

48
29.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**UN DIAGNÓSTICO PRELIMINAR SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE
CÓMPUTO Y ALGUNAS IDEAS PARA MEJORARLA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER SU TÍTULO:

PRESENTAN

**ALEJANDRO GUERRERO ZEPEDA
(INGENIERO EN COMPUTACIÓN)**



DIRECTOR: M. A. J. GONZALO GUERRERO ZEPEDA

MÉXICO, D.F.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

266953



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Un diagnóstico preliminar sobre la productividad de los equipos de cómputo y algunas ideas para mejorarla.

ÍNDICE

I	Presentación	i
1.	Introducción. La evidencia	1
2.	Historia	2
3.	Comparaciones	7
4.	Análisis econométrico de la disminución de la productividad	11
5.	Comparación entre industrias	12
6.	Comparaciones entre empresas y a través del tiempo	17
7.	Análisis econométrico de los efectos de la productividad de la tecnología de la información	18
8.	Computadoras y éxito en los negocios	26
9.	¿Puede una computadora fallar y ser esto la pieza perdida en el rompecabezas de la productividad?	30
10.	Qué hacen las computadoras	32
11.	Empleo	32
12.	Experiencia en las compañías	35
13.	Rendimiento individual del trabajador	40
14.	El aspecto agradable	57
15.	La huelga de brazos caídos en productividad: una hipótesis para la paradoja de la productividad	63
16.	Resumen de la evidencia contra las computadoras	64
17.	Conclusiones y posibles soluciones al enigma	65
	17.1 Las excusas	67
	17.2 Argumentos contables	68

Presentación

Es muy frecuente que todo tipo de empresa se vea literalmente arrollada por la presión tecnológica que representa utilizar equipo de cómputo y renovarlo con toda la infraestructura que el tema conlleva, bajo la no siempre cierta premisa del incremento en la productividad. En este sentido, las empresas están obligadas a realizar análisis muy cuidadosos sobre el asunto y poder obtener las ventajas de un proceso mundial y globalizante que impulsa la mejora tecnológica. Casi nunca se realiza el mencionado análisis con el rigor y cuidado que el asunto amerita debido a restricciones diversas, entre ellas, una clara noción de la productividad.

Por otra parte, no todos los directivos (de cualquier nivel) dentro de una empresa tienen profundos conocimientos sobre cómputo, así que es pertinente que tengan a la mano los elementos clave que les permitan tomar decisiones lo más correctas posible y así incrementar la probabilidad de que el equipo que, en su caso adquiere, mejore la productividad en su empresa.

No hay muchos estudios profundos en el tema y lo cierto es que los existentes en el mundo son casi todos sesgados y hasta cierto punto contradictorios. Del rescate de algunas experiencias y del contraste de las mismas pueden hacerse unas pocas recomendaciones preliminares e iniciar una sinergia que vigorice el tratamiento del asunto.

De eso, justamente, se trata el trabajo que a continuación se presenta.

1. Introducción. La evidencia

Por varios años se ha venido desarrollando un debate acerca de qué tanto, o incluso si es verdad que, las computadoras contribuyen a incrementar la productividad. Economistas, trabajadores sociales, científicos en computadoras, y otros expertos han mostrado gran variedad de evidencias, análisis y opiniones. Muchos, incluyendo a Michael Dertouzos, jefe del departamento de ciencias computacionales en el MIT, Stephen Roach, un economista de la firma de inversiones de Morgan Stanley, Martin Neil Baily, economista de productividad en el Instituto Brookings, Paul Attewell, un trabajador social de la Universidad de Nueva York y miembro del National Research Council Committee on Human Factors, y Paul Strassmann, un exjefe de computación en Xerox, han concluido que las computadoras han tenido efectos positivos muy pequeños en la productividad. Los parámetros aceptados han sido establecidos de diferentes maneras y es que, mientras hay excepciones, la mayoría de las inversiones en computadoras en los negocios han rendido significativamente menos ingresos que las inversiones en depósitos a las tasas de interés del mercado. Dos analistas difieren de este punto de vista. El economista de la Universidad de Stanford, Timothy Bresnahan, piensa que debe haber ganancias significativas en algún lugar, puesto que

ha habido incrementos de rendimiento en comparación al precio al precio de las propias computadoras. Eric Brynjolfsson del MIT pondera los beneficios con algunos análisis, pretendiendo mostrar excelentes resultados para fuertes inversiones en hardware en años recientes. Otros han examinado la posibilidad de errores al medir la productividad o propuesto explicaciones alternas para los hechos.

Dados los maravillosos poderes de la computación moderna, su reputación en el medio público, y el gran monto de dinero gastado en su aplicación, sus beneficios económicos deberían estar de manifiesto. A pesar de que muchos estudiosos, serios y competentes, puedan concluir que hay pequeñas ganancias netas en productividad atribuibles a esta tecnología, parece haber pruebas suficientes de que algo anda mal.

2. Historia

En los Estados Unidos, las computadoras iniciaron su uso comercial en gran escala a principios de los sesentas. En 1950 el censo contabilizó menos de 900 operadores de computadora en todos los Estados Unidos; en 1960 había 2,000, en 1970 había 125,000 y para 1985 cerca de medio millón (cerca de dos veces el número de operadores telefónicos). En 1985 las computadoras y las compras relacionadas con la tecnología de la información significaban cerca del 16% del abasto del capital social en el sector de servicios. En 1991, el gasto anual en equipamiento fue una derrama de 100,000 millones de dólares y los costos iniciales de equipamiento no son sino sólo la

ha habido incrementos de rendimiento en comparación al precio al precio de las propias computadoras. Eric Brynjolfsson del MIT pondera los beneficios con algunos análisis, pretendiendo mostrar excelentes resultados para fuertes inversiones en hardware en años recientes. Otros han examinado la posibilidad de errores al medir la productividad o propuesto explicaciones alternas para los hechos.

Dados los maravillosos poderes de la computación moderna, su reputación en el medio público, y el gran monto de dinero gastado en su aplicación, sus beneficios económicos deberían estar de manifiesto. A pesar de que muchos estudiosos, serios y competentes, puedan concluir que hay pequeñas ganancias netas en productividad atribuibles a esta tecnología, parece haber pruebas suficientes de que algo anda mal.

2. Historia

En los Estados Unidos, las computadoras iniciaron su uso comercial en gran escala a principios de los sesentas. En 1950 el censo contabilizó menos de 900 operadores de computadora en todos los Estados Unidos; en 1960 había 2,000, en 1970 había 125,000 y para 1985 cerca de medio millón (cerca de dos veces el número de operadores telefónicos). En 1985 las computadoras y las compras relacionadas con la tecnología de la información significaban cerca del 16% del abasto del capital social en el sector de servicios. En 1991, el gasto anual en equipamiento fue una derrama de 100,000 millones de dólares y los costos iniciales de equipamiento no son sino sólo la

sino sólo la punta del iceberg; el gasto serio, el cual inicia después, llega por lo menos, al triple del total. La compra del software o desarrollo agregan otra parte aproximadamente igual; la mayoría de las aplicaciones de computadoras han requerido nuevo software personalizado para los negocios o firmas. Finalmente, el uso mismo de las computadoras consume una porción comparable. Es necesaria una labor especializada muy costosa para depurar, reparar o modificar software. Puesto que los sistemas son muy complicados y difíciles de usar, los usuarios finales (aquellos a quien las computadoras se piensa que sirvan en oposición a aquellos que sirven a las computadoras) no sólo necesitan un amplio entrenamiento sino que no pueden utilizar completamente las computadoras ellos mismos; necesitan la asistencia de analistas de sistemas, consultores, entrenadores u otros intermediarios. Más aún, todos ellos necesitan supervisión, organización y administración en general, así como procesamiento electrónico de datos y departamentos de administración de sistemas de información, sin mencionar el espacio en piso y el aire acondicionado que ellos y sus máquinas consumen. La mayoría de estos gastos deben ser considerados gastos de capital. Todo esto con la intención de tener una herramienta disponible que supone hacer otras funciones de producción más eficientes. Casi ninguno de estos gastos es directamente productivo y no pueden ser considerados un ingreso para la producción en el sentido que lo es la materia prima, energía o una mayor mano de obra.

Poniendo todo esto junto, desde 1960, mucho más que el PIB promedio de los Estados Unidos en ese mismo periodo ha sido gastado en computación, y los gastos totales actuales para los Estado Unidos representan alrededor del 10% del PIB. A pesar que hubo una computarización significativa, principalmente en la fase uno - automatización completa en la cual la máquina reemplaza al humano-, y en la fase dos de las computadoras -en la cual las computadoras son usadas como ayudas en trabajos de alta demanda mental para los trabajadores de la información- de principios de los setentas en adelante, ocurrió que los Estados Unidos experimentaron un menor crecimiento en la productividad que en cualquier periodo previo para el cual hubiese datos disponibles comparables (McKinsey Global Institute 1992).

Las estimaciones cuantitativas de la productividad son calculadas generalmente como la cantidad del valor agregado por cada hora-persona empleada -llamado la productividad del trabajo- o como el dinero obtenido de ingreso por cada unidad económica gastada en trabajo y capital combinados - esto es, lo llamado multifactor de productividad. Entre 1948 y 1965, el crecimiento general en la productividad se estableció entre 2 y 7% para las naciones industrializadas. Desde el fin de la Segunda Guerra Mundial y hasta los sesentas, el PIB, la productividad y los estándares de vida de las naciones industrializadas creció levemente (Bayli y Chakrabarty 1988; Denison 1989; y Kendrick 1982). La productividad en el trabajo anual y lo que aumentó en este periodo fue estimado en un rango de 2% (para los Estados Unidos) al 7% (para

Japón). La productividad en 1970-1975 y sus ganancias han sido mucho menores, situándose del 0 al 1% para los Estados Unidos, y algo cercano al 3% para Japón. Los aumentos en la productividad desde 1948 han sido siempre mayores en el agro y las manufacturas, pero antes de 1970, fueron similarmente buenos para las demás industrias. Desde principios de los setentas, la productividad en la esfera no agraria y no manufacturera ha sido esencialmente pareja, aunque disminuyendo en algunos años. Durante este mismo periodo, la manufactura y el agro se han convertido en porciones más pequeñas de la economía, de tal forma que el leve crecimiento de la productividad en las otras áreas ha afectado la escena general aún más fuertemente.

La aplicación de las computadoras en la fase uno ha tenido un considerable impacto en la manufactura, generando automatización, en forma de máquinas, que son controladas numéricamente y controles electrónicos para procesos químicos y otros procesos de producción. Cuando se creía que se había reducido el trabajo y el capital requeridos para producir una variedad de bienes hay, sin embargo, una evidencia conflictiva acerca del papel de las computadoras como ya se indicó. Mientras tanto, la manufactura ha disminuido cerca del 25% del PIB de los Estado Unidos, y los costos directos del trabajo a una parte aún más pequeña del total (Baily and Chakrabarti, 1988). Entonces, no es una sorpresa que las computadoras no hayan rescatado la productividad del trabajo en general a través de su aplicación a la manufactura.

Existieron aplicaciones tempranas de las computadoras de la fase uno en algunos segmentos no manufactureros, y no agrarios también, especialmente en los bancos, las finanzas y los seguros donde las computadoras se usaron principalmente para automatizar los registros contables, generar reportes y, sobre todo llevar control y seguimiento de las cobranzas. Los analistas han encontrado un crecimiento saludable de la productividad para algunos periodos en segmentos específicos de estos negocios y para funciones particulares dentro de ellos. Por ejemplo, la industria de los seguros mantuvo un crecimiento de la productividad del trabajo normal mientras todos sus procesos para llevar los libros contables, preparación de contratos y procesos principalmente aritméticos fueron automatizados. Como un grupo, sin embargo, estas industrias relacionadas entre sí han registrado disminuciones en el crecimiento de la productividad desde el punto de vista en que adoptaron ampliamente el procesamiento electrónico de información comenzando a principios de los cincuentas. A pesar de un aumento de seis a uno en la inversión por empleado (ajustado a la inflación) lo cual fue realizado en las computadoras y otras tecnologías de la información, el número de contadores y administradores de cobranza aún continuó creciendo en la industria de los Estados Unidos en general, al mismo tiempo que las computadoras llevaban a cabo estos mismos trabajos. El número de archivistas se multiplicó por dos y medio entre 1960 y 1970 al mismo tiempo que las computadoras estaban reemplazándolos. Supuestamente y a pesar que su aumento fue muy modesto en los años siguientes, los

trabajos de archivistas aún no se pueden considerar como trabajos en la lista de especie en peligro de extinción.

Con la excepción importante de las telecomunicaciones, las industrias diferentes de la rural y manufacturera tales como el transporte, los servicios públicos, el comercio y los servicios generales, han mostrado una productividad semejante en las últimas dos décadas. Estas industrias deberían ser, y han sido, las primeras candidatas de las aplicaciones de la fase dos de las computadoras ya que por ellas han sido diseñados los procesadores de texto, PC's, "laptops", hojas de cálculo, el software de automatización de oficinas en general, las máquinas registradoras electrónicas, las administradoras de inventario y los sistemas de información. Mientras que podría ser sencillo concluir simplemente de estos datos expuestos aquí que la productividad de las computadoras no tiene aún un efecto neto positivo en la eficiencia en el trabajo, los datos históricos en la productividad ciertamente no dan evidencia de grandes mejoras durante el periodo en que la computadora en la fase dos y su uso se habían expandido rápidamente.

3. Comparaciones

La situación, cuando se comparan países, es menos clara, pero lo que se nota al principio no es otra cosa más que desaliento. Para las primeras dos décadas después de

trabajos de archivistas aún no se pueden considerar como trabajos en la lista de especie en peligro de extinción.

Con la excepción importante de las telecomunicaciones, las industrias diferentes de la rural y manufacturera tales como el transporte, los servicios públicos, el comercio y los servicios generales, han mostrado una productividad semejante en las últimas dos décadas. Estas industrias deberían ser, y han sido, las primeras candidatas de las aplicaciones de la fase dos de las computadoras ya que por ellas han sido diseñados los procesadores de texto, PC's, "laptops", hojas de cálculo, el software de automatización de oficinas en general, las máquinas registradoras electrónicas, las administradoras de inventario y los sistemas de información. Mientras que podría ser sencillo concluir simplemente de estos datos expuestos aquí que la productividad de las computadoras no tiene aún un efecto neto positivo en la eficiencia en el trabajo, los datos históricos en la productividad ciertamente no dan evidencia de grandes mejoras durante el periodo en que la computadora en la fase dos y su uso se habían expandido rápidamente.

3. Comparaciones

La situación, cuando se comparan países, es menos clara, pero lo que se nota al principio no es otra cosa más que desaliento. Para las primeras dos décadas después de

la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos tenían, por mucho, la más alta productividad en el mundo y un modesto crecimiento en la productividad anual. Su posición no causaba sorpresa; ya que todas las otras naciones industrializadas del mundo habían sido devastadas por la guerra y los Estados Unidos tenían el liderazgo mundial en ciencia y tecnología así como en la base instalada de equipo de capital, y, no por mencionarlo al último menos importante, un mercado doméstico muy significativo en cuanto al trabajo y producción. Pero en las últimas dos décadas las otras naciones industrializadas han estado ganando rápidamente a los Estados Unidos; sus rangos de crecimiento en la productividad, aunque todavía son bajos, han sido mucho mayores.

Los Estados Unidos aún están adelante de la mayoría de los otros países en la productividad absoluta, pero el margen es muy pequeño. En términos del PIB por hora trabajada (ajustado a un tipo de cambio de dólar considerando el poder de compra de los consumidores) Francia lo ha alcanzado.

