



Sesgo de medición del PIB derivado de los cambios en la calidad del sector TI: México 2000-2004

Carlos Guerrero de Lizardi*

Documento de Trabajo
Working Paper

EGAP-2006-08

Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México

Sesgo de medición del PIB derivado de los cambios en la calidad del sector TI: México 2000-2004

Carlos Guerrero de Lizardi*
Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México

Abstract

Our aim is to quantify the GDP measurement bias derive from quality improvements in information technology sector. Using hedonic price indexes for IT goods, our results show that between 2000 and 2004 economic growth rate was approximately 2.18% on average per year –and not 1.60% as is established by the Mexican National Account System. The sensitivity of our results is explored applying IT price indexes of United States.

JEL: C43, E31, O47

Keywords: price index, quality change, IT sector, economic growth

* Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. Calle del Puente 222, Col. Ejidos de Huipulco, Tlalpan, CP 14380, México D.F., Tel. (52/55) 5483-1888, carlos.guerrero.de.lizardi@itesm.mx.

Sesgo de medición del PIB derivado de los cambios en la calidad del sector TI: México 2000-2004

“National accounts deflators for computers and IT equipment differ enormously. Computer equipment deflators in the national accounts of OECD countries recorded changes that ranged from +80% to -72% for the decade of the 1980’s. As these are internationally traded commodities, it is not plausible that internal market conditions in developed countries can create differences of this magnitude. A Eurostat task force found a smaller dispersion among European countries’ IT deflators for the early 1990’s. But still, price declines recorded by national computer deflators in Europe ranged from -10% to -47%. Again, such variations within a common market are too large to be caused by differences in national distribution systems and market conditions.” Jack E. Triplett, The Brookings Institution (2001).

“While computers are the best-known example for products with rapid quality change, they are by no means the only example. Quite different products, for example the output of construction industry, have also undergone quality changes that traditional price indices captured inadequately. Closer to the product nature of computers are other information and communication technology related products such as telephone systems and services, semiconductors or automatic banking.” Paul Schreyer, Jefe de la División de Precios y Producto de la OECD (1996).

1. Introducción

En los últimos lustros el sector de las tecnologías de la información ha experimentado un acelerado progreso técnico que se ha traducido en una significativa mejora en la calidad de los bienes y servicios que produce. Si bien a nivel microeconómico los efectos de la llamada “era de la información” son visibles –actualmente 18% y 9% de las familias mexicanas disponen de una computadora personal en casa y de conexión a internet respectivamente (INEGI, 2004), y por lo menos 63% de las empresas en territorio nacional utilizan equipo informático y correo electrónico (OECD, 2004)– la cuantificación de su impacto macroeconómico se dificulta ya que los métodos tradicionales para compilar sus índices de precios no reflejan completamente la evolución tecnológica de las computadoras personales y de otros bienes informáticos.

Los estudios dedicados a la cuantificación de los sesgos de medición de las principales variables macroeconómicas derivados de los cambios en la calidad de los productos informáticos y de otras industrias son escasos. A nivel internacional los trabajos seminales de Schreyer (1996 y 1998) señalan que en Alemania (1985-1990), Canadá (1986-1992), Estados Unidos (1987-1993), Francia (1985-1996), Holanda (1986-1993), y Japón

(1985-1994), el sesgo de medición del crecimiento económico osciló entre 0.03 y 0.73 puntos porcentuales por año, y EUROSTAT (1999) estimó un sesgo de 0.15, 0.06 y 0.13 puntos porcentuales para Alemania, Francia y Holanda en el año de 1991 respectivamente. Para el caso español, según Izquierdo y Matea (2001), Bover, Izquierdo y Matea (2001), y Pérez y Guerrero (2003), el rango del sesgo de medición de la actividad económica fue de 0.10% a 1.19% entre 1986 y el año 2000.

El propósito del presente documento es aproximar los sesgos de medición del PIB y sus componentes derivados de las mejoras en la calidad de los productos ligados a las tecnologías de la información durante el periodo 2000-2004. Nuestro orden de exposición es el siguiente: en el apartado dos resumimos la metodología para evaluar el impacto de un ajuste completo por calidad de cualquier índice de precios sobre la medición de las principales variables macroeconómicas. Con base a los índices de precios hedónicos de computadoras personales estimados por Guerrero (2006), en el apartado tres realizamos el ejercicio cuantitativo, y en el cuarto –siguiendo la práctica de por lo menos Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia y Japón– presentamos un análisis de sensibilidad basado en el traslado de los índices de precios del sector informático compilados por el Bureau of Labor Statistics a nuestro Sistema de Cuentas Nacionales. En el último apartado presentamos el resumen y las conclusiones.

