

# De la “Paradoja de la Productividad” y la Ley de Moore al Papel de las TIC en el Aumento de la Productividad de las Empresas y de las Naciones\*

## Company and Nation Production Enhancement: From “Productivity Paradox” and Moore’s Law To the Role of ICT

Artículo de Reflexión - Fecha de Recepción: 10 de abril de 2014 - Fecha de Aceptación: 25 de septiembre de 2014

Albeiro Patiño Builes

Magíster en Dirección Estratégica, Planificación y Control de la Gestión. Católica del Norte Fundación Universitaria. Medellín (Colombia). ajpatinob@ucn.edu.co.

Para citar este artículo / To reference this article:

A. Patiño, “De la “Paradoja de la Productividad” y la Ley de Moore al Papel de las TIC en el Aumento de la Productividad de las Empresas y de las Naciones,” *INGE CUC*, vol. 10, no. 2, pp. 51–59, 2014.

**Resumen:** Este artículo de reflexión pretende mostrar que las TIC, contrario a lo que afirma la “Paradoja de la Productividad”, han aportado al crecimiento de los sectores productivos de las empresas y de las naciones. Algo que ha estimulado el constante aumento de las capacidades de los procesadores, como afirma la “Ley de Moore”. Además abordaremos conceptos como “TIC”, “Convergencia tecnológica” y “Brecha digital”. Nos hemos basado especialmente en el estudio de documentación oficial de entes autorizados, tanto nacionales como internacionales. Y hemos llegado a concluir que la “Ley de Moore” sigue vigente pero la “Paradoja de la Productividad” es apenas un mito. Y es que no solo empresas, sino también naciones, gracias al uso de las TIC en sus actividades, han logrado no solo despejar su productividad, sino mantenerla en un constante crecimiento en todos los sectores que afectan la economía de los países y del mundo global.

**Palabras clave:** brecha digital o tecnológica, convergencia tecnológica, sector productivo, TIC.

**Abstract:** Contrary to “productivity paradox” assertions, this reflection paper aims to show that ICTs have contributed to the growth of the productive sectors of companies and Nations, encouraging at the same time, the constant increase of processors’ capabilities, as stated by “Moore’s law”. It will also address concepts such as ICT, Technological convergence, and Digital divide. It is based mainly on an official documentation study of both national and international authorized entities. As a conclusion, it was identified that “Moore’s law” remains in force whereas the “productivity paradox” is just a myth, since, thanks to the use of ICT in their activities, companies and Nations have achieved not only to increase their productivity, but to keep it at a constant growth in all sectors that, at its utmost extent, affect domestic and global economies.

**Keywords:** Digital or technological divide, Technological convergence, Productive sector, ICT.

\* Artículo de Reflexión, derivado del proyecto de investigación titulado “Aplicación de herramientas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para aumentar la productividad y competitividad de las Pymes colombianas”, desarrollado en el marco de la Línea de investigación de Informática y Comunicación Digital, Grupo de investigación de Ingeniería Informática. Católica del Norte Fundación Universitaria; Fecha de inicio: marzo de 2012 - Fecha de finalización: diciembre de 2012.

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la definición de la Comisión Europea, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son una “gama amplia de servicios, aplicaciones y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos y de programas informáticos, y que a menudo se transmiten a través de las redes de telecomunicaciones” [8].

No obstante la definición anterior, nuestro análisis (igual que ha sucedido con diferentes análisis que se han realizado desde finales de los años ochenta y hasta la fecha en relación con el aporte que hacen las TIC al aumento de la productividad en las empresas) se restringirá a los computadores de escritorio (*Personal Computer* o PC), básicamente por ser estos equipos sobre los que existe una mayor evidencia empírica.

Para realizar nuestro análisis abordaremos dos aspectos particulares, propuestos, a su vez, por Billón Currás et al. [1]; El primero, la forma como las inversiones en TIC (computadores) incrementan el *output* y la productividad del factor trabajo; y el segundo, la forma como los impactos de las inversiones en TIC sobre la productividad se registran en conjunción con otros factores no tecnológicos (cambios organizacionales y capital humano), y por esta vía afectan a la productividad del trabajo y a la productividad total de los factores.

Hemos encontrado, además, que los PC conectados en red permiten, a su vez, un mayor aumento de la productividad en las empresas, lo que de cierta forma, colateralmente, nos lleva a otras relaciones e impactos de las TIC en la productividad de las empresas, en tanto que las redes implican la participación de una amplia gama de componentes tecnológicos, tales como servidores, enrutadores, switches, etc., para su normal y correcta operación.

También es importante resaltar que cuando hablamos de las funcionalidades que deben cumplir las TIC (procesar, almacenar, transmitir y presentar información), nos referimos a componentes o soluciones que puedan cumplir todas las funcionalidades. Visto así, es más factible esperar que se trate de soluciones que de componentes, pues es difícil encontrar un solo componente que pueda cumplir todas las funcionalidades mencionadas; lo normal es encontrar soluciones, las cuales están construidas con base en componentes, cada uno de los cuales puede cumplir una o varias de las funcionalidades requeridas. Así, por ejemplo, herramientas ofimáticas como procesadores de texto u hojas de cálculo permiten generar información; aplicaciones de propósito específico como programas matemáticos o estadísticos o de minería de datos permiten procesar información; discos duros o dispositivos USB permiten almacenar información; protocolos como FTP o HTTP permiten transmitir información; y diferentes interfaces de usuario como browsers permiten presentar información.