El desempeño relativo de las naciones podría ser plausible si uno pudiera asumir algún límite a la productividad del trabajo, ya que esto no puede ser mejorado en el mismo rango por siempre. Si todo estuviera completamente automatizado y no hubiera costo del trabajo para nada, el fin podría ser alcanzado y todos los países podrían hacer lo mismo. Quizá de la misma forma que nos acercamos a esta meta inalcanzable, las ganancias marginales en la productividad en el trabajo serán más difíciles de conseguir.

De la misma forma que otras naciones industrializadas crecieron con los Estados Unidos, su rango de ganancia en la productividad podría esperarse que declinara junto con ésta. La situación parece poder aparecer más fácilmente en la manufactura, dado que los costos de trabajo para este sector son sólo una pequeña parte de la economía, tal como ha sido desarrollada en los Estados Unidos y entonces la ganancia en la productividad de estos no puede ser una componente importante. En el corto plazo, las ganancias grandes relativas en productividad en Japón y Europa han provenido principalmente de colocarse en lugar de los Estados Unidos en cuanto a liderazgo de la manufactura. Sin embargo, es principalmente en servicios que la productividad ha sufrido su estancamiento más pronunciado. Estados Unidos y Japón han gastado en servicios mucho más que el resto de los países industrializados.

Quizá el desperdicio de productividad de Japón, que es relativamente bajo, produjo ganancias muy rápidas y muchos triunfos en las manufacturas como resultado de sus grandes gastos en servicios. Posiblemente, el crecimiento de la productividad en otras naciones también disminuirá de la misma forma en que agoten las oportunidades en las manufacturas y agricultura y se empiecen a dedicar a distribuir de una manera más uniforme su energía y su dinero hacia los servicios.

Como se observa en lo hasta aquí expuesto, el crecimiento en la productividad en las industrias distintas a las manufactureras y rurales parecen haber tenido una etapa bastante mala en las últimas dos décadas, de la misma forma en otros países que en

Estados Unidos, a pesar del hecho que en Estados Unidos se ha estado invirtiendo mucho más fuertemente en las aplicaciones de las computadoras de fase dos. El procesamiento de palabra, las computadoras PC para administradores, y el resto de los elementos de la tecnología de la información que se originó en los Estados Unidos y se dispersó en todo el mundo tan pronto como alguien más lo hizo por primera vez (aunque Francia puede ofrecer una reciente e importante excepción, teniendo más fuertes inversiones que los Estados Unidos en su infraestructura de manejo público de información, con su notable red nacional de comunicaciones de datos Minitel). La mayor computarización en los Estados Unidos aparece principalmente debido al crecimiento propio de la industria de la computación en sí; los programadores en los Estados Unidos han tenido sus propias terminales y estaciones de trabajo, mientras en Japón, algunos programadores han tenido la necesidad de compartir una terminal.

Para desarrollar entonces tempranas, prolongadas y fuertes inversiones en computadoras y tecnología de la información, de las aplicaciones de la fase uno en la manufactura y servicios financieros y, especialmente, las aplicaciones de la fase dos en el resto de los negocios, los Estados Unidos fallaron tanto en prevenir un colapso virtual del crecimiento de la productividad, como para mantener su ventaja de productividad relativa sobre otros países industrializados.

4. Análisis econométrico de la disminución de la productividad.

Algunos economistas han estimado las contribuciones de varios factores a la crisis posterior a 1973 en el crecimiento de la productividad. El análisis econométrico trata de encontrar ecuaciones en las cuales la suma de las diferentes medidas económicas (por ejemplo inversiones de capital y horas de trabajo), cada uno multiplicado por la constante apropiada, iguale otra medida que es especialmente interesante (por ejemplo la ganancia total). Por cierto, estos métodos son frecuentemente llamados modelos de computadora porque los cálculos son tan complicados que se necesitan computadoras para hacerlos.

Michael Mohr, aportó juicios informados acerca de la incertidumbre de los números y de ciertos factores (Baily and Chakrabarti, 1988). Él concluye que del 50 al 80% de los cambios podrían ser explicados. Existe otro economista, Angus Maddison, quien encuentra que puede reconocerse cerca del 51% de la disminución (Madison en 1991). Para periodos anteriores -antes de 1973- las variables consideradas en estos análisis podrían tomarse en cuenta para casi todos los elementos de cálculo de la productividad sobre el tiempo, esto es, las ecuaciones con medidas de todas éstas daban predicciones cercanas de los cambios en la productividad. En contraste, en todos los análisis de los cambios anteriores a 1973 a después a este año, las influencias conocidas en la productividad dejaban muchas cosas sin poder ser explicadas. Baily y

Chakrabarti quienes revisaron y estudiaron estos análisis, concluyen que los estimados menores podrían ser un poco conservadores en la cantidad de influencia asignada a variables conocidas, y los valores superiores son demasiado entusiastas en darle demasiado crédito a factores muy cuestionables. Por ejemplo, algunas estimaciones de la calidad del capital -cómo se invierte inteligentemente y se puede dispersar sobre más o menos usos de la productividad- podrían yacer en la pregunta de porqué no se tuvieron más usos productivos. Baily y Chakrabarti concluyen que cerca de la mitad, resulta inexplicable de un total de 2 a 2.25% que fue la disminución en el rango de crecimiento. Todas estas autoridades tratan de adivinar dónde está la parte que no se puede explicar y a qué se debe esto, si es a una falla en la innovación o “progreso tecnológico” para hacer de las computadoras en sí una contribución significativa al crecimiento de la productividad tanto en los años recientes como en los anteriores.

5. Comparación entre industrias.

Veamos ahora las diferencias en sectores particulares de negocios en Estados Unidos. Para tener un amplio panorama, podemos comparar el cambio en la productividad de la era de la pre-computadora antes de los principios de los setentas, a tiempos más modernos para tener un rango más amplio de industrias.

Chakrabarti quienes revisaron y estudiaron estos análisis, concluyen que los estimados menores podrían ser un poco conservadores en la cantidad de influencia asignada a variables conocidas, y los valores superiores son demasiado entusiastas en darle demasiado crédito a factores muy cuestionables. Por ejemplo, algunas estimaciones de la calidad del capital -cómo se invierte inteligentemente y se puede dispersar sobre más o menos usos de la productividad- podrían yacer en la pregunta de porqué no se tuvieron más usos productivos. Baily y Chakrabarti concluyen que cerca de la mitad, resulta inexplicable de un total de 2 a 2.25% que fue la disminución en el rango de crecimiento. Todas estas autoridades tratan de adivinar dónde está la parte que no se puede explicar y a qué se debe esto, si es a una falla en la innovación o “progreso tecnológico” para hacer de las computadoras en sí una contribución significativa al crecimiento de la productividad tanto en los años recientes como en los anteriores.

5. Comparación entre industrias.

Veamos ahora las diferencias en sectores particulares de negocios en Estados Unidos. Para tener un amplio panorama, podemos comparar el cambio en la productividad de la era de la pre-computadora antes de los principios de los setentas, a tiempos más modernos para tener un rango más amplio de industrias.

La productividad rural continuó creciendo a un paso bastante acelerado, más de lo que lo ha hecho en general los últimos cien años o en periodos similares de la historia, siendo aún más fuerte después de 1973. La productividad en la manufactura también continuó creciendo de forma tal que, a pesar que disminuyó, nunca llegó a los límites que se habían establecido con los datos históricos ocurriendo un deterioro en los estándares de vida. Sin embargo, hubo una variación considerable entre las diferentes industrias de la manufactura. Por supuesto, las cifras en general para la manufactura en total podrían ser no tan hermosas si excluimos la manufactura de las computadoras en sí, las cuales queremos hacer ver por sus efectos como herramientas en lugar de como productos. Baily (1986) y Kendrick (1982) estiman que las ganancias en general de la productividad en las manufacturas podrían ser un 33% menor sin la manufactura de las computadoras como una industria en sí misma. En las industrias que no producen bienes, el crecimiento en la productividad en el trabajo se desplazó de un promedio anual de 2.5% entre 1948 y 1973 a sólo 0.7% de 1973 a 1987, al mismo tiempo que este sector se convirtió en un usuario dominante tanto del capital como del trabajo.

Parece que estas industrias en expansión, las cuales se estuvieron moviendo muy intensamente en la fase dos de las computadoras, sufrieron un estancamiento en la productividad en una mayor proporción que sus similares que eran más conservadores. Deberíamos también intentar mirar a quien estaba ganando después, de tal forma que los efectos de la computarización podrían haber tenido tiempo para ser obtenidos. La

única subclasificación mayor dentro de las empresas no manufactureras y no rurales que ha tenido ganancias en la productividad no triviales entre 1973 y 1987 fueron las comunicaciones que están compuestas principalmente de televisión, radio y telecomunicaciones; las compañías telefónicas son la mayor componente, con ganancias totales de más de cien mil millones de dólares al año. Para datos más detallados, parece que las cuentas de los negocios telefónicos para el registro de la productividad superior de esta categoría es determinante (incluso en México).

De 1973 a 1983, el aumento de la productividad en las compañías telefónicas fue de cerca de un 6% anual. Durante este mismo periodo, hubo aumentos de la productividad de sólo 1.5% en el transporte aéreo, menos del 1% en tiendas de venta de comida al menudeo y una disminución absoluta en los restaurantes. Este rengón es similar al negocio de las compañías telefónicas, en el sentido de que no son productores de bienes pero han sido significativas en cuanto a sus ganancias medibles. Hay también industrias que estuvieron usando computadoras y en las cuales uno podría haber imaginado que la computarización había sido efectiva. Sin embargo, las compañías telefónicas estuvieron colocadas como los usuarios más grandes y líderes tanto de la computación de la fase uno como de la fase dos y lo hicieron bien.

La mayoría de las otras industrias de servicio también han invertido fuertemente en computadoras pero no lo han hecho tan bien. Probablemente el segundo mayor inversionista en las computadoras de la fase dos así como de la fase uno, fue el

registro de la contabilidad y lo que se llama correduría de acciones, los bancos y los negocios de las aseguradoras. A pesar que hubo una variación positiva aparente entre los subsectores, estos negocios en total han mostrado una fuerte disminución neta en tanto la productividad multifactor, como en la productividad del trabajo desde 1973.

Para 1980, las industrias del servicio habían tenido casi una década de experiencia con la tecnología de la información. ¿Cómo hicieron que esta inversión les generara ganancias en los siguientes años?. No hay una muestra clara que las industrias que expandieron su inversión en tecnología de la información mejorara más rápidamente su productividad en total, si acaso, parece demostrarse lo contrario.

Ninguna agencia de gobierno, desgraciadamente, publica datos de una categoría apropiada en su totalidad en cuanto a los negocios se refiere, ya que aquellos con mayores concentraciones de trabajo de información fueron usados durante la fase dos de la computarización y son más relevantes y más prominentes. Los más cercanos son el sector no manufacturero y no rural pero, este incluye a la minería y la construcción principalmente. Además de esto, la medida de la productividad es más difícil en los servicios que en las industrias de manufactura, y en algunos casos las agencias de gobierno, suavizan el asunto, o no hacen el trabajo como a los economistas les gustaría ver. Afortunadamente, las deficiencias han sido vigorosamente atacadas por economistas de primer nivel.

Stephen Roach, economista en jefe de la casa de inversiones de Morgan Stanley en Nueva York, ha hecho un número significativo de análisis cuidadosos de los datos de la productividad del gobierno para separar el trabajo en la información del servicio de otras actividades. Fueron estos análisis los que lo llevaron a estar entre los primeros en anunciar la existencia de una “paradoja de la productividad de las computadoras”. Aún en las industrias que producen bienes, las cuales han mostrado un mejor aumento de la productividad, las ganancias por hora de trabajo del trabajador de la información no mejoraron durante esta era ni aumentaron por el uso de las computadoras.

Sigamos ahora las comparaciones de Roach del amplio sector de los servicios (servicios, comunicaciones, comercio al mayoreo y menudeo, financieros y de seguros) con el sector de los bienes (manufactura, minería y construcción). Roach calcula que durante los ochentas la productividad en el sector de los servicios creció sólo 0.7% al año -menos que el rango correspondiente al sector de la manufactura-. Por otra parte, él estima que cerca del 80% de las inversiones en la tecnología de la información (computadoras, telecomunicaciones -altamente computarizada por sí misma- y demás equipo de oficina de alta tecnología con el hardware y software de computadoras) ha sido aplicado en el sector de los servicios. Para 1991, la inversión en la tecnología de la información en los servicios fue cercana al 88%, mucho mayor que el 57% que se refería al PIB de los Estados Unidos. Entonces, dividiendo la economía en manufactura y servicios, podemos demostrar que la parte con inversión mayor en tecnología de la

información creció lentamente en productividad. La situación es aún más evidente que lo que sugieren estas cifras. Contando sólo los precios de compra del hardware, cerca de la mitad de estos fueron en computadoras en los ochentas. Pero las computadoras llevan con ellas muchos costos adyacentes para software, operación y mantenimiento por personal que es no productivo en otras áreas. Más aún, los servicios iniciaron en una base de baja productividad de la cual se podía haber esperado un mayor crecimiento en el mejoramiento de la misma.

6. Comparaciones entre empresas y a través del tiempo.

Podemos apreciar en una mirada cercana los efectos de la computarización examinando diferencias entre empresas y mirándolas particularmente a través del tiempo. Son dos tipos de estudios que han sido hechos en este sentido: análisis econométricos de las estadísticas de las compañías viendo como usan el capital y el trabajo para producir ganancias y el éxito relativo de compañías que siguen diferentes estrategias de inversión en tecnología de la información.

“Si el cliente camina con una tarjeta que tiene una cinta magnética y se identifica a sí mismo como cliente X, podemos rastrear qué cosa compra y todo tipo de cosas maravillosas con esa información.... Podemos tener programas de cliente frecuente y cosas por el estilo.” Vicepresidente de una gran cadena de supermercados (National Research Council 1994).

información creció lentamente en productividad. La situación es aún más evidente que lo que sugieren estas cifras. Contando sólo los precios de compra del hardware, cerca de la mitad de estos fueron en computadoras en los ochentas. Pero las computadoras llevan con ellas muchos costos adyacentes para software, operación y mantenimiento por personal que es no productivo en otras áreas. Más aún, los servicios iniciaron en una base de baja productividad de la cual se podía haber esperado un mayor crecimiento en el mejoramiento de la misma.

6. Comparaciones entre empresas y a través del tiempo.

Podemos apreciar en una mirada cercana los efectos de la computarización examinando diferencias entre empresas y mirándolas particularmente a través del tiempo. Son dos tipos de estudios que han sido hechos en este sentido: análisis econométricos de las estadísticas de las compañías viendo como usan el capital y el trabajo para producir ganancias y el éxito relativo de compañías que siguen diferentes estrategias de inversión en tecnología de la información.

“Si el cliente camina con una tarjeta que tiene una cinta magnética y se identifica a sí mismo como cliente X, podemos rastrear qué cosa compra y todo tipo de cosas maravillosas con esa información.... Podemos tener programas de cliente frecuente y cosas por el estilo.” Vicepresidente de una gran cadena de supermercados (National Research Council 1994).

