tienden a incorporar menos investigación y desarrollo, por lo que los bienes podrían clasificarse en diferentes categorías dependiendo del desarrollo económico de cada país.

1.3.3 Taxonomía de Pavitt

Un tercer método corresponde a Keith Pavitt (1984) quien ideó una taxonomía basada en cuatro grandes grupos, de acuerdo principalmente con los diferentes canales por los cuales las empresas de cada conjunto de sectores adquieren y desarrollan tecnología.

En otras palabras, para Pavitt es claro que mucho del conocimiento aplicado por las empresas no tiene un propósito general, ni es fácilmente transmitido y reproducido, sino por el contrario, tiene aplicaciones específicas para empresas específicas.

Afirma también que los sectores varían en la importancia relativa de los productos y procesos de innovación, en los orígenes del proceso tecnológico, y en la forma y patrones de diversificación tecnológica de las firmas innovadoras. El autor clasifica a las industrias en cuatro grupos que se describen a continuación:

- *Basadas en ciencia (BC)*: se caracterizan por tener un alto gasto en investigación y desarrollo (I&D) y por desarrollar tecnologías que benefician a todas las actividades. Son las más importantes en cuanto a contribución al cambio tecnológico, productoras de bienes modernos con alto dinamismo tecnológico. Quienes dominan estas industrias son empresas grandes que realizan grandes esfuerzos en I&D e ingeniería de producción. Obtienen altas rentas tecnológicas. Es un sector difusor de tecnologías de innovación de productos a todos los demás sectores y se retroalimenta con tecnología del sector de oferentes especializados.

Entre estas se tiene la aeroespacial, electrónica, telecomunicaciones e informática, química y farmacéutica.

- *Intensivas en escala (IE)*: comprende a las típicas industrias oligopólicas altamente intensivas en capital, con elevadas economías de escala y gran complejidad técnica y empresarial. Formada por industrias productoras de bienes tecnológicamente maduros con economías de escala significativas y procesos continuos. Incluye la mayor parte de los bienes de consumo duradero y mucho de los intermedios. Utilizan tecnologías relativamente difundidas y tienen un mayor grado de dinamismo tecnológico respecto a las industrias tradicionales. Empresas grandes que poseen departamentos de I&D, donde se generan innovaciones incrementales y de aprendizaje y no se caracterizan por la creación de innovaciones radicales. Entre éstas se encuentran la automotriz, siderúrgica, electrodomésticos, metales no ferrosos, cemento y vidrio.
- *Industrias de oferentes especializados (OE)*: definidas por la alta diversificación de la oferta y la gran capacidad de innovación. Actividades productoras de maquinaria, equipos e instrumentos de medida y control. Predominan empresas pequeñas con grandes capacidades de ingeniería que generan innovaciones de productos, es decir, nuevos equipos que serán usados en otros sectores. No realizan grandes gastos en I&D pero descansan en gran capacidad de ingeniería y demandan y combinan tecnologías de punta en materiales, diseño, nuevos bienes, etc. En su interacción con grandes usuarios desarrollan innovaciones incrementales por encargo, las que luego son transmitidas a otras actividades productivas. Esto es, su principal actividad innovadora es en el producto que se utiliza en otros sectores; generalmente estas innovaciones tienen origen fuera de este sector, ya que las innovaciones vienen de los requerimientos productivos de los otros sectores. En general los OE engloban la maquinaria y equipo utilizados en la producción de la industria manufacturera.

- *Industrias dominadas por proveedores (DP)*: son las más tradicionales, con procesos de innovación que provienen de otros sectores mediante la compra de materiales y bienes de capital. Se conforma de actividades manufactureras tradicionales y basadas en recursos naturales en las que predominan tecnologías maduras y extensamente difundidas en condiciones de poco dinamismo tecnológico. Son empresas pequeñas con bajo gasto en I&D, y que no transfieren innovación a otros sectores. Las innovaciones son externas al propio sector, con origen en los propios proveedores de equipos y materiales, en los grandes consumidores y en ciertos casos la investigación financiada por el gobierno. Dentro de sus características están las rentas tecnológicas moderadas y por breves periodos por la facilidad de imitación. Entre éstas se tiene la industria textil, madera, editorial e impresión, productos basados en minerales no metálicos y parte de alimentos y bebidas.

La capacidad y necesidades de innovación para cada uno de estos sectores son diferentes, ya que tienen distintas características y objetivos, debido a que los procesos innovativos son heterogéneos.

Dada esta clasificación, y en el entendido que el sector de OE y el de BC son los principales difusores de tecnología en la industria manufacturera, el autor también sugiere que para que se de un buen funcionamiento de la industria manufacturera debe existir interacción y flujo de tecnología entre los sectores más dinámicos tecnológicamente (OE y BC) y los que tienen tecnología tradicional (DP e IE). Así, el sector tecnológico proveerá principalmente de maquinaria y equipo al sector de tecnología tradicional, sector que mediante la demanda de dichos bienes de capital incentivará el esfuerzo innovativo del otro sector.

En otras palabras, este método tiene la ventaja que en él no sólo influye el gasto en investigación y desarrollo o la adquisición de patentes, sino también las relaciones interindustriales y la interdependencia tecnológica.

De esta manera, la taxonomía de Pavitt trata de subsanar algunas de las limitaciones de la clasificación de la OCDE, la cual omite las diferencias entre diversos sectores industriales con respecto a los medios por los que se produce y las vías por las que se difunde la tecnología. Evidentemente, esta taxonomía representa un avance con respecto a los métodos anteriores, ya que logra incorporar elementos dentro de la clasificación que antes se habían omitido.

La importancia de esta teoría es que hace una clara distinción entre los diferentes tipos de productos que conforman la industria, es decir, hace una diferenciación de las necesidades para cada uno de estas divisiones tecnológicas. Al respecto, cabe esperar que las industrias con mayor intensidad tecnológica requieran de forma más intensa de insumos tecnológicos como las TIC en comparación con las industrias de baja intensidad tecnológica. Lo anterior permitirá estudiar las distintas trayectorias de crecimiento dependiendo del grado tecnológico incluido en la manufactura y, en consecuencia, proponer políticas alternativas para promover el desarrollo de los sectores estudiados.

Por lo anterior, en el presente documento se utilizará la clasificación de Pavitt para dividir la manufactura y conocer el sector de mayor dinamismo tecnológico y el sector de tecnología tradicional; así podremos verificar el impacto de las TIC en ambos sectores.

Para clasificar las industrias se siguen los trabajos elaborados por Dutrénit y Capdeville (1993) y Unger (2002); en el anexo (cuadros B y C) se presenta la clasificación de las industrias de alta tecnología (IAT) y las de baja tecnología (IBT).

En el siguiente capítulo se presentan diversos conceptos relacionados con la economía de la información y de las tecnologías de la información y comunicaciones, que establece el contexto en el que se estudia el efecto de las TIC sobre la producción para la economía mexicana.

CAPITULO 2

NUEVA ECONOMÍA O ECONOMÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS TIC

El objetivo de este apartado es dar establecer una definición para la nueva economía, así como analizar la forma en que se han vinculado empíricamente el conocimiento y las TIC con el crecimiento económico. Asimismo, se identifican indicadores utilizados en diversos estudios y que aproximan el efecto de las TIC. Finalmente, se señalan los productos y/o servicios que entran en la definición del sector TIC en México.

2.1 Nueva economía

A partir de la revolución tecnológica de las computadoras y las telecomunicaciones que se expandió en el mundo en los años setenta y se manifestó principalmente en los años noventa; ha surgido el término nueva economía. El término se refiere justamente al crecimiento del sector productor de estas tecnologías y a la inclusión y difusión en el uso de éstas en todos los sectores de la economía. No cabe duda que este proceso ha ido transformando las relaciones económicas y sociales creando la economía que hoy conocemos.

Uno de los primeros autores en reconocer la característica principal de la nueva economía fue Machlup (1962), quien la describió con el término “industria basada en el conocimiento”. Posteriormente Porat (1977) describió este sector emergente como “economía de la información” y explica que una economía se convierte en una economía de la información cuando el trabajo relacionado con la información comienza a superar al trabajo relacionado con otros sectores.

El aspecto principal de la obra de Porat es que distingue dos dominios económicos. Por un lado está el sector primario que es el generador de la información e incluye aquellas actividades que se relacionan casi totalmente con la creación o gestión de la información, como los científicos, escritores, bibliotecarios, etc. Por otro lado,

identifica el sector secundario que se refiere a industrias que trabajan principalmente en cuestiones que no están relacionadas con la información, pero cuya labor implica un trabajo de información como aspecto secundario; básicamente se refiere a industrias que generan información para uso interno en la producción de mercancías agrícolas o industriales.⁹

Ya en épocas más recientes Castells (1999), explica que las características de la llamada nueva economía son en primer lugar, la globalización, que implica mercados más amplios y cambiantes, libertad de movimiento de mercancías y capitales, integración de áreas de negocio supranacionales¹⁰ o empresas multinacionales. En segundo lugar sitúa al desarrollo de las TIC, que llevan a mejoras en la productividad, ausencia de costos crecientes por el ciclo de vida del producto, mayor importancia de la innovación y conocimiento frente al capital, surgimiento de nuevas profesiones, etc. Estas dos características terminan con una nueva gestión empresarial, que provoca una producción y horarios flexibles, deslocalización como estrategia de expansión¹¹, eliminación de barreras de entrada y la formación continua de la planta laboral.

⁹ En el sector primario de la información Porat (1977) incluye la producción de conocimientos e invención; distribución de la información y comunicación; gestión de riesgos; búsqueda y coordinación; servicios de procesamiento y transmisión de la información; mercancías de la información (computadoras); actividades gubernamentales seleccionadas (educación y servicio postal); instalaciones de apoyo; la venta al por mayor y al por menor de los productos y servicios de información. En el sector secundario incluye a “todos los servicios de la información generados para consumo interno por el gobierno y las empresas no pertenecientes a la esfera de la información”, exceptuando las actividades gubernamentales que pertenecen al sector primario de la información como la educación y la impresión, pero incluyendo actividades gubernamentales tales como planificación, coordinación, supervisión, control, evaluación y toma de decisiones. También se incluyen en el sector secundario de la información las áreas de las empresas e industrias privadas no pertenecientes a la esfera de la información involucradas en labores de información o de la producción de información no destinada a la venta o arriendo en el mercado, pero que apoyan solamente la producción de productos no pertenecientes a la esfera de la información, entre los que se incluyen los servicios internos de procesamiento de datos y de biblioteca.

¹⁰ En términos de las empresas, se considera una empresa supranacional a aquella que esta desvinculada de cualquier país. No está sujeta jurídicamente a ningún Estado pero se encuentra sometida a un organismo de carácter internacional al que paga sus impuestos y en cuyo marco jurídico puede circunscribir sus actividades.

¹¹ La deslocalización es el proceso mediante el cual algunas empresas, generalmente multinacionales, trasladan sus centros de trabajo, o parte de éstos, en países desarrollados a países con menores costos para ellos.

Como podemos observar, desde el punto de vista de Castells, el fenómeno de la nueva economía afecta a todos los agentes, principalmente en términos de acceso a la información. A las empresas les facilita información y localización de materias primas, logrando reducción de costos, además cambios en la forma de vender sus productos ahora a través del comercio electrónico; en cuanto a las familias o consumidores se modifica el acceso a cualquier mercado mundial desde casa a través de internet; en el caso de los trabajadores ahora pueden realizar determinadas tareas a distancia.

En general, aparecen nuevos productos y servicios y nuevos trabajos basados en la información y el conocimiento que podemos utilizar gracias a las computadoras y al desarrollo del Internet. El Internet abre nuevos espacios en el modelo de cada uno de los negocios ya que presenta oportunidades para bajar los costos, permite nuevas formas de atender clientes y manejar proveedores, adopta nuevos sistemas de mercadeo y mejor aún, presenta la oportunidad para crear nuevos productos y/o servicios.

Asimismo, para Nordhaus (2001) la nueva economía se define como la adquisición, procesamiento y transformación y distribución de información. Afirma que los tres mayores componentes son el hardware, principalmente computadoras que procesan la información al sistema de comunicaciones que la recibe y transmite y al software que se encarga de dirigir todo el sistema. La define como un estado en el que a nivel socioeconómico se da el uso generalizado del software y una gran velocidad del progreso tecnológico; además encuentra algunas características económicas como que se trata de bienes de experiencia¹², que se presentan ante altos costos hundidos de entrada, costos marginales de producción prácticamente nulos y la limitada restricción de capacidad; finalmente detecta cambios en el mercado laboral por la posibilidad de trabajar en red y termina con la difusión de los efectos por toda la economía.

¹² Se refiere a bienes que se adquieren sin conocerlos suficientemente y que dejan de ser de interés cuando ya se conocen.

Por otro lado, de acuerdo con Kevin Kelly¹³ existen diversos principios básicos de ésta nueva economía, basada en información, comunicaciones e intangibles. Primero explica que dejan de ser tan importantes los recursos físicos ya que ahora es importante la información y los servicios más que la fabricación y venta de productos. Dada esta primera característica, los individuos son el activo más importante en la nueva economía, ya no solo por sus capacidades físicas, sino principalmente por sus conocimientos y habilidades.

Las siguientes características se refieren a la ubicación geográfica y al tiempo; en un entorno dominado por Internet, la nueva economía ya no considera la ubicación geográfica tan importante en la decisión para establecer un negocio; además, el Internet ha vuelto todo casi instantáneo, no hay demoras, el tiempo de las relaciones económicas se ha minimizado casi al máximo. Lo anterior se ve reflejado en el impulso de compra: como se aminora el espacio de tiempo normal entre la intención de compra y la acción, quien encuentra lo que busca por lo general lo termina comprando. En este mismo sentido, otra característica es el crecimiento de la comunicación, se da un fenómeno en el que las redes hacen crecer exponencialmente los contactos en el mercado ya que cada nuevo miembro de la red genera un punto nuevo de destino o fuente para los millones de puntos ya existentes.

Como consecuencia del crecimiento de las redes se da un aumento del valor en las relaciones; específicamente, a mayor participación en el mercado, el valor crece exponencialmente. El valor es uno de los principios estrechamente ligados al crecimiento de la nueva economía y de la mano tenemos la ampliación de los mercados. Ahora el comprador tiene mucho más poder porque posee más opciones para escoger y estará siendo objeto de muchos proveedores.

¹³ “New Rules for the New Economy” (Wired 5.09, page 140) Kevin Kelly es editor ejecutivo de la revista “Wired”, revista que trata principalmente de Tecnologías de Información. Surgió a principios de los años noventa y ha estado a la vanguardia en todo lo referente a este tipo de tecnologías: legislación y regulación de la Web, legislación y regulación de la Industria Energética, el boom de la telefonía celular, etc.

Por el lado de la oferta, al vendedor se le presentan muchas más oportunidades de venta y hay efectos también en la eficiencia; se obtienen mayores beneficios gracias a “infomediarios”, quienes median en la proveeduría de la información. En este sentido, los intermediarios forman parte de la vieja economía y forma de hacer negocios. Este flujo de información lleva a un bajo costo de las transacciones; por ejemplo, el Internet permite que las transacciones sean atendidas masivamente y con alto nivel de personalización de forma que se dan transacciones uno a uno sin encarecer el proceso.

De esta forma, al analizar las tres definiciones más utilizadas de nueva economía se tiene que la característica que la define es la existencia y expansión en la producción y uso de las tecnologías de la información, por esa razón muchas veces a la nueva economía se le denomina economía de la información.

Podemos decir que el concepto de nueva economía se refiere a una economía centrada en la información y el conocimiento, donde la información se considera tanto insumo, producto y fuerza que da vida a la economía y relaciona mediante el conocimiento a los agentes económicos. Estamos hablando de un fenómeno que tiene un componente tecnológico y un componente socio-económico. Por ende, información y conocimiento se pueden considerar factores clave de la producción y la productividad de las economías.

En el siguiente apartado analizaremos la relación que existe entre las TIC y el conocimiento; así como los vínculos con la actividad económica, en particular, con la producción y el crecimiento económico.

2.2 La economía del conocimiento y las TIC

Siguiendo a Dahlman y Andersson (2000), una economía basada en el conocimiento es aquella en la cual el conocimiento es creado, adquirido, transmitido y utilizado eficientemente por empresas, organizaciones, individuos y comunidades para un mayor desarrollo económico y social; se refiere a una economía en la cual la creación,

distribución y uso del conocimiento es el mayor propulsor de crecimiento, riqueza y empleo.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 1, podemos decir que una economía del conocimiento existe alrededor de la idea del cambio tecnológico y el capital humano. El conocimiento es la fuerza propulsora de este cambio tecnológico y puede ser de dos tipos:

Conocimiento tácito, que es el conocimiento no codificado, generado por experiencia y las rutinas, es el llamado *learning-by-doing* de Arrow (1962); la característica principal de este tipo de conocimiento es que se transfiere mediante las redes de colaboración, o el movimiento de personas de una empresa o área a otra. El segundo tipo de conocimiento es el conocimiento codificado, también llamado explícito, o formal, que incluye patentes, libros y artículos de revistas profesionales entre otros.

Desde esta perspectiva, podemos definir entonces a la economía del conocimiento como el estudio de los procesos de creación, apropiación, transformación y difusión de habilidades y destrezas que permiten la solución de problemas económicos. De este concepto se infiere que los elementos fundamentales para que estos procesos se desarrollen son la información y las características intrínsecas de los individuos que permiten recibir, retener, analizar y transmitir la información que manejamos.

Los procesos de la economía del conocimiento son básicamente procesos de aprendizaje que se refieren a la adquisición de información, comprensión, habilidades, destrezas y competencias por medio de formas de educación o entrenamiento formal.¹⁴ De esta forma, la economía del conocimiento y economía de la información estarán estrechamente relacionadas.

¹⁴ De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 1 en lo referente al crecimiento endógeno, los procesos tecnológicos no son un accidente del sistema económico sino el resultado de conductas deliberadas de los individuos y las empresas. Según Pasinetti (1981), podemos definir a la tecnología como la “aplicación de la inteligencia y el conocimiento humano”.

Aunque hasta hoy no existe un consenso ni una definición generalmente aceptada sobre lo que significa la economía del conocimiento, existe un acuerdo general de que una economía basada en el conocimiento es una economía en la cual los procesos de creación, distribución y uso del conocimiento son los motores claves para la creación de riqueza y empleo.

En una economía que esta centrada en el conocimiento y en la información como bases de la producción, hay que diferenciar entre ambos elementos. Como se dijo anteriormente, esta economía tiene una base tecnológica y una base socio-económica que tiene que ver con los individuos.

La base tecnológica se refiere a las tecnologías de información y comunicación, a su composición y a su forma de organización, en realidad el Internet que es una forma de organización de la actividad.

El otro elemento necesario para que se presente la economía del conocimiento está en las personas, resalta la importancia del capital humano en la generación de innovación e ingresos. Dicha participación se presenta principalmente a través del incremento en la productividad, ya que se encarga de facilitar la adopción de tecnologías y procesos productivos más sofisticados y flexibles. La contribución del capital humano al crecimiento se encuentra respaldada por diversas investigaciones que muestran que parte del crecimiento económico de los países es explicado por la productividad total de factores y que un elemento clave para el crecimiento de ésta corresponde a la calidad de la educación¹⁵.

Desde la perspectiva de la nueva economía y las TIC, es evidente que el conocimiento que se genera vía la información no es un ente aislado, está incluido en las personas. Esta dinámica de la nueva economía requiere cada vez más de trabajadores de

¹⁵ Para el caso de México un estudio que muestra la importancia del capital humano para el crecimiento económico es el de Ríos (2006).

alta calificación en la educación pero también innovadores capaces de tener ideas y aplicarlas. Aunado al crecimiento de las tecnologías de la información se esperan cambios positivos en la productividad del trabajo de las industrias y naciones.

Edwards (2002), explica que para aprovechar al máximo las tecnologías de la información, las naciones deben realizar inversiones en áreas complementarias como educación, infraestructura o servicios públicos e I&D.

