

Efecto de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en las exportaciones manufactureras en México

Effect of the technologies of the information and communications (TIC) in the manufacturing exports in Mexico

Ana Lilia Valderrama Santibáñez
Omar Neme Castillo

Profesores-investigadores
del Instituto Politécnico Nacional
analilia.vs@gmail.com
onemeco@gmail.com

Journal of Economic Literature (JEL):
F14, O30, L00

Palabras Clave:
exportaciones, tecnologías de la
información y comunicaciones,
industria manufacturera.

Key words:
exportaciones, tecnologías de la
información y comunicaciones,
industria manufacturera.

Resumen: este documento analiza los efectos de los cambios en la compra de equipo de cómputo y periféricos (inversión en tecnologías de la información y comunicación-TIC) sobre las exportaciones por clases de la industria manufacturera en México con datos de la Encuesta Industrial Anual y el Stan Industrial data base de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) para el periodo 2003-2006, distinguiendo entre industrias de alta y baja tecnología. Se utilizó una metodología de corte transversal para evaluar la consecuencia de dichas tecnologías en cada año. Los resultados indican que la inversión en TIC tiene un efecto positivo en las exportaciones manufactureras, particularmente en industrias de bajo contenido tecnológico que pueden integrarlas a sus actividades exportadoras. En general, el empleo de horas de trabajo calificado es un factor importante para las exportaciones.

Abstract: This paper analyzes the effects of changes in the purchase of computer equipment and peripherals (investment in information technology and communication - ICT) on exports by kinds of manufacturing in Mexico using data from the Annual Industrial Survey and Industrial Stan OECD data base for the period 2003-2006, distinguishing among industries with high and low technology. We used a methodology of cross-sectional to evaluate the effect of such technologies in each year. The results indicate that investment in ICT has a positive effect on manufacturing exports, particularly in industries with low technological content that can integrate them into their export activities. In general, the use of hours of skilled labor is an important factor for exports.

Introducción

Durante las últimas décadas, la literatura económica ha estado expuesta 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 nunca visto. 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 en las relaciones económicas, lo que ha generado lo que se conoce como la economía de la actualidad.

Los cambios creados por una economía global y basada en conocimientos, la inversión y el uso de 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, del comercio internacional y del crecimiento económico en los países industrializados.¹ La determinación del impacto de las TIC ha sido, a nivel mundial, objeto de estudio por un gran número de autores desde fines de los 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 países industrializados indican que el incremento de la productividad y producción en la segunda mitad de los noventa, se deben en gran parte a la adopción de las TIC. Oliner y Sichel (2000) concluyen que las TIC contribuyeron en aproximadamente la mitad del crecimiento de la productividad durante ese periodo. En general, los estudios de los efectos de las TIC sobre las industrias concluyen que las industrias intensivas en TIC son aquellas cuyo producto, empleo y productividad del trabajo ha crecido más.

De esta forma, son numerosos los estudios que encuentran una relación positiva entre TIC y la actividad económica en general, lo que ha provocado una expansión en el uso de las TIC en las economías del mundo. Esto obedece tanto a la producción de tecnologías de la información, como a factores que la complementan, como capital humano y políticas de investigación y desarrollo (I&D) que vinculan la planta productiva y el sector productor de estas tecnologías. Las TIC son una herramienta que ayuda a los diferentes sectores de la economía a funcionar con mayor eficacia y eficiencia, elementos que incrementan la productividad.

En particular, en su empeño por mejorar la productividad, el crecimiento del producto, así como la participación de mercado de las exportaciones, la mayoría de los países en desarrollo han cifrado esperanzas en 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 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. 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 las TIC. 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.

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 em-

¹ Dabat y Ordoñez (2009), al considerar la tendencia hacia el procesamiento y la comunicación de la información, denominan a la industria de las TIC como sector electrónico-informático que se entiende como el complejo de nuevas industrias y familias de productos generados por la revolución informática, núcleo del nuevo patrón industrial.

bargo, no indica el mecanismo mediante el cual la inversión en este sector impactará al crecimiento económico y mucho menos en las exportaciones. 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 y, en última instancia ganar competitividad internacional? 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, 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.

De este modo, en este trabajo se busca conocer cuál es el efecto que estas tecnologías tienen sobre una economía que presenta notables diferencias en la estructura productiva, particularmente, en términos de exportaciones. De esta forma, el objetivo del presente trabajo es demostrar que existe algún efecto de las TIC sobre las exportaciones manufactureras a Estados Unidos y además, que éste es diferente dependiendo del contenido tecnológico en las industrias en el periodo 2003-2006. 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 respecto a las exportaciones.

El documento se estructura como sigue. En la siguiente sección se presenta un breve repaso de las teorías del crecimiento económico endógeno donde entendemos el tratamiento que da la literatura a la tecnología. En la parte tres se hace una revisión de los conceptos de Nueva Economía y las TIC, estableciendo cómo se representan dichas tecnologías en nuestro país. Se describen las características del sector TIC en México. Se realiza un análisis del uso de éstas tecnologías en la industria manufacturera a nivel subsector. En la cuarta sección, para verificar la incidencia de dichas tecnologías sobre las exportaciones manufactureras, se plantea un modelo de corte transversal para cuatro años; se hace el análisis diferenciando por grupo de industrias. Finalmente se muestran las conclusiones del estudio.

Tecnología en la manufactura: un panorama general

La teoría del crecimiento endógeno trata de modelos que consideran que los esfuerzos de las empresas por incrementar el conocimiento tienen como finalidad un beneficio económico; por lo que el proceso de crecimiento se gesta al interior de la economía; centran la atención en el aprendizaje. En particular, Romer (1990) y Lucas (1988)² al concluir que el modelo neoclásico es insuficiente para explicar el crecimiento, agregan factores como capital humano, acumulación de conocimiento, amplían el capital, incorporan nuevas tecnologías, el comercio internacional y una economía de competencia monopolística con “externalidades” que derraman el crecimiento (*spillovers*). La dinámica del crecimiento económico se centra en las externalidades que evitan que se llegue al estado estacionario y, que impulsan un círculo virtuoso de mejoras en la productividad de los factores que se

² El modelo de Lucas, plantea la acumulación de capital humano y no del capital físico, como detonante del aprendizaje y difusión de mejoras productivas, fuente originaria de los rendimientos crecientes de escala.