Antes, sin embargo, tenemos que mirar con escepticismo si la empresa X gasta más en computadoras y hace las cosas mejor que la empresa Y, la conclusión no es necesariamente que las computadoras aumentaron la productividad. La empresa X pudo usar sus computadoras para aumentar el trabajo o los procesos eficientemente, pero puede también usarlas para captar algún segmento del mercado. Los sistemas de reservación de las aerolíneas automatizan al llevar los registros actualizados de los pasajeros, pero también permiten a sus dueños realizar grandes campañas de mercadotecnia enfocando como objetivo principal a los mejores clientes de sus competidores. El éxito de una empresa depende fuertemente de su competencia con otras empresas del mismo mercado. Las ganancias por hora de trabajo pueden ser mejores en empresas ganadoras porque están ganando más clientes que los demás. Por otro lado, si encontramos que el uso de la tecnología de la información no está directamente relacionado con las ganancias o el éxito de los negocios, es improbable que éstas traigan consigo mayores crecimientos en la eficiencia.

7. Análisis econométrico de los efectos de la productividad de la tecnología de la información

Algunos econométricos han analizado correlaciones entre las ganancias y las inversiones en las computadoras. De la media docena de estudios que se conocen, sólo uno ha encontrado un efecto positivo. Revisaremos tres de ellos -dos de los negativos y

Antes, sin embargo, tenemos que mirar con escepticismo si la empresa X gasta más en computadoras y hace las cosas mejor que la empresa Y, la conclusión no es necesariamente que las computadoras aumentaron la productividad. La empresa X pudo usar sus computadoras para aumentar el trabajo o los procesos eficientemente, pero puede también usarlas para captar algún segmento del mercado. Los sistemas de reservación de las aerolíneas automatizan al llevar los registros actualizados de los pasajeros, pero también permiten a sus dueños realizar grandes campañas de mercadotecnia enfocando como objetivo principal a los mejores clientes de sus competidores. El éxito de una empresa depende fuertemente de su competencia con otras empresas del mismo mercado. Las ganancias por hora de trabajo pueden ser mejores en empresas ganadoras porque están ganando más clientes que los demás. Por otro lado, si encontramos que el uso de la tecnología de la información no está directamente relacionado con las ganancias o el éxito de los negocios, es improbable que éstas traigan consigo mayores crecimientos en la eficiencia.

7. Análisis econométrico de los efectos de la productividad de la tecnología de la información

Algunos econométricos han analizado correlaciones entre las ganancias y las inversiones en las computadoras. De la media docena de estudios que se conocen, sólo uno ha encontrado un efecto positivo. Revisaremos tres de ellos -dos de los negativos y

el único positivo-. Gary Loveman, en un estudio hecho en la Escuela de Administración de Préstamos del MIT, como parte de su programa de investigación acerca de la Administración de 1990, trabajó con datos de sesenta unidades manufactureras de doce firmas localizadas en los Estados Unidos o en el oeste de Europa. Sus modelos de ecuaciones tratan de contabilizar las diferencias en el crecimiento de la productividad entre diferentes unidades y años entre 1978 y 1983. El análisis reveló consistentemente pequeños, si no es que negativos o muy pocos, efectos de la fuerte inversión en la tecnología de la información. Esto es, mientras más dinero invirtieron las empresas en tecnología de la información, su productividad creció menos -muy ligeramente- de un año al siguiente. Él buscó efectos de retardo y efectos de utilización de la tecnología de la información relativa al trabajo o una mejor administración y no se encontró. No existió una pista de mejores resultados de la tecnología de la información en las empresas que producían bienes tanto tangibles como la comparación de los intangibles, pero aún aquí, esto no era significativo. Estos resultados contrastaban fuertemente con las diferencias en las ganancias de capital de la tecnología de la información con cosas como la edificación y la maquinaria, los cuales, encontró tenían un fuerte efecto en el crecimiento en la productividad. Estos resultados negativos para la tecnología de la información son quizá especialmente relevantes porque se refieren a la manufactura.

La manufactura ha experimentado mejores ganancias en la productividad que el resto de la economía, y esto se ha intentado tomar como evidencia de que las

computadoras han sido una influencia positiva en este sector. Sin embargo, como hace notar Loveman, la mayor parte de la computarización en el periodo de su análisis, de 1978 a 1983, fue obtenido o dedicado al trabajo de la información antes que a la automatización de la producción, aún en las industrias de la manufactura.

Interpretando sus resultados, Loveman especulaba que la tecnología de la información podría haber tenido muchos más efectos favorables en los segmentos no manufactureros para los cuales fueran más adecuados y en los cuales las computadoras fueran más fuertemente usadas, especialmente en bancos y seguros. Richard Franke, un profesor de administración del Colegio Loyola, en Baltimore, analizó datos de la industria financiera de los Estados Unidos. Su análisis de la efectividad de la tecnología de la información ofrece muy poco consuelo. La industria financiera - bancos, aseguradoras y corredurías- fue el primer sector de la economía estadounidense (exceptuando la telefonía) en emplear el procesamiento de datos electrónicos ampliamente. El reconocimiento de caracteres con tinta magnética (MICR) fue introducido en 1958. Para 1980, el 97% de los bancos tenían computadoras, las cuales constituían la mitad de sus gastos en capital aparte de los edificios. Pero la productividad se estancó en los setentas, mientras el empleo de administradores en la industria continuaba creciendo al menos tan rápidamente como antes. Las ganancias brutas aumentaron 4.7% por año de 1948 a 1958, pero únicamente 3.6% al año de 1958 a 1983, un periodo de intensa computarización. Mientras tanto, las inversiones en

capital aumentaron de un crecimiento de poco menos del 3% por año antes de 1958, a cerca de 10% por año en los años de principios de los ochentas. La productividad del capital aumentó fuertemente entre 1948 y 1957, quizá reflejando una influencia positiva de las aplicaciones de las computadoras en la fase uno. Sin embargo, la mucha y muy acelerada inversión en las computadoras después de este punto fue acompañada por una disminución bastante significativa en las ganancias de 1957 a 1983.

Las industrias de servicio, como las financieras, han proveído tradicionalmente muy poco equipo al capital de sus empleados. La mayor productividad de la manufactura ha sido obtenida como resultado de encontrar formas de usar máquinas para multiplicar la eficiencia del trabajo humano. Los administradores esperan que las computadoras y otras tecnologías de la información hagan lo mismo para los servicios. Para estimar los efectos cuantitativos relativos a un crecimiento de la productividad del capital y otras variables de entrada, Franke llevó a cabo un análisis detallado de los cambios año a año. La medida de la productividad de capital que él usaba fue la inflación ajustada así como el valor agregado de los depósitos realizados, nuevas políticas de aseguramiento escritas, y las ventas de los productos y dispersión de las acciones, todas éstas, relativas al valor total acumulado de los edificios, terreno, equipo e inventarios. En las ecuaciones que él deriva de estos datos, el capital por empleado ha tenido una influencia positiva muy significante en las ganancias netas antes de 1958 y un efecto negativo muy fuerte en el periodo siguiente viéndolo en general. El trabajo

para la última década de su análisis, es decir de 1973 a 1983, es más riguroso; la función mejora casi hasta el punto de un efecto neutral para las inversiones de capital. Él atribuye este comportamiento a un mejor desempeño por el precio de los equipos de computación más modernos, que es menor. Se necesitan nuevos estudios para explicar esto, pero el comportamiento reciente en general en la industria financiera no parece reflejar un paso hacia adelante de este comportamiento.

El punto positivo viene de un análisis reciente hecho por los economistas del MIT Erik Brynjolfsson y Lorin Hitt (1993). Ellos usaron un muestreo de compañías mucho más recientes y más grande, variando de 135 a 293 compañías grandes, todas consideradas en la lista de la revista *Fortune*. La solución de sus ecuaciones de modelado estimó cerca de un 58% de valor de retorno a las inversiones del hardware de las computadoras en las manufacturas y un maravilloso 81% cuando las industrias de servicio se incluyeron. Sus resultados ciertamente parecen pintar un mejor panorama y llevaron a muchos anuncios en la prensa desvaneciendo la “paradoja de las computadoras”.

Desafortunadamente, el estudio tiene algunos problemas serios. Para empezar, usa un factor de deflación e intervalos muy inadecuados a la realidad para los precios de las computadoras, entre ellos, unos basados en costos del hardware disminuyendo rápidamente, entonces, asume que el capital de las computadoras para los primeros años del estudio realmente valía menos de la mitad de lo que se había pagado por ellas.

Para propósitos de estimar el valor relativo del capital en las computadoras este método no funciona. Desde que se trata de determinar si es que las computadoras tienen un verdadero valor o no, no podemos asumir que su valor económico es directamente proporcional a su poder computacional. Para propósitos de comparación, los ajustes en el precio para las computadoras deben ser en términos de lo que las empresas podrían haber pagado por las cosas que podían haber obtenido en lugar de computadoras. Sustituyendo esta corrección en el precio se sugiere que las estimaciones de los gastos en computadoras y en hardware fueron menores de al menos un 50%.

El hardware es sólo una fracción del costo del uso de las computadoras. El costo real es cerca de tres veces (algunos contadores y economistas ubican la proporción en sólo dos a uno, pero ellos contabilizan sólo la operación y las aplicaciones, no así el hardware, el mantenimiento de las aplicaciones, la capacitación y demás). Todo dicho entonces, los costos parecen ser disminuídos por un factor de cuatro a cinco considerando lo demás y entonces los valores de retorno reales pueden haber sido mucho menores que lo estimado.

Hay aún algunos otros problemas con estudios cuyos resultados dicen que las empresas con mayor éxito invirtieron más fuertemente en computadoras. ¿Fueron las computadoras las que causaron este éxito o que fue el éxito el que permitió este gasto tan grande en computadoras?. Otra precaución que debe considerarse es que la muestra

consistió de las compañías más grandes y más exitosas que se podían encontrar. ¿Son estas empresas exitosas porque son maravillosas las computadoras o porque las empresas son maravillosas por sí mismas?. Brynjolfsson y Hitt encontraron que los efectos aparentes del capital invertido en computadoras fueron más importantes si se medían dos años después que si se medían inmediatamente después de su compra. Sin embargo, sus ecuaciones predecían ganancias, esto es, ventas y retorno en los beneficios de las inversiones que se inferían de las grandes ventas de las compañías que gastaban más en tecnología de la información. Esto es similar a considerar que gran parte del éxito en las ventas de usuarios fuertes es debido a las aplicaciones estratégicas, es decir, a maniobras en el mercado en sí, en lugar que a menores precios y a una eficiencia mayor en la productividad. Esto es lo que muchos expertos de la industria consideran como el mayor beneficio de las computadoras.

No obstante, los resultados pueden reflejar en parte ganancias positivas en productividad. Brynjolfsson y Hitt especulaban que las grandes firmas con grandes ganancias que ellos estudiaron habían sido las que usaron computadoras durante mucho tiempo, revisando sus aplicaciones repetidamente y rediseñando los procesos de negocios para usar las computadoras mejor. Se han tenido muchos casos para usar computadoras para reducir la duplicidad de trabajo y mejorar la coordinación.

El hecho más significativo acerca del estudio de Brynjolfsson y Hitt es que la relación entre la inversión en las computadoras y la ganancia fue positiva donde no lo

había sido antes. A pesar que todos los detalles y dificultades en interpretar el tamaño y la causa del efecto, esto es bueno en general. Sin embargo, mientras que ciertamente ofrece razones de esperanza y celebraciones victoriosas tales como el artículo de *Bussines Week* de junio de 1993 titulado “La ganancia de la tecnología de la información”, creemos que son prematuramente optimistas.

No existe un análisis macroeconómico que no pueda estar hecho con reservas. Hay muchísimos esfuerzos para determinar la relación de las computadoras y la productividad. Se tienen que hacer suposiciones decidiendo qué incluir en el modelo y cómo medirlo. El procedimiento está frecuentemente lleno de oscuros desórdenes estadísticos. Los modelos econométricos también incluyen suposiciones acerca de cómo un factor, por ejemplo la demanda, influye en otro, digamos el precio, siendo tomadas de la teoría económica convencional. Cualquiera que siga las predicciones publicadas de crecimiento económico sabe que tan desconfiable puede ser toda esta parafernalia. Una crítica que puede establecerse para este análisis económico es que los economistas no incluyen una medida directa de ganancias en relación con la mejor calidad y conveniencia que el consumidor obtiene. Lo que la mayoría de los análisis han mostrado es que las inversiones en las computadoras no están directamente relacionadas con ganancias en las perspectivas de la empresa. Pero quizá las inversiones en computadoras ayudaron no a las empresas en sí, sino a los clientes. Sin embargo, todos estos análisis encuentran que otras inversiones en el capital realmente

hicieron despegar la productividad. ¿Por qué no fueron capaces los beneficios del gasto de dinero en nuevas tiendas y mejores materiales, por ejemplo, también ser pasado a los consumidores?. Existen análisis similares que tienen bases para encontrar y determinar fuertes efectos de investigación y desarrollo como factores en las empresas y su productividad en general. ¿Por qué ayuda a las firmas la investigación y desarrollo, pero las computadoras no?. De esta manera, encontramos a la inversión en las computadoras en una posición muy peculiar.

8. Computadoras y éxito en los negocios.

Además del estudio de la relación entre la inversión en las computadoras y la ganancia o medidas en la productividad como tal, podemos notar los efectos en general en el éxito de los negocios. En una economía capitalista competitiva, una tecnología no es muy adecuada para contribuir al bienestar económico si no se cuida el mejorar la rentabilidad de los negocios que la adopte.

Paul Strassmann es un analista más cuidadoso y sensible que obtiene puntos de vista más sensatos en este sentido. Antes de convertirse en un consultor de computadoras, conferencista y autor de libros, invirtió cerca de treinta años en la implantación de la computación moderna tanto para la administración interna y externa como para las líneas de producción de algunas de las compañías más grandes del

hicieron despegar la productividad. ¿Por qué no fueron capaces los beneficios del gasto de dinero en nuevas tiendas y mejores materiales, por ejemplo, también ser pasado a los consumidores?. Existen análisis similares que tienen bases para encontrar y determinar fuertes efectos de investigación y desarrollo como factores en las empresas y su productividad en general. ¿Por qué ayuda a las firmas la investigación y desarrollo, pero las computadoras no?. De esta manera, encontramos a la inversión en las computadoras en una posición muy peculiar.

8. Computadoras y éxito en los negocios.

Además del estudio de la relación entre la inversión en las computadoras y la ganancia o medidas en la productividad como tal, podemos notar los efectos en general en el éxito de los negocios. En una economía capitalista competitiva, una tecnología no es muy adecuada para contribuir al bienestar económico si no se cuida el mejorar la rentabilidad de los negocios que la adopte.

Paul Strassmann es un analista más cuidadoso y sensible que obtiene puntos de vista más sensatos en este sentido. Antes de convertirse en un consultor de computadoras, conferencista y autor de libros, invirtió cerca de treinta años en la implantación de la computación moderna tanto para la administración interna y externa como para las líneas de producción de algunas de las compañías más grandes del

mundo; jubilado como vicepresidente de la División de Productos de Información de la compañía Xerox, ha escrito dos excelentes libros de los usos en los negocios y el valor de las computadoras. El primero llamado "*Information Payoff*" (1985) y fue devoto mayormente a dar consejos acerca de la explotación y la medida de la efectividad de la tecnología de la información. En este libro reporta haber sido capaz de encontrar sólo una metodología aceptable para el estudio de la comparación del éxito de firmas similares que gastaron mayor o menor cantidad en la computación. Este estudio fue por Cron y Sobel (1983), considerando datos de 138 vendedores de artículos médicos de tamaño pequeño y mediano. Estos fueron divididos en tres grupos: aquellos que no tenían computadora, aquellos que hicieron un leve uso o moderado de ellas y aquellos que eran fuertes usuarios. El retorno en las inversiones totales fue mayor en aquellas que más las usaban. La dispersión en el éxito fue mayor en el grupo de uso pesado, a pesar que el 43% de ellas fueron inferiores en cuanto a ganancias ya que muchas de ellas eran compañías relativamente pequeñas con lo que se apreciaba que algunos usuarios fuertes no actuaron tan bien. Quizá tenemos aquí otra señal de que mientras que la computarización no ayuda en promedio, algunas empresas pueden usarlas bien (¿o quizá tener éxito a pesar de ellas?).