Nuestro principal resultado indica que existe una subestimación de la dinámica económica de entre 0.504% y 0.586% puntos porcentuales, lo que implica que la economía alcanzó una tasa de crecimiento media anual de entre 2.10% y 2.18% en el periodo 2000-2004, y no de 1.60% como afirma el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Es conveniente señalar que el impacto macroeconómico de las mejoras en la calidad de las computadoras personales rebasa al propio sector de las tecnologías de la información. En tanto insumos para muchas otras ramas, los equipos informáticos posibilitan cambios significativos en la calidad de muchos bienes y servicios –y el surgimiento de otros nuevos– a todo lo largo y ancho de la economía. En este sentido, nuestra estimación del sesgo de medición del producto interno bruto derivado de las mejoras en la calidad del sector analizado no nos parece exagerada.

2. Metodología

A continuación detallamos los pasos requeridos para cuantificar los sesgos de medición del producto interior bruto y sus componentes ocasionados por los cambios en la calidad de los productos informáticos.

- a. Identificar los productos cuyas características mejoraron sustancialmente para cada componente del producto interior bruto y deflactar sus valores nominales para obtener sus valores reales:

$$(1) \quad Q_{i,t}^c = \frac{Y_{i,t}^c}{P_{i,t}^c}$$

Donde $Y_{i,t}^c$ representa el gasto nominal en el producto i perteneciente al componente c (consumo, formación bruta de capital, exportaciones, e importaciones) en el periodo t , $P_{i,t}^c$ es su índice de precios sin ajuste completo de calidad, y $Q_{i,t}^c$ mide su valor real.

- b. Para el resto de productos de cada componente del producto interior bruto se calculan los índices de precios ($P_{r,t}^c$) como diferencia:

$$(2) \quad P_{r,t}^c = \frac{P_t^c - \sum \theta_{i,t}^c P_{i,t}^c}{1 - \sum \theta_{i,t}^c}$$

Donde P_t^c representa el índice de precios del componente, y $\theta_{i,t}^c$ es la participación del producto i en el componente c en el periodo t .

- c. Deflactar los valores nominales de cada producto seleccionado ($Y_{i,t}^c$) con base a los índices de precios hedónicos ($\tilde{P}_{i,t}^c$):

$$(3) \quad \tilde{Q}_{i,t}^c = \frac{Y_{i,t}^c}{\tilde{P}_{i,t}^c}$$

Donde $\tilde{Q}_{i,t}^c$ mide el nuevo valor real del producto i en el componente c en el periodo t .

Como se espera que $P_{i,t}^c > \tilde{P}_{i,t}^c$, entonces $Q_{i,t}^c < \tilde{Q}_{i,t}^c$.

Schreyer (1996 y 1998) calculó los índices de precios hedónicos así:

$$(4) \quad \tilde{P}_{i,t=1}^c = P_{i,t=0}^c \left[1 + (\pi_{i,t=1}^c - \lambda_i) \right]^{(t=1-t=0)}$$

Donde $\pi_{i,t=1}^c$ representa la tasa de crecimiento del índice de precios sin ajuste completo por calidad y λ_i es una corrección basada –como detallaremos más adelante– en estudios generales. Con otras palabras, ante la falta de índices de precios hedónicos de los productos específicos correspondientes a los países seleccionados, Schreyer (1996 y 1998) aplicó una corrección “razonable” y única. Similarmente, EUROSTAT (1999), Izquierdo y Matea (2001), y Bover, Izquierdo y Matea (2001), emplearon la ecuación (4). En contraste, en la aplicación cuantitativa nosotros utilizaremos directamente los índices de precios elaborados por Guerrero (2006).¹

Al respecto, queremos apuntar dos precisiones. En primer lugar no disponemos de información sobre qué tanto el índice de precios oficial ajustó por calidad, y se introduciría una distorsión si se utiliza la expresión (4); y en segundo, porque los índices de precios oficiales sólo son aproximaciones del comportamiento efectivo de los productos ligados a las tecnologías de la información –dado el natural nivel de agregación de las estadísticas oficiales.