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 i&d de algún sector o indirectamente a partir de los derrames que promuevan cambios organizacionales o efectos de aprendizaje.

Entre los trabajos que enfatizan el rol del sector de i&d como fuente del proceso de innovación, están Romer (1990) y Grossman y Helpman (1991). Destacan la importancia de este sector a partir de la creación de nuevos conocimientos y su efecto en el crecimiento. El stock de conocimientos crece por un aumento del conocimiento, considerado como exógeno, o por un aumento en la productividad del capital humano. El cambio tecnológico está dado por un sector productor de conocimiento y la relación de éste con el resto de sectores.³ El 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.

De igual forma, para Grossman y Helpman (1991) la base del crecimiento económico es el aumento del *stock* de conocimientos y la acumulación de capital humano; consideran al capital humano como endógeno que depende de la decisión que toman individuos entre emplearse como trabajadores o educarse formalmente.⁴

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

El mismo caso se presenta en 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. Siguiendo a Foray (2004) una nueva característica del crecimiento económico es la profundización del capital intangible (inversiones en capacitación, instrucción, actividades de investigación y desarrollo, información y coordinación, y gastos de salud principalmente) respecto al capital tangible. Estos modelos ponen de manifiesto la importancia del capital humano y la tecnología, e indican el 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.

Al respecto, no parece existir consenso sobre el carácter de los cambios económicos derivados de las TIC ni de sus consecuencias en la actividad económica (crecimiento, desarrollo o paradigmas dominantes) (Ordoñez, 2004), puesto que sus efectos no se han mostrado en su totalidad dado el relativo poco tiempo de su inserción en el terreno empresarial. No obstante, se asume que en la práctica las TIC representan cambios de gran

³ Los otros dos sectores son: i) el de bienes intermedios o de capital, que produce máquinas y equipo de producción a partir de los diseños elaborados en el primer sector y que adquiere en forma de patente, alcanzando rentas monopólicas y ii) el que produce bienes finales y utiliza capital humano, trabajo y bienes de capital que tienen integrada la innovación del primer sector.

⁴ Otro autor que destaca las externalidades que surgen de la acumulación de factores como motor del crecimiento es Young (1991), quien asegura que el capital humano resulta de un proceso de aprendizaje en la firma (*learning-by-doing*).

alcance en todos los ámbitos económicos: sector empresarial, gubernamental y hogares. Esto es, las TIC conforman cada vez más un soporte para más actividades que se vuelven dependientes de estas tecnologías (Berumen y Arriaza, 2008). El uso de TIC posibilita la producción de más bienes en menos tiempo con asistencia de servicios computacionales, mientras que los servicios se proporcionan de manera más eficiente y rápida.

En este sentido, Jorgenson y Vu (2007) señalan el efecto positivo de la inversión en activos tangibles, incluyendo TIC, sobre la aceleración del crecimiento económico en las economías del G-7; tecnologías que desde la década de los noventa se convirtieron en uno de los motores del crecimiento. Asimismo, las TIC se han convertido en un área de inversión dinámica debido a que la desaceleración de los precios de estas tecnologías ha incentivado a la inversión en éstas (Van Ark, 2002). El dinamismo en la inversión en TIC se debe a que teóricamente tienen efectos inmediatos en las posibilidades de inversión, representando un incentivo para la introducción de nuevos equipos y realización de actividades basadas en las TIC lo que, en última instancia, aumenta las capacidades de producción (OCDE, 2003).

Por último, cabe señalar que el inmenso potencial para el cambio económico que ofrecen las TIC es particularmente relevante en situaciones en que el objetivo principal de la transacción puede digitalizarse.⁵ Al respecto, las TIC pueden afectar la creación de conocimiento de diferentes formas; particularmente como plataforma de los nuevos modos de producción de conocimiento.

Nueva economía o economía del conocimiento y las TIC

A partir de la revolución tecnológica de las computadoras y las telecomunicaciones que se manifestó principalmente en los años noventa surge el término nueva economía. El término se refiere al crecimiento del sector productor de estas tecnologías y a la difusión de su uso en todos los sectores de la economía. Uno de los primeros autores en reconocer la nueva economía fue Machlup (1962), quien la describió con el término “industria basada en el conocimiento”. Al respecto, el conocimiento consiste en la reproducción en el pensamiento del mundo material (Ordoñez, 2004).

Para Foray (2004) el término economía basada en conocimiento se refiere al desarrollo de un escenario en el que la rápida creación del conocimiento estimula la eficiencia, calidad y equidad en la economía. David y Foray (2001) afirman que lo más importante de la estructuración de la economía del conocimiento es el cambio cuantitativo, más que el cualitativo; puesto que el elemento clave es la aceleración sin precedentes del ritmo de creación, acumulación, y sin duda, de depreciación del conocimiento. La mayor creación, acumulación y aprovechamiento del conocimiento ha llevado a las sociedades hacia un nuevo paradigma conocido como economía del conocimiento en donde el conocimiento es la esencia de la competitividad y el motor del desarrollo en el largo plazo (FLACSO, 2006). Mientras que Ordoñez (2004) señala que las transformaciones de las relaciones económicas relacionadas con el surgimiento de las TIC definen la nueva economía.

⁵ Aparentemente el almacenamiento de datos no tiene efectos de gran alcance, pero tal como lo señala Lucas (2000) la capacidad de almacenar gigantescas cantidades de datos, con la posibilidad de búsqueda y recuperación de información crucial en pocos segundos tiene implicaciones en términos de eficiencia.

Porat (1977) representó este sector como “economía de la información”; explica que una economía se convierte en una economía de la información cuando el trabajo relacionado con la información supera al trabajo en otros sectores. Distingue dos dominios económicos. El sector primario es el generador de la información e incluye actividades relacionadas casi totalmente con la creación o gestión de la información (científicos, escritores, bibliotecarios). El sector secundario son industrias que trabajan principalmente en aspectos no relacionados con la información, pero cuya labor implica un trabajo de información como aspecto secundario; se refiere a industrias que generan información para uso interno en la producción de mercancías agrícolas o industriales.⁶

Por otro lado, Castells (1999) explica que la nueva economía tiene dos características: a) la globalización, que implica mercados más amplios y cambiantes, libertad de movimiento de mercancías y capitales, integración de áreas de negocio supranacionales o empresas multinacionales; y b) el desarrollo de las TIC, que lleva 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.