En su segundo libro titulado "*The Business Value of Computers*" (1990), Strassmann reportó un gran número de estudios que confirmaban esta tendencia siendo

incapaz de encontrar evidencia concluyente de un valor positivo del uso de la computadora.

Si la medida de la computarización es la inversión como un rango de las ganancias (qué porción del dinero fue gastado en sistemas de información) y se grafica un análisis estadístico que indica que los datos no pueden ser reproducidos por simulación sino se pueden referir a una distribución aleatoria en la gráfica y se muestra una relación negativa, aunque muy ligera: ¡las empresas que han gastado una mayor porción de su ganancia en las computadoras tendieron a funcionar un poco peor que aquellas que gastaron menos!. Sin embargo, no es muy claro que el uso en sí de las computadoras haya siempre aumentado proporcionalmente como la compañía gastaba parte de sus ganancias en ella. Quizá duplicándose la inversión en las computadoras podría hacer triplicarse las ganancias, de tal forma que las compañías que las están usando bien tendrían menores rangos de ganancias relativas a la inversión en la tecnología de la información. Para un número pequeño de empresas, Strassmann fue capaz de hacer gráficas similares en las cuales la medida de la computarización era la cantidad de los gastos en la tecnología de la información por empleado por año. Esto parece ser una medida más directa de qué tanto la compañía está explotando el poder de las computadoras. Los resultados son muy cercanos a los obtenidos anteriormente en el sentido de que hay una leve tendencia para las compañías que gastan más y

hacerlo peor, es decir, a pesar de ganar, la relación podría ser simplemente una casualidad.

Muchas de estas cifras usan las ganancias de los socios como medida de éxito. Strassmann reporta obtener resultados negativos similares con retorno de los recursos invertidos, retorno en la equidad de ganancias de los socios, ganancias por acción y ganancias por crecimiento en el porcentaje de propiedad de las acciones como la medida dependiente. Es posible aún que el crecimiento de la productividad real se deba a otros propósitos, por ejemplo, sueldos más altos, mejores condiciones de trabajo, servicios al cliente no reembolsables, o mejores productos al mismo precio. Sin embargo, vale la pena hacer notar el periodo en el cual los datos fueron obtenidos, de finales de los setentas a finales de los ochentas, no hubo un crecimiento notable para el “altruismo” de la administración del trabajo. A través del tiempo las ganancias reales declinaron.

Strassmann se aproxima a la medida del “éxito” abordándolo como un problema y definiendo una cantidad que llamó “valor agregado de la administración”. Primero, calcula el valor agregado sumando los precios recibidos de todas las ganancias de una empresa y restándole los costos de capital y trabajo que producía directamente. Entonces, divide esta cantidad por todo el resto de los costos involucrados en llevar el negocio. Estos costos de administración que él toma pueden ser el primer objetivo de las computadoras, resultando bajos en comparación con el valor agregado. Él estaba

aparentemente imposibilitado para mostrar un claro efecto positivo de la computarización usando esta medida ya que al menos, él no reporta ningún descubrimiento importante de esta clase de medición en ninguno de sus libros. Reporta los análisis sugiriendo que las empresas “sobrelogradas” tienden a gastar más que las “sublogradas” pero un poco menos que las “logradas”, quienes en promedio utilizan la tecnología de la información para la administración. A pesar de que se gasta más en la tecnología de la información para operaciones en general esto no parece ser benéfico.

9. ¿Puede una computadora fallar y ser esto la pieza perdida en el rompecabezas de la productividad?

¿Qué tanto de la crisis en el crecimiento de la productividad después de los sesentas puede ser debido a la falla de las inversiones en las computadoras para generar ganancias? ya vimos que el déficit de 1.5% por año, fue la porción de la productividad en la década que siguió a 1973 y esto puede no ser debido a las sospechas usuales. Esto pudiera significar que la ganancia total fue 1.5% debajo de las predicciones del modelo cada año. El valor total del capital de la tecnología de la información que está funcionando en Estados Unidos en promedio suma un total de 225,000 millones de dólares en este periodo. Si el capital de la tecnología de la información rindió en promedio 13.3 % menos que otras formas de inversión, esto

aparentemente imposibilitado para mostrar un claro efecto positivo de la computarización usando esta medida ya que al menos, él no reporta ningún descubrimiento importante de esta clase de medición en ninguno de sus libros. Reporta los análisis sugiriendo que las empresas “sobrelogradas” tienden a gastar más que las “sublogradas” pero un poco menos que las “logradas”, quienes en promedio utilizan la tecnología de la información para la administración. A pesar de que se gasta más en la tecnología de la información para operaciones en general esto no parece ser benéfico.

9. ¿Puede una computadora fallar y ser esto la pieza perdida en el rompecabezas de la productividad?

¿Qué tanto de la crisis en el crecimiento de la productividad después de los sesentas puede ser debido a la falla de las inversiones en las computadoras para generar ganancias? ya vimos que el déficit de 1.5% por año, fue la porción de la productividad en la década que siguió a 1973 y esto puede no ser debido a las sospechas usuales. Esto pudiera significar que la ganancia total fue 1.5% debajo de las predicciones del modelo cada año. El valor total del capital de la tecnología de la información que está funcionando en Estados Unidos en promedio suma un total de 225,000 millones de dólares en este periodo. Si el capital de la tecnología de la información rindió en promedio 13.3 % menos que otras formas de inversión, esto

podría haber generado 30,000 millones menos de ganancia, menos que lo que predecían las ecuaciones normales, y entonces, el cambio de la inversión en la tecnología de la información podría ser contabilizado por el dinero perdido. ¿Es razonable suponer que las computadoras tienen este pobre valor de retorno? Franke estima para la industria financiera durante la misma década que un dólar de capital, el cual fue invertido principalmente en tecnología de la información en ese periodo, produjo sólo un dólar de ganancia y ningún rendimiento en la inversión. Loveman estimó la contribución de las inversiones en las computadoras al crecimiento de la productividad durante la última parte de este periodo como ligeramente negativa para los sectores manufactureros. Strassmann, con su análisis estadístico, muestra ganancias cercanas a cero en las inversiones en las computadoras, gastando por encima de una gran variedad de industrias. Los datos de Strassmann también proveen un estimado del tamaño usual de las ganancias en las labores sin computadora la cual fue alrededor de 13.3 %. La deficiencia en los retornos de la tecnología de la información dada por estos cálculos fue entonces de 13.3 % de 225,000 millones de dólares, para un déficit anual promedio de 30,000 millones de dólares.

Los bajos ingresos por inversión en computadoras, y en general la tecnología de la información, parecen ser la pieza perdida en el rompecabezas de la productividad. Ésta tiene el tamaño y forma económica adecuados. Tiene un apropiado pasado gris, y

parece como parte de una nube. Surge la pregunta: ¿esto podría cuadrar en un escenario detallado de causas económicas específicas y efectos de los cuales es parte?

10. Qué hacen las computadoras

Hasta ahora nos hemos referido a las computadoras sólo como un tipo de inversión en términos generales, como lo son los fondos bancarios o los valores, y nos hemos preguntado qué tan bien actúan financieramente. Pero siempre se espera que las computadoras hagan tareas concretas y tengan más efectos precisos y específicos.

Estamos interesados en cómo las computadoras afectan la productividad y a los trabajadores. Estos puntos relacionados tienen dos aspectos: cómo las computadoras ejercen una influencia sobre el empleo y qué es lo que hacen a los salarios, la moral y la cantidad de la vida productiva. Estos puntos son en sí mismos de una importancia crítica y forman parte esencial del puente que une la tecnología con sus consecuencias económicas.

11. Empleo

El empleo netamente de oficina se acrecentó con fuerza a lo largo de las décadas de los setentas y los ochentas; entre 1972 y 1982, el número de oficinistas se incrementó en casi un 30 por ciento y el número de gerentes administrativos en más del 40 por ciento. El empleo obrero creció menos del 10 por ciento durante el mismo

parece como parte de una nube. Surge la pregunta: ¿esto podría cuadrar en un escenario detallado de causas económicas específicas y efectos de los cuales es parte?

10. Qué hacen las computadoras

Hasta ahora nos hemos referido a las computadoras sólo como un tipo de inversión en términos generales, como lo son los fondos bancarios o los valores, y nos hemos preguntado qué tan bien actúan financieramente. Pero siempre se espera que las computadoras hagan tareas concretas y tengan más efectos precisos y específicos.

Estamos interesados en cómo las computadoras afectan la productividad y a los trabajadores. Estos puntos relacionados tienen dos aspectos: cómo las computadoras ejercen una influencia sobre el empleo y qué es lo que hacen a los salarios, la moral y la cantidad de la vida productiva. Estos puntos son en sí mismos de una importancia crítica y forman parte esencial del puente que une la tecnología con sus consecuencias económicas.

11. Empleo

El empleo netamente de oficina se acrecentó con fuerza a lo largo de las décadas de los setentas y los ochentas; entre 1972 y 1982, el número de oficinistas se incrementó en casi un 30 por ciento y el número de gerentes administrativos en más del 40 por ciento. El empleo obrero creció menos del 10 por ciento durante el mismo

parece como parte de una nube. Surge la pregunta: ¿esto podría cuadrar en un escenario detallado de causas económicas específicas y efectos de los cuales es parte?

10. Qué hacen las computadoras

Hasta ahora nos hemos referido a las computadoras sólo como un tipo de inversión en términos generales, como lo son los fondos bancarios o los valores, y nos hemos preguntado qué tan bien actúan financieramente. Pero siempre se espera que las computadoras hagan tareas concretas y tengan más efectos precisos y específicos.

Estamos interesados en cómo las computadoras afectan la productividad y a los trabajadores. Estos puntos relacionados tienen dos aspectos: cómo las computadoras ejercen una influencia sobre el empleo y qué es lo que hacen a los salarios, la moral y la cantidad de la vida productiva. Estos puntos son en sí mismos de una importancia crítica y forman parte esencial del puente que une la tecnología con sus consecuencias económicas.

11. Empleo

El empleo netamente de oficina se acrecentó con fuerza a lo largo de las décadas de los setentas y los ochentas; entre 1972 y 1982, el número de oficinistas se incrementó en casi un 30 por ciento y el número de gerentes administrativos en más del 40 por ciento. El empleo obrero creció menos del 10 por ciento durante el mismo

periodo. Estos datos podrían significar que las computadoras inyectaron una gran expansión de actividad en el sector de servicios, o que no lograron reducir el trabajo necesario, o ambas cosas. Osterman intentó discriminar los efectos mediante un modelo econométrico en la relación despliegue de computadoras y empleo de fuerza laboral. El análisis contrastó años anteriores y posteriores que se hallaban en puntos comparables en el ciclo de los negocios entre 1970 y 1978. En total, este concluyó que a mayor computarización, menor crecimiento de empleos administrativos y de oficina en el promedio de varias industrias manufactureras y no manufactureras. Por otra parte, halló evidencia de que las computadoras tienden a reducir los empleos en estas categorías durante los dos primeros años que siguen a su introducción y que luego los aumentan durante los siguientes dos años. Dice: “el efecto de desplazamiento parece estar concentrado en el periodo que sigue inmediatamente a la expansión de la fuerza computarizada. En un tiempo razonablemente corto, los empleos crecen quizá como respuesta al efecto de coordinación o burocracia. La comprobación de este patrón es aún más sólida para los administradores que para los oficinistas, ya que los primeros tienen mayor probabilidad de resultar beneficiados por el efecto del crecimiento en la burocracia”.

Cuando hablamos de la calidad del empleo, la situación es aún más turbia. Los salarios reales no han mejorado en las décadas recientes como ocurría en épocas anteriores, y esto es un reflejo de las tendencias de la productividad laboral y las

fuerzas que han llevado a una redistribución del ingreso hacia la parte superior de la misma. Los efectos de las computadoras sobre el salario de sus usuarios son mixtos. Ciertos tipos de computarización, como la contabilidad bancaria y los sistemas de facturación en compañías prestadoras de servicios, están hechas para permitir que se realice el mismo trabajo con empleados menos calificados y con menor sueldo. Sin embargo, el impacto total de la estrategia es difícil de lograr. En el negocio de seguros, hubieron menos empleados realizando labores de rutina de registro y archivo de información a bajo sueldo, y más empleados llevando a cabo funciones previamente complicadas como decidir cuál era un buen riesgo. En muchos negocios, el mecanógrafo de antaño se le ha dado la nueva forma de capturista con mayores requisitos de capacitación y un salario más elevado.

Hay un sinnúmero de artículos y libros que hablan de los efectos de la tecnología, en particular de las computadoras, sobre la calidad de la vida laboral. Dos autoridades líderes lo resumen así: "La literatura de investigación al respecto del impacto de las nuevas tecnologías informáticas sobre el contenido y satisfacción de las labores proporciona una masa de descubrimientos contradictorios". Aparentemente, la fase dos de la computarización puede mejorar el trabajo o degradarlo; enriquecerlo o deplorarlo; convertirlo en un reto, en algo interesante y cómodo, o en algo más aburrido, repetitivo y estresante. Las computadoras son recursos infinitamente flexibles y poderosos,

pueden utilizarse para hacer el trabajo más rico o más pobre y traer a los trabajadores bienestar o malestar.

Un estudio cuidadoso sobre los efectos de la computación aplicada a áreas limitadas descubrió buenos y malos efectos. Existen estudios donde se vigilaron y observaron a varios cientos de representantes de una gran compañía telefónica antes y después de que un sistema de facturación computarizado que reemplazó los viejos registros en papel y microfichas. Encontraron que los reportes personales en cuanto a reto laboral y satisfacción general se vinieron abajo, en tanto que el estrés y salud mental (dolores de cabeza, por ejemplo) mejoraron. La dificultad de la tarea disminuyó para los representantes de servicios, pero aumentó para los supervisores. Además, la dimensión de todos estos efectos varió dramáticamente según el tipo de funciones.

12. Experiencia en las compañías.

¿Qué ocurre con las compañías cuando se computarizan? Desafortunadamente, las compañías privadas se resisten a proporcionar información financiera detallada de este tipo, sobre todo si ésta pudiera revelar decisiones del negocio equivocadas. Hay muchos reportes anecdóticos y opiniones tanto en la prensa como en la literatura administrativa de tipo académico. Muchos alaban las computadoras con vehemencia, otros mantienen una postura crítica, pero casi nadie tiene información cuantitativa confiable. Sin embargo, existen algunos reportes de utilidad.

pueden utilizarse para hacer el trabajo más rico o más pobre y traer a los trabajadores bienestar o malestar.

Un estudio cuidadoso sobre los efectos de la computación aplicada a áreas limitadas descubrió buenos y malos efectos. Existen estudios donde se vigilaron y observaron a varios cientos de representantes de una gran compañía telefónica antes y después de que un sistema de facturación computarizado que reemplazó los viejos registros en papel y microfichas. Encontraron que los reportes personales en cuanto a reto laboral y satisfacción general se vinieron abajo, en tanto que el estrés y salud mental (dolores de cabeza, por ejemplo) mejoraron. La dificultad de la tarea disminuyó para los representantes de servicios, pero aumentó para los supervisores. Además, la dimensión de todos estos efectos varió dramáticamente según el tipo de funciones.