¹ Al final del documento presentamos algunos resultados de Guerrero (2006).

- d. Construir los números índices del valor real corregido hedónicamente $(NI_{\tilde{Q}}^L)$ y sin ajuste completo por calidad (NI_Q^L) de cada componente:

$$(5) \quad NI_{\tilde{Q}}^L = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t=0}^c \tilde{Q}_{i,t=1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=0}^c Q_{r,t=1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t=0}^c \tilde{Q}_{i,t=0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=0}^c Q_{r,t=0}^c}$$

$$(6) \quad NI_Q^L = \frac{\sum P_{i,t=0}^c Q_{i,t=1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=0}^c Q_{r,t=1}^c}{\sum P_{i,t=0}^c Q_{i,t=0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=0}^c Q_{r,t=0}^c}$$

Si se calcula la diferencia de las tasas de crecimiento de las expresiones (5) y (6), obtenemos el sesgo de medición ocasionado por los índices de precios que no ajustan completamente las mejoras en la calidad de los productos ligados a las tecnologías de la información para cada agregado macroeconómico.

- e. El índice de cantidades utilizado en el paso previo afecta la cuantificación del sesgo por cambios en la calidad. Siguiendo los usos de la Contabilidad Nacional, en las expresiones (5) y (6) las ponderaciones se basan en los precios del año inicial –por lo que se tiende a sobredimensionar la magnitud del sesgo. La causa es que una estructura de ponderaciones tipo Laspeyres se torna –en un corto lapso de tiempo– obsoleta, como resultado de los significativos cambios en los precios relativos de los bienes y servicios informáticos. Por tanto, para evitar el llamado “sesgo por sustitución” se sugiere emplear un número índice superlativo del tipo Fisher, que se calcula como la media geométrica de los índices de Laspeyres y de Paasche –el cual, a su vez, utiliza como ponderaciones los precios del año final (Diewert, 1976):

$$(7) \quad NI_{\tilde{Q}}^P = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t=1}^c \tilde{Q}_{i,t=1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=1}^c Q_{r,t=1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t=1}^c \tilde{Q}_{i,t=0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=1}^c Q_{r,t=0}^c}$$

$$(8) \quad NI_Q^P = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t=1}^c Q_{i,t=1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=1}^c Q_{r,t=1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t=1}^c Q_{i,t=0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t=1}^c Q_{r,t=0}^c}$$

Los números índices de Fisher del valor real corregido hedónicamente ($NI_{\tilde{Q}}^F$) y sin ajuste completo por calidad (NI_Q^F) de cada componente se obtienen así:

$$(9) \quad NI_{\tilde{Q}}^F = \sqrt{NI_{\tilde{Q}}^L NI_{\tilde{Q}}^P}$$

$$(10) \quad NI_Q^F = \sqrt{NI_Q^L NI_Q^P}$$

Análogamente, si se calcula la diferencia de las tasas de crecimiento de las expresiones (9) y (10), se obtiene una nueva cuantificación del sesgo que evita la sobrevaloración (subvaluación) por el uso de ponderaciones fijas basadas en los precios del año inicial (final).

- f. Para cuantificar el impacto final sobre el producto interior bruto sólo hace falta agregar los números índices de Laspeyres y de Fisher del consumo, inversión, exportaciones, e importaciones.

En breve, la metodología estadística expuesta indica que la magnitud de los sesgos de medición del producto interior bruto y sus componentes derivados de las mejoras en la calidad de los bienes y servicios informáticos depende del comportamiento de los índices de precios que no corrigen adecuadamente por calidad y los hedónicos, de la participación de los productos seleccionados en la economía, y del tipo de número índice que se utilice.

Adicionalmente, el impacto del sesgo de medición se amplificará según la proporción de la producción total del sector analizado destinada a la demanda final frente a la dirigida al consumo intermedio, y su producción elaborada en el país frente a la importada.

3. Ejercicio cuantitativo

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Estándar, revisión 3, las ramas ligadas a las tecnologías de la información son las siguientes: “Fabricación de máquinas de oficina, contabilidad e informática”, código 3000, e “Informática y actividades conexas”, código 7200 (OECD, 2002). Evidentemente, esta clasificación es reconocida por nuestro instituto de estadística, y se corresponde con la “Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático” código 382302, y “Servicios de análisis de sistemas y procesamiento informático” código 951004, de la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos del año 1994. En el cuadro 1 observamos la participación del sector de las tecnologías de la información en el producto interior bruto y sus principales agregados entre los años 2000 y 2004. Como resulta natural, el peso por componente es bastante distinto.