Desde el punto de vista de Castells (1999), la nueva economía afecta a todos los agentes, principalmente en el 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 a través del comercio electrónico. A los consumidores les modifica el acceso al mercado mundial desde casa mediante internet. En el caso de los trabajadores pueden realizar determinadas tareas a distancia. En general, aparecen nuevos productos y servicios y nuevos trabajos basados en la información y el conocimiento que se utilizan 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 costos, permite nuevas formas de atender clientes y manejar proveedores, adopta nuevos sistemas de mercadeo y representa la oportunidad para crear nuevos productos y servicios.

Asimismo, para Nordhaus (2001) la nueva economía es la adquisición, procesamiento, transformación y distribución de información. Los tres mayores componentes son el *hardware*, principalmente computadoras que procesan información, y el *software*, que dirige todo el sistema. A nivel socioeconómico se da el uso generalizado del *software* y una gran velocidad del progreso tecnológico; además encuentra algunas características económicas como los bienes de experiencia.⁷

⁶ El sector primario de la información incluye la producción de conocimientos e invención; distribución de información y comunicación; gestión de riesgos; 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. 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 incluye áreas de las empresas involucradas en labores de información, por ejemplo los servicios internos de procesamiento de datos.

⁷ Son bienes que se adquieren sin conocerlos suficientemente y que dejan de ser de interés cuando ya se conocen. Estos bienes presentan ante altos costos hundidos de entrada, costos marginales de producción prácticamente nulos y limitada restricción de capacidad.

Por otro lado, de acuerdo con Kelly⁸ existen principios básicos de la nueva economía, basada en información, comunicaciones e intangibles. Dejan de ser tan importantes los recursos físicos ya que ahora son primordiales la información y los servicios. Dada esta característica, los individuos son el activo más importante en la nueva economía, no solo por sus capacidades físicas, sino por sus conocimientos y habilidades. En un entorno dominado por internet, la nueva economía ya no considera la ubicación geográfica tan importante en la decisión para establecer un negocio.

Por el lado de la oferta, la firma tiene muchas más oportunidades de venta y hay efectos en la eficiencia; se obtienen mayores beneficios gracias a “infomediarios”, quienes proveen la información. En este sentido, los intermediarios forman parte de la vieja economía y forma de hacer negocios. Este flujo de información reduce el costo de las transacciones; por ejemplo, el internet permite que las transacciones sean atendidas masivamente de forma que se dan transacciones personales sin encarecer el proceso.

Aparte, en los encadenamientos productivos globales se integran distintos segmentos de economías domésticas, en función de sus capacidades tecnológicas y articulados a distancia por los centros de poder. En este sentido, las TIC (o sector electrónico-informático) determina la dinámica de los encadenamientos globales en torno a una revolución industrial con consecuencias económicas y sociales generalizadas (Dabat y Ordoñez, 2009). Adicionalmente, Eliasson (1990) considera que la producción de conocimiento y el procesamiento de la información se presentan en todas las actividades económicas, nacionales o extranjeras, incluso en los sectores de baja intensidad tecnológica. En otras palabras, la ventaja de la economía del conocimiento se manifiesta en la proliferación de actividades basadas en conocimiento hacia todos los sectores de la economía.

Así, al analizar las 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. Así, la 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. Es un fenómeno que tiene un componente tecnológico y uno socio-económico. Por ende, información y conocimiento se pueden considerar factores clave de la productividad, producción y, en última instancia, al ampliar el mercado doméstico hacia los extranjeros, de las exportaciones de las economías.

Aparte, en cuanto a la relación entre economía del conocimiento y las TIC, se tiene que en este tipo de economía el conocimiento, entendido como la capacidad cognitiva a diferencia de la información (Foray, 2004), es creado, adquirido, transmitido y utilizado eficientemente por empresas, organizaciones, individuos y comunidades para el desarrollo económico y social; por lo que la creación, distribución y uso del conocimiento es el mayor propulsor de crecimiento, riqueza y empleo (Dahlman y Andersson, 2000). De acuerdo con lo expuesto, una economía del conocimiento existe alrededor de la idea del cambio tecnológico y el capital humano. El conocimiento es el motor de este cambio tecnológico y puede ser de dos tipos: i) conocimiento tácito o no codificado, generado por experiencia

⁸ “New Rules for the New Economy” (Wired 5, 2009, p. 140). Kevin Kelly es editor ejecutivo de la revista Wired, revista que trata de las Tecnologías de Información. Surgió a principios de los noventa y está a la vanguardia en lo referente a estas tecnologías: legislación y regulación de la web, telefonía celular.

y las rutinas, es el llamado *learning-by-doing* de Arrow (1962) que se transfiere mediante las redes de colaboración, o el movimiento de personas de una empresa o área a otra; ii) conocimiento codificado o explícito, que incluye patentes, libros y artículos de revistas científicas, entre otros. Por ende, la economía del conocimiento y economía de la información están estrechamente relacionadas.

Desde otra perspectiva, Ordoñez (2004) señala que el conocimiento supone dos momentos: 1) su objetivación en el producto, durante el proceso social de producción, y 2) su realización en el mercado. La objetivación del conocimiento en el producto social se lleva a cabo por medio de: a) la transferencia al producto del conocimiento previamente objetivado en el trabajo muerto (equipo, maquinaria y aparatos de producción, así como materias primas y auxiliares), y b) la creación de nuevo conocimiento por el trabajo vivo (operarios, técnicos e ingenieros actuantes) y su incorporación al producto. En este sentido el software, como elemento fundamental de las TIC, puede entenderse como conocimiento codificado y objetivado, que puede emplearse como herramienta para crear nuevo conocimiento.

Asimismo, un elemento necesario para que se presente la economía del conocimiento son 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 facilita la adopción de tecnologías y procesos productivos más sofisticados y flexibles. La contribución del capital humano al crecimiento es 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 educación.

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 TIC, se debe invertir en áreas complementarias como educación, infraestructura o servicios públicos e i&d. Al considerar la educación, la idea es que sea capaz de generar individuos con autonomía de pensamiento y con capacidad de adquirir 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.