12. Experiencia en las compañías.

¿Qué ocurre con las compañías cuando se computarizan? Desafortunadamente, las compañías privadas se resisten a proporcionar información financiera detallada de este tipo, sobre todo si ésta pudiera revelar decisiones del negocio equivocadas. Hay muchos reportes anecdóticos y opiniones tanto en la prensa como en la literatura administrativa de tipo académico. Muchos alaban las computadoras con vehemencia, otros mantienen una postura crítica, pero casi nadie tiene información cuantitativa confiable. Sin embargo, existen algunos reportes de utilidad.

Un estudio sobre la industria financiera incluye un detallado análisis de un banco del noroeste que compartió su información histórica. Las ecuaciones econométricas para esta empresa mostraron el mismo patrón que para la totalidad de la industria, con recuperación de capital un poco más negativa que el promedio. Un detalle interesante de este análisis es que se descubrió que el capital era menos efectivo durante los años siguientes a que los bancos empezaron a instalar cajeros automáticos.

En el lado positivo existe un reporte en *The Office* de febrero, 1976, titulado "Incrementamos la productividad de captura en 340%". Este cuenta la experiencia del Banco Nacional de Illinois en Springfield, en referencia al traslado de la mecanografía de la correspondencia a un centro de procesamiento de palabras utilizando máquinas de dictado accesables telefónicamente y máquinas eléctricas con tarjetas magnéticas de almacenamiento. De acuerdo con el autor, con tan sólo seis personas el nuevo centro fue capaz de hacer el trabajo que antes hacían 12 secretarias de tiempo completo y 20 mecanógrafas de medio tiempo, a la vez que se redujo el tiempo para contestar cartas de un 70% a un 85%. Sin embargo, el examen del cuestionario de la encuesta sugiere que las ganancias en el rendimiento son estimaciones que se ganan en cuánta mecanografía se realizaba antes de que se introdujera el procesamiento de palabras y qué proporción se trataba de secciones re-mecanografiadas de documentos. Los autores aparentemente asumieron que el procesamiento de palabras ahorraría todo este tiempo y no tomaron en cuenta ninguno de los efectos negativos.

El reporte de otro cuestionario posiblemente más pertinente se dio a conocer en Quebec a mediados de la década de los ochentas. Ciento doce organizaciones, la mayoría de ellas compañías privadas de servicios, contestaron preguntas detalladas con respecto a la tecnología y cambios de empleo, y dieron estimados de cuántos mecanógrafos manuales se necesitarían para reemplazar a los que ya habían sido equipados con procesadores de palabras. Los análisis subjetivos concordaron bastante con las respuestas de las compañías aseguradoras en una productividad total promedio incrementada en un 80%. Las cifras reales del número de empleados secretariales antes y después de introducir las máquinas no fueron tan impresionantes: un incremento total del 19%. Al mismo tiempo, los negocios reportaron que el flujo de trabajo había subido, en promedio, un 58%. Al dividir uno entre otro se obtiene una ganancia neta de redimiento de un 33%. Desafortunadamente, no se dice cuál es la fuente de mayor flujo de trabajo, por ejemplo, si ésta representaba mayor producción, nuevas aplicaciones de los documentos o simplemente anteproyectos adicionales.

Estos reportes parecen acercarse más al tipo de efecto que habíamos esperado y supuesto que tendrían. La entrada en estampida de los negocios norteamericanos a los centros de procesamiento podría sugerirnos que esta experimentación se difundió ampliamente (aunque muchas firmas después lo abandonaron debido a efectos colaterales en la organización que no eran deseables). Se necesita bastante precaución para interpretar estos primeros reportes. Como veremos, el procesamiento de palabras

tiende a multiplicar el número de borradores de cada documento. Si las ganancias en rendimiento que las personas declaran se basaran en producción total de páginas por operador, lo cual es una medición común en el trabajo de mecanografía, los efectos podrían ser una ilusión. La ausencia de estudios más recientes y más objetivos refleja que la industria cada vez cae más en la cuenta de que el total de las ganancias en el rendimiento es mucho menor que lo que sus promotores clamaban. Aún así, supongamos que consideramos estos reportes en su valor nominal. ¿Cuánta ayuda para la actividad burocrática representarían?. Una proporción muy pequeña de tiempo laboral en realidad se dedica a mecanografiar, y este tipo de empleos son relativamente de remuneración baja, así que las ganancias de rendimiento de esta magnitud, especialmente cuando se compensan con los gastos, podrían no aparecer siquiera en las mediciones totales de productividad en el trabajo de oficina. Apenas un 5% de los trabajadores que no laboran en el campo o en fábricas son mecanógrafos o secretarias pasan en realidad un 60% de su tiempo mecanografiando. Si agregáramos el tiempo de mecanografía a personas, cuyos extras no se especifican en la descripción de sus trabajos, aún así no obtendríamos más del 5% de las horas que los oficinistas pasan frente al teclado de un procesador de palabras.

Incluso si el rendimiento de este trabajo hubiera aumentado en todas las personas en 80%, esto representaría una ganancia única de sólo 3.2%. Amortizándola durante

los 20 años desde su introducción, su contribución habría detenido la caída en menos de 0.1% anual.

Si hubiera ganancias reales de un 80% en todas las tareas de oficina, esto sería otra historia. Entonces estaríamos frente a un crecimiento productivo compuesto de 3% anual. Desafortunadamente, parece ser que las aplicaciones fase dos efectivas existen para muy pocas tareas hasta el momento, inclusive las mejores (incluyendo el procesamiento de palabras en forma realista) tienen un impacto relativamente pequeño.

Para determinar la dimensión de la ganancia en el rendimiento a que sería importante para una aplicación individual, podemos echar un vistazo a los efectos de la tecnología sobre industrias que han obtenido mayores ganancias productivas. Uno de los muchos avances a finales del siglo XIX en la producción de hilo de algodón trajo como resultado un aumento tres veces mayor en el número de metros producidos por hora por cada trabajador. Los inventos que fueron acumulándose por un periodo de 50 años redujeron las horas de trabajo requeridas por metro en un factor de más de 50, representando una mejora del 37,000%. Aún durante las depresiones productivas en las décadas de los setentas y los ochentas, la mismísima era del procesador de palabras, los inventos para el hilado y tejido, trajeron consigo un 400% de mejora en el rendimiento. Tales intensificadores del rendimiento son la fuerza motriz del crecimiento productivo. ¿Cómo es que tales enormes mejoras en procesos particulares se traducen en la producción industrial total?. No es en forma directa por supuesto, y ni

está cerca de hacerse con base uno a uno. El componente local de producción que se acelera tiene que ser injertado y manejado en un proceso total que pueda abarcar y limitar su impacto. Así, la industria textil explotó sus impresionantes nuevas tecnologías para llegar a un saludable pero “apenas” 4.2% anual de crecimiento multifactor de productividad de 1973 a 1985. Si ello ha de alimentar el crecimiento productivo, probablemente tendrá que encontrar cientos de aplicaciones con por lo menos diez veces más efectos, y las mejoras tendrían que repetirse una y otra vez en las décadas siguientes o en menos tiempo.

13. Rendimiento individual del trabajador

Finalmente, podemos preguntarnos ¿qué ocurre con el rendimiento del trabajador cuando se introducen herramientas de computación pertenecientes a la fase dos? Los datos más informativos son los resultados de experimentos controlados que comparan el rendimiento y conveniencia del trabajo auxiliado por computadora contra el mismo trabajo hecho sin computadora. Nos gustaría contar con dichas pruebas para todas las aplicaciones importantes de las herramientas de computación fase dos: editores de texto, hojas de cálculo, sistemas de captura de órdenes y facturación, sistemas de control de inventarios, software de apoyo a juntas, sistemas de mensajería, programas de edición, aplicaciones para diseño, cajeros automáticos, dispositivos punto de venta,

está cerca de hacerse con base uno a uno. El componente local de producción que se acelera tiene que ser injertado y manejado en un proceso total que pueda abarcar y limitar su impacto. Así, la industria textil explotó sus impresionantes nuevas tecnologías para llegar a un saludable pero “apenas” 4.2% anual de crecimiento multifactor de productividad de 1973 a 1985. Si ello ha de alimentar el crecimiento productivo, probablemente tendrá que encontrar cientos de aplicaciones con por lo menos diez veces más efectos, y las mejoras tendrían que repetirse una y otra vez en las décadas siguientes o en menos tiempo.

13. Rendimiento individual del trabajador

Finalmente, podemos preguntarnos ¿qué ocurre con el rendimiento del trabajador cuando se introducen herramientas de computación pertenecientes a la fase dos?. Los datos más informativos son los resultados de experimentos controlados que comparan el rendimiento y conveniencia del trabajo auxiliado por computadora contra el mismo trabajo hecho sin computadora. Nos gustaría contar con dichas pruebas para todas las aplicaciones importantes de las herramientas de computación fase dos: editores de texto, hojas de cálculo, sistemas de captura de órdenes y facturación, sistemas de control de inventarios, software de apoyo a juntas, sistemas de mensajería, programas de edición, aplicaciones para diseño, cajeros automáticos, dispositivos punto de venta,

etc., desafortunadamente muy pocos de esos programas se han probado con rigor en contraste con los métodos de trabajo previamente existentes.

Antes de distribuir medicamentos al público, las compañías farmacéuticas realizan pruebas exhaustivas de control de eficacia tanto en los laboratorios como pruebas clínicas cuidadosamente monitoreadas. Pero el software no suele considerarse una amenaza para la salud, así que la mayor parte de las pruebas de eficiencia se deja a inciertos caprichos del mundo mercantil, donde a veces triunfa la zalamería engañosa. Sin embargo, se han llevado a cabo un número suficiente de estudios bien controlados de varios tipos de sistemas como para proporcionar una muestra si no determinante, al menos alternativa. Los resultados de dichos estudios son interesantes.

Uno de los más relevantes es el estudio de unos representantes de servicios telefónicos y su nuevo sistema de registro de facturas. Los investigadores no tuvieron acceso a los registros de productividad de la compañía, pero sí obtuvieron reportes sobre el número de tareas terminadas por día de parte de los mismos entrevistados, quienes llevaban, como parte de su trabajo, un recuento de su desempeño. Con el nuevo sistema reportaron haber procesado aproximadamente un 50% más de operaciones diariamente. El ahorro de tiempo provenía sobre todo de la posibilidad de traer registros instantáneamente a la pantalla en vez de sumergirse en las tres operaciones del oficinista: "ir de pesca", encontrar una ficha y sacarla. Desconocemos si fueron más efectivos para recolectar o para satisfacer clientes, pero al menos aquí

tenemos un caso de mejoría significativa en el rendimiento laboral. Un aspecto importante de este descubrimiento es que el sistema estudiado es sólo uno de los muchos sistemas similares introducidos por las compañías telefónicas en los últimos 20 años.

Lo siguiente a presentar son algunos experimentos de la efectividad del editor de textos, en donde se puso en una lista de diez profesionistas de oficina pertenecientes a una organización, como sujetos del experimento. Todos estaban acostumbrados a escribir cartas en la forma tradicional (haciendo a mano un borrador y pasándolo a un mecanógrafo), pero también estaban familiarizados con el programa de edición de textos por computadora. Cada uno escribió cuatro cartas con el método antiguo y cuatro con el editor de textos. Las cuatro cartas eran de diferente tipo, desde comunicados parcos hasta negociaciones desagradables de pagos vencidos. Las cartas ejecutadas mediante el procesador de palabras fueron modificadas 41 veces en promedio, y las hechas a mano sólo ocho veces. Otros profesionistas de oficina no pudieron encontrar diferencia alguna en la calidad que pudiera resaltarse. Las cartas hechas a mano tomaron un promedio de 21 minutos del tiempo de los profesionistas en su redacción y revisión más 14 minutos del tiempo de la secretaria, para un total de 35 minutos de trabajo; las cartas hechas en el editor de textos sólo promediaron 30 minutos, pero siendo todo tiempo del profesionista que es más caro.

Los resultados de estos experimentos con editores de texto son particularmente inquietantes por dos motivos. En primer lugar, se trata de experimentos controlados, y no reportes subjetivos de gerentes que se han comprometido en ellos mismos con la tecnología. En segundo lugar, los investigadores de estos experimentos eran excepcionalmente competentes y trabajaban para compañías con un interés establecido hacia la tecnología computarizada de oficina, así que es probable que los resultados se inclinaran contra las computadoras. Probablemente existen mejores formas de aplicar los editores de textos que tener a los profesionistas produciendo sus propias cartas de negocios. Sabemos que han habido otros experimentos semejantes al descrito que reportan ventajas en tiempo en favor de los usuarios de procesadores de texto, aunque están menos documentados en cuanto al cuidado de las variables de control. Es probable que el uso de editores de textos en la elaboración de documentos legales tales como los contratos, que con frecuencia necesitan un gran número de revisiones y deben convertirse en versiones finales impecables, deba proporcionar mayores beneficios. No tenemos buena información con respecto a dichas aplicaciones especializadas, pero es posible que hayan sido parte del trabajo detrás de los reportes sobre compañías aseguradoras. Por supuesto que también deben existir aplicaciones del procesamiento de palabras menos productivas que las estudiadas en los experimentos. Por ejemplo, muchos profesionistas intelectuales, profesores universitarios y científicos de la industria y el gobierno han abandonado la ayuda secretarial para mecanografiar sus

propios manuscritos en computadora. En este caso, el aspecto económico sería con seguridad terrible, pues el salario de la persona que ha tomado el trabajo es por lo general más alto, quizá de tres a cinco veces que el de la persona que solía hacerlo, además de que la habilidad dactilográfica del intelectual o profesional es relativamente menor. Hay estudios que confirman esta afirmación.

El área de aplicación computacional fase dos para la que hay más información comparativa disponible es la de la educación auxiliada por computadora (CAI por sus siglas en inglés). La educación era el dominio más antiguo de los intentos de usar las computadoras para ayudar a las personas a hacer mejor uso de su tiempo y su mente. CAI, que surgió a mediados de la década de los sesentas, incluso antecedió la popularización de los programas para edición de textos. Seguramente que la efectividad relativa de estos programas se evaluó en literalmente cientos de experimentos debido a que las primeras versiones de CAI fueron en gran medida fruto del trabajo de investigadores académicos en el área educativa, para quienes no todos los resultados fueron positivos, pero sí la mayoría. Las aplicaciones en la enseñanza de temas técnicos bien definidos fueron por demás exitosas, y su uso más difundido fue en el entrenamiento militar e industrial. Los investigadores dieron a conocer que dichas aplicaciones, cuando se llevan a cabo bien, reducen el tiempo de aprendizaje en un 30% aproximadamente. Puesto que la capacitación industrial es un gasto enorme que

crece cada vez más con la revolución matemática las mejorías de tal magnitud podrían significar una importante contribución si se repite en las siguientes generaciones.

Desafortunadamente, parece necesario hacer algunas advertencias. En primer lugar, gran parte del rendimiento obtenido en la educación computarizada proviene de analizar y “podar” cuidadosamente el contenido y en seguida hacer una planeación detallada del orden en que deben introducirse los puntos y habilidades fundamentales, y sobre todo, entender que se trata de educación individualizada que permite a los alumnos progresar a su propio paso, en vez de moverse al ritmo que la mayoría de los miembros de una clase pueden manejar. En consecuencia, si diez estudiantes aprenden cada uno a su propia velocidad, el tiempo promedio de cumplimiento es el tiempo promedio de diez tiempos individuales de aprendizaje. Si los mismos estudiantes aprendieron en un salón de clases normal, el maestro iría a la velocidad de los ocho mejores estudiantes, que es más o menos dos tercios más rápido.