Al considerar la educación, que se refiere al desarrollo del sistema educativo, la idea es que se trate de una educación capaz de generar individuos con autonomía de pensamiento y con capacidad de autoprogramación y de adquisición de conocimientos el resto de su vida. Esto se logra vinculando la escuela con actividades culturales, con el sector empresarial y con la sociedad en su conjunto, de forma que se tenga un sistema de información interactiva que desarrolle la capacidad educativa en un sentido amplio y no simplemente de adquisición de conocimientos.

En cuanto a la infraestructura y/o servicios públicos se tiene que las externalidades de redes sólo se aprovechan cuando aquellos que usan las TIC se comunican entre si con rapidez y eficiencia, lo cuál requiere inversiones en la infraestructura necesaria para facilitar el proceso. También menciona que en general es importante en la calidad de los servicios públicos y en general en la calidad de vida, ya que se argumenta un efecto bidireccional entre la calidad de vida y la productividad.

Como se dijo anteriormente, existen industrias dedicadas a la producción en la economía del conocimiento e industrias que generan información y la utilizan. El impacto directo del crecimiento del sector productor de TIC es un incremento en la inversión de alta tecnología en el mismo sector y en el sector que las utiliza, así como cambios en las características de la mano de obra (se va haciendo más calificada) y mejoras en la productividad. Lo anterior concuerda con lo expuesto en el capítulo 1 referente a la nueva teoría del crecimiento económico, donde se espera que el desarrollo

de nuevas tecnologías (ideas y conocimiento) en un sector genere derramas positivas en el resto de la economía.

En suma, podemos decir que la información es un producto cuya creación requiere una cantidad importante de insumos físicos o de insumos intangibles, pero cuya reproducción no requiere prácticamente ningún costo, conduce a una economía que es unívocamente diferente a la economía de productos físicos (es decir, productos que contienen en cada unidad una cantidad establecida de materia y energía consumida, que se reflejará inevitablemente en el costo de dichos productos). Los productos de información pueden reproducirse prácticamente sin costo alguno (es decir, un costo marginal de producción de casi cero), lo cual significa que una vez creado, la carencia de este producto puede erradicarse prácticamente sin costo alguno.

Dado que la nueva economía consiste básicamente en una transformación tecnológica y que se trata de tecnologías de propósito general, podemos esperar varios efectos de las TIC en la economía. Primero se dará un aumento de la productividad en el sector productor de TIC; como explica Argandoña (2001) se generará un aumento en la calidad, velocidad, capacidad, etc. del hardware, software y los medios de comunicación, lo que en términos económicos se traduce en una reducción de su costo. Se genera un aumento de la demanda y de la producción de forma que el sector incrementa su importancia en el conjunto de la economía.

El segundo efecto se relaciona con la demanda derivada. Al disminuir los costos de las TIC los demás sectores de la economía que utilizan estas tecnologías van a sustituir capital y mano de obra por computadoras, software y equipos de comunicación, incluso pueden crear nuevos productos o servicios con esas tecnologías. Esta dinámica hará que la productividad de los demás factores crezca, pareciendo lógico pensar que el factor que se transforma primero es la mano de obra por el uso de estas tecnologías. De aquí se esperan cambios en las demandas de los demás factores, principalmente en cuanto a calificación de la mano de obra y a nuevos sistemas de gestión, infraestructura, etc., que modificarán la productividad del capital.

Finalmente, en la medida en que el progreso tecnológico de las TIC se difunda de unos sectores a otros se darán efectos de desbordamiento o *spillovers* que incrementarán la productividad de los factores en sectores no directamente relacionados con las TIC y en general en toda la economía.

Para lograr el segundo efecto (demanda derivada) y utilizar las TIC plenamente desde una visión microeconómica, es importante hacer una combinación de los diferentes niveles en el uso de dichas tecnologías. En términos generales estos niveles se refieren a tres tipos: i) Infraestructura, comprende la red de telecomunicaciones y el Internet; ii) Plataforma, es la parte que se encarga de conectar las redes con el nivel de aplicación computadora personal, teléfono móvil, Internet móvil; iii) Aplicación, se refiere básicamente al comercio electrónico que se puede dar entre empresas proveedoras y entre las empresas y los consumidores, al intercambio electrónico de datos, a la gestión de la cadena de suministro.

Para efectos del presente documento se hará una revisión del crecimiento en el valor de la producción y en la estructura del sector productor de TIC para el periodo 2003-2006; se medirá el crecimiento en la demanda de computadoras (la plataforma del uso de las TIC) en la manufactura mexicana, esto debido a la falta de estadísticas. Se evaluará el comportamiento de la producción en la industria manufacturera y se verificará si existe relación con el crecimiento en la inversión y uso de las TIC.

En el siguiente apartado se realiza un recuento de las investigaciones empíricas relativas al efecto de las TIC sobre la actividad productiva de los países.

2.3 Recuento de la literatura

Desde que Robert Solow en 1987 comentó que las computadoras estaban en todas partes excepto en las estadísticas de productividad han surgido varios intentos por cuantificar estos efectos. Existen documentos que buscan encontrar efectos a nivel agregado o a nivel micro, sobre la productividad total de los factores y sobre la

productividad del trabajo. En general podemos dividir estos estudios en dos grupos: análisis a nivel agregado y análisis a nivel desagregado que se encuentra por firmas y por industrias.

A nivel agregado en general se trata de funciones de producción Cobb-Douglas a las que se les añade un insumo adicional representado por la inversión en TIC. Uno de los documentos más representativos del tema es el de Oliner y Siechel (1994) que concluyen que las TIC no representan contribución significativa al crecimiento. En otro documento que publican en el 2000 reexaminan la contribución al crecimiento que tienen las computadoras e insumos relacionados¹⁶, el estudio lo realizan sobre la misma función de producción neoclásica que habían utilizado antes y concluyen que la contribución de las TIC en la productividad de los Estados Unidos surge en la segunda mitad de los años noventas. Además encuentran que el crecimiento de la productividad en la producción de computadoras aceleró el crecimiento de la productividad en la economía. Oliner y Siechel (1994) estiman que el uso de las tecnologías de la información y la producción de las computadoras aportaron en cerca de dos terceras partes por punto porcentual del crecimiento de la productividad entre la primera y segunda mitad de la década de los noventas.

Asimismo, Nordhaus (2001) en un estudio para Estados Unidos, concluye que los sectores relacionados con la nueva economía contribuyen en el crecimiento de la productividad de la economía en su conjunto. En particular, para el sector empresarial, este efecto es del 1.82% del crecimiento de la productividad del trabajo en el periodo 1996-1998; mientras que el 0.65% se atribuye al efecto de los sectores relacionados con la nueva economía.

Por otro lado, Jorgeson y Stiroh (1999) explican que la rápida difusión de las TIC en Estados Unidos se debe a la considerable reducción del precio de las computadoras y equipo relacionado y que esto ha llevado a una creciente sustitución de

¹⁶ En este caso utilizan como medida de TIC el uso de computadoras, hardware, software y equipo de comunicaciones.

algunas formas de capital y trabajo por las TIC. Para los autores, los retornos crecientes se encuentran en aquellos agentes que invierten en nuevas tecnologías y que reestructuran sus actividades para el mejor aprovechamiento de dichas tecnologías.

Así, concluyen que la difusión de las TIC (computadoras y redes) y la sustitución mencionada ha transformado la economía, sin embargo no encuentran efectos de crecimiento de la economía o de crecimiento de la productividad en algún periodo. Por otro lado, establecen que los retornos de la inversión en equipo TIC ha sido exitosamente internalizado. No obstante, los mismos autores en 2001 alcanzan resultados contrarios a nivel agregado para la inversión en tecnologías de la información en Estados Unidos.

Jorgeson (2001) explica que el desarrollo de las tecnologías de la información ha provocado un shock temporal en el crecimiento de la economía de los Estados Unidos. Explica que el crecimiento de la productividad en sectores TIC ha llevado a una mejora de la productividad del resto de la economía. Como sectores TIC incluye las computadoras, el software, equipo de comunicaciones y los servicios relacionados con estos productos. Se hace el estudio a partir de cómo la reducción en los precios de las computadoras y equipo relacionado ha influido en el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías en los semiconductores.

En consecuencia, estas tecnologías tienen su principal aplicación en la producción de equipo de cómputo y comunicaciones y genera una reducción de costos en la producción de muchos otros bienes. Los resultados muestran que aproximadamente el 35% del crecimiento de EEUU en el periodo 1995-1999 se debe al uso de las computadoras, un 40% debido al software, 30% a los servicios asociados y un 15 % al equipo de comunicaciones, evidenciando la importancia de las TIC en la actividad económica.

Oulton (2001), por otra parte, encuentra que para Inglaterra se ha subestimado la importancia de las TIC desde 1994. Explica que la participación del las TIC en la

producción y en los insumos agregados se incrementó su participación de 1989 a 1998. Desde 1989, el 55% de la profundización del capital se ha formado por TIC y el 90% para 1994. A pesar de esta enorme contribución cuando se evalúa la participación de dichas tecnologías sobre el crecimiento de la producción, se encuentra que los aumentos de la productividad total de los factores y el crecimiento de la productividad del trabajo han sido bajos después de 1994.

Por otro lado, y a nivel desagregado, Lichtenberg (1993) estimó funciones de producción Cobb Douglas y encontró fuerte evidencia de retornos de los equipos y sistemas de información y el empleo. Siegel (1997) estimó una ecuación que relacionaba la productividad total de los factores con la tasa de inversión en I&D y la tasa de inversión en computadoras; encontrando que ambos contribuían al crecimiento de la productividad y además halló evidencia de complementariedades entre las computadoras y la I&D. En contraste, Morrisson (1997) concluye, utilizando datos a nivel industrial, que la participación de las TIC en el crecimiento es pobre.

Gera y Sundera (1998) en un estudio realizado sobre la productividad del trabajo en Canadá y Estados Unidos encontraron que las inversiones en TIC¹⁷ son una fuente importante para el crecimiento de la productividad del trabajo sobre las industrias canadienses. En el caso de EEUU hallan un impacto positivo y significativo, pero el resultado es menos robusto que para Canadá.

Brynholfsson y Hitt (2000) mediante un estudio econométrico a nivel de empresas y estudios de casos, encontraron que los beneficios en inversiones de TIC son intangibles, desproporcionados y muy difíciles de medir; además indican que el vínculo entre TIC y el crecimiento de la productividad emerge realmente a partir de la aparición de estadísticas agregadas y que la evidencia macroeconómica puede ayudar a comprender su influencia.

¹⁷ En este caso incluyen computadoras, comunicaciones en TV y radio y equipo de comunicaciones.

Yoguel *et al.* (2004), presentan un análisis sobre difusión de las TIC en la industria manufacturera argentina y hacen un estudio empírico con una encuesta de empresas industriales manufactureras donde se busca conocer el alcance real del uso y difusión de las TIC y su vinculación con el desempeño general de la empresa, es decir, la capacidad de innovación, organización del trabajo y competitividad. Los autores diseñaron indicadores que consideran el equipamiento e infraestructura informática y de comunicación (hardware), los programas informáticos utilizados (software), y el uso e importancia de las nuevas herramientas de comunicación (en particular Internet, Intranet y el correo electrónico) como factor de vinculación interna y externa, incluso en la actividad de compraventa (comercio electrónico).¹⁸

La principal conclusión del estudio es que la incorporación y la utilización efectiva de las tecnologías de información y comunicación dependen de otras capacidades alcanzadas por las empresas¹⁹, y que el beneficio del uso y difusión de las TIC no puede ser aprovechado al máximo sin el desarrollo de capacidades e inversiones complementarias.

Aparte, en un estudio elaborado por la UNCTAD (2003), se encuentra diferente evidencia que la aplicación de las TIC por parte del sector productivo, propicia un aumento en la productividad total de los factores, así como cambios positivos en la gestión y organización de los procesos de producción. De acuerdo con este informe, existía evidencia que las TIC habrían tenido una importante repercusión en los resultados económicos en países desarrollados, lo que se habría reflejado en un importante aumento en la intensidad de capital y en la productividad de la mano de obra. Para los países en vías de desarrollo, hasta ese momento, no se encuentra evidencia empírica robusta, ya que se carece de estadísticas y encuestas homogéneas y confiables que pudieran utilizarse en la búsqueda de resultados específicos.

¹⁸ En el estudio se analiza el impacto de los servidores y motor de base de datos, del sistema de respaldo, si tienen red interconectada al menos internamente, el software complejo de gestión, el software básico de oficina, si complementa o contrata en informática, si existe capacitación en informática, la existencia de software de planificación y control integrado, hardware y software complejos de producción, si tienen software de diseño y si está integrado en producción, nivel de relevancia de Internet y la relevancia del correo electrónico.

¹⁹ Esto implica que es necesario un cierto umbral de conocimiento previo para acceder a las TIC.

La ausencia de indicadores en serie histórica, comparables a nivel internacional, dificulta valorar las repercusiones actuales y potenciales de las nuevas tecnologías y adoptar políticas adecuadas. A partir de esta situación, varios países en desarrollo iniciaron esfuerzos para recopilar información sobre determinados indicadores.

El documento de la UNCTAD concluye que la evidencia apuntaría a que la utilización de las TIC por parte de las empresas mejora la eficiencia en el uso de los factores de producción (capital y trabajo), al tiempo que, mientras más interconectados estén los clientes y las firmas integrantes de una determinada cadena de valor, mayores serían los beneficios esperados. También las conclusiones de este estudio van de acuerdo con los resultados encontrados en la literatura empírica de otros países, donde se acepta el beneficio de la inversión en TIC en el sentido que tiende a bajar costos de transacción, al tiempo que reduce las ineficiencias resultantes de la falta de coordinación y los tiempos de interacción entre las firmas integrantes de la cadena de valor.

En cuanto al uso de las TIC en países en desarrollo y particularmente en América Latina, se tiene que la CEPAL²⁰, en un documento de proyecto de Ueki *et al.* (2005) analizan el efecto de emplear TIC sobre las PYMES exportadoras. Se trata de una serie de 13 estudios de caso²¹ donde se analiza el impacto del uso de las TIC por las PYMES en los países seleccionados entre ellos México. En el informe para nuestro país se analizan las condiciones actuales respecto a las TIC. En lo que respecta al uso de computadoras personales se encontraron los siguientes resultados a nivel industrial²²:

²⁰ Dicho documento corresponde a la primera parte del libro, “Information Technology for Development of Small and Medium-Sized Exporters in Latin America and East Asia”, proyecto financiado por el Fondo Fiduciario Temático sobre Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación para el Desarrollo, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), establecido por el gobierno de Japón.

²¹ Los estudios corresponden a China, Japón, República de Corea, Singapur, Tailandia y Vietnam; por parte de América Latina se incluye a Argentina, Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, México y Perú.

²² Los resultados presentados en el documento tienen como fuente cifras de INEGI y de encuestas realizadas por Secretaría de Economía para el año 1999 y 2002.

- Según datos de INEGI en 1999 el sector comercial, casi el 30% de las empresas utilizaban computadoras personales.
- El sector de la construcción y la agroindustria estaban bien equipados, más del 80% de las empresas poseían computadoras, mientras que en el sector manufacturero esa proporción superaba el 60%.
- Por sector industrial, el 28% de las empresas encuestadas en los sectores comercial y de restaurantes y hoteles poseían computadoras personales, al igual que el 87% de las empresas de la construcción y el 33% de los fabricantes.
- Este porcentaje llegaba al 100% en los sectores de electricidad, gas y agua, y de seguridad y bienes raíces, mientras que era del 21% en el sector minero, 35% en el área de servicios sociales y personales y 56% en los sectores de transporte, almacenamiento y comunicaciones.
- Secretaría de Economía en un estudio publicado en 2003 muestra que el 69,4% de las PYMES en el sector manufacturero tenía acceso a Internet en el 2002. Esta proporción era del 68.7% en el ramo del comercio y del 82.2% en el sector de servicios.
- Las principales razones por las que se utiliza Internet en los tres sectores mencionados eran: 1) recoger información sobre el sector, 2) presentar sus empresas y productos, 3) La compra de insumos o productos tanto en el sector comercial como en el de servicios.
- Se encontró que alrededor del 36.6% de las PYMES del sector manufacturero, el 31.2% en el sector comercial y el 21.1% en el sector de servicios poseían sus propios sitios web.
- Por último, el 36.4% de las PYMES del sector manufacturero habían comercializado sus productos en Internet y realizado ventas en línea, que representaban el 7.7% de las ventas. Estos porcentajes fueron del 36.1% y el 10.6% en el caso de las PYMES del sector comercial y del 36.1% y el 14.7% entre las PYMES del ramo de servicios respectivamente.

En lo que respecta al uso de las TIC por las PYMES en ese mismo año, la Secretaría de Economía indica que el 28% de las microempresas tenían computadoras

personales y el 23% de sus empleados tenían acceso a ellas; se encontró que los porcentajes se incrementaban a medida que aumentaba el tamaño de las empresas. En la microempresa el 65% tenían computadoras y en la pequeña empresa 92%. En las empresas medianas y grandes, cuyos índices de penetración de computadoras personales son del 100%, el 75% y el 88% de los empleados tienen acceso a ellas.

Los resultados del mencionado estudio muestran como el uso de las TIC se ha difundido a nivel de las empresas en nuestro país, principalmente en el sector manufacturero donde 64.9% de las empresas de ese sector tienen acceso a Internet y por lo tanto la inversión en equipo de computo y adicionales es mayor en este sector.

En general, podemos decir que, excepto para Nordhaus (2001), la mayoría de los estudios recientes muestran una correlación positiva entre alguna variable proxy de la inversión en TIC y alguna variable proxy de desempeño económico en algún nivel de agregación. Se ha encontrado que este efecto positivo se presenta principalmente para los sectores productores de TIC; sin embargo aun no se puede decir que el efecto sea masivo para las industrias que las utilizan.

En el apartado que sigue se presentan algunos indicadores de las tecnologías de la información y comunicaciones empleados para aproximar el efecto que tienen en la producción.

2.4 Indicadores de las economías basadas en el conocimiento y las TIC

Como se ha explicado en este capítulo, la definición de economías basadas en el conocimiento depende de la definición que se haga de las TIC; en los diferentes documentos que buscan evaluar el impacto de las TIC en el desempeño de la economía existen dificultades en la medición o utilización de medidas cardinales de estas tecnologías.

Jorgenson y Stiroh (2000) en una comparación entre 1990-1995 y 1995-1998, definen las tecnologías de la información e incluyen computadoras, software y equipo

de comunicaciones; Oliner y Sichel (2000) en un estudio que abarca dos periodos (1991-1995 y 1996-1999) incluyen computadoras y semi-conductores integrados a las computadoras.

Nordhaus (2001) define la nueva economía como maquinaria, equipo eléctrico, teléfonos y telégrafo, y software; está incluyendo tres grandes industrias: Industria de maquinaria y equipo, equipo electrónico y otros equipos eléctricos, teléfono y telégrafo y software.

Aunque no existe un consenso de cuál es el mejor indicador, dentro de las economías basadas en el conocimiento se reconocen ciertos indicadores proxy para las tecnologías de la información, que se agrupan generalmente en cuatro categorías principales:

1. Creación de conocimiento; donde se incluye gasto en I&D como porcentaje del PIB, numero de investigadores, investigadores per cápita y patentes per cápita.
2. Adquisición/transferencia de conocimiento; por ejemplo, el porcentaje de las importaciones con contenido tecnológico, número de empresas con conocimiento especializado multinacionales o regionales establecidas en el país, número de empresas en el sector de servicios intensivos en TIC y conocimiento.
3. Difusión del conocimiento; correspondiente a gasto en TIC, costo de acceso a Internet como porcentaje del PIB per cápita, porcentaje de fuerza laboral con educación secundaria.
4. Aplicación del conocimiento; donde se utiliza el porcentaje de fuerza laboral con educación universitaria y posgrados, porcentaje de trabajadores intensivos en conocimiento en la fuerza laboral, rango de conducta empresarial según el *World Competitiveness Yearbook* que se refiere a la capacidad de la economía de crear nuevos

modelos empresariales que promueven la creación, adquisición, difusión y aplicación de nuevas ideas y proyectos.