Como se dijo, 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, esto es, en el sector exportador. También genera cambios en la mano de obra (la hace más calificada) y mejoras en la productividad.

En suma, la información es un producto cuya creación requiere una cantidad importante de insumos físicos e intangibles, pero cuya reproducción no requiere prácticamente ningún costo, lo que lleva a una economía muy diferente a la de productos físicos. Los productos de información pueden reproducirse prácticamente sin costo alguno (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 en una transformación tecnológica y que se trata de tecnologías de

propósito general, se esperan dos efectos de las TIC en la economía. Primero, un aumento de la productividad en el sector productor de TIC; se generará un aumento en la calidad, velocidad y capacidad del *hardware*, *software* y los medios de comunicación, lo que se traduce en una reducción de su costo (Argandoña, 2001). Se genera un aumento de la demanda y de la producción, de forma que el sector incrementa su importancia en la economía.

El segundo efecto es la demanda derivada; al disminuir los costos de las TIC los demás sectores de la economía que utilizan estas tecnologías sustituyen capital y mano de obra por computadoras, *software* y equipos de comunicación, e incluso crean nuevos productos o servicios con esas tecnologías. Esta dinámica hace crecer la productividad de los demás factores, pareciendo lógico pensar que el factor que se transforma primero es la mano de obra. 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, que modificarán la productividad del capital.

Por último, en la medida en que el progreso tecnológico de las TIC se difunda de unos sectores a otros se darán efectos *spillovers* que incrementan la productividad de los factores en sectores no directamente relacionados con las TIC y en general en toda la economía. Para alcanzar el segundo efecto y utilizar las TIC 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, red de telecomunicaciones e internet; ii) plataforma, que conecta las redes con el nivel de aplicación: computadora, teléfono móvil, internet móvil; iii) aplicación, es el comercio electrónico entre empresas proveedoras y entre empresas y consumidores, el intercambio electrónico de datos y la gestión de la cadena de suministro.

Por otro lado, David y Foray (2001) explican que los efectos de las TIC en la economía se presentan primero a través de la relación entre TIC y conocimiento. Los autores distinguen cuatro repercusiones de las TIC en la creación de conocimiento; i) creación de una abundancia potencial de información revolucionaria; ii) aumento potencial de las interrelaciones creativas entre creadores del producto, proveedores y clientes finales; iii) tratamiento de enormes bases de datos, lo que constituye un poderoso sistema de progreso del saber; y, iv) desarrollo de sistemas descentralizados de recopilación de datos, de cálculo y de intercambio de los resultados, como combinación de los tres anteriores.

De esta manera, es indudable que hay efectos de las TIC en la economía y, por ende, cabe esperar un efecto positivo en las exportaciones. Para efectos de este documento se hace una revisión del crecimiento de las exportaciones y la estructura del sector productor de TIC para 2003-2006; se mide el crecimiento en la demanda de computadoras en la manufactura mexicana, dada la limitación de estadísticas. Se evalúa el comportamiento de las exportaciones en la industria manufacturera y se verifica si existe relación con la inversión y uso de las TIC.

En los diferentes estudios que evalúan el impacto de las TIC en la economía existen dificultades en la medición de estas tecnologías. Jorgenson y Stiroh (2000) definen las tecnologías de la información e incluyen computadoras, *software* y equipo de comunicaciones; Oliner y Sichel (2000) incluyen computadoras y semi-conductores integrados a las computadoras. Nordhaus (2001) la define como maquinaria, equipo eléctrico, teléfo-

nos y telégrafo, y *software*; incluye tres grandes industrias: maquinaria y equipo, equipo electrónico y otros equipos eléctricos, teléfono y telégrafo y *software*.⁹

Aunque no existe un consenso de cuál es el mejor indicador, se reconocen ciertos indicadores *proxy* para las TIC, que se agrupan generalmente en cuatro categorías principales: i) creación de conocimiento; donde se incluye gasto en I&D como porcentaje del PIB, número de investigadores, investigadores *per cápita* y patentes *per cápita*; ii) 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; iii) 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; iv) 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. En todo caso, se deben reconocer las dificultades de definir el contenido exacto de estas tecnologías en un mundo en continua transformación.

Aparte, de acuerdo con la definición de nueva economía y TIC, el sector que cae en esta idea es el de “Información en Medios Masivos” que incluye actividades que transforman la información en una mercancía, así como a las actividades que la distribuyen. Siguiendo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) dentro de este sector se incluyen 39 clases de producto (cuadro A del anexo). No todas las industrias dentro del sector información en medios masivos se pueden considerar TIC. Como se mencionó, estas tecnologías incluyen bienes tangibles e intangibles, por lo que se utilizarán como TIC 16 clases de producto, ocho clases de la industria manufacturera y ocho incluidas en información de medios masivos directamente relacionadas con el equipo de cómputo y de comunicaciones, considerándose los productos que aparecen en el cuadro 1.

⁹ En un ámbito general, la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) incluye en el sector TIC: 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; instrumentos y dispositivos para la medición; chequeo, análisis, navegación; otros bienes, excepto equipos de proceso industrial y 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.

Cuadro 1
Las TIC en México

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

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

Al respecto, Dabat y Ordoñez (2009) consideran cinco industrias como parte del sector TIC: semiconductores, computadoras, telecomunicaciones, equipo industrial y electrónica de consumo, agrupados en nueve subsectores.¹⁰ En un estudio del sector señalan que México ha desarrollado una industria de exportación de relevancia internacional cuya rama principal es la electrónica dada la presencia de empresas transnacionales estadounidenses (las exportaciones de este sector representan 23% del total manufacturero).¹¹ De esta forma, la industria electrónica está conformada por un segmento industrial resultante del proceso de sustitución de importaciones y otro asociado con la maquila. El repunte del comercio internacional del sector deriva del saldo superavitario en computadoras, televisores, equipo de telecomunicaciones y componentes del sector computadoras; mientras que componentes electrónicos registran un déficit de alrededor de 10 mil millones de dólares en 2000.