Aunque la educación computarizada es esencial, o por lo menos conveniente, el buen análisis y la individualización son aspectos que se utilizan con frecuencia sin computadoras. De hecho, se les ha institucionalizado bajo el título de “tecnología educativa”, la cual utiliza normalmente sólo cátedras, apoyos audiovisuales comunes y material impreso. Aún cuando se imparta con métodos tradicionales, la enseñanza individualizada produce grandes mejorías en el rendimiento del aprendizaje. En consecuencia, no es tan evidente el papel que juegan las computadoras en los

rendimientos del CAI. Claro que si el dar una lección por computadora conduce a una mejor enseñanza, o si hace el proceso más económico al reemplazar el tiempo del maestro sin agregar costos compensatorios, todavía habría un buen motivo para adoptar el CAI.

Sin embargo, después de casi treinta años, CAI ha hecho pequeñas incursiones en la educación y la capacitación. La razón principal quizá no sea la falta de efectividad, aunque es cierto que CAI es más sencillo de aplicar a algunos tipos de material que a otros. La conveniencia puede ser un factor importante; muchas personas desean la interacción personal entre alumnos y maestros. El costo puede ser el mayor obstáculo. El costo que representa escribir buenos materiales, programas para lecciones por computadora puede ascender hasta cien veces más que el que representa preparar lecciones tradicionales para un salón de clases. Si además agregamos los desembolsos para hardware, mantenimiento, operación, espacio y administración, CAI no sería una buena competencia para su contraparte educativa que sólo utiliza pizarrón, gis y papel. Por lo tanto, resulta que la promesa de un 30% en ganancia del rendimiento, la cual además no se multiplica en las generaciones venideras, no tiene mucho éxito en reducir el trabajo humano en la educación.

Otra aplicación fase dos de las computadoras que ha sido comparada con sus formas no computarizadas es la recuperación y presentación de información. Estos sistemas han sido ampliamente utilizados en la investigación bibliográfica; esto no se

refiere a hallar un artículo o libro que el usuario quiera leer, sino darle una referencia en donde encontrarlo impreso o en microfilm. Por lo general, la referencia electrónica es identificada por título, autor, editorial, fecha, algunos términos sobre el tema y a veces un pequeño resumen de su contenido. Existe una enorme literatura de pruebas y teorías que tratan de lo bien que dichos sistemas logran proporcionar todas las referencias que el usuario requiere. Desafortunadamente, pocos estudios comparan esto con la efectividad que para el mismo propósito tienen las anteriores tecnologías altamente evolucionadas en cuanto a catálogos de fichas e índices impresos. Generalmente, los que proponen el uso de la recuperación de información por medios electrónicos quedan satisfechos si la gente que utiliza estos sistemas trabaja con ellos tan bien como con los métodos manuales que utilizan fuentes de información impresas. Ambas técnicas suelen tener resultados cualitativos diferentes; los métodos en línea encuentran más títulos potenciales, pero los métodos manuales detectan su relevancia de manera más inteligente. Una triste conclusión es que “una búsqueda en línea no puede sustituir la búsqueda manual y viceversa: ambos métodos se complementan entre sí”. Si las bibliotecas realizan ambos tipos de búsqueda para satisfacer un pedido, no habría ahorro de costos.

Un puñado de estudios, francamente limitados, han intentado comparar el tiempo de investigación con el costo total, pero la contabilización del tiempo y los métodos de evaluación en estos estudios dejan mucho que desear. Por dar un ejemplo, no siempre

versan sobre los mismos temas de investigación, o no hay información disponible contra la cual comparar, o bien, omiten por una parte el costo del equipo o el entrenamiento, y por otra parte, el costo del material impreso.

Aún así los resultados son prometedores. Los tiempos de trabajo bibliotecario varían dentro de un rango de dos a tres veces más para la investigación en línea y hasta una a cuatro veces más para la investigación manual. Es decir, la productividad laboral de los bibliotecarios de búsqueda referencial mejoró en esta área de su trabajo en factores de 70 a 600%. Los costos laborales del suministro de servicio en línea no se desglosaron, pero van incluidos en forma implícita en el pago de proveedor del servicio. En total, parece que el costo final de las búsquedas manuales y en línea es más o menos igual. Sin embargo, el más reciente de estos estudios ya tiene ocho años, hecho que resulta decepcionante y digno de tomarse en cuenta. Es muy probable que los costos de computación y comunicaciones se hayan reducido considerablemente, aunque otros elementos, como el promedio de pagos de derechos de autor, quizá hayan aumentado.

Un aspecto interesante de este caso es la forma como eso ha sido utilizado. Para las búsquedas manuales, cada biblioteca lleva su propio, caro y extenso juego de índices y libros de referencia. Los sistemas computarizados en línea utilizan un solo juego centralizado en bases de datos para dar servicio a un gran número de bibliotecas. Si los sistemas permitieran a las bibliotecas prescindir de sus colecciones de referencia,

la ventaja en el rendimiento sería significativa. Las bibliotecas individuales obtendrían grandes ahorros en cuanto a compras de libros y espacio de almacenamiento, así como en el tiempo del equipo de bibliotecarios pero hasta ahora, en la práctica ha resultado que se duplican los recursos en vez de reemplazarse. No hemos podido encontrar ningún tipo de documentación sobre dichos ahorros de "operaciones conjuntas" o de algún descenso en la contratación de empleados bibliotecarios de cierta relevancia. De hecho, ha surgido toda una nueva categoría de personal bibliotecario: especialistas en informática que saben utilizar los variados sistemas computacionales y las miles de bases de datos que poseen cada una con diferentes sistemas de operación, y a las cuales los sistemas están conectados.

Con frecuencia, dichos sistemas permiten al investigador, o a su intermediario calificado, localizar materiales en lugares remotos; por ejemplo, bibliotecas a lo largo de todo el sistema universitario, o extractos legales almacenados en una base de datos comercial única, inmensa y centralizada. Tales medios pueden ser una poderosa herramienta para académicos, abogados, médicos, analistas financieros y otros trabajadores del conocimiento intensivo. El éxito comercial de la industria de base de datos remotas, presentadas por algunas empresas como Dialog, Mead Data y Dow-Jones, implica que estos servicios computarizados agregan a la economía un valor real significativo. Sin embargo, es difícil evaluar su productividad neta en comparación con otros métodos para realizar el mismo trabajo. Se requieren los mismos estudios para

seleccionar, hacer índices y compendiar por tema, y en cuanto a que se han proporcionado compendios similares en libros impresos (por ejemplo, Index Medicus o Chemical Abstracts), las principales ventajas de las versiones computarizadas son la velocidad y economía en la provisión y la actualización, es decir, acceso vía telefónica en vez de imprimir y enviar físicamente, además de ahorro de espacio de archivo y oficina. Cada abogado, químico o analista de valores sólo requiere de una terminal en vez de un documento impreso en varios volúmenes. Es obvio que si estas economías proporcionan más conocimientos útiles a más personas, hay otra ganancia considerable. Pero se desconoce el valor en dinero de todas estas ventajas al compararlas con los costos adicionales en computadoras, comunicaciones y expertos.

Una incursión reciente al área de aplicaciones computacionales es el hipertexto. El hipertexto utiliza computadora para proveer y desplegar el contenido completo de la información escrita en vez de sólo dar referencias; la información es complementada con enlaces entre segmentos de textos, entre textos y cifras, información, referencias y notas, y todo esto puede aparecer en pantalla al oprimir el mouse. Hemos encontrado referencias de nueve estudios que comparan el hipertexto con la antigua tecnología impresa como medio para que la gente encuentre y absorba información. Al parecer, únicamente en dos de estos estudios resultó ser superior la tecnología computarizada, y este sistema en particular es bastante distinto a casi todos los sistemas de hipertexto existentes en el mercado. En la mayoría de los casos, el hipertexto, de hecho,

disminuyó el rendimiento del usuario en relación con el método de papel y tinta. En un caso especialmente revelador, tanto el desarrollo objetivo del trabajo como la satisfacción del usuario resultaron notablemente peores con el hipertexto aún cuando el texto había sido explícitamente diseñado para un programa de hipertexto muy popular.

Aparte, existen varias aplicaciones fase dos para las cuales se han hecho importantes declaraciones acompañadas por reportes de información estudiada. A pesar de que algunos de estos resultados son asombrosos, ninguno es convincente, como ejemplo tenemos que se ha dicho que el "groupware" (sistemas de computación para coordinar juntas) reduce a la mitad el tiempo necesario para planear y administrar proyectos. Tal efecto tendría implicaciones importantes en la productividad, puesto que una gran porción del tiempo de gerentes y profesionistas bien pagados se dedica a las juntas. Sin embargo, los controles de estos estudios son meros cálculos hechos por los autores a los participantes con respecto a cuánto tiempo se hubiera requerido sin el sistema computacional y tales cálculos son demasiado vulnerables a la parcialidad como para tomarse seriamente. En contraste, una encuesta sobre todos los experimentos controlados de comportamiento demostró que dichos sistemas, a pesar de que mejoran levemente la calidad de las decisiones, de hecho incrementan significativamente el tipo que los grupos invierten en la toma de decisiones.

Existen también otros dos sistemas fase dos para los cuales no existen comparaciones objetivas disponibles, pero cuyo uso tan difundido y con aparente éxito

y aclaración testimonial que es difícil dudar de su efectividad. El ejemplo por excelencia es el diseño auxiliado por computadora (CAD por sus siglas en inglés). Estos sistemas ayudan a los diseñadores de chips en circuitos integrados, alas de aviones o edificios a poner todas las partes en sus lugares correctos. El diseño de circuitos es quizá la aplicación más importante de esta tecnología. Los circuitos integrados a escala muy grande (VLSI) pueden tener millones de componentes que deben ir conectadas mediante millones de trazados alámbricos conductores. Los componentes deben disponerse en forma tal que puedan disipar el calor sin destruirse unos a otros. Todos los trazados deben de partir y llegar en los lugares correctos. Para ser eficientes, o a veces incluso para poder funcionar, la mayoría de los trazados deben ser lo más cortos posibles. Y todo el diseño debe poder pasar algún tipo de verificación. Todo esto presenta una tarea difícil y quizá imposible de lograr para un humano sin recibir ayuda. Pero la tarea aún no está completamente automatizada; todavía se necesita una persona de gran capacidad que pueda ver y pensar el esquema en su totalidad. El sistema computacional ayuda facilitando el copiar, multiplicar y mover partes, sugiriendo su colocación y disposición de los trazados de acuerdo con algoritmos computacionales, y también ayuda haciendo gran parte de la revisión. Se dice que dichos sistemas reducen en grandes factores el tiempo invertido en diseñar circuitos complejos.

Los efectos productivos de estas herramientas se han sentido más directamente en la misma industria de las computadoras, la cual ha obtenido un crecimiento extraordinario. El efecto en otras industrias aparentemente ha sido menor, probablemente porque el diseño no es tan difícil sin computadoras y porque el trabajo de diseño no contribuye tan enormemente en los costos o el rendimiento. La fracción de tiempo laboral utilizada para diseñar es limitada. Toma meses aprender los sistemas CAD, y a veces años para llegar a dominarlos. Nadie puede hacer un chip para computadora sin CAD, pero en otros productos su valor es marginal. Un arquitecto quizá prefiera sacarle punta a su lápiz. Mucha de la popularidad de CAD no puede atribuirse a ahorros salariales, sino a la creencia de que CAD reduce el ciclo de tiempo que se necesita para lanzar al mercado un producto de alta tecnología. Esto podría ser una consideración crítica para una empresa competitiva, pero el efecto en la productividad es insignificante. Ya que la verdadera retribución de CAD está en los productos nuevos o mejorados que este hace posible, tendríamos que recurrir a información económica y financiera indirecta para encontrar pruebas que casi siempre resultan desalentadoras como ya hemos revisado.

Tomemos un último, bien conocido y decepcionante ejemplo. Los cajeros automáticos para bancos casi siempre surgen como contraejemplo. Todos nuestros conocidos son adeptos casi unánimes a los cajeros automáticos. Sin embargo, los bancos no han obtenido ganancias en la productividad total ni han podido reducir

personal de oficina como resultado de su introducción. Tampoco han ofrecido intereses más altos, cuotas por transacciones más bajas, ni ningún otro incentivo para utilizar los cajeros automáticos. De hecho, muchos bancos hacen cargos adicionales por el uso del cajero automático. ¿Qué es lo que pasa?. Un estudio de una cadena bancaria nos cuenta la historia. De todos los clientes con tarjetas de débito, sólo una tercera parte utilizó alguna vez un cajero automático, y entre aquellos que lo hicieron, el uso promedio fue de una vez al mes. En total, sólo un 5% aproximadamente de todas las transacciones bancarias de los clientes se llevaron a cabo en cajeros automáticos. Gran parte del ahorro planeado con estas máquinas se basó en expectativas de uso mucho mayor, de más transacciones que ahorraran trabajo para compensar los gastos de hardware, servicio y propiedades para su ubicación. Hay cálculos que muestran que los cajeros automático redujeron el costo para el banco en cada transacción en apenas la mitad a comparación de una transacción hecha mediante un cajero humano, lo que representaría un ahorro multimillonario en los casos a lo largo de todo el país. Sin embargo, la pequeña proporción de gastos involucrada, sobre todo en relación con el mucho mayor capital y gastos administrativos, no resulta una influencia significativa en la productividad bancaria. Tendríamos más que agregar sobre por qué aquellos que aman los cajeros automáticos lo hacen, por qué el promedio de transacciones es tan bajo y por qué los bancos han decidido desplegarlos en forma tan agresiva.

¿Y qué hay de los miles de otros usos de las computadoras?. Tristemente, tanto para el análisis como para el progreso casi se ha agotado la información directa sobre los efectos de productividad y rendimiento. Para algunas aplicaciones hay pruebas indirectas de las cuales podemos hacer deducciones tentativas. Como ejemplo, podríamos considerar todas las aplicaciones de las P.C. en el hogar. Son difíciles de evaluar los efectos de productividad de las computadoras domésticas y los servicios y software que las acompañan. El gobierno no intenta medir la productividad de los hogares a nivel nacional ni tampoco lo han hecho los economistas interesados en la crisis productiva. Ya hemos revisado los resultados de dichas máquinas, usualmente editores de texto, sistemas de recuperación de datos y software educativo; pero las computadoras de uso doméstico son útiles para muchos otros propósitos sobre los cuales carecemos de información similar. Al parecer éstas no son utilizadas para nada, y entre las que sí se les da uso, este es primordialmente para jugar. No ha sido evaluado hasta qué punto y cuál es el rendimiento de tiempo de las computadoras de uso doméstico para hacer tareas tales como preparar presupuestos, pagos de cuentas y elaboración de declaraciones de impuestos. Debido a que las computadoras domésticas son utilizadas sólo ocasionalmente por un número pequeño de personas, éstas deben tener un efecto mínimo sobre el tipo total de uso privado (compárense sus efectos en ahorro de tiempo, precio y periodo de aprendizaje con las lavadoras, aspiradoras y secadoras de ropa).