Una manera específica para medir la producción de TIC, es la que propone el Departamento de Comercio de los Estados Unidos (*U.S. Department of Commerce*) que considera dentro de este sector TIC los siguientes grupos relativos:

- Productores de equipo información y comunicaciones: como computadoras, máquinas de oficina, semiconductores, instrumentos de medida, equipo de audio video, equipo de telefonía y telégrafo, equipo de radio y TV, productores de software
- Productores de servicios de información y comunicaciones: comunicaciones telefónicas y telegráficas, radio y televisión, servicios de TV por cable y otros.

En un ámbito más general, la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) incluye en la definición del sector TIC las siguientes clases:

- Industria Manufacturera: Maquinaria de oficina, contabilización e informática. Hilo y cable aislante, válvulas electrónicas y tubos y otros componentes eléctricos, transmisores de radio y televisión y aparatos para línea telefónica y telegráfica, receptores de radio y televisión, aparatos de reproducción de sonido o video y otros bienes asociados, instrumentos y dispositivos para la medición, chequeo, análisis, navegación y otros fines, excepto equipos de proceso industrial, equipos de control del proceso industrial.
- Servicios: Ventas de maquinaria, equipamiento y consumibles, telecomunicaciones, alquiler de máquinas de oficina y equipamiento, incluido ordenadores, Servicios de cálculo y actividades relacionadas,

En todo caso, es importante ser conscientes de las dificultades de definir el contenido exacto de ese mundo en continua transformación al que se ha denominado, genéricamente, nueva economía y tecnologías de la información y comunicaciones.

2.5 Las TIC en México

En este apartado se busca determinar, de acuerdo con la definición de nueva economía y TIC, cuáles son para el caso mexicano las clases industriales que debemos considerar para el estudio de las TIC y sus efectos sobre el valor agregado.

El sector que cae en la idea de economía de la información es el de “Información en Medios Masivos” donde se incluyen las actividades que transforman la información en una mercancía que es producida y distribuida, así como a las actividades que proporcionan los medios para distribuirla o difundirla.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) dentro del sector de “Información en Medios Masivos” se incluyen treinta y nueve clases de producto (véase cuadro A del anexo). Del cuadro podemos decir que la telefonía tradicional y la telefonía celular representan el 69.2% del total de la producción del sector de acuerdo con los datos del censo industrial 2004.

Es importante mencionar que no todas las industrias contenidas en el sector información en medios masivos se pueden considerar TIC. Como se mencionó, las TIC incluyen tanto bienes tangibles como intangibles, por lo que para efectos del presente documento se utilizarán como TIC dieciséis clases de producto, ocho clases de la industria manufacturera más ocho incluidas en información de medios masivos que están directamente relacionadas con el equipo de cómputo y el equipo de comunicaciones, considerándose los productos que aparecen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Las TIC en México

Clase	Descripción de la clase manufacturera
334110	Fabricación de computadoras y equipo periférico
334210	Fabricación de aparatos telefónicos
334220	Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio, televisión y cable
334290	Fabricación de otros equipos de comunicación
334310	Fabricación de equipo de audio y de video
334410	Fabricación de componentes electrónicos
334519	Fabricación de otros instrumentos de navegación, medición, médicos y de control
334610	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos
511210	Edición de software
513319	Telégrafos y otras telecomunicaciones alámbricas
513321	Telefonía celular
513329	Otras telecomunicaciones inalámbricas, excepto los servicios de satélites
513330	Reventa de servicios de telecomunicaciones
513340	Servicios de satélites
514210	Procesamiento electrónico de información
517111	Telefonía Tradicional

Fuente: Elaboración propia con datos del SCIAN 2002 de INEGI.

Aún cuando todos estos productos y servicios forman parte de las TIC en nuestro país, las estadísticas del uso a nivel industrial son limitadas. En particular, no se cuenta con estadísticas de compra o uso de todos los productos o servicios contenidos en el cuadro 1. En el siguiente capítulo se realiza un análisis del uso de estas tecnologías en la manufactura con la información disponible. El análisis se hace primero, a nivel de subsector de actividad y dependiendo del grado de utilización de estas tecnologías en las actividades y procesos y segundo con la inversión en equipo de cómputo a nivel de clase de producto. Se analiza la inversión en TIC utilizando como variable proxy la compra de equipo de cómputo y periféricos.

CAPITULO 3

LAS TIC Y LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN MEXICO

Los capítulos anteriores sirvieron para identificar el tratamiento teórico que se ha dado al impacto de las TIC en la producción así como para plantear la problemática de medir el efecto de las TIC en la economía y señala los indicadores utilizados para evaluar dicha relación.

Existen estadísticas que nos ayudan a conocer el tamaño de este sector en una economía, así como indicadores del uso para diferentes sectores. En el caso de nuestro país, las estadísticas disponibles para la producción se encuentran a nivel de clase de producto, las estadísticas del uso por las diferentes clases de la industria manufacturera se aproximan por medio de la variable inversión. Adicionalmente se cuenta con indicadores del número de establecimientos que las utilizan a nivel subsector.

De esta forma, en el presente capítulo se describen las estadísticas que nos permiten conocer el tamaño del sector TIC en México así como su evolución. Además se presenta un análisis del uso de éstas tecnologías en el sector manufacturero.

3.1 El sector TIC en México

Según la OCDE (2002) las TIC son aquellos dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios.

De acuerdo con Haag *et al.* (2004) las tecnologías de la información se componen de cualquier herramienta basada en computadoras que la gente utiliza para trabajar con información, apoyar a la información y procesar las necesidades de información de una organización. Bajo esta definición incluyen dentro de las TIC a las

computadoras personales, Internet, teléfonos móviles, asistentes personas digitales y todo aquel dispositivo similar.

A partir de éstas definiciones podemos decir que las computadoras son las protagonistas en las TIC ya que de ellas depende la utilización de los demás productos o servicios incluidos en este sector. Por esta razón es importante conocer la evolución del valor de la producción de las máquinas para procesamiento informático, computadoras y periféricos en el periodo 2003-2006; de esta manera podemos conocer el tamaño del mercado de estos productos y, en consecuencia, tener una variable proxy del crecimiento en el uso de las TIC.

Cuadro 2. Valor de la producción de equipo TIC, 1997-2008 en miles de pesos de 2003

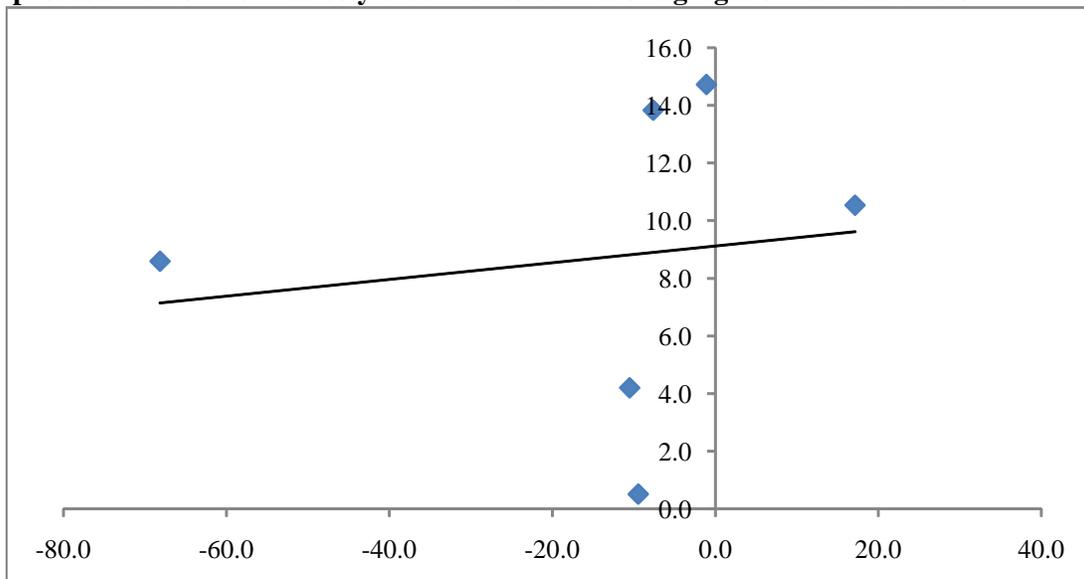
Año	Máquinas de procesamiento informático	Computadoras y periféricos
1997	36,032,082	19,004,201
1998	45,441,014	20,690,636
1999	48,433,158	23,002,059
2000	55,742,887	24,839,107
2001	50,478,938	20,864,032
2002	45,177,505	16,310,724
2003	44,690,337	12,121,618
2004	41,289,612	11,643,671
2005	13,152,927	8,366,772
2006	15,410,230	9,777,225

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI de Ciencia y Tecnología y de la EIA

Como puede observarse, en el periodo 1998-2000 se incrementó el valor de la producción de máquinas de procesamiento informático y de las computadoras y periféricos; a partir del 2001 se presenta una tendencia decreciente en ambas industrias que parece mejorar el 2006.

Se obtuvieron las tasas de crecimiento del valor de la producción de ambas industrias TIC y se compararon con la tasa de crecimiento del valor agregado manufacturero para encontrar cómo es la relación entre dichas variables. Los resultados se presentan en las siguientes gráficas.

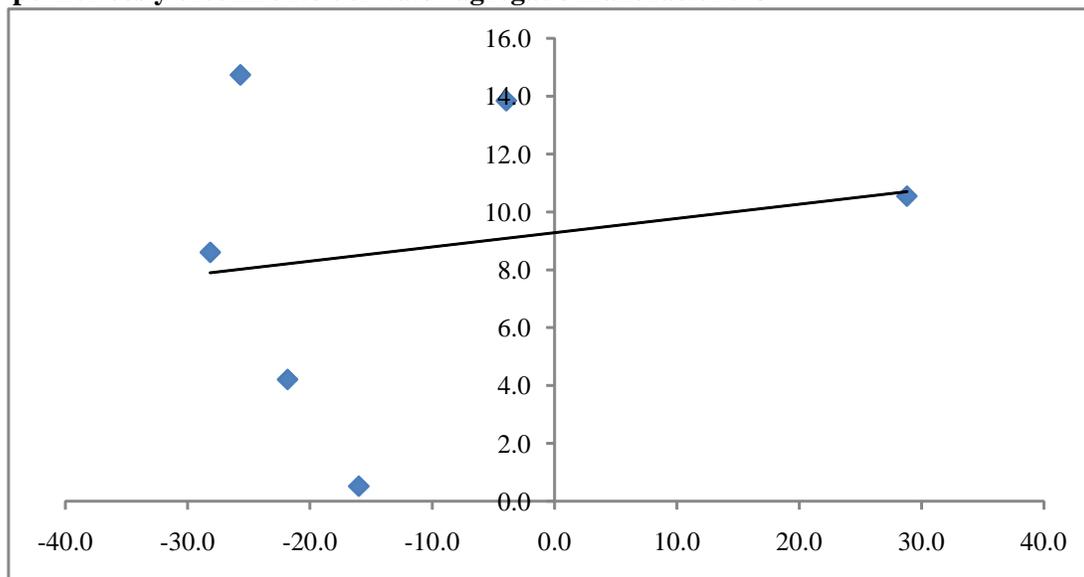
Gráfica 1. Relación crecimiento del valor agregado de máquinas de procesamiento informático y crecimiento del valor agregado manufacturero



Nota: El eje horizontal mide la tasa de crecimiento del valor de las máquinas de procesamiento informático y el eje vertical la tasa de crecimiento del valor agregado manufacturero

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIA de INEGI

Gráfica 2. Relación crecimiento del valor agregado de computadoras y periféricos y crecimiento del valor agregado manufacturero



Nota: El eje horizontal mide la tasa de crecimiento del valor de las máquinas de procesamiento informático y el eje vertical la tasa de crecimiento del valor agregado manufacturero

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIA de INEGI

De acuerdo con las dispersiones, se infiere que el crecimiento del valor agregado manufacturero presenta una relación positiva con el crecimiento de la producción de máquinas de procesamiento informático y de computadoras y periféricos (gráficas 1 y 2). Este resultado nos da un primer acercamiento en cuanto al análisis del efecto de la TIC en la industria manufacturera, sin embargo el enfoque que se busca es el del uso y no el de la producción.

En este sentido, en el siguiente apartado se presenta un análisis del uso de las TIC en la industria manufacturera por subsector de actividad y por clase de producto.

3.2 El uso de las TIC en las manufacturas mexicanas

Dado que actualmente sólo se dispone del Censo Industrial 2004, en el presente apartado se hace un análisis del uso de las TIC en las manufacturas mexicanas a nivel subsector de actividad económica para el inicio de periodo de estudio.

Asimismo, y de acuerdo con los resultados presentados en el capítulo 2 donde se concluyó que las TIC tienen efectos en la economía principalmente en dos rubros, en la gestión o en los procesos productivos, el siguiente cuadro muestra el grado de utilización de las TIC (incluyendo computadoras e internet) en diferentes actividades

El uso de las TIC en la industria manufacturera mexicana se divide en cuatro actividades que en general se clasifican en la utilización para la gestión o en el uso en los procesos técnicos; estas actividades se subdividen de acuerdo con la forma en que se van integrando estas tecnologías a las diferentes actividades y que depende de la complejidad en su uso.

Cuadro 3. Establecimientos manufactureros que usan TIC, por subsector de actividad económica 2003

Subsector	Total de establecimientos	Usa computadoras en procesos administrativos	Usa internet en relaciones con clientes y proveedores	Usa computadoras en procesos técnicos o de diseño	Desarrolla programas o paquetes informáticos para mejorar sus procesos
Industria alimentaria	116,303	5,032	3,050	2,214	1,941
Industria de las bebidas y del tabaco	7,005	1,511	916	758	641
Fabricación de insumos textiles	4,127	657	464	373	268
Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir	13,353	674	538	599	257
Fabricación de prendas de vestir	22,429	3,317	2,357	2,099	1,256
Fabricación de productos de cuero, piel	7,491	1,612	967	721	580
Industria de la madera	17,729	903	585	468	289
Industria del papel	2,654	851	698	572	362
Impresión e industrias conexas	14,521	5,792	5,121	7,686	2,451
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	280	258	220	172	114
Industria química	3,073	2,062	1,739	1,327	986
Industria del plástico y del hule	4,361	2,569	2,002	1,477	981
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	25,037	1,856	1,385	1,022	729
Industrias metálicas básicas	1,250	557	463	350	242
Fabricación de productos metálicos	49,650	4,927	3,453	2,963	1,642
Fabricación de maquinaria y equipo	2,467	1,367	1,157	1,015	594
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición	791	683	634	567	384
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos	918	679	582	508	346
Fabricación de equipo de transporte	1,978	1,204	1,029	931	632
Fabricación de muebles y productos relacionados	21,569	2,183	1,516	1,329	763
Otras industrias manufactureras	11,732	1,882	1,522	1,410	727
Total	328,718	40,576	30,398	28,561	16,185

Fuente: Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI.

La pertenencia a cierto grupo de utilización no es excluyente del uso en otra actividad, incluso son acumulativas, es decir, cabe esperar que aquellos subsectores que utilizan TIC para desarrollar programas informáticos también las están utilizando en el proceso técnico y seguramente lo hacen en procesos administrativos y con clientes y proveedores. Sin embargo, el razonamiento contrario no aplica ya que aquellos subsectores que usan TIC en la gestión no necesariamente las utilizan en los procesos técnicos.

Una de las razones de lo anterior es la diferencia en los requerimientos tecnológicos de cada industria. Se puede esperar que aquellas industrias que corresponden a subsectores difusores de tecnologías o de innovación de productos hacia todos los demás sectores y hacia actividades productoras de maquinaria, equipos e instrumentos de medida y control que se utilizan en otras industrias, requieran utilizar las TIC para desarrollar programas o mejoras en los procesos técnicos. Por otro lado, las

industrias más tradicionales no requieren desarrollar éstas tecnologías, precisamente porque las demandan del otro grupo.²³

Otra razón para esta situación es que para que las empresas utilicen a las TIC en los procesos técnicos requieren de mayor inversión en bienes de capital, infraestructura y capital humano. En general las altas inversiones en estos rubros son limitadas por la estructura financiera y tecnológica de las industrias más tradicionales. Sin embargo, las excepciones se pueden relacionar con la estructura de mercado de cada sector o nuevamente con los vínculos entre las diferentes industrias, como es el caso de la alimentaria y su estrecha relación con la industria química. Para profundizar en este estudio, en lo que sigue se analiza el uso de estas tecnologías en cada actividad.

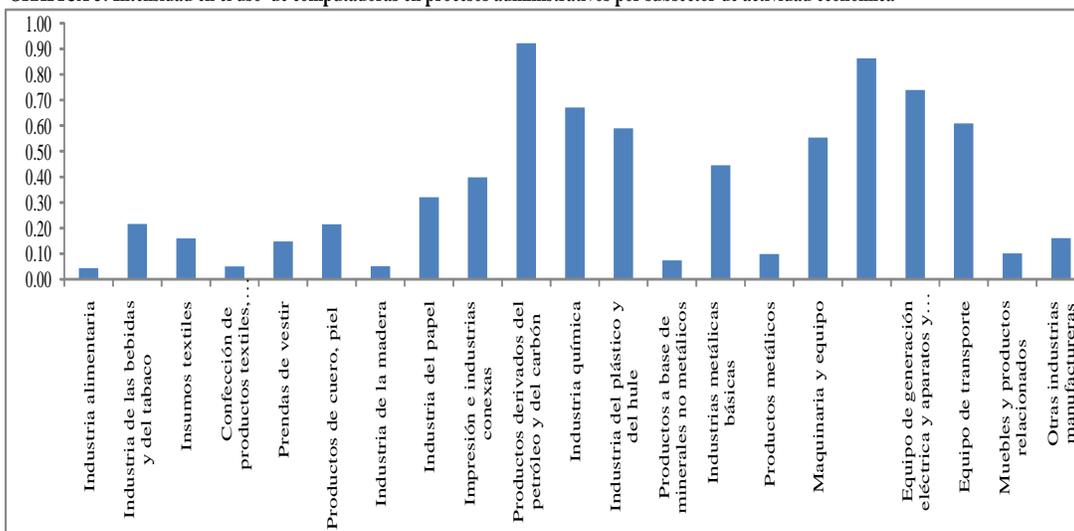
3.2.1 Uso de las computadoras en procesos administrativos

Para conocer el nivel de utilización en las diferentes actividades relacionadas con las TIC en las manufacturas mexicanas se realizaron dos gráficas por actividad. En una se presenta el porcentaje de establecimientos que utilizan las TIC en determinada actividad respecto al total de establecimientos de cada subsector. En la segunda gráfica se muestra la participación de cada sector en el uso total manufacturero de cada tipo.

A continuación se presentan las gráficas correspondientes al uso de computadoras en procesos administrativos que abarcan principalmente actividades como planeación, organización, dirección y control de resultados dentro de un establecimiento.

²³ La clasificación de Pavitt expuesta en el capítulo 1 explica claramente la interacción que se da en los grupos de industrias de alta intensidad tecnológica y los de baja intensidad.

GRAFICA 3: Intensidad en el uso de computadoras en procesos administrativos por subsector de actividad económica



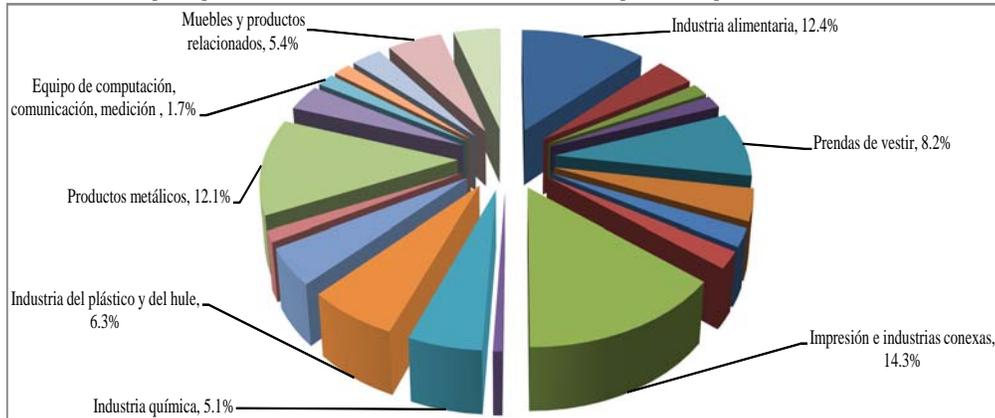
Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

Con base en los cálculos elaborados a partir del cuadro 3, el promedio de utilización de computadoras en procesos administrativos en la manufactura en el 2003 era de 35%. Considerando que ésta actividad es la de más fácil adecuación a las funciones de los diferentes subsectores, el promedio parece pobre considerando el impulso y difusión que se dio a partir del 2001 al uso de éstas tecnologías por las PYMES.