La selección bibliográfica la realizamos con base en búsquedas de palabras tales como “productividad”, “competitividad”, etc., en áreas de Economía, Administración de Empresas, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, etc., a propósito del carácter interdisciplinar del tema. También recurrimos al análisis de revistas, libros e informes de organismos multilaterales, tales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI), etc. Tuvimos en cuenta el número de veces que aparece citado cada artículo en revistas de impacto, según el *Social Sciences Citation Index*, y seleccionamos aquellas que recogen el número de citas más elevado. Tomamos como referencia de inicio para el análisis 1987, por ser el año en que se presentó lo que luego habría de popularizarse como la “Paradoja de la Productividad” [10] por el economista y Premio Nobel de Economía Robert Solow (“La era de los ordenadores puede verse en todas partes, excepto en las estadísticas de productividad”) [11], que dio lugar a tantas discusiones posteriores en relación con el aumento de la productividad que las TIC les permiten a las empresas. De paso, nos acercamos a la Ley de Moore, que predijo el crecimiento acelerado que tendrían los dispositivos encapsulados en una pastilla de silicio [3].

Un análisis de los siguientes temas: la “clasificación de las TIC” los conceptos de “Convergencia digital” y de “Brecha digital o tecnológica” y “el papel de los sectores productivos en el desarrollo de las naciones” podrá parecer extenso para un artículo de este tipo, pero será lo que nos permitirá entender el contexto en el que nos movemos y llegar a nuestra reflexión final. Terminamos nuestro ejercicio enunciando la evidencia empírica que otros ejercicios de investigación citados han encontrado acerca del tema en cuestión y, finalmente, presentamos nuestras conclusiones.

El impacto de este ejercicio radica en la conciencia que se puede crear en empresarios, especialmente de Pymes, que aún hoy consideran que las TIC pueden llegar a ser elementos suntuosos sin claros beneficios para sus negocios, cuando la realidad, sobre todo en países desarrollados, muestra que es todo lo contrario: las TIC apalancan el mejoramiento de los procesos productivos, mejorando, así, la productividad de las empresas que hacen uso de estas herramientas.

## II. LA PARADOJA DE LA PRODUCTIVIDAD

La Paradoja de la Productividad, en otras palabras, afirma que todo el dinero invertido en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones no sirve para nada. Como tal surgió en 1987, primeramente declarada por Steven Roach, director de Estudios Económicos de Morgan Stanley, y popularizada por el ya mencionado Premio Nobel de Economía Robert Solow en 1986 [11].

Desde entonces han transcurrido más de cinco lustros, y quizás los mismos promotores de la Paradoja de la Productividad se detractarían de su afirmación al ver cómo a partir de 1995 las cosas, definitivamente, cambiaron. La muestra principal la representa la propia nación norteamericana. Y es que Estados Unidos, a partir de mediados de los noventa, aumentó su productividad y competitividad, precisamente porque empezó a hacer un uso intensivo de las TIC en sus empresas [1].

Las compañías de todo el mundo han ido tomando conciencia acerca de la importancia de apropiarse de las TIC, volverlas parte de su infraestructura y apalancarse en ellas para incrementar su riqueza. Pero también es un hecho que en los países desarrollados se ha hecho un mayor uso de ellas que en los países en desarrollo y subdesarrollados. La diferencia en el posicionamiento en los “rankings” que miden estas variables habla por sí misma [1].

Es cierto, como lo señala Brynjolfsson [2], que la productividad es algo muy difícil de medir, y que no depende, en modo alguno, solo de las TIC; también depende de los precios de los productos y servicios en la economía, tanto nacional como internacional, y los precios, a su vez, dependen de la calidad de los productos y los servicios, de la conveniencia de su disponibilidad en el mercado, de la variedad de las ofertas, de las líneas de tiempo, de las personalizaciones y otros intangibles. El precio también depende de las horas de labor, de la calidad y cantidad del equipo utilizado, de los materiales y otros recursos consumidos, de la educación y el entrenamiento de los trabajadores, y aun, de muchos otros factores.

Brynjolfsson [2] resume de una forma muy interesante y categórica su posición en relación con qué hace aumentar la productividad. Y dice que no es el trabajo “duro”, sino el trabajo “inteligente”. “*Esto significa -dice el autor en su artículo-, adoptar nuevas tecnologías y nuevas técnicas de producción*” [2]. Y agrega que el incremento de la productividad ha sido históricamente asociado con una particular clase de tecnología, y esa tecnología es la de propósito general. Y termina diciendo que la tecnología de propósito general, que podría cumplir una promesa como la de aumentar la productividad y competitividad de forma constante desde los años noventa, es la Tecnología de la Información y la Comunicación.

Josep M. Surís [13] retoma cuatro reflexiones de Brynjolfsson, con las cuales este último busca justificar la inexactitud de las incongruencias mostradas en los estudios de la Paradoja de la Productividad. Para Surís, como para Brynjolfsson: 1) no existen adecuadas medidas de las ganancias o de la productividad; 2) en ocasiones se producen redistribuciones de las ganancias en el sector, por lo que las ganancias netas no son relevantes; 3) las mejoras en rendimiento o en productividad de las TIC deben observarse en el largo plazo, ya que no son visibles a corto plazo; 4) la gestión de las TIC es insuficiente derivada a menu-

do de las dificultades inherentes a este tipo de tecnologías o al tipo de recursos que procesan, es decir, la información.

Dos puntos de vista diferentes: por un lado, el de Steven Roach y Robert Solow; por el otro, el de Brynjolfsson y Josep M. Surís. Los seguidores de cada tendencia son bastantes, pero hay una sola realidad: las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han jugado un papel de suma importancia en el aumento de la productividad de algunas naciones, especialmente las desarrolladas, y han dejado en evidencia una brecha innegable: la que separa a dichas naciones desarrolladas de las que no lo son, como bien puede verse en el documento de Billón Currás [1].