Se han hecho varios intentos para aplicar las computadoras domésticas con el fin de prestar servicios de información vía telefónica. En Estados Unidos, Canadá, Japón y en la mayor parte de Europa estos intentos han pasado por varios ciclos de fracaso. A pesar de que se ha vendido un número más o menos grande de membresías para red, tales servicios no han tenido éxito financiero. El que más se ha aproximado al éxito es el sistema francés Minitel, el cual habiendo iniciado en 1980, terminará sin ganancia ni pérdida para la enorme inversión que hizo el gobierno francés en 1993, 1995, ó 1998 dependiendo en cuál de las auditorías se decida creer. El secreto del éxito francés, en conjunto con la gran inversión social (Telecom Francia inicialmente distribuyó gratuitamente medio millón de terminales y habrá gastado siete millones de dólares), parece comparativamente simple, con la evolución del mercado de muchos miles de diferentes servicios que pueden ser alcanzados a través de redes. Hay evidencia reciente que sugiere que la red francesa de datos ha reducido sus costos de transmisión para los negocios que la usan pero su recuperación en la inversión no ha mostrado aún efecto alguno, porque ahí hay demasiados factores e inferencias sobre productividad de hechos acerca de éxito de mercado y utilización que no son muy claros. Similarmente, han habido muchos reportes de experiencias buenas y malas de usuarios de varias aplicaciones de computadora, pero es imposible añadirlas para una estimación de la productividad neta. Esa clase de evidencia será importante en donde consideramos cómo hacer las cosas mejor.

14. El aspecto agradable

En este gran torrente de tendencias tenebrosas de productividad, comparaciones y estudios individuales de eficiencia, unos pocos empresarios “nadan contra la marea”. Estos casos son particularmente importantes de examinar porque pueden ofrecer pistas acerca de lo que está mal en los otros casos, y pueden señalar un mejor camino. Consideraremos la fuente de excepciones en el nivel individual de eficiencia donde sólo hemos de ver un número de éxitos modesto. Aquí nos concentraremos solamente en la mayor industria de servicio que ha mantenido fuerte crecimiento de productividad en la era de la información: el negocio del teléfono.

Desechando todos los resultados negativos a la fecha, la promesa de las computadoras para la productividad es grandiosa. Pero dada su dimensión en el tiempo, uno podría pensar que sí tienen realmente un gran potencial, en algún lugar alguien debía haber alcanzado un mayor éxito productivo con ellas. Como ejemplo: la industria del teléfono. Vimos evidencia de esto antes en la relativamente saludable mayor productividad, incremento de comunicaciones como un todo en la fase crítica hacia la computarización de los años siguientes a 1973. También vimos que el sector telecomunicaciones es la única industria de mayor servicio con resultados de alto rango de productividad. De acuerdo con el Buró de Estadísticas de Trabajo de los Estados Unidos, el rendimiento por hora de trabajo creció 6.1% anualmente de 1957 a 1973 y

6.7% de 1973 a 1983 (en 1973, se situó en una baja pero, más tarde, en una modesta aceleración en productividad).

Entre 1950 y 1990 el número de líneas de acceso (en esencia líneas con números telefónicos separados) se cuadruplicó, cuando el número de empleos necesarios para instalar, operar y mantenerlas creció poco menos del 40%. Midiendo la productividad como líneas de usuario por empleados de tiempo completo, las compañías promediaron 2.7% de crecimiento anual de 1950 a 1970 y 3.6% de 1970 a 1990. Los empleos por línea es un índice interesante para medir la productividad laboral, aunque algo conservador.

Las líneas de vanguardia fueron mucho más útiles; conectadas a muchos más destinos, más rápidamente y con mayor calidad de sonido. Al mismo tiempo (después de la inflación) el salario de empleados de teléfono se incrementó, las horas trabajadas por empleado decrecieron, el costo del servicio telefónico se fue para abajo, los rendimientos crecieron constantemente, y los accionistas ganaron respetables ingresos y plusvalía.

Hasta ahora en telefonía hubieron obvias y sustanciales mejoras en el periodo en el que la fase dos de computadora fue integrada a los negocios. Nótese que no podemos medir la productividad del negocio telefónico significativamente en términos de las entradas en inversiones porque las empresas públicas comisionadas tienen un rango ajustado. El negocio del teléfono fue capaz de continuar con la tradicional

ascendente ya que la industria cortó costos, mejoró el producto, bajó precios y siempre generó creciente demanda, la que propició más trabajos con mejores salarios.

Hubieron otras contribuciones a esas ganancias más allá de los efectos de la computarización: bajos costos unitarios de transmisión, bajos costos por línea de equipo de conexión, y el incremento de la eficiencia laboral a través de un hardware más rentable y fácil de manejar. Probablemente, la rápida expansión del mercado de servicio telefónico total, tal como la circunstancia de cómo mucha gente fue conectada más fácilmente con más gente, y consecuentemente, hizo más llamadas, jugó un importante papel en el asunto. De cualquier forma una gran parte del mejoramiento productivo debe ser atribuido a lo que la gente del teléfono llama mecanización. La más grande, pronta y continua mecanización fue del trabajo de conectar una línea de llamada con una línea receptora. las conexiones que hacen ese trabajo en respuesta a los pulsos del dial rotatorio o a los botones de tono son, y frecuentemente deben ser, computadoras. Las primeras fueron introducidas en 1920 (inicialmente por independientes, luego por las compañías de sistemas Bell), fueron sólo toscos inventos electrónicos (algunos operando en el mismo principio aún están en servicio). No obstante ellos realizan la misma función como una moderna versión digital. Ellos “computan” y establecen una trayectoria entre dos puntos siendo computadoras de propósitos específicos.

Las máquinas de enlace son las más puras de las computadoras de automatización. Cada siguiente generación de computadora de enlace ha capacitado a compañías telefónicas para conectar más líneas, más pronto, con bajo capital y costo de operación por líneas (si se estuvieran haciendo enteramente a mano, se necesitaría más de un millón de operadoras de teléfonos para manejar las llamadas actuales). De cualquier forma, su efecto en la reducción del número total de empleados necesarios fue lento. Conforme el número de líneas y el volumen de tránsito crece, existía un potencial de incremento continuo en las necesidades de trabajo porque cada línea vinculada a un número telefónico, un orden a procesar una factura mensual, y una oportunidad de reparación, y cada llamada, presentó la posibilidad de un requerimiento de asistencia en búsqueda de un número. Asimismo, se han tenido expectativas aún de un incremento lineal en costos de trabajo conforme la red se expende. Cada nuevo cliente o llamada sumada incrementa la demanda para emplear servicios. El número de empleados necesitó crecer para proveer de servicios pudiendo crecer siempre más rápidamente que el número de los nuevos clientes ya que la complejidad de algunos de los trabajos individuales depende de qué tantos clientes y llamadas existen. Cuando un cliente pregunta por un número telefónico, el operador se toma más tiempo para encontrarlo si hay cientos de miles de listados que si hay sólo veinte o treinta. También se necesita un oficinista más caro para hacer un recuento, o un empalmador más caro para encontrar en particular un cable.

Anterior al crecimiento de AT&T, la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos colectó información sobre el número de empleados de teléfono y sus trabajos. En términos del número de trabajadores por cada millar de líneas de clientes, la mayor ganancia de 1960 a 1980 fue en operadores, representando la continuidad de la automatización de conexión, especialmente en larga distancia, más aumento en asistencia de directorio y llamadas especialmente facturadas. Hubo también ganancia significativa en eficiencia para reparación, continuaron demandando también el mismo esfuerzo por línea desplegando mejoras en equipo pero también en la complejidad del sistema.

¿Cómo tuvieron éxito las compañías telefónicas donde esto significa que muchas otras fallaron?. Parte de la razón probablemente reside en las clases de impuestos relacionados con la computación. Las compañías telefónicas han utilizado muchos empleados haciendo un buen número de bien subdivididas y altamente rutinarias tareas. Muchos de esos trabajos fueron bien entendidos y tuvieron también que ser reducidos al simple “si esto, haz aquello”, operaciones que fueron relativamente fáciles de automatizar o auxiliar. Por ejemplo muchos trabajos involucran captura, corrección, obtención de información, o creación de tabuladores, reportes u órdenes de trabajo en la base de información recibida de un cliente o empleado o desplegada por una máquina de enlace. A menudo, la computadora puede ser mera ayuda poniendo toda la información necesaria en un lugar conveniente y esos empleados no tenían que buscar,

separando físicamente, los archivos y hacer copias y transcripciones a operación telefónica fue el camino en el que ellos fueron designados e involucrados. En suma, por la importancia crucial de rehabilitación en el sistema telefónico, las compañías frecuentemente prueban nuevos sistemas de computadoras con operadores manejando trabajo real para después reemplazar viejos procedimientos o sistemas. Todo esto proveyó la clase de retroalimentación que se puede argumentar es la más crítica necesidad para progresar en la fase dos de computación.

Ningún otro sector de la economía de servicio se ha aproximado en importancia a la telefonía que tiene buen récord con computadoras, pero hay firmas individuales y actividades que han tenido notables éxitos. Una bien conocida compañía con historia exitosa es el caso de Federal Express. A través de combinación de códigos de barras, dispositivos manuales y trabajo de red de computadora que la habilita para manejar y enviar cada paquete, fue capaz de garantizar del servicio de “día siguiente”, una nueva y redituable forma de negocio.

El proceso de manejar órdenes complejas ha dado pie a muchas ganancias en eficiencia producidas por las computadoras. Muchas de estas ganancias se ven, pero otras labores son también reducidas por hacer los registros de fácil acceso y mejor manejo, revisión y corrección de errores. Comerciantes como Wall-Mart y Kmart han conectado sus tiendas en redes de trabajo de computadora que reúnen datos estadísticos reduciendo desperdicios, labor de almacenaje y acumulación.

El análisis nos ha introducido en el pleno enigma del atrofiado crecimiento de productividad. Antes de seguir acerca de computadoras en particular, veamos si hay una explicación del problema de productividad.

15. La huelga de brazos caídos en productividad: una hipótesis para la paradoja de la productividad.

La mayoría de empresas de servicios, no conocen como usar el capital productivamente. Es una verdad económica que las ganancias productivas vienen de la sustitución de capital por trabajo. Antes de las computadoras, las industrias de servicio fueron tacañas en inyectar capital de trabajo para trabajadores. Los servicios no usaron muchas máquinas y no fueron muy automatizados porque mucho del trabajo es mental y, antes de la computadora, las máquinas para ayudar al trabajo mental fueron pocas y distantes.

Las industrias del servicio han crecido. En los Estados Unidos emplearon 54% de la fuerza laboral en 1950 y 63% en 1987, cuando su productividad creció a menos de uno por ciento por año. En Alemania, la comparación fue 35% y 55% respectivamente, con dos por ciento de crecimiento anual de productividad (Instituto Mundial Mc.Kinsey, 1992).

Las computadoras hacen posible expansiones en el sector servicio pero no las hacen más productivas. Ciertamente, la productividad crece en servicios, con

El análisis nos ha introducido en el pleno enigma del atrofiado crecimiento de productividad. Antes de seguir acerca de computadoras en particular, veamos si hay una explicación del problema de productividad.

15. La huelga de brazos caídos en productividad: una hipótesis para la paradoja de la productividad.

La mayoría de empresas de servicios, no conocen como usar el capital productivamente. Es una verdad económica que las ganancias productivas vienen de la sustitución de capital por trabajo. Antes de las computadoras, las industrias de servicio fueron tacañas en inyectar capital de trabajo para trabajadores. Los servicios no usaron muchas máquinas y no fueron muy automatizados porque mucho del trabajo es mental y, antes de la computadora, las máquinas para ayudar al trabajo mental fueron pocas y distantes.

Las industrias del servicio han crecido. En los Estados Unidos emplearon 54% de la fuerza laboral en 1950 y 63% en 1987, cuando su productividad creció a menos de uno por ciento por año. En Alemania, la comparación fue 35% y 55% respectivamente, con dos por ciento de crecimiento anual de productividad (Instituto Mundial Mc.Kinsey, 1992).

Las computadoras hacen posible expansiones en el sector servicio pero no las hacen más productivas. Ciertamente, la productividad crece en servicios, con

frecuencia más lentamente que en otros sectores pero no es fácilmente medible. Las empresas del sector servicio compraron la mayor parte de las computadoras hechas en esta era para mantenerse en hacer crecer el trabajo en labores tradicionales (muchos más cheques cobrados, mucho más reservaciones de rentas de autos, por ejemplo).

Esta visión de la historia de la productividad ubica a la computadora en dos papeles contrastantes: el héroe, el rescatador de la vida de trabajo, y el villano, el usurpador que desinfla nuestro nivel de vida. Es esta visión, sin embargo, la que soluciona la paradoja en nuestra percepción de las computadoras. Las vemos como invenciones maravillosas de la economía moderna y estamos sorprendidos que la productividad se ha estacionado desde su llegada. Pero no hay contradicción. Ambas como producto donde han aumentado el porcentaje de productividad manufacturera, y como herramientas donde han hecho posible la expansión del sector servicio, han trabajado impresionantemente. El éxito, de cualquier forma, no requiere que incrementen el nivel de productividad. La expansión de los servicios depende de las computadoras ya que los nuevos productos, procesos, y conveniencias son sólo posibles con ellas; de otro modo habría sido imposible o prohibitivamente caro.

16. Resumen de la evidencia contra las computadoras.

Los temas más importantes son: la caída del crecimiento productivo coincidente con la expansión de la computarización, la concentración de fracasos de crecimiento en

frecuencia más lentamente que en otros sectores pero no es fácilmente medible. Las empresas del sector servicio compraron la mayor parte de las computadoras hechas en esta era para mantenerse en hacer crecer el trabajo en labores tradicionales (muchos más cheques cobrados, mucho más reservaciones de rentas de autos, por ejemplo).

Esta visión de la historia de la productividad ubica a la computadora en dos papeles contrastantes: el héroe, el rescatador de la vida de trabajo, y el villano, el usurpador que desinfla nuestro nivel de vida. Es esta visión, sin embargo, la que soluciona la paradoja en nuestra percepción de las computadoras. Las vemos como invenciones maravillosas de la economía moderna y estamos sorprendidos que la productividad se ha estacionado desde su llegada. Pero no hay contradicción. Ambas como producto donde han aumentado el porcentaje de productividad manufacturera, y como herramientas donde han hecho posible la expansión del sector servicio, han trabajado impresionantemente. El éxito, de cualquier forma, no requiere que incrementen el nivel de productividad. La expansión de los servicios depende de las computadoras ya que los nuevos productos, procesos, y conveniencias son sólo posibles con ellas; de otro modo habría sido imposible o prohibitivamente caro.

16. Resumen de la evidencia contra las computadoras.

Los temas más importantes son: la caída del crecimiento productivo coincidente con la expansión de la computarización, la concentración de fracasos de crecimiento en

industrias más intensamente involucradas, el fracaso de productividad laboral en servicios a responder positivamente a la pródiga información tecnológica, y la carencia de correlación del éxito de negocios con inversiones en esta nueva tecnología. Hemos visto de cerca, así sea de manera general, los efectos directos de computadoras al tratar de dar una mano a la gente en el trabajo. Las evidencias apuntan a la conclusión que las computadoras han fracasado en trabajar para la productividad. Sin embargo, hay excepciones para acrecentar la esperanza en cada nivel: ciudades aparentemente exitosas, industrias y programas.