Las industrias más intensivas en este tipo de uso son la fabricación de productos derivados del petróleo, la industria química, la industria del plástico y el hule, la industria metálica básica, la fabricación de maquinaria y equipo, el equipo de computación, comunicación y medición, el equipo de generación de electricidad y equipos y aparatos eléctricos y la fabricación de equipo de transporte. El subsector líder en uso de TIC para procesos administrativos es la producción de petróleo, seguido por el equipo de computación y comunicación con un nivel de utilización de 92 y 86% del total de establecimientos respectivamente. En el caso de la impresión e industrias conexas está apenas dos puntos por debajo del promedio, el resto se encuentran a más de diez puntos porcentuales del promedio.

Si comparamos el nivel de utilización entre las diferentes industrias manufactureras, se obtienen los siguientes resultados:

GRAFICA 4: Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso de computadoras en procesos administrativos



Nota: Las industrias que no se muestran en la gráfica presentan una participación inferior al 5%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI.

En este caso, la actividad de impresión e industrias conexas es la que tiene mayor participación en procesos administrativos dentro de la manufactura. Lo anterior se debe básicamente a la naturaleza propia de la actividad, donde se requiere del manejo de la información que será editada e impresa.

La industria química y la del plástico y hule tienen una participación importante en la utilización de procesos administrativos dentro del total manufacturero y al mismo tiempo se encuentran entre las que utilizan más intensivamente las TIC en estos procesos.

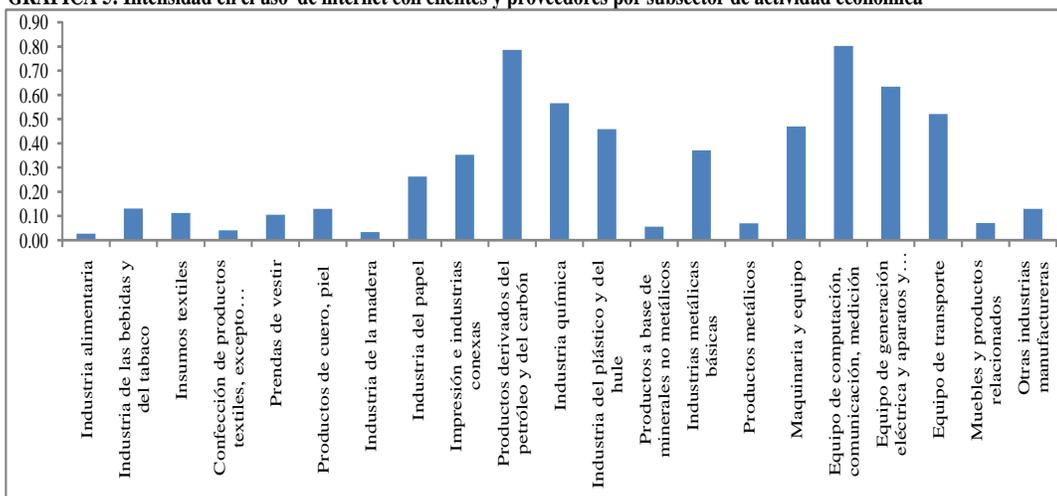
Hay que resaltar el caso de los productos derivados del petróleo y la fabricación de equipo de cómputo y comunicación donde a pesar de presentar un alto nivel de utilización de TIC en procesos administrativos, al compararlos con el nivel de utilización de otros subsectores resultan estar muy por debajo de lo que se pudiera esperar dada la naturaleza de su actividad. Esto se debe principalmente a la estructura de mercado o la concentración de éstas actividades en pocos establecimientos.

3.2.2 Uso de Internet con clientes y proveedores

Dentro de las actividades que se incluyen en el uso de internet para establecer relaciones con clientes y proveedores se encuentra recoger información sobre el sector, presentar mediante páginas web o correo electrónico a las empresas y productos, búsqueda de contactos y compra de insumos o productos tanto en el sector comercial como en el de servicios.

La gráfica siguiente presenta el nivel de utilización en cada subsector manufacturero en el 2003.

GRAFICA 5: Intensidad en el uso de internet con clientes y proveedores por subsector de actividad económica



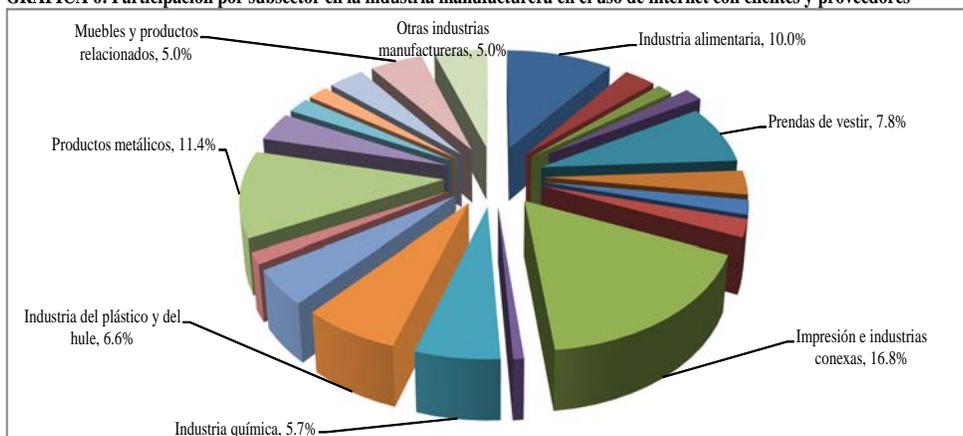
Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

En este caso, el promedio manufacturero de utilización de Internet para relacionarse con clientes y proveedores en el 2003 es de 29%. En este sentido, se encuentra en el grupo de los subsectores con mayor intensidad en el uso, a los mismos que utilizan intensivamente las TIC en procesos administrativos, lo cual confirma la hipótesis que los procesos de gestión en los que se utilizan las TIC se van acumulando.

En este caso el subsector líder es el de fabricación de computadoras y periféricos con un 80% de uso, seguido por el de productos derivados del petróleo que presenta un 79% de uso.

Los sectores con mayor uso de Internet para contactar clientes y proveedores respecto al total de establecimientos de la manufactura que lo utilizan se presenta en la siguiente gráfica.

GRAFICA 6: Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso de internet con clientes y proveedores



Nota: Las industrias que no se muestran en la gráfica presentan una participación inferior al 5%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

Nuevamente se tiene a la industria de la impresión, la industria alimentaria, la de productos metálicos y la fabricación de prendas de vestir como las más representativas en este tipo de uso dentro de la manufactura.

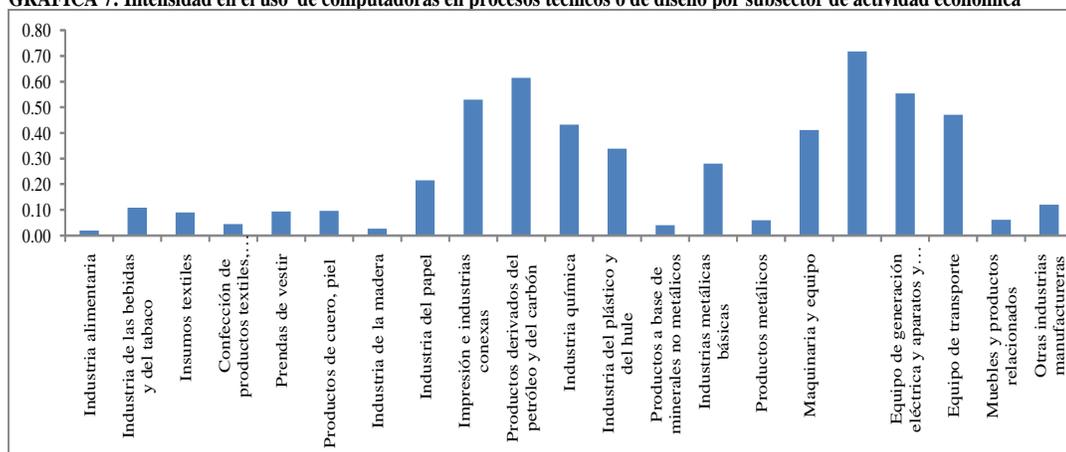
Hasta este momento podemos decir que las actividades analizadas están sumamente relacionadas, los procesos administrativos permiten a las industrias establecer mejores relaciones con clientes y proveedores.

3.2.3 Uso de computadoras en procesos técnicos o de diseño

La primera actividad relacionada con el uso de TIC en procesos comprende la utilización de computadoras en los procesos productivos así como el diseño de procesos de producción y redes logísticas en las funciones correspondientes al establecimiento. Incluye procesos de información que vinculan a todas las funciones del negocio. Tiene un estrecho vínculo con la función innovación, porque permite sentar las bases para que

esta ocurra. Las gráficas siguientes muestran los sectores con mayor nivel de utilización de este tipo.

GRAFICA 7: Intensidad en el uso de computadoras en procesos técnicos o de diseño por subsector de actividad económica



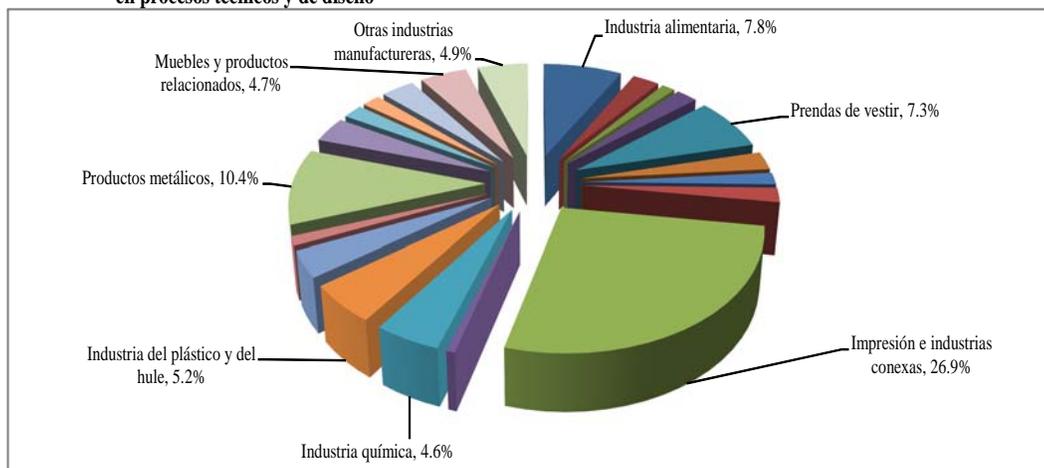
Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

En cuanto al promedio de utilización de computadoras en procesos técnicos y diseño en la manufactura al inicio del periodo de estudio, se tiene que la cuarta parte de los establecimientos manufactureros que se censaron en el 2003 realizaban esta actividad.

Las industrias más intensivas en este tipo de uso son la impresión, la fabricación de productos derivados del petróleo, la industria química, la industria del plástico y el hule, la industria metálica básica, la fabricación de maquinaria y equipo, el equipo de computación, comunicación y medición, el equipo de generación de electricidad y equipos y aparatos eléctricos y la fabricación de equipo de transporte. La impresión e industrias conexas ocupa el tercer lugar en este tipo de uso, consolidándose como uno de los sectores que mayor aprovechamiento hacen de las TIC.

Si comparamos este nivel de utilización entre las diferentes industrias manufactureras, se obtienen los siguientes resultados:

GRAFICA 8: Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso de computadoras en procesos técnicos y de diseño



Nota: Las industrias que no se muestran en la gráfica presentan una participación inferior al 5%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

En la utilización de TIC en procesos técnicos se encuentra prácticamente los mismos subsectores líderes. En este caso cabe destacar la presencia de la industria textil. A pesar que a nivel subsector el grado de utilización es bajo, apenas 0.09%, aquellas pocas empresas que han integrado a las TIC han hecho un uso intensivo de éstas.

En los dos casos de usos anteriores se encuentran aprovechamientos en la distribución y comercialización donde podemos decir que las TIC se aplicaron para lograr eficiencia interna, flexibilidad y control de calidad a través de la automatización. En la mejora de eficiencia interna se incluye el uso de Internet para la comunicación entre clientes y proveedores.

De acuerdo con un estudio presentado en el 2008 por el Centro de Estudios de Competitividad del ITAM la aplicación de estas tecnologías se extendió a la administración y control de los procesos productivos. Las TIC han ofrecido diversas aplicaciones a los sistemas de producción y soluciones para el comercio electrónico, tanto para la industria textil como para la industria del vestido.

El documento explica que en lo que respecta a la aplicación directa de TIC en la producción de textiles se ha desarrollado una transformación de los telares y maquinarias en equipos programables y computarizados que han incrementado el diseño, la eficiencia, productividad y calidad de los tejidos fabricados. Las innovaciones tecnológicas en este tipo de maquinaria radican en la programación, control y operación computarizada del proceso de la prenda, desde el diseño del tejido hasta el acabado final. En el diseño de productos dichas tecnologías se orientan al diseño de textiles y prendas de vestir por medio del diseño asistido por computadora.

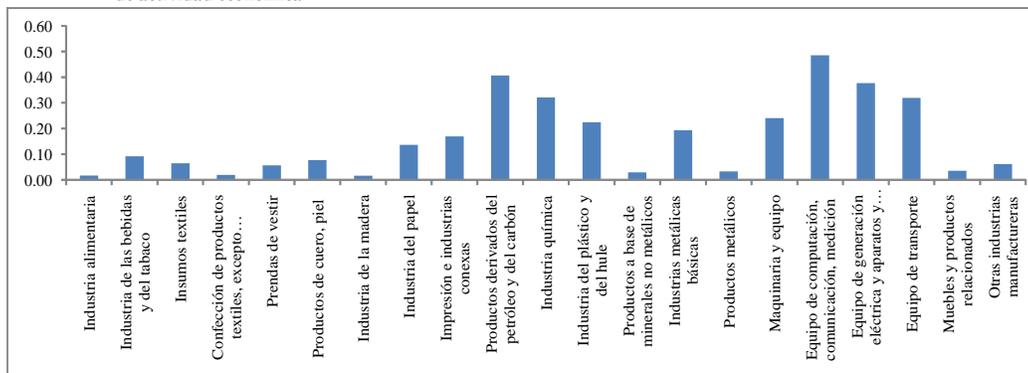
3.2.4 Desarrollo de programas o paquetes informáticos para mejorar procesos

Una vez que las empresas han integrado al proceso de gestión las TIC y han utilizado estas tecnologías en los procesos técnicos y de diseño, se llega a la fase de innovación; donde las empresas son capaces de crear.

Dado que en esta etapa ya conocen la forma en que las TIC facilitan sus procesos, están en posibilidad de desarrollar programas o paquetes informáticos para aplicarlos en su actividad y más aún para sus necesidades específicas.

En este caso, el patrón del nivel de diseño se encuentra básicamente en los mismos subsectores que lideran las otras tres actividades (Gráfica 9).

GRAFICA 9: Intensidad en el desarrollo de programas o paquetes informáticos para mejorar procesos por subsector de actividad económica



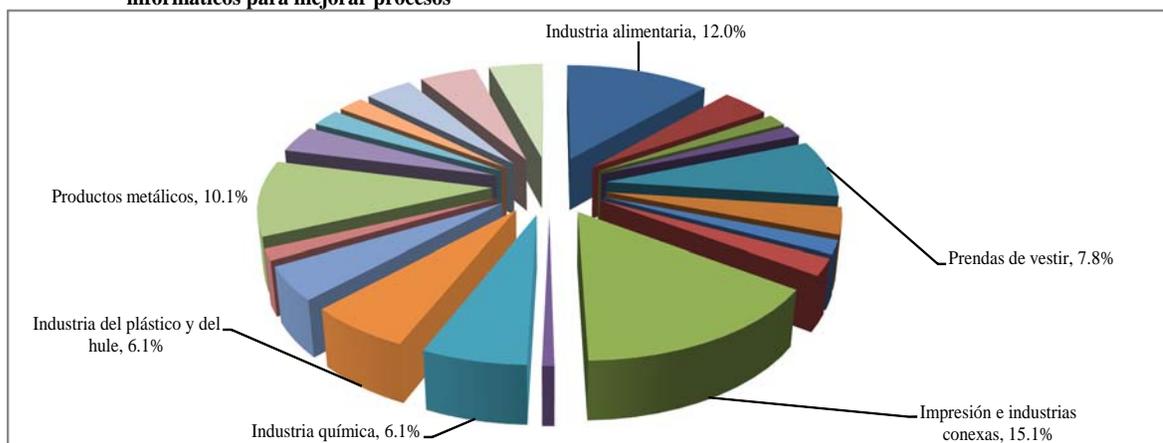
Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

Se aprecia que el promedio manufacturero de desarrollo de programas informáticos es del 16% para el 2003. El subsector de fabricación de computadoras y equipo de comunicaciones es el que mayor porcentaje de creación de software presenta con un 49% del total de los establecimientos, el siguiente subsector es el de productos derivados del petróleo y carbón con un 42%.

Solo el sector de equipo de cómputo y comunicaciones, la industria química y la fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos son sectores difusores de tecnología que pueden generar externalidades positivas al resto de las manufacturas. En el caso del desarrollo de programas en la fabricación de derivados del petróleo y el equipo de transporte, los programas y actividades son tan específicos y especializados que difícilmente se pueden utilizar en otros subsectores o industrias.

En la siguiente gráfica se presenta la participación que en el 2003 tenía cada subsector en el desarrollo de software dentro de la manufactura.

GRAFICA 10: Participación por subsector en la industria manufacturera en el desarrollo de programas o paquetes informáticos para mejorar procesos



Nota: Las industrias que no se muestran en la gráfica presentan una participación inferior al 5%.

Fuente: Elaboración propia con datos del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004. INEGI

Dada la relación del subsector de la impresión con la información es el más representativo en diseño de programas en la manufactura. El sector de prendas de vestir muestra cómo ha desarrollado programas dirigidos a crear pruebas virtuales para que el consumidor se pruebe virtualmente una prenda determinada.

Por otro lado, es clara la relación entre la industria química con la del plástico y hule y con las dedicadas a la elaboración, conservación y envasado de productos alimentarios; cabe esperar que los diseños y programas que surgen en la industria química sirvan de base para éstas industrias.

De esta forma podemos concluir que existen pocos subsectores que están haciendo uso “profundo” de las TIC; parece que el mismo desarrollo del sector de equipo de cómputo y la industria química son los que traerán efectos positivos al resto de las manufacturas. En el siguiente apartado se hace un análisis del uso de las TIC con las estadísticas disponibles a nivel de clase de actividad económica para los años 2003 al 2006.

3.3 Relación entre el valor agregado manufacturero y compra de TIC por clase de actividad económica 2003-2006

En este apartado se realiza una exploración de los datos respecto al impacto de las TIC en la producción manufacturera. Al respecto, las estadísticas de uso de TIC a nivel de clase de producto son limitadas en México, sin embargo, se cuenta con la variable “Compras de Equipo de Cómputo” variable que, de acuerdo con la metodología de la EIA 2003-2006 del INEGI, se define como el valor de la compra de equipo de cómputo y sus periféricos por parte de la unidad económica que no están integrados a la maquinaria y equipo para la producción, tales como computadoras, redes de comunicación, impresoras y digitalizadores, entre otros y excluye el software.

Si recordamos que se definieron como TIC algunas clases de la industria manufacturera más las incluidas en información de medios masivos que están directamente relacionadas con el equipo de cómputo y el equipo de comunicaciones, se observa que en última instancia la variable equipo de cómputo y periféricos (COMP) es una variable proxy del uso de las TIC en la manufactura.

Asimismo, para medir la producción se utilizará la variable valor agregado bruto (VAB), que es el valor que resulta de restar a la producción bruta total el valor de los insumos, lo que refleja el valor que se añade a los insumos durante el proceso productivo hasta convertirse en productos terminados; se refiere a riqueza generada “bruta” porque a este valor no se le ha deducido la asignación efectuada por depreciación de activos fijos.