¹⁰ Dos básicos (semiconductores y *software*), dos operativos que articulan el sector (computadoras y servicios de telecomunicaciones), cuatro con diferentes aplicaciones industriales de carácter vertical y uno de servicios de apoyo a la computación o computadoras.

¹¹ Asimismo, Dabat y Ordoñez (2009) señalan que a pesar del dinamismo de esta industria en el país, el nivel de desarrollo tecnológico y empresarial está muy por debajo de del existente en países exportadores asiáticos.

Por último, merece especial atención el análisis de la evolución de la industria de servicios de telecomunicaciones, como parte de las TIC para el caso mexicano.¹² De acuerdo con Ordoñez y Correa (2009) la industria se reestructuró después de la crisis de 2001-2002, motivada por cinco condiciones: i) gran intensidad en capital fijo en infraestructura y los consiguientes requerimientos de grandes inversiones; ii) revolución tecnológica de la industria después de la crisis (notable avance de las redes de interconexión e internet que llevaron a nuevos servicios como la telefonía por internet y la televisión por internet); iii) sustitución de las empresas de equipo tradicional por equipo basado en internet, que provocó el despague de servicios especializados; iv) tendencia a la integración horizontal de servicios por los nuevos operadores, que convergen en una nueva industria de servicios de telecomunicaciones integradora (triple y cuádruple play), y v) un nuevo despliegue espacial de la industria, donde Estados Unidos pierde peso en los ingresos totales de la industria; mientras ganan participación la región Asia-Pacífico y América Latina, principalmente.

Las TIC y la industria manufacturera en México

La idea de este documento es explicar cómo la inversión en nuevas tecnologías, unidas al capital físico y la mano de obra (que incluye conocimiento), se relacionan con las exportaciones mexicanas. Para ello, se debe conocer la estructura tecnológica de la industria manufacturera, ya que las diferencias en las necesidades de cada factor productivo para cada industria, genera diferencias en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías. Por ende, se utiliza la clasificación de Pavitt (1984) para dividir la manufactura y conocer el sector de mayor dinamismo tecnológico y el sector de tecnología tradicional. Las industrias se clasifican siguiendo los trabajos de Dutrénit y Capdeville (1993) y Unger (2002) de tal manera que pueda realizarse la estimación econométrica.¹³

En el caso de México, las estadísticas 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. De esta forma, se describe el sector TIC en México así como su evolución y se analiza el uso de las TIC en el sector manufacturero.

En una evaluación de la industria de servicios de telecomunicaciones para México, Ordoñez y Correa (2009) concluyen que la industria en el país es de desarrollo medio-bajo respecto a tecnología, tasa de penetración, tráfico y capacidad, con PAST (cargo, renta y precio por minuto de llamada) en telefonía residencial y comercial elevados; al igual que el precio de llamada por minuto en telefonía móvil. Por tanto, la competitividad internacional de la industria es limitada, principalmente en telefonía e internet, por lo que la integración

¹² Esta industria se compone de actividades como: creación y difusión de contenidos a través de Internet; proveedores de acceso a Internet y servicios de búsqueda; procesamiento electrónico de información; otros servicios de suministro de información; telefonía tradicional y celular; otras telecomunicaciones inalámbricas, excepto los servicios de satélites; reventa de servicios de telecomunicaciones; servicios de casetas telefónicas; telegrafía y otras telecomunicaciones alámbricas; telecomunicaciones por cable; producción de programas de televisión distribuidos; servicios de satélites; otros servicios de telecomunicaciones; asesoría en la instalación de equipo y redes informáticas (Ordoñez y Correa, 2009).

¹³ Las industrias se clasifican como de alta tecnología y de tecnología. Por disponibilidad de espacio no se presenta esta tipificación, sin embargo puede obtenerse a través de solicitud vía correo electrónico.

del país en los nuevos servicios mundiales intensivos en conocimiento y de base informático-tecnológica, cuya producción se realiza de manera simultánea y por medio del tráfico telefónico o el acceso a internet, está restringida. En consecuencia, la opción viable de integración es en servicios más tradicionales.

De este modo, la relevancia del sector total de TIC a nivel mundial se constata por el papel que desempeña como núcleo dinámico central del ciclo industrial (Dabat y Ordóñez, 2009), lo que se traduce principalmente en una mayor contribución de este tipo de tecnologías en el crecimiento económico. La fuerte relación del sector con la nueva estructura productiva se debe además del gran dinamismo en la producción, a la destacada evolución del comercio internacional a escala mundial, con tasas anuales de crecimiento mayores a 10 por ciento.

Por otro lado, 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 TIC 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. Incluyen en las TIC a computadoras, internet, teléfonos móviles, asistentes personales digitales y todo aquel dispositivo similar.

A partir de estas definiciones, 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. Así, en el periodo 1998-2000 se incrementó el valor de la producción de máquinas de procesamiento informático y de computadoras y periféricos; a partir del 2001 se presenta una tendencia decreciente en ambas industrias que parece mejorar el 2006 (cuadro 2).

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.

Por otro lado, dado que actualmente sólo se dispone del Censo Industrial 2004, se hace un análisis del uso de las TIC en las manufacturas mexicanas a nivel subsector para el inicio del periodo de estudio. Asimismo, y dado que se concluyó que las TIC tienen efectos en la economía principalmente en dos rubros, en la gestión o en los procesos productivos, el cuadro 3 muestra el grado de utilización de las TIC (incluyendo computadoras e internet) en diferentes actividades. El uso de TIC en la manufactura mexicana se divide en cuatro actividades que 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 las TIC se integran a las diferentes actividades y que depende de la complejidad de 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	64
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

Continuación cuadro 3

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
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 es cierto ya que aquellos subsectores que usan TIC en la gestión no necesariamente las utilizan en los procesos técnicos. Una de las razones es la diferencia en los requerimientos tecnológicos de cada industria. Cabe esperar que las industrias dentro de subsectores difusores de tecnologías o de innovación de productos hacia los demás sectores, utilicen las TIC para desarrollar programas o mejoras en los procesos técnicos. Por otro lado, las industrias más tradicionales no requieren desarrollar estas tecnologías, puesto que las demandan del otro grupo.

Otra razón para esta situación es que para que las empresas utilicen 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. Las excepciones se relacionan con la estructura de mercado de cada sector o con los vínculos entre las diferentes industrias, como es el caso de la alimentaria y su estrecha relación con la industria química.