### III. LA LEY DE MOORE

En 1975, Gordon Moore (cofundador en 1968 de la compañía Intel) afirmó que “el número de transistores por centímetro cuadrado en un circuito integrado se duplicaría aproximadamente cada 18 a 24 meses” [3]. Una previsión (¿promesa?) que Intel ha cumplido, como puede verse en la fig. 1.

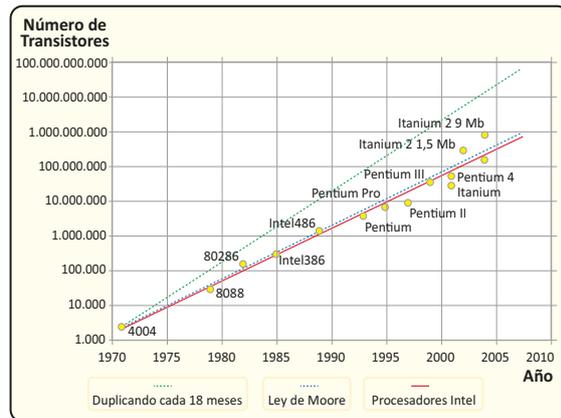


Fig. 1. Gráfica de la Ley de Moore. La gráfica muestra la evolución del número de transistores o microchips Intel en el tiempo.

Fuente: [12]

Lo anterior puede resumirse en que cada dos años hay en el mercado computadores más pequeños, de menor consumo y a más bajo costo, pero muchísimo más potentes que sus predecesores. Computadores sobre los que hoy corren aplicaciones que abarcan todos los sectores de la economía, que simplifican muchas operaciones y permiten volver simple lo complejo, automatizar lo que antes era manual y hacer más cosas con menos recursos.

No podemos afirmar que es solo debido al crecimiento exponencial del número de transistores en un microprocesador que la productividad ha aumentado de forma significativa en algunos países (nuevamente, sobre todo en los desarrollados), pero ha sido un gran factor de potenciación de las economías que han basado sus procesos empresariales en las TIC.

"La evolución de las prestaciones de las máquinas que estamos considerando (computadores) –dicen Tubella y Vilaseca [14]– es mucho más rápida que la de otro tipo de artefactos; pensemos, por ejemplo, en la evolución de los medios de transporte: coches, barcos, aviones, etc. La estadística de los últimos veinticinco años lo confirma, y las previsiones de los especialistas (incluidos los sensatos) no prevén un cambio de la ley en los próximos años". Algo que, ciertamente, debe jugar a favor de los alcances que pueden y deben lograrse en los procesos productivos que usan TIC.

"Hay que señalar, de todas maneras –agregan Tubella y Vilaseca [14]–, que la Ley de Moore se refiere a la parte física (hardware), de los ordenadores. Desgraciadamente, la capacidad de producción de software no sigue una dinámica tan acelerada. Hay problemas muy de fondo, ligados a la modesta capacidad del ser humano para transformar su conocimiento sobre algún tema en automatismos conceptuales estructurados y cumplidos (cabe decir que un programa informático no es otra cosa que eso)".

Martínez-López y Luna Huertas [7] afirman que las TIC son recursos estratégicos al servicio de las empresas que andan en procura de mantenerse en entornos de gran competitividad. Las razones para justificar tal aseveración son diversas, y van desde reducir tiempos y costos de producción hasta agilizar la toma de decisiones, desde analizar oportunidades de mercado, comercialización, inversión, etc., hasta contar con mecanismos de toma de decisión rápidos, dinámicos y exhaustivos. "Las TIC permiten adquirir ventajas competitivas, provocando cambios en la estructura del sector y de la competencia, en las actividades que componen la cadena de valor de la empresa y en los enlaces externos que relacionan las actividades de la empresa con las cadenas de valor de sus proveedores y clientes" [7].

"Las compañías de hoy en día –afirma Ann Leer [6]– se manejan más por las verdades de la red de la ley de Metcalfe que por las verdades del hardware de la ley de Moore. Esa es una de las características de la economía de red. Y para aprovecharse de que las compañías puedan potenciar plenamente la Ley de Metcalfe, dichas compañías están acudiendo a los departamentos de Tecnología de Información (IT) para construir redes que sean más confiables e interconectar todas las facetas de los negocios".

La Ley de Metcalfe, formulada en 1976 por Robert Metcalfe, afirma que el valor de una red de comunicaciones aumenta proporcionalmente al cuadrado del número de usuarios del sistema ( $n^2$ ). Inicialmente, la ley pretendía explicar la forma de potenciar el uso de las redes Ethernet, pero con el tiempo fue un recurrente factor de sustentación para quienes buscaban incrementar el uso de Internet o la *World Wide Web*. Un ejemplo recurrente para explicar la Ley de Metcalfe plantea que tener una sola máquina de fax no sirve para nada, pero a mayor número de máquinas de fax interconectadas aumenta el valor, ya que

aumenta también el número de personas conectadas entre sí.

No cabe duda de que se trata de un cambio de paradigma impuesto por las necesidades siempre cambiantes de los usuarios. "Hoy en día –dice Ann Leer [6]–, las compañías como Citibank o Ford Motor Company o Federal Express ya no están restringidas por la velocidad del procesador, la Ley de Moore ya no va a hacer mucho más por estas compañías". En cambio, tales necesidades de los usuarios los llevan a centrar su mirada en otras necesidades, tales como llegar a más gente, en más lugares, con mayor eficiencia y disponibilidad. Precisamente lo que dice la Ley de Metcalfe: "el valor de la red crece exponencialmente" [6].