El objetivo del presente apartado es identificar la relación que existe entre el nivel de producción y los niveles de utilización de las TIC en la industria manufacturera. El siguiente cuadro muestra el valor agregado bruto y las compras de equipo de cómputo de la manufactura para los años de estudio.

Cuadro 4. Compras de equipo de cómputo de la industria manufacturera y por grupos de intensidad tecnológica

	Total manufactura COMP/VAB	Alta tecnología COMP/VAB	Baja tecnología COMP/VAB
2003	0.00166	0.15353	0.09897
2004	0.00152	0.19361	0.06473
2005	0.00168	0.00279	0.00174
2006	0.00154	0.00337	0.00153

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIA 2003-2006

De acuerdo con datos de la EIA, el VAB creció 13.35 % en el periodo, mientras que la compra de equipo de cómputo y periféricos lo hizo 14.72%. Por otro lado, tenemos que la proporción equipo de cómputo por unidad de VAB se mantiene prácticamente constante durante el periodo al analizarlo para el total de la manufactura. Esto es, por cada peso de VAB generado en los sectores de alta tecnología, se compraron .16 pesos de equipo de cómputo.

Cuando se observa la proporción de compras respecto al valor agregado, diferenciando entre grupos de intensidad tecnológica, ocurre que el sector de alta tecnología tuvo la mayor inversión en TIC durante el 2004 y para los años siguientes se presentó un nivel inferior de inversión pero superior al total de la manufactura. Para el sector de baja tecnología se observa que el año de mayor inversión fue 2003 y fue cayendo desde entonces. Para ambos casos se pueden observar dos bloques 2003-2004

con mayor inversión y 2005-2006 con niveles bajos de inversión. Sin embargo, siempre es el sector de alta tecnología quien más invierte en éstas tecnologías.

Por cada peso de VAB en las manufacturas de alta tecnología compró en promedio 0.0883 pesos de equipo de computo, mientras que el sector de baja utiliza 0.1669 pesos; de esta manera, podemos decir que contrario a lo esperado, hay uso intensivo de las TIC en los sectores de baja tecnología en comparación con los de alta tecnología.

Cabe señalar que si el uso de las TIC se encuentra concentrado en pocas industrias, será más difícil que estas tecnologías generen crecimiento sostenido en la economía; mientras que si el uso es diversificado hay mayores posibilidades de crecimiento.

Al analizar las compras por año, se identificaron las 25 industrias que más invierten en TIC en cada uno de los periodos y se encontró que hay 12 industrias que mantienen relativamente elevados niveles de inversión a lo largo del periodo, estas incluyen a las presentadas en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Clases de producto con mayor compra de equipo de computo en el periodo 2003-2006

Clase	Descripción de la clase
335991	Fabricación de productos eléctricos de carbón y grafito
334610	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos
311613	Preparación de embutidos y otras conservas de carne de ganado y aves
336370	Fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices
323119	Impresión de formas continuas y otros impresos
333299	Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras
312141	Elaboración de ron y otras bebidas destiladas de caña
332211	Fabricación de herramientas de mano metálicas sin motor
327420	Fabricación de yeso y productos de yeso
333220	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del hule y del plástico
313230	Fabricación de telas no tejidas
311612	Corte y empacado de carne de ganado y aves

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIA 2003-2006

Si comparamos las doce industrias que más invierten en TIC durante el periodo, con los resultados derivados del Cuadro 3, se encuentra lo siguiente:

- 1) Las industrias con mayor uso de TIC en la gestión y en los procesos productivos a nivel subsector de la industria manufacturera son: la industria alimentaria, la industria química, la fabricación de productos derivados del petróleo, la industria del plástico y el hule, industria de prendas de vestir, la industria de la impresión y conexas, la industria metálica básica, la fabricación de maquinaria y equipo, el equipo de computación, comunicación y medición, el equipo de generación de electricidad y equipos y aparatos eléctricos y la fabricación de equipo de transporte.
- 2) A nivel de clase de producto, encontramos que dentro del subsector alimentario que utiliza más TIC, la producción de embutidos y conservas y el corte y empacado de carne son quienes más invierten en TIC. Estas clases de producto corresponden a las industrias de baja tecnología (IBT).
- 3) El subsector que más utiliza las TIC respecto al total de industria manufacturera y lo hace en procesos simples y complejos es el de impresión e industrias conexas; en particular la clase de producto que más invierte en computadoras es la fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos, actividad identificada en el grupo de industrias de alta tecnología (IAT).
- 4) En el subsector de maquinaria y equipo es precisamente la producción de maquinaria y equipo para la industria del hule y plástico la que más invierte en TIC. Este grupo de industrias corresponde a las IAT. En el cuadro 3 se encuentra que la industria que adquiere estas máquinas está haciendo uso intensivo de TIC, seguramente para adaptar ésta nueva maquinaria a sus procesos. Sin embargo la fabricación de productos de hule y plástico es del grupo de IBT.
- 5) En cuanto al subsector transporte que utiliza intensivamente TIC, la actividad que más invierte es la de fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices. Estas actividades son intensivas en escala y consideradas en el grupo de IBT.

De esta forma, podemos decir que hay ciertas industrias manufactureras que pudieran tener un mayor impacto por el uso de las TIC; cabe esperar que la inclusión de

equipo de cómputo a la producción por parte de dichas industrias genere VAB a lo largo de tiempo. Con el análisis realizado hasta el momento pueden señalarse dos cosas. Primero, que sí existe un efecto de las TIC sobre la producción y, segundo, parece que el grupo de IBT es quién más las está aprovechando.

En el capítulo siguiente se realizará un análisis econométrico para verificar si existe algún impacto en la producción manufacturera y si es diferenciado para cada grupo de industrias.

CAPITULO 4

PRODUCCIÓN Y TIC: UN ANÁLISIS ECONOMETRICO

En este capítulo se presentan dos tipos de análisis econométricos, uno de corte transversal y uno de panel. El objetivo de estos análisis es estimar la incidencia de la inversión en TIC en la producción manufacturera mexicana.

En el primer apartado se plantea un modelo para evaluar la participación de las compras de equipo de cómputo, como proxy de las TIC, en el VAB de la manufactura. Se consideran adicionalmente las variables compra de maquinaria y equipo para la producción²⁴ y las horas trabajadas²⁵, porque junto con el equipo de cómputo son factores de producción complementarios; el uso conjunto de éstos y el equipo de cómputo generan incrementos de valor agregado.

En el siguiente apartado se presentan los resultados de las estimaciones para los cuatro cortes transversales correspondientes al periodo de estudio. En los apartados finales del capítulo se presenta un análisis de datos de panel para corroborar si los resultados obtenidos en el corte transversal se mantienen a lo largo del tiempo en la muestra seleccionada.

4.1 La función de producción manufacturera

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 1 la producción parte de lo que denominamos una función de producción, concepto que establece la relación entre insumos y producto e indica el máximo producto alcanzado bajo ciertas combinaciones de los insumos.

²⁴ Las compras de maquinaria y equipo de producción se refieren al incremento por compras en el valor de la maquinaria y equipo mecánico, eléctrico, computarizado o de otro tipo, vinculado directamente con sus procesos de producción y tareas auxiliares.

²⁵ Las horas trabajadas son el total de horas realmente trabajadas por los obreros y empleados, comprende el número de horas normales y extraordinarias efectivamente trabajadas por los obreros y empleados remunerados, de planta y eventuales, considerando los subcontratados o suministrados por otra razón social, durante el periodo de referencia.

Existe una tecnología que permite transformar factores en producción; para esto se asume que dichos insumos son variables y diferenciables. Con el fin de cuantificar el impacto sobre la producción en la inversión en bienes TIC, en esta sección se plantea una función de producción manufacturera de tipo translog.

En lo que sigue, se supone que el producto de cada clase de producto (VAB) puede expresarse como la suma de la productividad total de los factores, a la que denominaremos α , y del input total de factores (X) que viene dado a su vez por una función translogarítmica con rendimientos constantes a escala y tres argumentos: capital TIC (c), otro capital no TIC (m) y trabajo (p). Usando minúsculas para denotar que se trabaja en logaritmos, la función de producción manufacturera adopta la forma siguiente:

$$y = \alpha + X \quad (1)$$

Donde:

$$X = f(m, p, c) = \beta_1 m + \beta_2 p + \beta_3 c + \frac{\beta_{11}}{2} m^2 + \frac{\beta_{22}}{2} p^2 + \frac{\beta_{33}}{2} c^2 + \beta_{12} mp + \beta_{13} mc + \beta_{23} pc \quad (2)$$

Además:

y =logaritmo natural del valor agregado bruto de cada clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos constantes.

m =logaritmo natural de la compra de maquinaria y equipo para la producción por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos constantes.

p =logaritmo natural de la las horas trabajadas por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de horas.

c =logaritmo natural de la compra de equipo de computo por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos constantes.

Diferenciando (1) con respecto a m , p y c , obtenemos la elasticidad de la producción respecto a cada uno de los factores:

$$\varepsilon_m = \frac{\partial y}{\partial m} = \beta_1 + \beta_{11}m + \beta_{12}p + \beta_{13}c \quad (3)$$

$$\varepsilon_p = \frac{\partial y}{\partial p} = \beta_2 + \beta_{22}p + \beta_{12}m + \beta_{23}c \quad (4)$$

$$\varepsilon_c = \frac{\partial y}{\partial c} = \beta_3 + \beta_{33}c + \beta_{13}m + \beta_{23}p \quad (5)$$

Bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala, las elasticidades de los factores de producción han de sumar la unidad, lo que implica:

$$\varepsilon_m + \varepsilon_p + \varepsilon_c = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) + (\beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{13})m + (\beta_{22} + \beta_{12} + \beta_{23})p + (\beta_{33} + \beta_{13} + \beta_{23})c = 1 \quad (6)$$

Para que esta expresión sea cierta para todo m , p y c debe cumplirse que:

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1 \quad \beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{13} = 0 \quad \beta_{22} + \beta_{12} + \beta_{23} = 0 \quad \beta_{33} + \beta_{13} + \beta_{23} = 0$$

O alternativamente que ocurra:

$$\beta_2 = 1 - \beta_1 - \beta_3 \quad \beta_{11} = -(\beta_{12} + \beta_{13}) \quad \beta_{22} = -(\beta_{12} + \beta_{23}) \quad \beta_{33} = -(\beta_{13} + \beta_{23}) \quad (7)$$

Utilizando la expresión (7), $f(m,p,c)$ adopta la siguiente forma:

$$f(m, p, c) = \beta_1 m + (1 - \beta_1 - \beta_3) p + \beta_3 c - \frac{(\beta_{12} + \beta_{13})}{2} m^2 - \frac{(\beta_{12} + \beta_{23})}{2} p^2 - \frac{(\beta_{13} + \beta_{23})}{2} c^2 \\ \beta_{12} mp + \beta_{13} mc + \beta_{23} pc$$

o

$$= \beta_1 m + p - \beta_1 p - \beta_3 p + \beta_3 c - \frac{\beta_{12}}{2} m^2 - \frac{\beta_{13}}{2} m^2 - \frac{\beta_{12}}{2} p^2 - \frac{\beta_{23}}{2} p^2 - \frac{\beta_{13}}{2} c^2 - \frac{\beta_{23}}{2} c^2 \\ + \beta_{12} mp + \beta_{13} mc + \beta_{23} pc$$

Reordenando:

$$= p + \beta_1(m - p) + \beta_3(c - p) - \frac{\beta_{12}}{2}(m^2 + p^2 - 2mp) - \frac{\beta_{13}}{2}(m^2 - c^2 - 2mc) - \frac{\beta_{23}}{2}(p^2 - c^2 - 2pc)$$

Y factorizando:

$$f(m, p, c) = p + \beta_1(m - p) + \beta_3(c - p) - \frac{\beta_{12}}{2}(m - p)^2 - \frac{\beta_{13}}{2}(m - c)^2 - \frac{\beta_{23}}{2}(p - c)^2$$

Ahora las elasticidades se convierten en:

$$\varepsilon_m = \frac{\partial y}{\partial m} = \beta_1 - \beta_{12}(m - p) + \beta_{13}(m - c)$$

$$\varepsilon_p = \frac{\partial y}{\partial p} = \beta_2 + \beta_{12}(m - p) + \beta_{23}(c - p)$$

$$\varepsilon_c = \frac{\partial y}{\partial c} = \beta_3 + \beta_{13}(m - c) + \beta_{23}(c - p)$$

Como se puede constatar, la función de producción translog incluye términos cuadráticos e interacciones entre los factores. El caso de una función Cobb-Douglas es el caso particular donde los términos cruzados $\beta_{kk}=0$

La forma tradicional de una función de producción es la Cobb-Douglas que con tres factores productivos se define como:

$$Y = A \cdot X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3}$$

O en términos logarítmicos:

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3$$

y presenta las siguientes elasticidades:

$$\frac{\delta \ln Y}{\delta \ln X_1} = \beta_1 \quad \frac{\delta \ln Y}{\delta \ln X_2} = \beta_2 \quad \frac{\delta \ln Y}{\delta \ln X_3} = \beta_3$$

Además, A o $\ln \alpha$ es el factor de productividad total que representa el nivel tecnológico. En este documento se hará la comparación de resultados para los dos casos, una función Cobb-Douglas y la translog. En el siguiente apartado se presentan los resultados de las estimaciones de ambos casos.

4.2 Análisis de corte transversal 2003-2006

En esta sección, se lleva a cabo un análisis de corte transversal tomando información del conjunto de clases de producto de la industria manufacturera en un punto determinado en el tiempo y examinando las variaciones en la información a través de las industrias.

En este caso, se estimó una función de producción de translog y una de tipo Cobb-Douglas para los cuatro puntos en el tiempo 2003, 2004, 2005 y 2006; las unidades de observación corresponden a 174 clases de producto incluidas en la EIA.²⁶

²⁶ La EIA incluye 231 industrias manufactureras, sin embargo, para efectos de la estimación se utilizaron datos en logaritmos, lo que generó pérdida de unidades de observación.

Para contrastar los resultados de las estimaciones Cobb-Douglas con el caso de la función translog se realizaron estimaciones para ambos grupos de intensidad tecnológica y para cada año de estudio a nivel agregado. No se encontró significancia estadística para ninguno de los factores cruzados de la función translog. De esta forma se considera que la forma funcional Cobb-Douglas se ajusta mejor a la manufactura mexicana.

Los resultados del modelo Cobb-Douglas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Resultados de estimaciones para cortes transversales de la EIA Manufactura 2003-2006

	Elasticidades Cobb-Douglas			
	2003	2004	2005	2006
C	5.2116 (14.31)	5.2971 (13.71)	5.2533 (14.01)	5.4132 (13.46)
LMAQ	0.2967 (6.93)	0.3568 (8.71)	0.3472 (7.78)	0.3448 (5.26)
LPOTHH	0.4348 (6.52)	0.4141 (5.5)	0.3151 (4.69)	0.3345 (4.6)
LCOMP	0.215 (4.38)	0.1478 (3.51)	0.2494 (5.04)	0.2620 (4.46)
R²	0.8226	0.8158	0.8158	0.8251
N = 174				

*Todas las variables son significativas al 95% de confianza.

Fuente: Elaboración propia con cifras de EIA de INEGI

Los resultados esperados fueron los obtenidos; en todos los años hay una relación positiva entre el VAB y el gasto en equipo de cómputo; el gasto en maquinaria y equipo para la producción y las horas trabajadas también presentan relación positiva. En cuanto al valor de los parámetros, del 2003 al 2006 se mantuvo una estructura donde el trabajo y la maquinaria aportaron más a la producción que las TIC.

Al analizar las aportaciones porcentuales de cada factor a la producción de 2003 al 2006 se tiene que la aportación porcentual de la maquinaria se incremento en 16%, la aportación de las horas hombre trabajadas disminuyó aproximadamente un 23%, mientras que el aporte porcentual de las TIC aumentó 22% aún cuando se presenta una fuerte caída de 31% de 2003 a 2004.

Cuando se considera todo el periodo, el gasto porcentual de las industrias manufactureras en horas hombre aportó en promedio un cambio porcentual de 0.37 en el VAB durante el periodo, mientras que el gasto en computadoras aporta 0.21.

Por otro lado, como una forma de verificación de si el contenido tecnológico de la manufactura es diferenciado y si el impacto del uso de las TIC es mayor en aquellas industrias de mayor contenido tecnológico que en las de bajo contenido, se realizaron estimaciones por grupos de industrias dependiendo del grado tecnológico. Los cuadros 7 y 8 presentan los resultados de los análisis de corte transversal para cada grupo en los años de estudio.

Cuadro 7. Resultados de estimaciones para clases de alta tecnología, 2003-2006

	Coeficientes			
	2003	2004	2005	2006
C	4.0104 (5.07)	4.0926 (4.71)	4.7225 (5.17)	4.5469 (5.66)
MAQ	0.1831 (3.07)	0.1512 (5.59)	0.1497 (3.28)	0.1528 (2.57)
POTHH	0.8948 (4.72)	0.8582 (3.93)	0.7945 (3.13)	0.8122 (4.75)
COMP	0.1416 (1.81)	0.091 (1.70)	0.1065 (0.90)	0.1319 (1.91)
R²	0.8103	0.8652	0.8061	0.8213
N =	25			

*Todas las variables son significativas al 95% de confianza.

Fuente: Elaboración propia con cifras de EIA de INEGI

Haciendo el análisis de acuerdo al contenido tecnológico, encontramos que el equipo de cómputo no es significativo para los sectores de alta tecnología en ninguno de

los años de estudio a pesar de que en comparación con el otro grupo, gastan más por unidad de valor agregado.

En este grupo son las horas trabajadas las que más aportan a la producción. Esto puede explicarse debido a los criterios utilizados por Pavitt para clasificar las industrias. Se considera a este grupo el principal difusor de tecnología en la industria manufacturera, presentan un alto gasto en I&D y alta capacidad de ingeniería; naturalmente esto le da un gran peso al contenido de las horas trabajadas que son de trabajo altamente calificado.

Cuadro 8. Resultados de estimaciones para clases de baja tecnología, 2003-2006

	Coeficientes			
	2003	2004	2005	2006
C	5.6361 (11.88)	5.954 (11.73)	4.2499 (10.52)	5.7416 (11.31)
MAQ	0.5211 (11.07)	0.5251 (11.03)	0.401 (4.25)	0.4665 (5.56)
POTHH	0.2365 (2.99)	0.2506 (3.05)	0.4038 (4.54)	0.3887 (5.11)
COMP	0.0763 (1.24)	0.1328 (2.31)	0.3669 (2.8)	0.3578 (2.9)
R²	0.7874	0.7683	0.7342	0.7157
N =	149			

*Todas las variables son significativas al 95% de confianza.

Fuente: Elaboración propia con cifras de EIA de INEGI

Por otro lado, para los sectores de baja tecnología en el 2003 las compras de TIC no era significativas al 95% de confianza; sin embargo, en los años siguientes tomó significancia y aumentó su aportación al VAB. En el 2004 por cada incremento de 1% en la compra de equipo de cómputo se tiene un incremento en el VAB de 0.13%, situación que se ve drásticamente incrementada para el 2006 donde se da un incremento sobre el valor agregado de 0.35%.

En este grupo la maquinaria perdió 7 puntos de participación de 2003 al 2006 y las horas trabajadas incrementaron su aportación, esta situación puede deberse a la complementariedad del equipo de cómputo con las horas trabajadas. Adicionalmente,

parece que el sector de baja tecnología, aunque invierte en menor proporción, está aprovechando el equipo de cómputo como herramienta que incrementa su eficiencia. Estas computadoras deben ser utilizadas en procesos que facilitan la gestión y administración de las industrias lo que se ve reflejado en la participación sobre el valor agregado.

Por otro lado, para dar validez a las estimaciones se realizaron pruebas para las hipótesis estructurales. Se obtuvieron matrices de correlación y la correlación entre los tres factores en algunos casos excede el 0.8 lo cual indica asociación lineal. Otra prueba es calcular la raíz cuadrada del coeficiente de determinación del modelo (R^2) estimado por MCO, que al ser mayor al coeficiente de correlación entre los regresores confirma la no existencia de multicolinealidad. Adicionalmente se realizaron regresiones auxiliares entre las variables explicativas y no existen síntomas de multicolinealidad en ninguno de los modelos alternativos.