Aparte, en lo que sigue se realiza un análisis del impacto de las TIC en las exportaciones manufactureras. Se emplea la variable “Compras de Equipo de Cómputo” que, la Encuesta Industrial Anual (EIA) 2003-2006 del INEGI, 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. Dado que se definió como TIC algunas clases de la industria manufacturera más las incluidas en información de medios masivos directamente relacionadas con el equipo de cómputo y el de comunicaciones, se observa que en última instancia la variable equipo de cómputo y periféricos es una variable proxy del uso de las TIC en la manufactura.

Asimismo, para medir las exportaciones (x) se utilizan datos tomados de la Stan Data Base de la OCDE de acuerdo a la clasificación CIU Rev. 2; estos datos se homologan a los que se obtienen del SCIAN. De este modo, se pretende identificar la relación que existe entre las exportaciones y el nivel de utilización de las TIC en la industria manufacturera.

El cuadro 4 muestra la relación entre exportaciones y las compras de equipo de cómputo de la manufactura para el periodo. Las x crecieron 19.7%, mientras que la compra de equipo de cómputo y periféricos lo hizo 14.72%. La proporción equipo de cómputo por unidad de x creció a una pequeña tasa durante el periodo al analizarlo para el total de la manufactura (crecimiento de 3.8%). En promedio, por cada peso de X generado en las industrias de alta tecnología (IAT), se compraron 0.09 pesos de equipo de cómputo. En contraste, para las industrias de baja tecnología (IBT) se compraron 0.0064 pesos de TIC por cada peso exportado. Asimismo, las IAT tuvieron la mayor inversión en TIC durante el 2004 y para los años siguientes se registró un nivel inferior de inversión pero superior al total de la manufactura. Para las IBT se observa que la mayor inversión fue en 2003 y cayó desde entonces. Para ambos casos se observan dos bloques 2003-2004 con alta inversión y 2005-2006 con baja inversión. Sin embargo, siempre es el sector de alta tecnología quien más invierte en éstas tecnologías.

Cuadro 4

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

Año	Total manufactura	Alta tecnología	Baja tecnología
	COMP/X	COMP/X	COMP/X
2003	0.00782	0.15301	0.06125
2004	0.00858	0.18714	0.05941
2005	0.00736	0.01184	0.00576
2006	0.00812	0.01323	0.00640

Fuente: elaboración propia con datos de la EIA 2003-2006.

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 (cuadro 5).

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

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

Fuente: elaboración propia con datos de la EIA 2003-2006.

Algunos hechos estilizados que sobresalen del cuadro 5 son: 1) Las industrias con mayor uso de TIC en la gestión y en los procesos productivos a nivel subsector son la: alimentaria, química, productos derivados del petróleo, plástico y hule, prendas de vestir, impresión y conexas, metálica básica, maquinaria y equipo, equipo de computación, comunicación y medición, equipo de generación de electricidad, equipos y aparatos eléctricos y equipo de transporte. 2) A nivel de clase de producto, quienes más utilizan las TIC son: i) en el subsector alimentario, embutidos y conservas, corresponde a IBT; ii) en el de impresión y conexas, subsector que más utiliza las TIC respecto al total manufacturero, fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos, identificada como IAT; iii) en el subsector de maquinaria y equipo, producción de maquinaria y equipo para la industria de plástico, corresponde a las IAT; iv) en el subsector transporte, fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices, identificada como IBT.

De esta forma, hay ciertas industrias manufactureras que pueden tener un mayor impacto por el uso de las TIC; cabe esperar que la inclusión de equipo de cómputo en el proceso exportador por parte de dichas industrias genere un mayor nivel exportado en el tiempo. Hasta acá, pueden señalarse dos cosas. Primero, que existe un efecto de las TIC sobre las exportaciones y, segundo, parece que el grupo de IBT es quién más las aprovecha.

Exportaciones y TIC: un análisis econométrico

Se realiza un análisis econométrico de corte transversal en el periodo 2003-2006; el objetivo es determinar la incidencia de la inversión en TIC sobre las exportaciones manufactureras. Se plantea un modelo para evaluar la participación de las compras de equipo de cómputo, como *proxy* de las TIC, en las exportaciones. Se consideran adicionalmente las variables compra de maquinaria¹⁴ y equipo para la exportación y las horas trabajadas,¹⁵ porque junto con el equipo de cómputo son factores de producción complementarios que permiten acceder exitosamente a mercados extranjeros; el uso conjunto de éstos y el equipo de cómputo generan incrementos de la producción que, en última instancia, impacta en el nivel exportado.

La forma tradicional de estimar la ecuación de exportaciones es mediante la función Cobb-Douglas que con tres factores productivos se define como: $X^d = f(\text{MAQ}, \text{POTHH}, \text{COMP})$; o en términos logarítmicos: $x = \alpha + \beta_1 \text{maq} + \beta_2 \text{potth} + \beta_3 \text{comp} + u$. Donde x es: logaritmo natural de las exportaciones 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; potth 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 todos en términos de elasticidades y los signos esperados de las elasticidades son todos positivos.

El análisis de corte transversal toma 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. Así, se estimó una función de producción tipo Cobb-Douglas para los cuatro puntos en el tiempo 2003 a 2006; las unidades de observación corresponden a 174 clases de producto incluidas en la EIA.¹⁶ Los resultados del modelo se presentan en el cuadro 6. Los resultados esperados fueron los obtenidos; en todos los años hay una relación positiva entre las exportaciones y el gasto en equipo de cómputo; el gasto en maquinaria y equipo y las horas trabajadas también presentan relación positiva. En cuanto al valor de los parámetros, se tiene una estructura donde el trabajo y la maquinaria aportaron más a las exportaciones 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 incrementó 40%, la aportación de las horas hombre trabajadas disminuyó aproximadamente 20%, mientras que el aporte porcentual de las TIC se duplicó aún cuando registró una caída de 17% de 2006 a 2005. Cuando se considera todo el periodo, el gasto porcentual de las industrias manu-

¹⁴ Las compras de maquinaria y equipo de producción son el 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.

¹⁵ 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.