¿Pierde con esto su valor la Ley de Moore? Ciertamente, no. Es cierto que una red que no llega a todos lados pierde valor, pero también es cierto que un computador que no es capaz de satisfacer las demandas de la vasta gama de programas que se diseñan para los diferentes sectores productivos también lo pierde.

La amalgama no se logra simplemente, como se ve, por tener o no TIC implantadas en la empresa, no se logra por tener computadores más potentes, no se logra por tener programas con mayores funcionalidades. La conjunción de todos los factores es vital, esencial. Aunque a la Ley de Moore ya le ha salido una fuerte competidora, la Ley de Metcalfe, que busca posicionarse en el lugar que la Ley de Moore ha ocupado por cerca de 30 años, su valor sigue siendo enorme, y cada día se evidencia por las aplicaciones de mercado que exigen mayor capacidad de procesamiento para correr.

#### IV. CLASIFICACIÓN DE LAS TIC

Con fundamento en lo expuesto por Crespo Moleira [4], acogemos las siguientes clasificaciones: una desde el punto de vista tecnológico; la otra desde el punto de vista del mercado.

Desde el punto de vista tecnológico tenemos:

- *Bienes (hardware y software)*: componentes que permiten la generación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y presentación de la información.
- *Servicios*: beneficios que se basan en los bienes.

Obsérvese que establecemos una diferencia entre lo que son los equipos propiamente dichos y lo que son las prestaciones que se consiguen con ellos. Con un ejemplo podríamos decir que una cosa es un computador, el cual se basa en hardware (máquina) y software (programas), y otra muy diferente los servicios que se pueden lograr con ellos.

Lo importante de esta diferenciación es, entre otras cosas, poner de relevancia que no se puede hablar de bienes sin servicios ni de servicios sin bienes. Son indispensables ambos para hablar de una dupla con sentido. Y es que tener los bienes y no tener los

servicios, o tenerlos pero no hacer uso de ellos, no es garantía de que aumente la productividad en las empresas.

#### V. CONVERGENCIA DIGITAL O TECNOLÓGICA

Ahora bien, pese a lo anteriormente dicho, no se pueden ligar los servicios a determinados y exclusivos bienes. Sobre todo en la época actual, cuando se puede, por ejemplo, acceder a internet a través de un computador de escritorio, un computador portátil, un teléfono celular o una tableta; asimismo, se pueden contratar servicios de comunicación por líneas telefónicas, canales dedicados, redes virtuales a través de internet o vía microondas o equipos satelitales.

Al anterior fenómeno se le conoce en el mundo de la tecnología como “Convergencia tecnológica”. Y es importante mencionarlo porque se constituye en una dificultad a la hora de definir indicadores para determinar qué tanto las TIC apoyan los procesos productivos. Esto debido a que para definir indicadores es necesario delimitar claramente regiones y sectores, así como tecnologías, pues no es lo mismo el uso de tecnologías móviles en una región urbana que en una rural; ni es lo mismo, particularmente en la época actual, el acceso a internet desde computadores de escritorio que desde teléfonos móviles inteligentes.

Desde el punto de vista del mercado, las TIC permiten definir los siguientes grupos: equipos de escritorio, plataformas computacionales o servidores, aplicaciones, sistemas integrados, telecomunicaciones y sistemas audiovisuales, tal y como se muestra resumido en la tabla I.

Esta última división es importante porque, consideramos, cumple con toda la amplia gama de componentes y soluciones que ayudan a las empresas en general, y a las pymes en particular, a aumentar la productividad y la competitividad que les demanda un mundo globalizado como el actual. Y es que los servicios que una empresa es capaz de proveer a sus clientes, proveedores y empleados están en relación directa con las herramientas TIC con que cuenta.

En el mundo actual, las TIC debieran apoyar la estrategia de negocios de la empresa. La estrategia de TI, por tanto, debe estar en un cien por ciento alineada con la estrategia empresarial. Y las TIC son el principal insumo con que cuenta la empresa para lograr aunar esfuerzos en procura del objetivo común de mantenerse y evolucionar en el mundo empresarial. Los bienes y servicios de TI con que cuenta la empresa deben servir al propósito de apalancar los servicios empresariales de que se vale la empresa para sostenerse y crecer, para ser productiva y ser competitiva.

#### VI. BRECHA DIGITAL O TECNOLÓGICA

“Brecha tecnológica hace referencia a la diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como el computador personal, la telefonía móvil, la banda ancha y otros dispositivos” [9].

La Brecha digital, resumidamente, se refiere a las diferencias que existen entre la calidad de las TIC a que tienen acceso ciertos grupos que gozan de determinados privilegios por su posición social, su ubicación geográfica o su capacidad adquisitiva y aquellos otros grupos que, o no tienen acceso a las TIC, o tienen acceso solo a algunas –no todas– las herramientas que la tecnología ofrece.

Las TIC son un elemento dinamizador del desarrollo de cualquier país. Pero, como ya lo mencionábamos, no es suficiente contar con TIC en tanto que bienes (lo que aplica para personas y para empresas), sino que es imperativo contratar servicios que se habiliten a través de esos bienes, y, más aun, ponerlos al servicio de las personas y de las empresas con el fin de dinamizar realmente la sociedad y el mundo empresarial. De estos resultados son responsables tanto el sector público como el sector privado. El primero, como generador y habilitador; el segundo, como potenciador. ¿De qué? De las nuevas tecnologías, de los servicios que se prestan a través de ellas, de prácticas y políticas de penetración y permeabili-

Tabla I. CLASIFICACIÓN DE LAS TIC DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO

Equipos de Escritorio	Plataformas Computacionales (Servidores)	Aplicaciones	Sistemas Integrados	Telecomunicaciones	Audiovisual
PC	S. de archivos	CRM	Intranet	Telefonía fija	Radio
Portátiles	S. de impresión	ERP	Extranet	Telefonía móvil	Televisión
Impresoras	S. de fax	ECM	Internet	Canales terrestres	
Escáneres	S. de mensajería	SCM		Canales microondas	
Fotocopiadoras	S. de colaboración	KMS		Canales satelitales	
Fax					

Fuente: Autores.

zación de las diferentes instancias de la sociedad. Lo que queda manifiesto, entre otras formas, a través del acceso al conocimiento, mayor seguridad, mejores servicios de nutrición, ocio, eventos culturales, políticas públicas saneadas, participación ciudadana, convivencia comunitaria, en fin. Lo anterior deja claro que el desarrollo, la productividad, la competitividad de un país no solo se mide en términos económicos de las empresas, sino también en términos de oportunidades para las personas; y que en la medida en que las personas tengan acceso a tecnologías de vanguardia, tendrán también más posibilidades de interactuar con los servicios que las empresas les ofrecen a través de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

La razón para hacer hincapié en lo anterior es muy simple: hoy no es posible decir que existe una relación directamente proporcional entre el crecimiento económico y el desarrollo social. Más aun, hemos visto cómo en muchos momentos históricos ha habido importantes crecimientos económicos en las diferentes regiones del mundo y, sin embargo, también ha aumentado, en los mismos períodos y en las mismas regiones, la pobreza de las personas y de las familias y, por tanto, se ha acrecentado la desigualdad social.

La tecnología debe ser puesta al servicio del desarrollo social. Lo que presupone ponerla al servicio de las empresas, pero también de las personas, así como posibilitar que las personas y las empresas puedan interactuar a través de esa tecnología. Si esta relación Win-Win –Gana-Gana– no se cumple, difícilmente se logrará que las empresas, al menos en todos sus frentes, pongan la tecnología al servicio de aumentar su productividad y su competitividad.

Y es que si bien es cierto que muchos de los procesos productivos de las empresas se llevan a cabo sin la necesidad de interactuar con el público –clientes, proveedores y empleados–, estos son los menos: quizás tal cosa sucede en aquellos procesos de producción en los cuales se “muele” información en equipos tecnológicos que se activan, trabajan y terminan su operación de forma automática, sin la intervención de seres humanos, normalmente en horas de la madrugada, en empresas que cuentan con modernas tecnologías. Pero muchos otros, quizás la mayoría, demandan de interacciones hombre-máquina-hombre. Y si la persona no está preparada para hacer uso de la tecnología, sea como cliente, proveedor o empleado, no se llegará a los mejores resultados. Estos se logran solo si las personas han aprendido y aprehendido la tecnología, si la han vuelto parte de su día a día, si la ven como amiga y aliada y no como obstaculizadora.

## VII. LAS TIC EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS

No es posible pensar en TIC sin pensar también en personas. Las tecnologías en general han surgido siempre como el resultado de un doble imperativo:

por un lado, el de satisfacer necesidades de los seres humanos y, por el otro, el de dinamizar el mercado. Se trata, pues, de un juego en el que participan seres humanos en un ambiente que podemos llamar “medio económico”. Ambos se conjugan y dan lugar a un solo meollo: producción.

Es así como podemos hablar de lo que tradicionalmente, y amén de las teorías de la administración, la economía y la producción, se ha denominado “sectores productivos”. Estos –también conocidos como sectores económicos– no son otra cosa que las diferentes ramas, vertientes, divisiones, en fin, de la actividad económica de una nación, dependiendo, claro, de los distintos tipos de procesos que se desarrollan.

Según las teorías clásicas, se han identificado tres tipos diferentes de sectores productivos: el primario, el secundario y el terciario. El sector productivo primario comprende actividades como la agricultura, la ganadería, la pesca, etc., el sector secundario comprende actividades como la construcción, la minería, la energía, la metalurgia, los textiles, la alimentación, la madera, etc., y el sector terciario comprende actividades como el transporte, el turismo, el comercio, los servicios, etc.

Como fácilmente puede desprenderse de lo dicho en el párrafo anterior, el sector primario abarca las actividades de extracción directa de la naturaleza, sin ningún tipo de transformación; el sector secundario abarca las actividades que implican transformación de materias primas y alimentos, contando para ello diversos procesos productivos; el sector terciario, por su parte, abarca diferentes actividades que utilizan para su operación tanto equipos como personas para atender demandas varias como transporte, sistemas de comunicación, banca, seguros, etc.

Es claro, pues, que es mucho lo que las TIC pueden aportar a la mejora de los procesos de los diferentes sectores productivos. Se requiere infraestructura económica, es cierto, y no se admite debate. Sin una sustentación económica no es posible avanzar en el adelanto que se busca. La tecnología cuesta, pero es vital, clave, central para el aseguramiento de los servicios que se prestan a la comunidad.

Pero están todos los beneficios:

Si pensamos en el sector primario, encontramos que las TIC pueden ayudar a vertebrar a regiones aisladas, garantizarles medios de comunicación para acceder a las posibilidades que ofrecen las regiones urbanas, tan distantes como centralizadas; a través de estas permitirles acceso a recursos económicos, y, amén de estos, fomentar la participación, la inclusión en un mercado central y, por qué no, global; generar inclusión y, de esta forma, mejorar sus servicios básicos, sus servicios de educación, sus servicios de sanidad.