Asimismo, se prueba que los componentes del vector de errores tengan igual varianza, esto es que se cumpla el supuesto de homoscedasticidad. Este problema es común al trabajar con modelos de corte transversal cuando las observaciones muestran un comportamiento muy heterogéneo. La otra posibilidad es un error en la especificación del modelo como la omisión de alguna variable relevante. Para el caso de posible heteroscedasticidad se realizó una inspección gráfica de los residuos y se aplicó el test de White, en los tres casos se acepta la hipótesis de homoscedasticidad.

De esta forma se puede concluir que las TIC medidas como compra de equipo de cómputo tienen un efecto positivo sobre la manufactura en su conjunto de 0.21% por cada unidad porcentual gastada. Sin embargo, contrario a lo esperado, la producción del sector de alta tecnología no es explicada por la compra de estas tecnologías, ésta se explica por las horas de trabajo calificado incluidas en sus procesos. El sector de baja tecnología presenta efectos positivos por la compra de TIC del 2004 al 2006, y su aportación al final del periodo es de 0.35% por cada incremento de 1%.

Es importante mencionar que una de las limitaciones de estos estudios es que cualquier estimación de corte transversal ya sea por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o mínimos cuadrados generalizados (MCG), solo se considera válida si el componente individual puede ser considerado como no correlacionado con las variables explicativas. Este problema se resuelve con un análisis de datos de panel o datos longitudinales que se realiza en el siguiente apartado.

4.3. Análisis de datos de panel: Una introducción

En el apartado anterior se realizó un análisis de corte transversal para verificar la incidencia de las TIC en la producción manufacturera en México en los cuatro años de estudio. Se encontró que dicho factor contribuye positivamente al crecimiento de la producción en aproximadamente 0.2%. Sin embargo, ya que se cuenta con observaciones correspondientes a cuatro años y 174 industrias, también se realizó un análisis de datos de panel puesto que ese tipo de datos posibilita una mejor calidad de los estudios e inferencias.

Un conjunto de datos de panel o datos longitudinales, combinan observaciones de corte transversal y de series de tiempo, contienen observaciones de múltiples unidades individuales (en nuestro caso clases de actividad), en el que cada unidad se observa en dos ó más momentos del tiempo.

A diferencia de lo que ocurre con datos de corte transversal, los datos de panel permiten controlar la heterogeneidad de los individuos, esta heterogeneidad puede ser responsable de sesgos significativos en los análisis, como es ampliamente reconocido en la literatura. Este tipo de modelos permiten evitar problemas de agregación y facilitan el estudio de las dinámicas individuales siempre que se utilicen datos de corte transversal para más de dos años. En este caso dicha técnica nos ayudará a conocer la forma en que evolucionaron tecnológicamente las industrias manufactureras en el periodo 2003-2006, así como los coeficientes individuales de la inversión en TIC para cada industria manufacturera.

Hay que considerar que la aplicación de esta metodología permite analizar dos aspectos que forman parte de la heterogeneidad no observable: i) los efectos individuales específicos que son los que afectan de manera desigual a cada una de las industrias contenidas en la muestra y que son invariables en el tiempo, por ejemplo acceso a la tecnología en las industrias ii) los efectos temporales son los que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio pero que no varían en el tiempo, por ejemplo alguna política o shock macroeconómico.

De esta manera, la especificación general de un modelo de datos de panel es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta X_{it} + U_{it}$$

Donde:

i : unidad de estudio, en este caso industrias,

N : número de unidades individuales, de forma que $i = 1, \dots, N$,

t : período de tiempo,

T : número de períodos de tiempo de forma que $t = 1, \dots, T$,

α_{it} : es un vector de interceptos de N parámetros,

β : es un vector de K parámetros, es decir, un parámetro por cada variable explicativa,

X_{it} : es la i -ésima observación al momento t para las K variables explicativas,

U_{it} : es el término de error y puede descomponerse de la siguiente manera:

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Donde:

μ_i : representa los efectos no observables que difieren entre las unidades de estudio pero no en el tiempo.

δ_t : representa los efectos no observables que varían en el tiempo pero no entre las unidades de estudio.

ε_{it} : se refiere al término de error puramente aleatorio.

En el caso de nuestro modelo asumiremos que $\delta_t=0$, suponemos un modelo de regresión de un solo factor. Este supuesto es viable ya que el periodo de tiempo del que se dispone es muy corto, por lo que podemos esperar que los efectos aleatorios que no varían entre las unidades de estudio pero si en el tiempo sean nulos.

El objetivo de este ejercicio consiste en estimar una función de producción para la industria manufacturera mexicana, que incluye no sólo los factores básicos (trabajo y capital), sino también la utilización de TIC medidas como gasto en equipo de cómputo y periféricos. Para estimar dicha función de producción se utilizará información sobre 174 clases de producto para el período comprendido entre 2003 y 2006.

4.3.1 Planteamiento y metodología

Como se explicó en el apartado anterior se supondrá que $\delta_t=0$, de manera que, pueden presentarse tres posibles modelos dependiendo del comportamiento de las μ_i :

A) Modelo combinado de intercepto común y pendientes comunes. Es el caso donde se considera $\mu_i=0$, es decir, que no existe heterogeneidad no observable entre los individuos o firmas. Este modelo provee pendientes comunes y un intercepto que también está restringido a no cambiar a lo largo de la serie de tiempo o a lo largo de las unidades del corte transversal. Dado lo anterior, los U_{it} satisfacen todos los supuestos del modelo lineal general, por lo cual el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios produce los mejores estimadores lineales e insesgados.

B) Modelo de efectos fijos. La segunda posibilidad consiste en suponer a μ_i un efecto fijo y distinto para cada categoría del corte transversal. El modelo considera que existe un término constante diferente para cada individuo y supone que los efectos

individuales son independientes entre sí. Con este modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto; el modelo de efectos fijos resuelve esta ambigüedad utilizando variables *dummies*. En este caso, la heterogeneidad no observable se incorpora a la constante del modelo.

c) Modelo de efectos aleatorios. Que corresponde a tratar a μ_i como una variable aleatoria no observable que varía entre individuos pero no en el tiempo. Este modelo considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Una práctica común en el análisis de regresión es asumir que el gran número de factores que afecta el valor de la variable dependiente pero que no han sido incluidas explícitamente como variables independientes del modelo, pueden resumirse apropiadamente en la perturbación aleatoria. Así, con este modelo se considera que tanto el impacto de las variables explicativas como las características propias de cada unidad de análisis son diferentes.

De esta forma, podemos ver que existen diferentes de cuestiones que cabe plantearse para elegir un método de estimación, ya que implica mantener determinados supuestos. Cuando se plantea la cuestión de cuál es la especificación más adecuada a nuestra situación de estudio con datos de panel, se deben utilizar los contrastes de hipótesis adecuados para así rechazar determinados supuestos y dar un mayor soporte al estudio que se está realizando.

En este sentido y para el caso de un solo factor, se utiliza un test de significancia conjunta de las variables ficticias que nos ayuda identificar si el modelo más conveniente presenta diferencias entre las unidades de análisis (verificar si se trata de un modelo de componentes de error). Para verificar si los componentes varían aleatoriamente se usa el test LM o de Multiplicadores de Lagrange y finalmente para verificar si el modelo es de efectos fijos o variables de utiliza el test de Hausman.

4.3.2 Especificación

Una vez explicada brevemente la teoría de los datos de panel, se define la especificación básica a utilizar en nuestro análisis para después aplicar las pruebas de especificación. De este modo, la función a estimar está dada por:

$$VAB_{it} = \alpha_i + \beta_{it} MAQ + \theta_{it} POTHH + \gamma_{it} COMP + U_{it}$$

Donde:

VAB: logaritmo natural del valor agregado bruto de cada clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos,

MAQ: logaritmo natural de la compra de maquinaria y equipo para la producción por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos,

POTHH: logaritmo natural de las horas trabajadas por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos,

COMP: logaritmo natural de la compra de equipo de cómputo por clase de producto de la industria manufacturera, en miles de pesos.

Los parámetros a estimar son:

α_i : vector de interceptos, uno por cada clase de producto incluida en la muestra (*i*-ésima clase),

β_{it} : elasticidad del VAB ante cambios en la compra de maquinaria, en la clase de producto *i* en el tiempo *t*,

θ_{it} : elasticidad del VAB ante cambios en el uso de horas hombre trabajadas,

γ_{it} : elasticidad del VAB ante cambios en las compras de equipo de cómputo.

Como se mencionó, es necesario establecer pruebas de especificación para determinar cuál de estos parámetros a estimar son consistentes con la muestra empleada. La metodología a seguir para determinar cuál es el modelo que mejor explica el comportamiento de las industrias manufactureras respecto a las compras de TIC en el

periodo 2003-2006 es la comúnmente utilizada en el análisis de datos de panel y será la siguiente:

1) Comparar el modelo MCO con el modelo de efectos fijos a través de un contraste F de significación de las variables ficticias, para así determinar si el modelo es candidato a ser de efectos fijos.

2) Comparar el modelo MCO con el modelo de efectos aleatorios a través del contraste de multiplicadores de Lagrange propuesto por Breusch y Pagan; de esta manera determinamos si el modelo es candidato a ser de efectos variables.

3) En caso de rechazar en ambos puntos anteriores el modelo MCO, comparar el modelo de efectos fijos frente al de efectos aleatorios a partir del test de especificación de Hausman.

4) Una vez especificado el modelo de datos de panel adecuado, interpretar los resultados. En particular se busca responder si, ¿resulta significativa la variable TIC?, ¿qué implica esto para el VAB de la industria manufacturera?

4.3.2.1 Pruebas de especificación

El enfoque más simple para analizar datos tipo panel es omitir no solo el tiempo como lo hemos supuesto, sino también omitir dimensión espacio de los datos agrupados y sólo calcular la regresión MCO usual, este modelo supone que el intercepto de la regresión es la misma para todas las unidades transversales.

El modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios admiten que cada unidad transversal tenga un intercepto diferente, así, permiten modelar el carácter “individual” de cada industria. El objetivo de este apartado es determinar cuál es el modelo que mejor se adecua a las características de las series en la EIA para analizar la participación de las TIC en la industria manufacturera.

Para realizar las pruebas de especificación, se corrieron tanto el modelo agrupado (MCO) como el modelo de un solo factor que supone efectos fijos y el que supone efectos aleatorios, los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Análisis de datos de panel para la industria manufacturera 2003-2006

	Modelo Agrupado	Modelo Efectos Fijos	Modelo Efectos Aleatorios
C	3.5396 (10.32)	19.7053 (28.18)	3.6207 (21.31)
MAQ	-0.239 (-6.00)	-0.9113 (-36.71)	-0.2568 (-13.22)
POTHH	1.2619 (38.9)	0.3356 (7.84)	1.2585 (79.43)
COMP	0.1333 (2.21)	0.1044 (2.17)	0.1531 (5.19)
R²	0.7295	0.9507	0.7203
N	174		
T	4		

Fuente: Elaboración propia con cifras de EIA de INEGI.

Se encontró que en todos los casos los parámetros estimados son estadísticamente significativos al 95% de confianza, la significancia conjunta se acepta al 95% y no se encuentran violaciones a los supuestos básicos.

La variable compra de maquinaria, aunque es significativa presenta signo negativo, lo que implica que la compra de maquinaria ya no aporta a la producción en el tiempo (probablemente debido a la depreciación). De acuerdo con los resultados encontrados en el análisis de corte transversal sólo aporta estáticamente a la producción entre las industrias.

Para seleccionar el modelo que se ajusta mejor a la muestra seleccionada, se presentan en el siguiente apartado las pruebas de especificación que se realizaron para conocer si el efecto de las TIC es variado entre las industrias o no.

4.3.2.2 Modelo restringido Vs modelos no restringidos

La industria manufacturera es muy variada y presenta principalmente fuertes diferencias tecnológicas; para verificar si estas diferencias son estadísticamente significativas para el análisis, se realizó una prueba de hipótesis conjunta sobre los coeficientes de las variables *dummies* incluidas para el caso de efectos no observables fijos.

De acuerdo con Greene (1999), la prueba de variación de parámetros se realiza a partir del estadístico F para pruebas de significancia conjunta dado por,

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{\frac{R_u^2 - R_p^2}{N-1}}{\frac{1-R_u^2}{NT-N-K}}$$

Donde:

R_u^2 : coeficiente de determinación del modelo no restringido, se refiere al modelo que supone efectos fijos,

R_p^2 : coeficiente de determinación del modelo restringido o agrupado, se refiere al modelo MCO que supone omitir tiempo y espacio,

N : número de unidades del corte transversal, que en este caso corresponden a las 174 clases de actividad económica incluidas en la EIA,

T : número de cortes en el tiempo, que corresponde a 4 por los años 2003, 2004, 2005 y 2006,

K : número de parámetros poblacionales a ser estimados, en este caso son cuatro.

El estadístico calculado para la muestra de la EIA es:

$$F(173,518) = 14.06$$

Si este valor calculado es mayor al valor de tablas, entonces los coeficientes de las variables binarias son estadísticamente significativos en su conjunto y, por ende, implicaría que los interceptos varían entre las unidades del corte transversal. El valor de tablas para el contraste al 95% de confianza es 1.17 y al 99% es 1.25 por lo que según la prueba propuesta por Greene se puede decir que el modelo es candidato a ser de efectos fijos.

La prueba anterior nos están indicando si debemos sospechar que el modelo más adecuado es el de efectos fijos; es decir, por un modelo que atribuye a un factor determinístico las variaciones en los coeficientes estimados. Sin embargo, no se puede descartar la idea que los coeficientes varíen por un elemento puramente estocástico, de ahí que sea necesario contrastar el modelo MCO con el de efectos aleatorios.

El estadístico de prueba para verificar si un modelo es de variaciones aleatorias es el propuesto por Breusch y Pagan (1980), la prueba está basada en los residuales de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios mediante el siguiente estadístico:

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T e_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2$$

Que en términos vectoriales es:

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{T^2 \bar{e}'\bar{e}}{e'e} - 1 \right]^2$$

Donde:

N : número de unidades del corte transversal, clases de la industria manufacturera,

T : número de cortes en el tiempo 2003, 2004, 2005 y 2006,

$e'e$: suma de los errores al cuadrado del modelo restringido,

$\bar{e}'\bar{e}$: suma de las medias transversales de los errores al cuadrado del modelo restringido.

El estadístico LM se distribuye como una ji-cuadrada con 1 grado de libertad. Si este valor calculado es mayor al valor de tablas, entonces el modelo es candidato a ser de efectos aleatorios, en caso contrario es un modelo de efectos fijos. El estadístico LM para este caso es:

$$LM = 117.25$$

El estadístico LM tiene un valor de tablas para el contraste al 95% de confianza es 3.84 por lo que según la prueba propuesta por Breusch y Pagan se puede decir que el modelo también es candidato a ser de efectos aleatorios. Hasta este momento sabemos que hay efectos variables entre las industrias, hay que determinar si se da en la constante o en las pendientes.

4.3.2.3 Efectos fijos Vs efectos aleatorios

Las pruebas de Breusch y Pagan para efectos aleatorios, y la prueba F de significancia de los efectos fijos nos indican que tanto el modelo de efectos aleatorios como el de efectos fijos son mejores que el modelo agrupado. Para decidir cuál de los dos modelos es el que mejor se ajusta a los datos se debe analizar la posible correlación entre el componente de error individual μ_i y las variables explicativas. El modelo de efectos aleatorios supone que los efectos individuales son una variable aleatoria independiente de las variables explicativas, por lo tanto asume que esta correlación es igual a cero.

Si las μ_i y las variables explicativas están correlacionadas, entonces no incluir μ_i en el modelo producirá un sesgo de variable omitida en los coeficientes. Hausman demostró que la diferencia entre los coeficientes de efectos fijos y aleatorios puede ser usada para probar la hipótesis nula que μ_i y las variables explicativas no están correlacionadas. El test de Hausman se realiza con el siguiente estadístico:

$$W = (\hat{\beta}_f - \hat{\beta}_a)'(\hat{\sigma}_f^2 - \hat{\sigma}_a^2)^{-1}(\hat{\beta}_f - \hat{\beta}_a)$$

Donde:

$\hat{\beta}_f$: vector de pendientes estimadas en el modelo de efectos fijos,

$\hat{\beta}_a$: vector de pendientes estimadas en el modelo de efectos aleatorios,

$\hat{\sigma}_f^2$: matriz de varianzas-covarianzas del modelo de efectos fijos,

$\hat{\sigma}_a^2$: matriz de varianzas-covarianzas del modelo de efectos aleatorios.

El estadístico se distribuye como una ji-cuadrada con NT grados de libertad, si este valor calculado es mayor al valor de tablas, entonces se rechaza la hipótesis que los efectos individuales no están correlacionados con las variables explicativas y se asume que se trata de un modelo de efectos fijos, por lo que esperamos tener efectos individuales por clase y estos son fijos:

$$W = 75.1948$$

El estadístico W tiene un valor de tablas para el contraste al 95% de confianza de 7.82 por lo que según la prueba propuesta por Hausman se puede decir que el modelo es de efectos fijos. En este modelo se prueba que existe heterogeneidad entre las industrias y que la heterogeneidad de las clases de la industria manufacturera se recogerá a través de los términos independientes, es decir, el impacto de las variables explicativas sobre la variable VAB será igual para cada clase entre individuos pero el valor medio de la variable dependiente será diferente.

Este resultado indica que dada la estructura de la muestra utilizada, el efecto de las TIC a lo largo de las industrias y del periodo no es diferenciado para las industrias; la diferencia se da en otras variables que no están incluidas en el modelo y que se

recogen en la constante que si es diferenciada. En el siguiente apartado se presentan los resultados del modelo de efectos fijos.

4.4 Efectos de las TIC sobre la producción manufacturera

Una vez que se ha especificado el modelo de datos de panel más adecuado para medir el efecto de las TIC sobre el VAB, se presentan en el cuadro 9 los resultados de la estimación.

Dado un modelo de datos de panel de un solo factor y de efectos fijos tenemos que el equipo de cómputo afecta positivamente a la producción y aporta al valor agregado en 0.10% por cada incremento de 1% de la compra de dicho insumo. El trabajo contribuyó en el periodo al valor agregado en 0.33% y la compra de maquinaria y equipo afectan negativamente. Durante el periodo 2003-2006 el impacto de las TIC medidas como compras de equipo de cómputo y periféricos no es diferenciado por industrias.

Sin embargo, considerando el análisis de corte transversal, donde se excluye el efecto del tiempo, se tiene que las IBT presentan efectos positivos en el VAB ante cambios en la inversión en TIC para cada una de las estimaciones de los diferentes años, mientras que las IAT no presentan significancia estadística para ningún año. Se tiene que las IAT aprovechan más en sus procesos de gestión o productivos las horas hombre trabajadas, dejando de lado a las computadoras.

En este sentido, se rechaza una parte de la hipótesis planteada en este documento, es decir, se acepta que existe un efecto positivo en la producción manufacturera por la inversión en TIC, aceptándose que es diferente considerando los grupos de intensidad tecnológica en cada momento en el tiempo del periodo estudiado, sin embargo, se rechaza que el efecto sea mayor en las IAT.

Por otro lado, aún cuando en los cortes transversales el impacto de la maquinaria es positivo, cuando se incluye el tiempo en el análisis se revierte el efecto. Esto se puede deber a que los efectos positivos de esta variable se reflejan en el largo plazo, de forma que el modelo sería un panel dinámico; sin embargo, la escasa disponibilidad de una serie de tiempo larga de la variable compras de equipo de cómputo no permite elaborarlo.

CONCLUSIONES

La difusión acelerada de las tecnologías de la información en varios sectores de la economía y la clara evidencia que nos ayudan a hacer más eficientes diversos procesos trajo a la literatura económica la búsqueda de medición de dicho efecto y ha sido causa de diferentes estudios a nivel agregado e industrial. Muchos estudios se han centrado en datos agregados y debido a la falta de estadísticas la valoración empírica de estos efectos a nivel industrial es limitada. En este sentido, este documento contribuye a llenar ese vacío para el caso de nuestro país.