¹⁶ 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.

factureras en maquinaria aportó en promedio un cambio porcentual de 0.51 en x , mientras que el gasto en horas hombre en 0.36 y el gasto en computadoras 0.24.

Cuadro 6
Resultados de estimaciones de corte transversal de la EIA, Manufactura
2003-2006

	Coeficientes			
	2003	2004	2005	2006
<i>C</i>	4.169 (8.59)	7.710 (15.49)	6.348 (14.73)	4.82 (10.59)
<i>LMAQ</i>	0.315 (7.69)	0.569 (10.80)	0.725 (8.40)	0.443 (6.21)
<i>LPOTHH</i>	0.354 (5.74)	0.378 (5.16)	0.387 (6.19)	0.281 (5.17)
<i>LCOMP</i>	0.114** (1.82)	0.136 (4.47)	0.311 (5.29)	0.257 (7.6)
<i>R2</i>	0.816	0.805	0.811	0.813
<i>N</i>	189			

* todas las variables son significativas a 95% de confianza.

Fuente: elaboración propia con cifras de EIA de INEGI.

Por otro lado, para verificar 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. El cuadro 7 presenta los resultados del análisis de corte transversal para cada grupo en los años de estudio.

Se encuentra que el equipo de cómputo es significativo para los sectores de alta tecnología en los últimos tres años, lo que parece deberse a que, en comparación con el otro grupo, gastan más por unidad exportada. Las horas trabajadas son las que más aportan a x , lo que puede explicarse debido a los criterios utilizados por Pavitt (1984) para clasificar las industrias. Este grupo es el principal difusor de tecnología en la industria manufacturera, presentan un alto gasto en I&D y alta capacidad de ingeniería; esto le da un gran peso al contenido de las horas trabajadas que son de trabajo altamente calificado. Para los sectores de baja tecnología en el 2003 las compras de TIC no son significativas a 95% de confianza; sin embargo, en los años siguientes tomó significancia y aumentó su aportación a x particularmente en los dos últimos años. En el 2005, por cada aumento de 1% en la compra de equipo de cómputo las x crecían 0.58%, mientras que en 2006 crecían en 0.57 por ciento.

Cuadro 7
Estimaciones de corte transversal para clases de alta y baja tecnología,
2003-2006

Clases de alta tecnología				
	Coeficientes			
	2003	2004	2005	2006
<i>C</i>	4.170 (5.27)	4.556 (5.23)	5.059 (5.64)	4.993 (6.14)
<i>LMAQ</i>	0.232 (2.89)	0.159 (5.18)	0.225 (4.72)	0.280 (4.05)
<i>LPOTHH</i>	0.718 (2.91)	1.033 (4.27)	0.934 (4.08)	1.033 (4.23)
<i>LCOMP</i>	0.089** (1.68)	0.118 (2.76)	0.212 (2.47)	0.308 (3.44)
<i>R2</i>	0.7616	0.7522	0.7716	0.7535
<i>N</i>	25			
Clases de baja tecnología				
	Coeficientes			
	2003	2004	2005	2006
<i>C</i>	6.642 (13.50)	7.007 (13.32)	5.047 (11.94)	6.76284 (12.84)
<i>LMAQ</i>	0.759 (12.50)	0.764 (12.52)	0.621 (4.72)	0.696 (6.23)
<i>LPOTHH</i>	0.432 (3.28)	0.448 (3.38)	0.624 (5.06)	0.607 (5.72)
<i>LCOMP</i>	0.248** (1.27)	0.313 (2.49)	0.582 (3.06)	0.571 (3.18)
<i>R2</i>	0.7474	0.7283	0.7042	0.6957
<i>N</i>	149			

* todas las variables son significativas a 95% de confianza.

** variables no significativas.

Fuente: elaboración propia con cifras de EIA de INEGI.

En este grupo la maquinaria perdió seis puntos de participación en el periodo y las horas trabajadas incrementaron su aportación, lo que se debe a la complementariedad del equipo de cómputo con las horas trabajadas. Adicionalmente, aunque invierte menos, parece que las *IBT* aprovecha el equipo de cómputo como herramienta que incrementa su eficiencia. Las computadoras deben ser utilizadas en procesos que facilitan la gestión y administración de las industrias lo que se ve reflejado en la participación sobre las exportaciones.

Por otro lado, para dar validez a las estimaciones se realizaron pruebas para las hipótesis estructurales. Se obtuvieron matrices de correlación, donde la correlación entre los tres factores en algunos casos excede 0.82, lo cual indica asociación lineal. Por esta razón

se calculó 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 indica no multicolinealidad. Por ende, se estimaron regresiones auxiliares entre las variables explicativas y no existen síntomas de multicolinealidad en ninguno de estos modelos.

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. Una 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 la prueba de White, en los tres casos se acepta la hipótesis de homoscedasticidad.

De esta forma, se concluye que las TIC, medidas como compra de equipo de cómputo, tienen una elasticidad positiva sobre las exportaciones manufactureras en su conjunto de 0.24%. Sin embargo, contrario a lo esperado, las exportaciones de la IAT se explican en menor medida por la compra de estas tecnologías, que depende más de las horas de trabajo calificado incluidas en sus procesos. Las IBT presentan efectos positivos por la compra de TIC del 2004 al 2006, y muestra una elasticidad-TIC al final del periodo es de 0.57 por ciento.¹⁷

Conclusiones

La difusión acelerada de las TIC en varios sectores de la economía y la evidencia que hacen más eficientes diversos procesos trajo a la literatura económica la búsqueda de medición de dicho efecto a nivel agregado; sin embargo, debido a la falta de estadísticas la valoración empírica a nivel industrial es limitada. En este sentido, este documento contribuye a llenar ese vacío para el caso mexicano al analizar los efectos de los cambios en la compra de equipo de cómputo y periféricos (inversión en TIC) sobre las exportaciones de la industria manufacturera en México para el periodo 2003-2006, distinguiendo entre industrias de alta y de baja tecnología. Se utilizó una metodología de corte transversal para evaluar la consecuencia de dichas tecnologías. Se estableció una función de producción con tres insumos (capital, trabajo y TIC -equipo de cómputo-) en términos de elasticidades.