Si pensamos en el sector secundario, nos damos cuenta de que las TIC son un mar de conocimiento por explotar en el desarrollo de soluciones creativas y rentables para las empresas encargadas de transfor-

mar materias primas y alimentos. La investigación y el desarrollo tecnológico orientado al desarrollo de soluciones para la transformación de materias primas y alimentos son fundamentales. Y a nivel mundial son muchas las tecnologías desarrolladas y que pueden ser puestas al servicio de la mejora de los procesos en este sector: para automatizar procesos a través de herramientas de *workflow*, para monitorear actividades desatendidas y actuar de forma proactiva y no reactiva, para integrar servicios de las empresas con los de otras compañías del mismo sector y ampliar así los beneficios por asociatividad, en fin.

Si pensamos en el sector terciario, vemos que hoy por hoy se requiere tecnología en casi todos los procesos, y de esta tecnología no se pueden excluir las TIC para garantizar la prestación del servicio de agua potable a las comunidades, para llevar electricidad hasta las casas de habitación, fábricas, almacenes y empresas en general; las comunicaciones se han convertido en columna vertebral de la interacción local, regional y global, y estas, en un alto porcentaje, también se fundamentan en TIC.

Ahora bien, sin importar cuál sea el estado del arte en términos del grado de implantación y apropiación de las TIC en los sectores productivos, es importante resaltar la importancia de alcanzar niveles óptimos; entendiendo “óptimo” como lo necesario y suficiente para poder entrar a competir en mercados globales en los que los pequeños deben enfrentarse con los grandes, se trate de países o empresas, para ganar parte del mercado. Son luchas de David contra Goliat, y como en la historia de la Biblia, David puede ganarle a Goliat, pero debe prepararse para ello.

Con tecnologías que favorezcan el aumento de la productividad y la competitividad de las empresas se pueden abrir nuevos mercados al cabo del tiempo (China, India, son ejemplos de ello). Pero no todos son buenas noticias. Si bien las nuevas tecnologías son la posibilidad de abrirse caminos en los mercados globales, hay limitaciones y riesgos. Para que la solución sea efectivamente la esperada, también son necesarias políticas eficientes, reglamentaciones adecuadas y mucha transparencia en el manejo de las políticas. Algo en lo que los países en vías de desarrollo y los países subdesarrollados están en franca desventaja con respecto a los países desarrollados.

También son necesarios recursos humanos capacitados (investigadores y técnicos) que ayuden a adaptar las TIC a los sectores productivos locales. Carecer de este personal es un riesgo latente que puede llevar al traste cualquier iniciativa en procura de adoptar, adaptar, implantar y explotar el uso de herramientas TIC en las empresas.

Valenti, Casalet y Avaro [15] afirman que “en lo concerniente a la Paradoja de la Productividad, deben reconocerse tres hechos empíricos: 1) los trabajadores más calificados aparecen en la escena de los países industrializados antes que las tecnologías de

información; 2) la importancia creciente de los trabajadores más calificados no responde a la demanda para tales calificaciones; se asiste más que nada a una oferta autónoma movida por las dinámicas sociales; 3) las TIC ayudan realmente a los empresarios y a los gerentes a enfrentar e invertir la tendencia al crecimiento de los costos de mano de obra inducidos por la oferta de la mano de obra calificada.

Hoy, sin embargo, se observa cómo las mentes más brillantes, y mucho personal capacitado, emigran desde países en vías de desarrollo y países subdesarrollados a países desarrollados, por la simple razón de que en estos últimos encuentran mayor apoyo para sus actividades, reconocimiento para sus tareas de investigación, protección para sus patentes, etc. Esto, a pesar de que la realidad debiera ser otra: los países en vías de desarrollo y los países subdesarrollados debieran contratar a sus mejores profesionales para que aporten en el desarrollo del país, e, incluso, absorber investigadores, desarrolladores, diseñadores, etc., de otros países, con el fin de ampliar la perspectiva tecnológica, avanzar con mayor rapidez y poder competir más francamente con las economías foráneas, especialmente las desarrolladas.

¿El principal obstáculo? El presupuesto. Los marcos reglamentarios que definan los países deben llevar explícita la separación de partidas presupuestarias que permitan, de forma efectiva, enfrentar los diferentes problemas que han de presentarse, y que deberán enfrentarse y resolverse al adoptar, adaptar e implantar las tecnologías. Algo que se da con gran efectismo en los países desarrollados, pero que representa un verdadero escollo que superar en los países en vías de desarrollo y en los países subdesarrollados.

#### VIII. APLICACIÓN EMPÍRICA

Hay dos formas de plasmar las evidencias empíricas en relación con el aumento de la productividad de las empresas, amén de las inversiones que estas hacen en TIC. La primera, admitiendo que la sola inversión en TIC explica, de por sí, dicho aumento; la segunda, entendiendo que la incorporación de TIC en las empresas implica cambios organizacionales en estas, los cuales deben tomarse en cuenta a la hora de explicar dicho aumento en su productividad [1].

En la fig. 2 puede verse la forma como las TIC afectan o influyen en la función productiva de una empresa [5]. De la figura se desprende que la incorporación de TIC al proceso productivo, puede afectarlo al menos de dos formas: desde el punto de vista de la cantidad o desde el punto de vista de la calidad. Una evaluación en la que se tienen en cuenta diferentes factores: por un lado, la inversión en PC y su depreciación; por el otro, el trabajo y el capital, descompuestos estos en trabajo cualificado y no cualificado, y capital TIC y capital no TIC. Todos factores importantes, de prevalencia y sumo potencial.

No son solo necesarias, pues, TIC, para aumentar la productividad de las empresas y de las naciones, pero, como hemos visto, las TIC juegan un papel de gran valor, irremplazable hoy en día, y sin posibilidades de ignorar.