17. Conclusiones y posibles solciores al enigma.

La gente está ansiosa de refutar las implicaciones aparentes de todas esas realidades. Muchas de las refutaciones consisten sólo de declaraciones de amor a la computadora o recuento de algún programa especial o función de lo que él o ellas “no podrian hacer sin”. Otra forma de refutación es apuntar a historias de sucesos conocidos, por ejemplo, el cómo la computadora ayudó en diseño o al cuidado de libros contables o a anotar el gran número de ventas, y penetración en número de, por ejemplo PC's, y despliegue de programas. Si estos productos han vendido tan bien deben ser buenos. Ciertamente esto es verdadero en un sentido, pero si esas aplicaciones de computadoras no han incrementado la productividad, necesitamos encontrar otra explicación de su popularidad.

industrias más intensamente involucradas, el fracaso de productividad laboral en servicios a responder positivamente a la pródiga información tecnológica, y la carencia de correlación del éxito de negocios con inversiones en esta nueva tecnología. Hemos visto de cerca, así sea de manera general, los efectos directos de computadoras al tratar de dar una mano a la gente en el trabajo. Las evidencias apuntan a la conclusión que las computadoras han fracasado en trabajar para la productividad. Sin embargo, hay excepciones para acrecentar la esperanza en cada nivel: ciudades aparentemente exitosas, industrias y programas.

17. Conclusiones y posibles solciores al enigma.

La gente está ansiosa de refutar las implicaciones aparentes de todas esas realidades. Muchas de las refutaciones consisten sólo de declaraciones de amor a la computadora o recuento de algún programa especial o función de lo que él o ellas "no podrían hacer sin". Otra forma de refutación es apuntar a historias de sucesos conocidos, por ejemplo, el cómo la computadora ayudó en diseño o al cuidado de libros contables o a anotar el gran número de ventas, y penetración en número de, por ejemplo PC's, y despliegue de programas. Si estos productos han vendido tan bien deben ser buenos. Ciertamente esto es verdadero en un sentido, pero si esas aplicaciones de computadoras no han incrementado la productividad, necesitamos encontrar otra explicación de su popularidad.

Claramente, la introducción de las computadoras no ha tenido los dramáticos efectos en productividad medida y estándares de vida que otras revoluciones tecnológicas han tenido. Debemos entender por qué es o parece ser verdadero y también, si es posible, por qué no obstante las computadoras se han vuelto tan populares, antes podemos trasladar la bien fundada discusión de dónde reside el problema, si hay problema ahí, y qué hacer acerca del mismo.

La evidencia objetiva parece enteramente sujeta con la percepción desplegada y anuncios de computadoras como efectivas herramientas productivas. ¿Y en qué están basadas las entusiastas opiniones?. Vienen en parte de la promoción comercial e hipótesis comunes, pero primeramente del testimonio de usuarios. De cualquier forma, estos testimonios son pobre evidencia que ya pueden ser fundados en circunstancias análogas a toda clase de curas mágicas para el cáncer, formas de abatir inventarios, o perder peso.

El procesador de palabras Card es un ejemplo especial. Card líder experto en la relación humano-computadora investiga y diseña tan bien como un usuario común de computadora. Inició la investigación porque él compartió la convicción popular que el procesamiento de palabras impulsó grandemente la productividad en la preparación de documentos. Estaba seguro que los tempranos resultados negativos de algún competidor habían tenido un “resbalón” o dos al no estar bien un primitivo editor de texto. Tenía confianza que un experimento bien hecho usando el “ámpliamente” mejor

y novedoso estilo editor de texto en pantalla completa podría mostrar más ventajas. Estaba equivocado. El nuevo editor de texto fue sólo marginalmente mejor que el viejo y no proveyó beneficio productivo sustancial.

El punto es: si cada juicio experto puede ser sobreestimado, ¿qué tanto podríamos creer los testimonios de los usuarios ordinarios?. Aún, significa que la conclusión que las computadoras están fracasando está contra lo instituido y nuestro sentido común. En cada situación es prudente examinar la evidencia muy cuidadosamente, ver cuando hay algo mal con los datos o inferencias y cuándo no hay explicación palpable en los hechos. Si no podemos encontrar explicación más allá de las evidencias, luego podríamos considerar todas las razones plausibles para el fenómeno en lugar de buscar formas para lidiar con ella. Nuestra conclusión en el asunto, criticando la evidencia, es que existen lo que podemos denominar "excusas".

17.1 Las excusas.

Dado que el negocio de computadoras ha redundado en una mayor industria, empleando en una forma u otra cerca de un millón de personas y provocando el cambio de manos de miles de millones de pesos al año, es difícil aceptar la implicación que esas máquinas no están trayendo mejoramiento en el funcionamiento de la economía. Ciertamente deben estar entregando algo de valor a millones de personas que gastan

y novedoso estilo editor de texto en pantalla completa podría mostrar más ventajas. Estaba equivocado. El nuevo editor de texto fue sólo marginalmente mejor que el viejo y no proveyó beneficio productivo sustancial.

El punto es: si cada juicio experto puede ser sobreestimado, ¿qué tanto podríamos creer los testimonios de los usuarios ordinarios?. Aún, significa que la conclusión que las computadoras están fracasando está contra lo instituido y nuestro sentido común. En cada situación es prudente examinar la evidencia muy cuidadosamente, ver cuando hay algo mal con los datos o inferencias y cuándo no hay explicación palpable en los hechos. Si no podemos encontrar explicación más allá de las evidencias, luego podríamos considerar todas las razones plausibles para el fenómeno en lugar de buscar formas para lidiar con ella. Nuestra conclusión en el asunto, criticando la evidencia, es que existen lo que podemos denominar “excusas”.

17.1 Las excusas.

Dado que el negocio de computadoras ha redundado en una mayor industria, empleando en una forma u otra cerca de un millón de personas y provocando el cambio de manos de miles de millones de pesos al año, es difícil aceptar la implicación que esas máquinas no están trayendo mejoramiento en el funcionamiento de la economía. Ciertamente deben estar entregando algo de valor a millones de personas que gastan

mucho dinero por ellas. Las computadoras parece han sido diseñadas y entendidas como herramientas de productividad, y para hacer el trabajo más eficientemente.

17.2 Argumentos contables

Quizá el más fácil camino es negar la conclusión y asegurar que las computadoras han o deben contribuir sustancialmente a la productividad, o al menos al buen ser. Las tres formas de este argumento son las siguientes: una relacionada al hecho innegable del poder de la computadora, la segunda en el hecho innegable de la popularidad de la misma, el último en el innegable entusiasmo personal.

En esta simple forma, el argumento establece lo obvio: las computadoras son maravillosas máquinas que pueden hacer cosas maravillosas; así, deben impulsar tareas cuando son seria y vigorosamente aplicadas, incluyendo productividad. La forma más sofisticada de este argumento fue puesta de moda por Timothy Bresnehan economista de Stanford (1984). Dice que cuando algún producto popular inicia su expansión y se vuelve barato, hay un beneficio social implícito ya que los consumidores cosechan los beneficios. Por mejoras técnicas o de manufactura las personas ahora pagan \$1.00 por algo que alguien solía pagar \$11.00, así que el mundo debe haber ganado \$10.00 en valor recibido por cada unidad adicional comparada al nuevo precio. Si multiplicamos por diez el incremento en número de compras al precio de \$1.00, podemos calcular la ganancia o beneficio de la producticiad. Aplicando este razonamiento a computadoras,

mucho dinero por ellas. Las computadoras parece han sido diseñadas y entendidas como herramientas de productividad, y para hacer el trabajo más eficientemente.

17.2 Argumentos contables

Quizá el más fácil camino es negar la conclusión y asegurar que las computadoras han o deben contribuir sustancialmente a la productividad, o al menos al buen ser. Las tres formas de este argumento son las siguientes: una relacionada al hecho innegable del poder de la computadora, la segunda en el hecho innegable de la popularidad de la misma, el último en el innegable entusiasmo personal.

En esta simple forma, el argumento establece lo obvio: las computadoras son maravillosas máquinas que pueden hacer cosas maravillosas; así, deben impulsar tareas cuando son seria y vigorosamente aplicadas, incluyendo productividad. La forma más sofisticada de este argumento fue puesta de moda por Timothy Bresnehan economista de Stanford (1984). Dice que cuando algún producto popular inicia su expansión y se vuelve barato, hay un beneficio social implícito ya que los consumidores cosechan los beneficios. Por mejoras técnicas o de manufactura las personas ahora pagan \$1.00 por algo que alguien solía pagar \$11.00, así que el mundo debe haber ganado \$10.00 en valor recibido por cada unidad adicional comparada al nuevo precio. Si multiplicamos por diez el incremento en número de compras al precio de \$1.00, podemos calcular la ganancia o beneficio de la producticiad. Aplicando este razonamiento a computadoras,

Bresnehan totalizó que tanto los precios por millón calculados por segundo y por millón de datos almacenados (dimensión de memoria en megabytes) decreció entre 1958 y 1972. En los servicios financieros, la más importante aplicación de computadoras en esos años fue la de guardar y recopilar información. Se multiplicó el número de nuevos megabytes de poder de computadora cada año, de modo que su precio declinó, con una enorme mejora de productividad y contribuyó al crecimiento de la economía. Por esas estimaciones, el valor añadido por computadoras fue cerca de cinco veces su costo. Por extrapolación, se concluye que los beneficios del progreso técnico en armado de computadoras desde 1958, estimado en forma conservadora, es una y medio a dos veces mayor que los gastos es decir 31 a 100 veces.

¿Qué podemos hacer de esta extraordinaria conclusión?, ella ciertamente pinta una diferente imagen de la productividad superficial y de otros análisis econométricos también, así como afina el uso de medidas subjetivas que sobreestiman la productividad en industrias de servicios financieros.

Un problema es querer tomar la capacidad de memoria como un índice de utilidad. No es en esencia lo que compradores están adquiriendo. Están adquiriendo computadoras para ayudarse en sus negocios. Asumiendo una relación directa entre megabytes y "utilidad a alguien" se es capaz de comprender que "alguien" debe haber ganado mucho por el decremento en precio y el incremento en demanda de memoria.

En un sentido, el razonamiento es circular y solamente si la computación es medida en memoria puede directamente ser valuada para el mundo.

Mucha de la nueva capacidad de las PC ha sido dedicada a gráficas y mejoras de interfase de usuario, y eso impulsa su utilidad en algo. La comparación entre los primeros y los posteriores editores de texto de Card, por ejemplo, mostraron un incremento en eficiencia de trabajo de cerca de 25% (pero no en calidad de letra) durante un periodo en el que la capacidad mejoró hasta cerca de 600%. Por ejemplo, la búsqueda de algoritmos en los procesadores de palabras más comerciales necesitan cien veces la capacidad de hardware para desarrollar las mismas velocidades que los algoritmos usados por el Superbook Text Browser de Bellcore. En suma, las nuevas funciones de procesamiento de información provistas con nueva capacidad no son necesariamente de mayor valor. Muchos programas utilizan gran capacidad posteriormente disponible a ofrecer extensiones computacionales, pero para el usuario meramente complacido, las decoraciones gráficas o el tener disponibles cientos de caracteres que son raramente usados, representa una ventaja realmente importante. La mayoría de las computadoras no son utilizadas a su máxima capacidad y son ociosas o ligeramente usadas la mayor parte del tiempo. La teoría de Bresnehan implica que la computación en sí era un producto terminal valorizable, y que hacerlo más barato era necesariamente una bendición. Calculando la utilizada por precio de computadoras por

ese camino es como valorar un automóvil por el pico de revoluciones por minuto de su motor, no por potencia o por su utilidad como un significado de transporte y diversión.

Las computadoras se han vendido como muchas otra tecnologías y han encontrado su camino dentro de importantes funciones de la mayoría de actividades de la sociedad moderna. Todas las entidades económicas mayores, gobiernos, ejército, industrias, etc., depeden completamente de ellas, por lo que deben ser buenas.

Ciertamente las computadoras deben ser justa y críticamente usadas y productivas. Pero existe el peligro de establecer un círculo vicioso tal como Joseph Weizenbaum observó en su libro de gran influencia (1976), *Poder de la computadora y razón humana* en el que, como nos dicen los hechos, es meramente circunstancial que las organizaciones no puedan funcionar de la forma que lo hacen hoy sin computadoras al no haber encontrado algún otro, quizá igualmente satisfactorio camino para realizar funciones igualmente valiosas. ¿Quién es para decir que las empresas que han evolucionado basadas en el gran uso de computadoras son mejores que otras, que pueden haber evolucionado en su ausencia?. El mero hecho que organizaciones complejas y procesos que existen hoy son dependientes de computadoras no prueba que las computadoras son productivas. Las empresas de pirámides del antiguo Egipto dependían enormemente del trabajo de esclavos como nuestras propias empresas dependen de las computadoras; aún algunos pueden argumentar que el trabajo de esclavo debía ser especialmente productivo o que ello mejoró al género humano.

El argumento de las ventas es igualmente seductor, similarmente falaz y va más allá: seguramente los negocios exitosos no podrían haber invertido miles de millones, y continuado invirtiendo miles de millones, si la tecnología no fuese una bendición para ellas. Por esta línea de razonamiento, no por decisiones de negocios, hasta ahora ningún negocio puede nunca estar mal, y ninguna industria o economía nacional puede sufrir eras prolongadas de improductividad o pérdidas competitivas mayores.

Más acentuadamente, hay casos documentados de difusión de adopción de tecnología que se tornó improductiva. Por ejemplo, en la era de los 80's (Bailly y Chakrabarti, 1988) la industria eléctrica de E.U., por algunos años un rival de las telecomunicaciones como una excepción a la crisis de productividad, invirtió fuertes sumas en dos promisorias nuevas clases de plantas generadoras, turbinas de vapor supercríticas y nucleares. Ambas se tornaron no más productivas que sus predecesoras, en primera porque nunca operaron realmente a la capacidad prevista y fueron inesperadamente difíciles de mantener y en segunda, porque los problemas técnicos y políticos inesperados inflaron sus construcciones y costos de mantenimiento. No podemos asumir que una gran inversión es productiva fuera de su propia cordura económica.

Finalmente, mucha gente cree que las computadoras son productivas por definición. Las más de ellas son personas que venden computadoras, algunos que compran y las usan y muchos que hacen investigación y desarrollo de computadoras.

Es probablemente mejor ignorar a los promotores de ventas, que pueden tender a exagerar. En este sentido, las opiniones de compradores y usuarios son más interesantes, si bien bastante predecibles. Los profesores responsables de la calidad de las computadoras debían ser los más objetivos y bien formados y es aquí donde aún queda enorme terreno en nuestro país. Así que si verdaderamente se cree en la utilidad de los equipos de cómputo, más vale usarlos intensa y sensatamente para autoconvencerse del efecto -sinérgico- que tienen en su productividad, que todavía durante varios años, será altamente cuestionada.

Es quizá pues, lo que aquí expusimos, un asunto principalmente de fe.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Baily, M. and Chkrabarti, A. K. (1988). Innovation and the Productivity Crisis. Washington, DC: -rookings Institution.
- 2.- Baran, B. (1987). The Technological transformation of white collar work: A case study of the insurance industry. In H. I. Hartmann (ed.), Computer Chips and Paper Clips: Technology and Women's Employment. Washington, DC: National Academy Press.
- 3.- Bresnehan, T.F. (1986). Measuring the spillovers from technological advance: Mainframe computers in financial services. American Economic Review.
- 4.- Denison, E.F. (1989). Estimates of Productivity Change by Industry. Washington, D.C.: Brookings Institution.
- 5.- Franke, R. H. (1987). Technological revolution and productivity decline: Computer introduction in the financial industry. Technology Forecasting and Social Change.
- 6.- Haynes, R. M. (1990). The ATM at age twenty: A productivity paradox. National Productivity Review.
- 7.- Kraut, R., Dumais, S., and Koch, S. (1989). Computerization, productivity, and quality of work-life. Communications of the ACM.
- 8.- Osterman, P. (1986). The impact of computers on the employment of clercks and managers. Industrial Labor Review.