De acuerdo a este análisis, la respuesta a un cambio en la compra de TIC es cuantitativamente diferente para los dos tipos de industrias consideradas. Para las IAT, la significancia estadística del equipo de cómputo es menor en cualquiera de los años a pesar de que en comparación con el otro grupo, gastan más en TIC por unidad exportada (2.5 veces más en promedio para todo el periodo). Para las IBT, que se caracterizan por un relativo alto gasto en I&D y alta capacidad de ingeniería, son las horas trabajadas las que más aportan a las exportaciones debido a que este tipo de industrias utilizan horas de trabajo altamente calificado. Por el contrario, para las IBT en el 2003 la inversión de TIC no era significativa, no obstante en los años siguientes aumentó su contribución llegando hasta una elasticidad

¹⁷ Una de las limitaciones de estos estudios es que la estimación de corte transversal ya sea por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o mínimos cuadrados generalizados (MCG), sólo se acepta como válida si el componente individual puede ser considerado como no correlacionado con las variables explicativas. Este problema se evita con un análisis de datos de panel, tarea que está fuera del alcance de este documento.

de 0.35%. Se encuentra impacto positivo de las TIC en las exportaciones, sin embargo el efecto es mayor en las IBT, lo que parece contrario a la intuición económica.

Adicionalmente, se determinó que el conocimiento y habilidades que hacen diferentes las horas trabajadas de cada grupo de industrias en el sector IAT son una explicación más viable para la diferencia en las exportaciones, que el uso de las TIC. En términos cualitativos, aunque las IBT invierten en TIC en menor proporción, parece que aprovechan el equipo de cómputo como herramienta que incrementa su eficiencia; las computadoras deben ser utilizadas en procesos de menor complejidad que facilitan la gestión y administración de las industrias lo que se refleja en la participación sobre las exportaciones.

Se puede concluir que la inversión en TIC medida como equipo de cómputo favorece las exportaciones de la industria manufacturera, y en particular para las industrias de menor intensidad tecnológica. Finalmente, se encontró 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; la mano de obra sigue siendo factor fundamental para las exportaciones. En este sentido es importante que las empresas incrementen la inversión en capacitación para aumentar el capital humano de forma que se pase de una integración de TIC en procesos simples hacia procesos cada vez más complejos y, de esta manera, las exportaciones alcancen tasas de crecimiento sostenidas.

Bibliografía

- Argandoña, A. (2001). *La Nueva Economía y el Crecimiento Económico*, División de investigación, Universidad de Navarra, Documento de Trabajo 35-3, p. 36.
- Arrow, K. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, vol. 29, pp. 155-173.
- Berumen, S. y Arriaza, K. (2008), *Evolución y Desarrollo de las TIC en la Economía del Conocimiento*, Ecobook, Madrid, p. 286.
- Castells, M. (1999), "Information Technology, Globalization and Social Development", United Nations Research Institute for Social Development, Discussion paper, no. 114.
- Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (2004), "Declaración de Río 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.
- Dabat, A. y Ordoñez, S. (2009), *Revolución Informática, Nuevo Ciclo Industrial e Industria Electrónica en México*, IIEC-UNAM-Casa Juan Pablos, México, p. 299.
- Dabat, A., Rivera, M. y Wilki, J. (2004), *Globalización y Cambio Tecnológico*, Universidad de Guadalajara, UNAM, UCLA Program on Mexico, Profmex, Juan Pablos. México, p. 481.
- David, P. y Foray, D. (2001), "An Introduction to the Economy of the Knowledge Society", *Economics Series Working Papers*, núm. 84, University of Oxford.
- 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*, vol. 47-239, pp. 46-68.
- Edwards, S. (2002), "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?", *The Economic Journal*, vol. 108-447, pp 383-398.
- Eliasson, G. (1990), *The Knowledge-based Information Economy*, Stockholm: Almquist and Wiksell International.
- Foray, D. (2004), *The Economics of Knowledge*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p. 279.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press Cambridge.

- Haag, S., Cummings M., y McCubbrey, D. (2004), *Management Information Systems for the Information Age*, (4th Edition), p. 41, McGraw-Hill, New York.
- Jorgenson D. y Stiroh K. (2000), "Information Technology and Growth", *American Economic Review*, vol. 89-2, pp. 109-115.
- Jorgenson, D. y Vu, K. (2005), "Information Technology and the World Economy," *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 107-4, pp. 631-650.
- Lucas, H. (2000), *La Tecnología de la Información y la Paradoja de la Productividad*, Oxford University Press, New York, p. 261.
- Machlup, F. (1962), *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press.
- Nordhaus, W. (2001), "Productivity Growth and the New Economy", National Bureau of Economic Research, Documento de Trabajo W8096, p. 47.
- OECD (2002), "Reviewing the ICT Sector Definition: Issues for Discussion", Working Party on Indicators for the Information Society, Stockholm, pp. 25-26.
- OECD (2003), *ICT and Economic Growth. Evidence from OECD Countries, Industries and Firms*, Paris, p. 100.
- Oliner, S. y Sichel, D. (2000), "The Resurgence of Growth in the 1990's: Is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14-4, pp. 33-49.
- Ordoñez, S. y Correa, M. (2009), "México y Asia en los Servicios de Telecomunicaciones", *Comercio Exterior*, vol. 59-5, pp. 348-369.
- Ordoñez, S. (2004), "La Nueva Fase de Desarrollo y Capitalismo del Conocimiento: Elementos Teóricos", *Comercio Exterior*, vol. 54-1, pp. 4-17.
- Porat, M. (1977), "The Information Economy", Office of Telecommunication, US Department of Commerce, Washington. Working Papers.
- Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp. 71-102.
- Romer, P. (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth", *Journal of Political Economy*, vol 94-5, pp. 1002-1037.
- Stiglitz, J. (2000), "The Contributions of the Economics of Information to Twentieth Century Economics", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 115, pp. 1441-1478.
- 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.
- Van Ark, B., Melka, J., Mulder, N., Timmer, M. y Ypma, G. (2002), "ICT Investments and Growth Accounts for the European Union, 1980-2000", Final Report on ICT and Growth Accounting for the DG Economics and Finance of the European Commission, Brussels.
- Young, A. (1991), "Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade", NBER, Working Papers 3577.

Anexo
Cuadro A
Clases de producto información en medios masivos

122

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

* Excepto a través de Internet

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