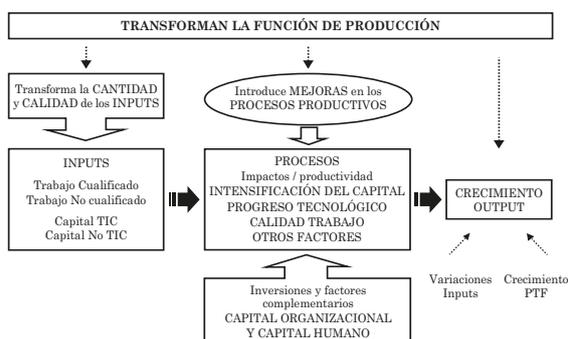


Fig. 2. Impacto de las TIC en el proceso de producción  
Fuente: Billón Currás et al., 2007.

Las Tecnologías de la Información –dice Josep M. Surís [13]– son genéricas o de aplicación general. No están diseñadas específicamente para ser utilizadas de una determinada manera: por el contrario, acompañadas con inversiones complementarias pueden rediseñar sistemas de producción y de organización”. Algo que no se puede ignorar a la hora de planear la implantación de TIC como recursos de producción, los cuales, sin duda, deben ir acompañados de inversiones colaterales que permitan que personas, sistemas y la empresa en general estén preparados para caminar en la misma dirección. Solo de esta forma se evitará caer en lo que el mismo Surís [13] define como “la raíz del problema”, en el cual suele encontrarse “falta de visión estratégica, de pensar en términos de oportunidades y amenazas, que implican las nuevas tecnologías –de manera que se conciben solo como un instrumento para continuar haciendo las mismas cosas aumentando la eficiencia– y dificultades para vencer la resistencia a los cambios”.

## IX. CONCLUSIÓN

La conjunción de elementos tecnológicos y económicos es lo que posibilitará a las naciones hablar con propiedad de verdaderas revoluciones tecnológicas en TIC; es lo que les permitirá hablar de globalización; lo que hará posible una verdadera era de las redes. Las redes son las que abren los caminos del progreso, las que evitan el aislamiento y, por el contrario, habilitan colaboraciones vitales para sobrevivir y surgir en un mundo que, cada vez más, debe verse como una pequeña aldea en la que “todos se conocen” y todos hacen algo por los demás.

Las necesidades de los países pasan por todos los sectores: el de gobierno, el económico, el de infraestructura, el alimenticio, el de salud, el de educación. Y en todos, las TIC pueden aportar grandes e im-

portantes soluciones, tanto a mediano como a largo plazo. Las soluciones tienen que ver, necesariamente, con herramientas tecnológicas para la relación con los grupos de personas (clientes, proveedores, público en general), con intercambio de información, de simplificación de procesos, métodos de difusión de soluciones, en fin. Es ahí donde las TIC juegan un preponderante papel dinamizador, generador de soluciones a problemas y necesidades, visibilizador de oportunidades de todo tipo.

Además, hay que tener en cuenta que los buenos efectos siempre son replicados y multiplicados. Las buenas prácticas en un sector pueden ser emuladas en otro. Y de forma tanto directa como indirecta, pasar de unos beneficiarios a otros: los médicos benefician a los enfermos, los profesores a los alumnos, los gerentes a los empleados, etc. Y es que las TIC son versátiles en su uso: con un sistema de comunicaciones se puede llegar con información a centros aislados para fortalecer la atención sanitaria, el sistema educativo; los agricultores, al dominar las nuevas tecnologías, pueden aumentar su competitividad y abrirse caminos en los mercados mundiales; los médicos tendrían acceso a nuevas prácticas médicas, a nuevos saberes en medicamentos, a nuevos procedimientos. Y estas son apenas algunas de las más atractivas bondades de las TIC.

Como hemos visto, las inversiones en TIC (computadores) incrementan el *output* y la productividad del factor trabajo; así mismo, las inversiones en TIC no pueden verse como inversiones aisladas en hardware, más bien, deben verse como una conjunción con otros factores no tecnológicos (cambios organizacionales y capital humano); solo de esta forma podrán verse, dichas inversiones, como impulsoras de la productividad del trabajo y la productividad total de los factores.

Otro hecho de resaltar es el que viene promoviendo de Ley de Metcalfe, que se refiere al crecimiento exponencial de las redes de computadores. Y es que tener computadores aislados no es garantía de cubrimiento global de regiones y personas. Algo que, ciertamente, se plantea como el verdadero meollo para mejorar la productividad, no solo de las empresas sino también de sus clientes.

La Ley de Moore y su promesa de que “el número de transistores por centímetro cuadrado en un circuito integrado se duplicaría aproximadamente cada 18 a 24 meses”, y la Ley de Metcalfe, y su paradigma de que “el valor de la red crece exponencialmente”, no necesitan competir para ver cuál de las dos ocupará el primer lugar. Si bien es cierto que se necesitan redes interconectadas, confiables y seguras, también lo es que se necesitan computadores potentes, capaces de soportar las exigentes demandas de aplicaciones en algunos sectores. Al fin de cuentas, las redes son redes de computadores. Y las empresas necesitan tanto de las redes como de los computadores para llegar a más lugares, a más gente, de forma cada vez más confiable y segura.

La “Paradoja de la Productividad” es un tema ya superado. Si bien es cierto que hay diversos aspectos que dificultan la evidencia calculada de cuánto es el aporte de las TIC al aumento de la productividad de las empresas, es un hecho que las TIC aumentan la productividad de las personas, de los procesos, de las empresas y de las naciones. No se puede pues seguir desconociendo por parte de los países subdesarrollados y en vías de desarrollo la necesidad de invertir en TIC. Pero también de capacitar en el uso de las TIC, tanto a los empleados que harán uso de estas tecnologías en sus puestos de trabajo como al público en general, que, en muchos casos, necesitará de las TIC para acceder a los productos y servicios que las empresas y el Estado les ofrecen.