Esta tesis analiza los efectos de los cambios en la compra de equipo de cómputo y periféricos (inversión en TIC) sobre el valor agregado en 174 clases de la industria manufacturera en México para el periodo 2003-2006, distinguiendo entre industrias de alta tecnología y de baja tecnología.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizó una metodología basada en análisis de corte transversal para evaluar la consecuencia de dichas tecnologías en cada año. Se estableció una función de producción con tres insumos (capital, trabajo y TIC, medida como equipo de cómputo) y las mediciones se hicieron con elasticidades. Adicionalmente se realizó un análisis de datos de panel para verificar si el impacto de éstas es diferente para algunas clases de producto.

Cuando se realiza el análisis del uso de las TIC a nivel de subsector de actividad económica se concluyó que existen grupos de industrias que han implementado el uso de las TIC en diferentes procesos, administrativos y técnicos. Se detectan como las más importantes por la intensidad del uso y la creación de externalidades positivas hacia el resto de la manufactura a la fabricación de equipo de cómputo y comunicaciones y a la industria química.

La industria de la impresión que incluye la producción, administración y distribución de información por diversos medios es la que representa mayor utilización de las TIC, esto debido principalmente al manejo de información que depende su actividad. En un caso similar se tiene a la industria del vestido que utiliza TIC desde los procesos administrativos y hasta el diseño de programas específicos para mejorar su actividad.

Por otro lado, de acuerdo al estudio de corte transversal, la respuesta a un cambio en la compra de TIC es cuantitativamente diferente para los dos tipos de industrias consideradas.

Para los sectores de alta tecnología, no hay significancia estadística del equipo de cómputo en ninguno de los años de estudio a pesar que en comparación con el otro grupo, gastan más en TIC por unidad de valor agregado. Para las IAT, que tienen como principal característica un relativamente alto gasto en I&D y alta capacidad de ingeniería, son las horas trabajadas las que más aportan a la producción debido a que este tipo de industrias utilizan horas de trabajo altamente calificado.

Por el contrario, para los sectores de baja tecnología en el 2003 la inversión de TIC no era significativa, sin embargo en los años siguientes tomó significancia y aumentó su contribución al VAB llegando en 2006 hasta un incremento sobre el valor agregado de 0.35% por cada aumento de 1% en la compra de equipo de cómputo.

Lo anterior comprueba una parte de la hipótesis y rechaza otra. Para el periodo 2003-2006 se encuentra impacto positivo de las TIC en la producción manufacturera, sin embargo el efecto no es mayor en las IAT, se encuentra precisamente lo contrario, un efecto mayor en las IBT.

Adicionalmente, podemos concluir que el conocimiento y habilidades que hacen diferentes las horas trabajadas de cada grupo de industrias en el sector ITA son una

explicación más viable para la diferencia en la creación de valor agregado que el uso de las TIC.

En términos cualitativos aunque el sector de baja tecnología invierte en TIC en menor proporción, parece que está aprovechando el equipo de cómputo como herramienta que incrementa su eficiencia; éstas computadoras deben ser utilizadas en procesos de menor complejidad que facilitan la gestión y administración de las industrias lo que se ve reflejado en la participación sobre el valor agregado.

Aparte, y de acuerdo con el análisis de datos de panel, se concluye que dada la estructura de la muestra utilizada, el efecto de las TIC a lo largo de las industrias y del periodo no es diferenciado para las industrias. Por cada incremento de 1% de la compra de equipo de cómputo incrementa el valor agregado de cada industria manufacturera incluida en .10%. El trabajo contribuyó en el periodo al valor agregado en 0.33% y la compra de maquinaria y equipo afectan negativamente.

Adicionalmente, se infiere que la variable utilizada como proxy de las TIC es adecuada para las IBT. En contraste, parece que esta proxy no permite encontrar resultados del todo favorables para el caso del sector IAT; entonces, podríamos encontrar mejores resultados de la inversión en TIC en estos sectores con otra variable, por ejemplo, inversión en software, sin embargo hasta el momento no existen estadísticas de este tipo.

Podemos concluir que la inversión en TIC medida como equipo de cómputo es positiva para la industria manufacturera, y en particular para las industrias de menor intensidad tecnológica; los resultados de éste estudio nos permiten hacer algunas propuestas:

- 1) Se encuentra que a pesar del alto ritmo de innovación y globalización al que se enfrenta nuestro país, las manufacturas mexicanas no han logrado incluir estos avances en la manufacturas, la mano de obra sigue siendo el factor fundamental

de la creación de valor agregado. En este sentido es importante que las empresas incrementen la inversión en capacitación para aumentar el capital humano de forma que se logre transitar de una integración de TIC en procesos simples hacia procesos cada vez más complejos.

- 2) En particular, las IAT deben incrementar el gasto en capacitación siempre acompañado de inversiones complementarias que permitan a la mano de obra calificada de éstas empresas crear nuevos usos de las TIC. Es importante no sólo ser receptores de éstas tecnologías, sino también involucrarnos en la creación de TIC.
- 3) Para crear inversiones complementarias es necesaria la participación activa del Estado, por ejemplo, financiando centros de investigación y aportando recursos para crear la infraestructura necesaria para que se den éstas inversiones complementarias.
- 4) En el caso de las IBT se recomienda incrementar o fomentar la inversión en equipo de cómputo en mayor proporción que en las IAT.

Finalmente, y para que dichas propuestas tuvieras mejor fin, resulta de suma importancia desarrollar los vínculos entre los actores económicos, precisamente mediante la difusión de la información, para esto, nuevamente se requerirá del uso de las TIC.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, N. (2003). “Comparing Labour Productivity Growth in the OECD Area: The Role of Measurement”. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2003/14, OECD Publishing.

Argandoña, A. (2001). “La Nueva Economía y el Crecimiento Económico”. División de investigación, IESE Escuela de Negocios, Universidad de Navarra. Documento de Trabajo.

Argandoña, A.(2001) “Dimensiones Económicas de la Nueva Economía”. Seminario “La Revolución digital: Nueva Economía e Integración Social”, Universidad del País Vasco.

Arrow, K. (1962). “The Economic Implications of Learning by Doing”. Review of Economic Studies 29, pp. 155–73

Baldwin, J. y Sabourin, D. (2002). “Impact of the Adoption of Advanced Information and Communication Technologies on Firm Performance in the Canadian Manufacturing Sector”. OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Basu, S., Fernald, J., Oulton, N. y Srinivasan, S. (2003). “The Case of the Missing Productivity Growth; or, Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States But not the United Kingdom?”. National Bureau Of Economic Research. Working paper 10010.

Baudchon, H. y Brossard, Olivier (2003). “Definitions and Measures of ICT Impact on Growth: What is Really at Stake?”. Association de Comptabilité Nationale, Conference on National Accounting on “The Measurement of the New Economy”, Paris.

Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (2000). “Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance”, Journal of Economic Perspectives, Vol 14-4.

Carr, D. Markusen, J. y Maskus, K. (2001). “Estimating the Knowledge-Capital Model of the Multinational Enterprise”. The American Economic Review, Vol. 91, No. 3 pp. 693-708.

Castells, M. (1999). "Information Technology, Globalization and Social Development". United Nations Research Institute for Social Development. Discussion paper No.114.

Colecchia, A. y Schreyer, P. (2001). "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries". OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2001/7, OECD Publishing.

Colecchia, A. y Papaconstantinou, G. (1996). "The Evolution of Skills in OECD Countries and the Role of Technology". OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Criscuolo, C. y Martin, R. (2004). "An Emerging Knowledge-Based Economy in China?: Indicators from OECD Databases". OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (2004), "Declaración de Rio de Janeiro". Versión electrónica en sitio: <http://lac.derechos.apc.org/wsis/cdeclaraciones.shtml>

Cuthbertson, K., Hall, S. y Taylor, M. (1992). "Applied Econometric Techniques". The University of Michigan Press.

Dahlman, C. Anderson, T. (2000). "Korea and the Knowledge-based Economy. Making the transition", World Bank Institute.

Dutrénit, G. y Capdeville, M. (1993). "El Perfil Tecnológico de la Industria Mexicana y su Dinámica Innovativa en la Década de los Ochenta". El Trimestre Económico. FCE.

Edwards, S. (2002). "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?", The Economic Journal 108(447), pp 383-398.

Ehrke, M. (2001). "La Nueva Economía Cinco Dimensiones de un Concepto". Fundación Friedrich Ebert. Argentina.

Fortin P. y Helpman E. (1995). "Endogenous Innovation and Growth: Implications for Canada". Occasional Paper of Industry Canada. Documento de Trabajo No. 10

Gera, S. y Lee. F. (1998). "Information Technology and Labour Productivity Growth: An Empirical Analysis for Canada and the United States" Research Publication Program, of Industry Canada. Documento de Trabajo No. 20

Godin, B. (2008). "The Information Economy: the History of a Concept Through its Measurement, 1949-2005", Project on the History and Sociology of STI Statistics, Working Paper no. 38.

Godin, B. (2008). "The Knowledge Economy: Fritz Machlups's Construction of a Synthetic Concept" Project on the History and Sociology of STI Statistics, Working Paper no. 37.

Greene, W. (1999). "Análisis Econométrico". Tercera Edición. Prentice Hall. Madrid.

Grossman, G. y Helpman, E. (1991). "Innovation and Growth in the Global Economy". Cambridge, MA: MIT Press.

Haag, S., Cummings M., y McCubbrey D. (2004). "Management Information Systems for the Information Age". (4th Edition). p. 41. New York: McGraw-Hill.

Heckman J. y Rubinstein, Y. (2000). "The Importance of Noncognitive Skills: Lessons from the GED Testing Program". The American Economic Review, Vol. 91, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred Thirteenth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 145-149.

Hempell, T. (2003). "Do Computers Call for Training? Firm-level Evidence on Complementarities Between ICT and Human Capital Investments". Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 03-20.

Hernando I. y Núñez S. (2004). "The Contribution of ICT to Economic Activity: A Growth Accounting Exercise with Spanish Firm-Level Data". Banco de España Investigaciones Económicas. vol. XXVIII, pp. 315-348.

Indjikain, R. y Siegel, D. (2004). "The Impact of Investment in IT on Economic Performance: Implications for Developing Countries". Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute. Working Papers in Economics Industry Working Papers, 2004/4, OECD Publishing.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), "Encuesta Industrial Anual". Versión electrónica.

ITAM (2008). "La Industria del Vestido en México; Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia" Centro de Estudios de Competitividad del ITAM.

Johnston, J. y Dinardo, J. (1997). "Econometric Methods". Fourth Edition. McGraw-Hill

Jorgenson D. y Stiroh K. (1999). "Information Technology and Growth". American Economic Review, American Economic Association, vol. 89(2), pp. 109-115

Jorgenson, D. (2001). "Information Technology and the U.S. Economy". The American Economic Review, Vol. 91, No. 1, pp. 1-32

Katsuno, M. (2005). "Status and Overview of Official ICT Indicators for China", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2005/4, OECD Publishing.

López-Pueyo, C., Sanaú, J. y Barcenilla S. (2005). "Externalidades Tecnológicas Internacionales y Productividad de la Manufactura: Un Análisis Sectorial". Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Documento de Trabajo 2005-02.

López-Pueyo, C., Sanaú, J. (2001). "Impacto del Capital Tecnológico en la Producción Industrial. Un análisis por Países". Economía Industrial No.341, pp. 103-111.

Lucas, R Jr. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". Journal of Monetary Economics. vol 22-6.

Lichtenberg, F. (1993). "R&D Investment and International Productivity Differences". NBER Working Papers 4161.

Luintel, K. y Khan, M. (2005). "An Empirical Contribution to Knowledge Production and Economic Growth", OECD Science, Technology and Industry.

Machlup, F. (1962). "The Production and Distribution of Knowledge in the United States". Princeton University Press.

Morrison, A. (1991). "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries", NBER Working Paper, N°. 3582.

Nahuis R. (2004). "Learning for Innovation and the Skill Premium". Journal of Economics. Vol. 83 , No. 2, pp. 151-179

Nordhaus, W. (2001). "Productivity Growth and the New Economy". National Bureau of Economic Research. Documento de Trabajo No. W8096.

OCDE. (1995). “Glosario de Economía Industrial y Derecho de la Competencia”.

OECD (2002). “Reviewng the ICT Sector Definition: Issues for Discussion”. Working Party on Indicators for the Information Society. Stockholm, pp. 25-26.

Oliner, S. y Sichel, D. (2000). “The Resurgence of Growth in the Late 1990’s: Is Information Technology the Story?”. Journal of Economic Perspectives. vol. 14-4.

Oulton, N. (2001): “ICT and Productivity Growth in the United Kingdom”, Working Papers, Bank of England.

Pabilonia, S. y Zoghi C. (2005). “Returning to the Returns to Computer Use”. The American Economic Review, Vol. 95, No. 2, Papers and Proceedings of the One Hundred Seventeenth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 314-317.

Padilla H. y García, F. (2005). “Análisis de Elasticidades y Niveles Tecnológicos de la Industria Manufacturera Mexicana”. Análisis Económico, tercer cuatrimestre, año/vol. XX num. 045, pp. 119-140.

Pavitt, K. (1984). “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”. Research Policy.

Pérez, J. (2004). “Productividad, Crecimiento Económico y TIC”. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones. Editorial Red.es. España.

Pilat, D. y Lee, F. (2001). “Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2001/4, OECD Publishing.

Pilat, D. y Lee, F. (2001). “Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?”. OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Porat, M. (1977). “The Information Economy”. Office of telecommunication, US Departement of Commerce, Washington. Working Papers.

Pulido, A. (2001). “La Nueva Economía: Medición de sus Efectos”. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, Nº 793, Ejemplar dedicado a: Nuevas tecnologías, ¿nueva economía?, pp. 17-24.

Ríos, H. (2006). “Innovación Tecnológica y Productividad Sectorial en la Economía Mexicana: Evidencia Regional”, *Panorama Económico* Vol. 1 Numero 2, enero-junio, pp. 61-84.

Romer, D. (2001). “Advanced Macroeconomics”, 2ª edición, McGraw-Hill.

Romer, P. (1990). “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy* 98, pp. 71-102.

Romer, P. (1986). “Increasing Returns and Long-run Growth”. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol 94-5, pp. 1002-1037.

Sakurai, N., E. Ioannidis y G. Papaconstantinou (1996). “The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1996/2, OECD Publishing.

Schreyer, P. (1998). “Information and Communication Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1998/2, OECD Publishing.

Shapiro, C. (2002). “Competition Policy and Innovation”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2002/11, OECD Publishing.

Sichel, D. (1999). “Computers and Aggregate Economic Growth: An Update”. *Business Economics*, No. 34-2.

Siegel, D. (1997). “The Impact of Computers on Manufacturing Productivity Growth: A Multiple-Indicators, Multiple Cause Approach”, *Review of Economics and Statics*, vol 79, No. 1, pp.68-78.

Stiglitz, Joseph E. (2000). “The Contributions of the Economics of Information to Twentieth Century Economics”, *Quarterly Journal of Economics*, 115, pp. 1441-1478.

Stiroh, K. (2001). “Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?”. Federal Reserve Bank of New York.

UNCTAD. (2003). “El Comercio Electrónico y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el Desarrollo: Cuestiones Concretas”. Nota de la Secretaría de la UNCTAD. Documento de trabajo 3-62.

Unger, K. (2002). “Estructura Industrial y su Evolución de 1940-2000: Cuatro Etapas en Busca de la Integración Industrial y Tecnológica de México”, Mimeo por aparecer en Edición Aula Siglo XXI, Madrid, España.

Ueki, Y., Tsuji, M., y Olmos, C. (2005). “Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) para el Fomento de las PYMES Exportadoras en América Latina y Asia oriental”. *Documentos de proyectos* no 33, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Vilaseca, R. y Torrent, S. (2003). “TIC, Conocimiento y Crecimiento Económico. Un Análisis Empírico, Agregado e Internacional, sobre las Fuentes de la Productividad”. *Estudios de Economía y Empresa e Instituto Interdisciplinario de Internet*. Universidad de Cataluña.

Yoguel, G., Novick, M., Milesi, D., Roitter, S. y Borello, J. (2004). “Información y Conocimiento: la Difusión de TIC en la Industria Manufacturera Argentina. *Revista de la CEPAL* no 82, Santiago de Chile.

Young, A. (1991). “Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade”. NBER Working Papers 3577.

GLOSARIO

Actividades productivas: Aquellas en las que la combinación de acciones, recursos y factores se orientan a la producción de un conjunto de bienes y servicios que se ofertan en el mercado, ya sea con fines mercantiles o no.

Comunicación: Transmisión de mensajes entre personas. Como seres sociales las personas, además de recibir información de los demás, necesitamos comunicarnos para saber más de ellos, expresar nuestros pensamientos, sentimientos y deseos, coordinar los comportamientos de los grupos en convivencia, etc.

Conocimiento: Conjunto integrado por información, reglas, interpretaciones y conexiones puestas dentro de un contexto y de una experiencia, que ha sucedido dentro de una organización, bien de una forma general o personal. El conocimiento sólo puede residir dentro de un conocedor, una persona determinada que lo interioriza racional o irracionalmente.

Elasticidad: Capacidad de reacción de una variable en relación con cambios en otra. Mide la variación porcentual que experimenta una al cambiar la otra. Concepto propuesto por Alfred Marshall para examinar la relación entre diversos factores que afectan a la producción; de esta manera, podemos obtener la elasticidad de la producción ante cambios en la cantidad de factores productivos incluidos en el proceso.

Equipo de cómputo y periféricos: Valor actualizado del equipo de cómputo y sus periféricos propiedad de la unidad económica que no están integrados a la maquinaria y equipo para la producción, tales como computadoras, impresoras y digitalizadores, entre otras. En este caso el concepto excluye el software.

Estructura de mercado: Se refiere a la forma en que un mercado está organizado, basado principalmente en el número de empresas en una industria. Existen cuatro estructuras de

mercado básicas: competencia perfecta, competencia monopolística, oligopolio y monopolio. La diferencia primaria es el número de empresas en el lado de la oferta del mercado y cómo a menor número de empresas se cuenta con mayor poder de mercado o poder para establecer el precio de venta.

Función de producción: Relación o función matemática que especifica la cantidad de producción que puede obtenerse con una cantidad determinada de factores productivos

Globalización: Proceso de integración de las economías y sistemas financieros a escala universal, con mayor presencia geográfica de los procesos productivos de las empresas, generalización de las inversiones internacionales, etc.

Industria: Un grupo de empresas que producen bienes y servicios que son sustitutos cercanos en el consumo.

Información: Datos que tienen significado para determinados colectivos. Resulta fundamental para las personas, ya que a partir del proceso cognitivo de la información se toman las decisiones que dan lugar a todas nuestras acciones.

Informática: Conocimiento científico y técnicas que hacen posible el tratamiento informático de la información por medio de computadoras.

Insumos intermedios: Comprende los bienes y servicios que son consumidos durante el proceso productivo, con la finalidad de generar otros bienes y servicios, que pueden ser de uso intermedio o final. Dentro de éstos quedan incluidas las materias primas, combustibles, servicios profesionales y de reparación y mantenimiento, etc.

Investigación y desarrollo (I&D): Son aquellas actividades diseñadas para mejorar el conocimiento científico y desarrollar nuevos productos.

Know-how: se refiere a los conocimientos prácticos, técnicas o criterios que han sido utilizados en la elaboración o diseño de un proyecto o actividad y que se pueden reutilizar

al momento de realizar otros proyectos similares o de afinidad al mismo. Describe básicamente, la habilidad con que cuenta una organización para desarrollar sus funciones, tanto productivas como de servicios.

Learning by doing: Aprender haciendo en español, es una combinación de técnicas de aprendizaje tradicionales y el aprendizaje por la práctica. Por ejemplo, una empresa que incrementa su capital físico necesita aprender de forma tradicional a utilizar ese nuevo capital físico y aprende simultáneamente como producir eficientemente.

Manufactura: Actividades de transformación de materias primas en artículos para el consumo, incluye maquila de exportación, productos y materias primas.

Maquinaria y equipo de producción: Es el valor de la maquinaria y equipo mecánico, eléctrico, computarizado o de otro tipo, propiedad del establecimiento o empresa, vinculado directamente con sus procesos de producción y tareas auxiliares.