Colombia, desde sus instituciones, debe promover el uso y apropiación de las TIC, tanto a nivel social como a nivel empresarial; debe legislar para facilitar la incorporación de estas tecnologías en las viviendas y la vida diaria, en las escuelas y universidades, en las oficinas, en fin; debe, incluso, crear políticas que premien la inversión en TIC, pero también la capacitación en estas tecnologías; debe estimular el uso de las TIC para acercar a las personas a la educación, a servicios públicos, a la banca, a los mismos servicios que garantiza (o al menos debe garantizar) el Estado.

Las empresas deben entender que el uso de las TIC demanda personal más capacitado, que cuesta más, pero que hace más con menos, en menos tiempo, y a menor costo. Deben entender también que la sola implantación de recursos tecnológicos en el interior de la empresa no garantiza *per se* el aumento de la productividad; es necesario revisar los procesos y ajustarlos de forma que se pueda sacar el mejor provecho con las nuevas inversiones organizacionales. Deben entender que nos encontramos en una nueva era: la era de la ecología informática. Un paradigma que los países desarrollados entendieron y acogieron desde mediados de los años noventa, y que los países subdesarrollados y en vías de desarrollo aún ven con cara de expectación e incertidumbre.

Una gran responsabilidad le cabe a la Universidad. Esta debe concientizarse de que es necesario dirigir la mirada hacia los campos de acción en los que Colombia tiene mayor potencial en el uso de las TIC, y crear programas que a mediano y largo plazo le permitan al país dejar de ser exportador de productos del sector primario y pase a ser exportador de productos que usen la materia prima y la transformen para ofrecer a los mercados extranjeros un valor agregado que le permita a la economía nacional verse como dinámica y progresista.

La tecnología ha tenido que superar demasiados desafíos para llegar a convertirse en lo que es hoy. Uno de los principales ha sido el poder concentrar millones de dispositivos electrónicos, puntos de soldadura de precisión y líneas de conducción en espacios cada vez más pequeños. Los retos, sin embargo, siempre se han superado. Es así como de los chips de

una pastilla se ha pasado a las pastillas multicore (dual core, quad core, hepta core, etc.), y a vislumbrarse la existencia de otros dispositivos más potentes que estos, y poder, así, permitir que la Ley de Moore siga estando vigente. ¿Hasta cuándo? Solo el tiempo lo dirá.

La pregunta que debe inquietarnos no es, sin embargo, hasta cuándo la tecnología, y en especial las TIC, seguirán superándose a sí mismas, en una carrera que parece no tener fin, sino, más bien, que seguirán haciendo esas tecnologías a nuestro sistema de vida tal y como lo conocemos.

Una cosa es segura: vendrán otros dispositivos, otros componentes, otros *appliances*, otras soluciones. De eso no cabe duda. Pero es menester hacer un uso potencial y generador de riqueza, tanto por empresas como por personas, con esa tecnología. Y no permitir que la “Paradoja de la Productividad” siga sembrando dudas en quienes siempre las han tenido y las han querido promover. Las TIC pueden y deben verse (y se ven) en todas partes, incluso en las estadísticas de productividad.

#### REFERENCIAS

- [1] M. Billón Currás, F. Lera López y S. Ortiz Serrano, “Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa. ¿Fin de la «paradoja de la productividad»?”, *Cuad. Econ.*, vol. 30, n° 82, pp. 5-36, 2007.
- [2] E. Brynjolfsson and L. M. Hitt, “Beyond the Productivity Paradox: Computers Are the Catalyst for Bigger Changes”, *Commun. ACM*, vol. 41, n° 8, pp. 49-55, 1998.
- [3] J. C. Cheang Wong, “Ley de Moore, nanotecnología y nanociencias: síntesis y modificación de nanopartículas mediante la implantación de iones”, *Rev. Digit. Univ.*, vol. 6, n° 7, p. 10, 2005.
- [4] E. Crespo Molera, *Guía para el análisis del impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el desarrollo humano*, Universidad Politécnica de Madrid, 2008.
- [5] J. Dedrick, V. Gurbaxani, and K. L. Kraemer, “Information technology and economic performance”, *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, n° 1, pp. 1-28, March. 2003.
- [6] A. Leer, *La Visión de los líderes en la era digital*. Pearson Educación, 2001, p. 415.
- [7] F. J. Martínez-López and P. Luna Huertas, *Marketing en la sociedad del conocimiento: claves para la empresa*. Madrid: Delta Publicaciones, 2007, p. 260.
- [8] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. “Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones 2008 - 2019”. Bogotá, 2008.
- [9] L. J. Servon, *Bridging the Digital Divide: Technology, Community and Public Policy*. Blackwell Publishing, 2002.
- [10] R. M. Solow, “La teoría del crecimiento y sus alcances”, *The American Economic Review* (Suecia), 1986.
- [11] R. M. Solow, “We’d better watch out”, *New York Times, Book review*, n° 36, 1987.
- [12] Wikipedia, “Ley de Moore”, 2004. [Online]. Available: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Moore](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Moore).
- [13] J. M. Surís, *Invertir en I+D*. Barcelona (España): Universidad Autónoma de Barcelona, 2006, p. 84.
- [14] I. Tubella Casadevall, M. Castells, P. Ficapal Cusi, and A. Batlle Rubio, *Sociedad del conocimiento*. Barcelona: UOC, 2004, p. 290.
- [15] G. Valenti, M. Casalet, and D. Avaro, *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*. México: Flasco, 2008, p. 473.