Nueva economía: Término acuñado a finales de los años noventa para contraponer las empresas surgidas en torno a la Red de las empresas tradicionales, que serían por consecuencia la “Vieja Economía”.

Personal ocupado: Comprende a los asalariados, ya sean empleados u obreros, que perciben un ingreso por prestar sus servicios en los distintos procesos productivos. Esta medición incluye anualmente el número de ocupaciones promedio remuneradas que se requirió en cada una de las actividades económicas. Por consiguiente, como las personas pueden tener más de una ocupación dentro de la misma o en alguna otra actividad, los totales obtenidos por rama y para el país, pueden contener algunas duplicaciones de las mismas.

Producción: Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas.

Productividad: Relación entre el producto obtenido y los insumos empleados, medidos en términos reales. Por ejemplo, la productividad mide la frecuencia del trabajo humano en el proceso productivo, o calcula la eficiencia con que se emplean en la producción los recursos de capital y de mano de obra. La productividad es una medida relativa que mide la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en una unidad de tiempo. La productividad total ha crecido gracias a los adelantos tecnológicos, a la creciente incorporación de capital a los procesos productivos, y a la superior calificación de la mano de obra.

Sector Económico: Conjunto de áreas homogéneas y entes pertenecientes a una actividad económica.

Sociedad de la información: Sociedad basada en el desarrollo e integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones como medio para impulsar el conocimiento y el intercambio social, económico y cultural.

Sociedad del conocimiento: La sociedad de la información también llamada sociedad del conocimiento, se caracteriza por ser un espacio en el cual la adquisición, procesamiento, organización, almacenamiento, recuperación, utilización, monitoreo, distribución y venta de información, conforman actividades prioritarias para la economía de los países que las fomentan, debido a su alto índice de generación de valor agregado.

Software: Equipo lógico de ordenador, formado por aplicaciones y programas.

Spillovers: Efectos positivos derivados de la utilización creciente de las nuevas tecnologías

Tecnología: Aplicación de los conocimientos científicos para facilitar la realización de las actividades humanas. Supone la creación de productos, instrumentos, lenguajes y métodos al servicio de las personas.

Tecnologías de la información y de las comunicaciones: Conjunto de herramientas, habitualmente de naturaleza electrónica, utilizadas para la recepción, almacenamiento, tratamiento, difusión y transmisión de la información.

Tecnologías de la información: Conjunto de recursos físicos (hardware), lógicos (software), de comunicación, de datos y otros medios que se manejan en el contexto de un sistema de información basado en las computadoras.

Telemática o teleinformática: Disciplina que surge de la evolución y fusión de la telecomunicación y de la informática y se refiere a la comunicación entre equipos de computación distantes. Están conformados por un lado los equipos informáticos (computadoras y terminales), que reciben, procesan, almacenan y envían datos y por otro lado por la red de telecomunicaciones.

Valor agregado bruto: Es el valor adicional que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. El valor agregado o producto interno bruto es el valor creado durante el proceso productivo. Es una medida libre de duplicaciones y se obtiene deduciendo de la producción bruta el valor de los bienes y servicios utilizados como insumos intermedios. También puede calcularse por la suma de los pagos a los factores de la producción, es decir la remuneración de asalariados, el consumo de capital fijo, el excedente de operación y los impuestos a la producción netos de los subsidios correspondientes.

Valor bruto de la producción: El valor bruto de la producción también es igual al consumo intermedio más el valor agregado o producto interno bruto. Es la suma total del valor de los bienes y servicios generados por una sociedad independientemente que se trate de bienes intermedios que se utilizan en los procesos productivos o artículos que se destinan al usuario final.

ABREVIATURAS

BC: Industrias Basadas en Ciencia

CIIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme

CMSI: Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información

COMP: Equipo de Cómputo y Periféricos

DP: Industrias Dominadas por el Proveedor

EEUU: Estados Unidos

EIA: Encuesta Industrial Anual

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

IE: Industrias Intensivas en Escala

I&D: Investigación y Desarrollo

IAT: Industrias de Alta Tecnología

IBT: Industrias de Baja Tecnología

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos

OE: Industrias de Oferentes Especializados

ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PYMES: Pequeñas y Medianas Empresas

UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

VAB: Valor Agregado Bruto

SCIAN: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Las TIC en México	40
Cuadro 2. Valor de la producción de equipo TIC 1997-2008 en miles de pesos de 2003	42
Cuadro 3 Establecimientos manufactureros que usan TIC por sector de actividad económica 2003	45
Cuadro 4. Compras de equipo de cómputo de la industria manufacturera y por grupos de intensidad tecnológica	56
Cuadro 5. Clases de producto con mayor compra de equipo de cómputo en el periodo 2003-2006	57
Cuadro 6. Resultados de estimaciones para cortes transversales de la EIA manufacturera 2003-2005 (Coob-Douglas)	65
Cuadro 7. Resultados de estimaciones para cortes transversales para clases de alta tecnología de la manufactura 2003-2006 (Coob-Douglas)	66
Cuadro 8. Resultados de estimaciones para cortes transversales para clases de baja tecnología de la manufactura 2003-2006 (Coob-Douglas)	67
Cuadro 9. Análisis de datos de panel para la industria manufacturera, EIA 2003-2006	75

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Relación entre el crecimiento del valor agregado de máquinas de procesamiento informático y crecimiento del valor agregado manufacturero	43
Gráfica 2. Relación entre el crecimiento del valor agregado de computadoras y periféricos y crecimiento del valor agregado manufacturero	43
Gráfica 3. Intensidad en el uso de computadoras en procesos administrativos por subsector de actividad económica	47
Gráfica 4. Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso de computadoras en procesos administrativos	48
Gráfica 5. Intensidad en el uso de computadoras de Internet con clientes y proveedores por subsector de actividad económica	49
Gráfica 6. Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso Internet con clientes y proveedores	50
Gráfica 7. Intensidad en el uso de computadoras en procesos técnicos o de diseño por subsector de actividad económica	51
Gráfica 8. Participación por subsector en la industria manufacturera en el uso de computadoras en procesos técnicos o de diseño	52
Gráfica 9. Intensidad en el uso de computadoras en el desarrollo de programas o paquetes informáticos por subsector de actividad económica	53
Gráfica 10. Participación por subsector en la industria manufacturera en el desarrollo de programas o paquetes informáticos	54

RESUMEN

Este documento analiza los efectos de los cambios en la compra de equipo de cómputo y periféricos (inversión en TIC) sobre el valor agregado en 174 clases de la industria manufacturera en México con datos de la Encuesta Industrial Anual 2003-2006, distinguiendo entre industrias de alta tecnología y de baja tecnología. Se utilizó una metodología basada en análisis de corte transversal para evaluar la consecuencia de dichas tecnologías en cada año del periodo. Adicionalmente se realizó un análisis de datos de panel para verificar si el impacto de éstas es diferente para algunas clases de producto.

Los resultados indican que la inversión en TIC tiene un efecto positivo en la producción manufacturera, particularmente en aquellas industrias de bajo contenido tecnológico que pueden integrarlas a sus actividades. Por otro lado, las industrias de alto contenido tecnológico no explican el aumento de su valor agregado con la inversión en TIC, aunque encuentran una fuente de valor en la aplicación de horas de trabajo calificado.

ABSTRACT

This document analyzes the effects of the changes in computers and communication equipment (ICT investment) in the output of 174 types of product of the manufacturing industry in México using data from the Mexican Annual Industrial Survey for 2003-2006, distinguishing between high technology industries and low technology industries. The methodology was based in a cross-section analysis to evaluate the consequence of these technologies in each year. Besides a panel data analysis was executed to verify if the impact of these were different for some industries types.

The results indicate that ICT investment has a positive effect in manufacturing production (output), particularly in those industries of low technology content that are able to include it in their activities. On the other hand, high technological content industries do not explain the growth of their production with the ICT investment; nevertheless they found a source of value in the application of worked hours by the skilled work in the production.

ANEXO

Cuadro A: Clases de producto Información en Medios Masivos

Clase	Descripción
511111	Edición de periódicos no integrada con la impresión
511112	Edición de periódicos integrada con la impresión
511121	Edición de revistas y otras publicaciones periódicas no integrada con la impresión, excepto a través de Internet
511122	Edición de revistas y otras publicaciones periódicas integrada con la impresión
511131	Edición de libros no integrada con la impresión, excepto a través de Internet
511132	Edición de libros integrada con la impresión
511141	Edición de directorios y de listas de correo no integrada con la impresión, excepto a través de Internet
511142	Edición de directorios y de listas de correo integrada con la impresión
511191	Edición de otros materiales no integrada con la impresión, excepto a través de Internet
511192	Edición de otros materiales integrada con la impresión
511210	Edición de software, excepto a través de Internet
512111	Producción de películas cinematográficas y videos
512112	Producción de programas para la televisión
512113	Producción de videoclips, comerciales y otros materiales audiovisuales
512120	Distribución de películas cinematográficas, videos y otros materiales audiovisuales
512130	Exhibición de películas cinematográficas, videos y otros materiales audiovisuales
512190	Servicios de postproducción y otros servicios para la industria fílmica y del video
512210	Productoras discográficas
512220	Producción y distribución de discos y cintas magnetofónicas
512230	Editoras de música
512240	Grabación de discos y cintas magnetofónicas
512290	Otros servicios de grabación del sonido
515110	Transmisión de programas de radio, excepto a través de Internet
515120	Transmisión de programas de televisión, excepto a través de Internet
515210	Producción de programación de canales para sistemas de televisión por cable o satelitales, excepto a través de Internet
516110	Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet
517111	Telefonía tradicional
517119	Telegrafía y otras telecomunicaciones alámbricas
517211	Telefonía celular
517219	Otras telecomunicaciones inalámbricas, excepto los servicios de satélites
517310	Reventa de servicios de telecomunicaciones
517410	Servicios de satélites
517510	Distribución por suscripción de programas de televisión, excepto a través de Internet
517910	Otros servicios de telecomunicaciones
518110	Proveedores de acceso a Internet y servicios de búsqueda en la red
518210	Procesamiento electrónico de información, hospedaje de páginas Web y otros servicios relacionados
519110	Agencias noticiosas
519121	Bibliotecas y archivos del sector privado
519190	Otros servicios de suministro de información

Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de America del Norte 2002, INEGI

Cuadro B. Clases de producto de alto contenido tecnológico basados en ciencia y oferentes especializados

Clase	Sector	Descripción
325130	IAT	Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos
325310	IAT	Fabricación de fertilizantes
325411	IAT	Fabricación de materias primas para la industria farmacéutica
325412	IAT	Fabricación de preparaciones farmacéuticas
325510	IAT	Fabricación de pinturas y recubrimientos
325520	IAT	Fabricación de adhesivos y selladores
325610	IAT	Fabricación de jabones, limpiadores y dentríficos
332910	IAT	Fabricación de válvulas metálicas
333111	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo agrícola
333120	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo para la construcción
333130	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria extractiva
333291	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria alimentaria y de las bebidas
333299	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras
333411	IAT	Fabricación de sistemas de aire acondicionado y calefacción
333610	IAT	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
333911	IAT	Fabricación de bombas
333920	IAT	Fabricación de maquinaria y equipo para levantar y trasladar
333991	IAT	Fabricación de equipo para soldar y soldaduras
333999	IAT	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general
334210	IAT	Fabricación de aparatos telefónicos
334220	IAT	Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio, televisión y cable
334290	IAT	Fabricación de otros equipos de comunicación
334310	IAT	Fabricación de equipo de audio y de video
334519	IAT	Fabricación de otros instrumentos de navegación, medición, médicos y de control
334610	IAT	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos

Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de America del Norte 2002, INEGI

Cuadro C. Clases de producto de bajo contenido tecnológico dominados por el proveedor e intensivos en escala

Clase	Sector	Descripción
311212	IBT	Elaboración de harina de trigo
311215	IBT	Elaboración de malta
311221	IBT	Elaboración de féculas y otros almidones
311311	IBT	Elaboración de azúcar de caña
311320	IBT	Elaboración de chocolate y productos de chocolate a partir de cacao
311340	IBT	Elaboración de dulces, chicles y productos de confitería que no sean de chocolate
311411	IBT	Congelación de frutas y verduras
311422	IBT	Conservación de frutas y verduras por procesos distintos a la congelación y la deshidratación
311511	IBT	Tratamiento y envasado de leche líquida
311512	IBT	Elaboración de leche en polvo, condensada y evaporada
311513	IBT	Elaboración de derivados y fermentos lácteos
311611	IBT	Matanza de ganado y aves
311612	IBT	Corte y empacado de carne de ganado y aves
311613	IBT	Preparación de embutidos y otras conservas de carne de ganado y aves
311710	IBT	Preparación y envasado de pescados y mariscos
311811	IBT	Panificación industrial
311820	IBT	Elaboración de galletas y pastas para sopa
311910	IBT	Elaboración de botanas
311921	IBT	Beneficio del café
311922	IBT	Tostado y molienda de café
311923	IBT	Elaboración de café soluble
311930	IBT	Elaboración de concentrados, polvos, jarabes y esencias de sabor para refrescos
311940	IBT	Elaboración de condimentos y aderezos
311991	IBT	Elaboración de postres en polvo
311992	IBT	Elaboración de levadura
311999	IBT	Elaboración de otros alimentos
312111	IBT	Elaboración de refrescos
312120	IBT	Elaboración de cerveza
312149	IBT	Elaboración de otras bebidas destiladas
312221	IBT	Elaboración de cigarros
313112	IBT	Preparación e hilado de fibras blandas
313113	IBT	Fabricación de hilos para coser y bordar
313210	IBT	Fabricación de telas anchas de trama
313230	IBT	Fabricación de telas no tejidas
313240	IBT	Fabricación de telas de punto
313320	IBT	Recubrimiento de telas
314120	IBT	Confección de cortinas, blancos y similares
314911	IBT	Confección de costales
314912	IBT	Confección de productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos
314992	IBT	Fabricación de redes y otros productos de cordelería
314993	IBT	Fabricación de productos textiles reciclados
315110	IBT	Tejido de calcetines y medias
315192	IBT	Tejido de ropa exterior de punto
315222	IBT	Confección en serie de camisas
315223	IBT	Confección en serie de uniformes
315229	IBT	Confección de otra ropa de materiales
315230	IBT	Confección de otra ropa exterior
316110	IBT	Curtido y acabado de cuero y piel
316211	IBT	Fabricación de calzado con corte de piel y cuero
316213	IBT	Fabricación de calzado de plástico

Cuadro C. Continuación...

Clase	Sector	Descripción
316992	IBT	Fabricación de artículos de talabartería
321111	IBT	Aserraderos integrados
321112	IBT	Aserrado de tablas y tablonés
321113	IBT	Tratamiento de la madera y producción de postes y durmientes
321210	IBT	Fabricación de laminados y aglutinados de madera
321910	IBT	Fabricación de productos de madera para la construcción
321920	IBT	Fabricación de productos para embalaje y envases de madera
321993	IBT	Fabricación de productos de madera de uso industrial
322122	IBT	Fabricación de papel a partir de celulosa
322210	IBT	Fabricación de envases de cartón
322230	IBT	Fabricación de productos de papelería
322291	IBT	Fabricación de pañales desechables y productos sanitarios
322299	IBT	Fabricación de otros productos de papel y cartón
323119	IBT	Impresión de formas continuas y otros impresos
324110	IBT	Refinación de petróleo
324120	IBT	Fabricación de productos de asfalto
324191	IBT	Fabricación de aceites y grasas lubricantes
325190	IBT	Fabricación de otros productos químicos básicos orgánicos
325910	IBT	Fabricación de tintas para impresión
325991	IBT	Fabricación de cerillos
325999	IBT	Fabricación de otros productos químicos
326110	IBT	Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible sin soporte
326120	IBT	Fabricación de perfiles, tubería y conexiones de plástico rígido sin soporte
326130	IBT	Fabricación de laminados rígidos de plástico sin soporte
326140	IBT	Fabricación de espumas y productos de poliestireno
326150	IBT	Fabricación de espumas y productos de uretano
326160	IBT	Fabricación de botellas de plástico
326191	IBT	Fabricación de artículos de plástico para el hogar
326192	IBT	Fabricación de autopartes de plástico
326193	IBT	Fabricación de envases y contenedores de plástico
326194	IBT	Fabricación de otros artículos de plástico de uso industrial sin reforzamiento
326199	IBT	Fabricación de otros productos de plástico
326211	IBT	Fabricación de llantas y cámaras
326290	IBT	Fabricación de otros productos de hule
327112	IBT	Fabricación de muebles de baño
327122	IBT	Fabricación de azulejos y losetas no refractarias
327123	IBT	Fabricación de productos refractarios
327211	IBT	Fabricación de vidrio
327213	IBT	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio
327219	IBT	Fabricación de otros productos de vidrio
327310	IBT	Fabricación de cemento para la construcción
327320	IBT	Fabricación de concreto
327330	IBT	Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto
327391	IBT	Fabricación de productos preesforzados
327410	IBT	Fabricación de cal
327910	IBT	Fabricación de productos abrasivos
327991	IBT	Corte, pulido y laminado de mármol
327999	IBT	Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos
331112	IBT	Fabricación de desbastes primarios y ferroaleaciones
331210	IBT	Fabricación de tubos y postes de hierro y acero

Cuadro C. Continuación...

Clase	Sector	Descripción
331220	IBT	Fabricación de otros productos de hierro y acero
331411	IBT	Refinación de cobre
331419	IBT	Refinación de otros metales no ferrosos
331420	IBT	Laminación secundaria de cobre
331510	IBT	Moldeo por fundición de piezas de hierro y acero
331520	IBT	Moldeo por fundición de piezas metálicas no ferrosas
332211	IBT	Fabricación de herramientas de mano metálicas sin motor
332212	IBT	Fabricación de utensilios de cocina metálicos
332310	IBT	Fabricación de estructuras metálicas
332410	IBT	Fabricación de calderas industriales
332420	IBT	Fabricación de tanques metálicos de calibre grueso
332510	IBT	Fabricación de herrajes y cerraduras
332610	IBT	Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes
332720	IBT	Fabricación de tornillos, tuercas, remaches y similares
332810	IBT	Recubrimientos y terminados metálicos
333112	IBT	Fabricación de maquinaria y equipo pecuario
333220	IBT	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del hule y del plástico
333292	IBT	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria textil
333319	IBT	Fabricación de otra maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
333412	IBT	Fabricación de sistemas de refrigeración industrial y comercial
333510	IBT	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica
333912	IBT	Fabricación de sistemas de bombeo
333992	IBT	Fabricación de maquinaria y equipo para envasar y empaçar
334410	IBT	Fabricación de componentes electrónicos
335120	IBT	Fabricación de lámparas ornamentales
335220	IBT	Fabricación de aparatos de línea blanca
335312	IBT	Fabricación de equipo y aparatos de distribución de energía eléctrica
335910	IBT	Fabricación de acumuladores y pilas
335930	IBT	Fabricación de enchufes, contactos, fusibles y otros accesorios para instalaciones eléctricas
335991	IBT	Fabricación de productos eléctricos de carbón y grafito
335999	IBT	Fabricación de otros productos eléctricos
336110	IBT	Fabricación de automóviles y camionetas
336310	IBT	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices
336320	IBT	Fabricación de equipo eléctrico y electrónico para vehículos automotores
336330	IBT	Fabricación de partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices
336360	IBT	Fabricación de asientos para vehículos automotores
336370	IBT	Fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices
336390	IBT	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices
336992	IBT	Fabricación de bicicletas y triciclos
337120	IBT	Fabricación de muebles, excepto cocinas y muebles de oficina y estantería
337210	IBT	Fabricación de muebles de oficina
337910	IBT	Fabricación de colchones
339112	IBT	Fabricación de material de curación
339920	IBT	Fabricación de artículos deportivos
339930	IBT	Fabricación de juguetes
339940	IBT	Fabricación de artículos y accesorios para escritura, pintura, dibujo y actividades de oficina
339992	IBT	Fabricación de cierres, botones y agujas
339993	IBT	Fabricación de escobas, cepillos y similares
339994	IBT	Fabricación de velas y veladoras

Fuente: Sistema de Clasificación Industrial de America del Norte 2002, INEGI