Cuadro 1: Participación del sector TI en el PIB y por componente

Agregado macroeconómico	2000	2001	2002	2003	2004
Consumo	0.224%	0.224%	0.224%	0.224%	0.224%
Inversión	4.674%	4.674%	4.674%	4.674%	4.674%
Exportaciones	4.527%	5.913%	5.049%	5.539%	5.194%
Importaciones	4.320%	4.347%	4.391%	5.102%	5.064%
Producto Interno Bruto	1.192%	1.568%	1.250%	1.223%	1.163%

Fuente: elaboración propia con base a información generada por el INEGI y BANXICO.

Sobre el contenido del cuadro 1 queremos destacar tres cuestiones. En primer lugar, solamente incluye información sobre bienes informático. Entre otros problemas señalemos que no existe información sobre los precios y características de los servicios ligados a las tecnologías de la información. En la caja número 1 profundizamos sobre este asunto –que rebasa nuestros objetivos pero que, en verdad, es de absoluta relevancia para el quehacer económico tanto en el terreno práctico como en el teórico.

En segundo lugar, el llenado inmediato del cuadro 1 supondría utilizar la información reportada en una matriz insumo producto. Desafortunadamente no contamos con dicho instrumento contable. En este sentido, empleamos distintas fuentes oficiales. Para el caso del consumo utilizamos la ponderación correspondiente al equipo de cómputo del índice de precios al consumidor compilado por el Banco de México; y para la inversión la cifra recientemente reportada por el Censo Económico 2004. Consecuentemente, el peso del sector informático en ambos agregados macroeconómicos es constante a lo largo del periodo analizado. Favorablemente, para el caso de las exportaciones e importaciones el Sistema de Cuentas Nacionales procesa información al nivel de desagregación requerido.

Caja 1: Sobre los precios de los servicios informáticos

La elaboración de índices de precios relativos a los servicios de informática enfrenta –por lo menos– cinco grandes retos. El primero es general –ya que comprende a una buena parte del resto de servicios– y tiene que ver con la dificultad de definir la “unidad de producto”. El segundo es la preeminencia de los servicios de informática personalizados o “productos únicos”. El tercer problema apunta al hecho de que, precisamente, los bienes TI han permitido a las empresas desarrollar nuevos servicios de informática que no son contabilizados por las estadísticas oficiales –por lo que se trata de valor no medido en términos nominales. El cuarto es la falta de disponibilidad de datos, y el quinto radica en la dificultad de seleccionar a las unidades de servicios representativas del agregado. Esta suma de complicaciones –ninguna de las cuales resulta menor y fácil de resolver– provoca que los servicios de informática formen parte de lo que Zvi Griliches llamó el “sector inmedible”, o dicho con más precisión, creemos, difícil de medir.

Existe un índice de precios de los servicios de informática elaborado parcialmente con un enfoque hedónico. Es publicado por el Bureau of Economic Analysis con base a trabajos internos e información suministrada por el Bureau of Labor Statistics. Para comprender la naturaleza de este índice de precios es necesario hacer un poco de historia.

En el año 2000 el Bureau of Economic Analysis construyó una serie anual que abarca de 1959 a 1998 correspondiente al “software empaquetado” con la finalidad de actualizar las Cuentas Nacionales según los nuevos criterios de su sistema estadístico.

Por su parte, el Bureau of Labor Statistics desde los años de 1997 y 2001 compila índices de precios del “software empaquetado” y de los “servicios de procesamiento de datos” respectivamente. El propósito del Bureau of Labor Statistics es que para el año 2008 la estructura de índices de precios al productor refleje más y mejor el peso económico del sector servicios.

Caja 1: termina

Para construir el índice de precios del “software empaquetado”, el Bureau of Economic Analysis utilizó tres estrategias. Para el subperiodo que va de 1959 a 1984 el índice de precios del software se “amarró” al índice de precios de las “computadoras personales y equipo periférico”, elaborado con base al estudio de Cole y otros (1986). En estos 26 años se supuso que la relación entre las tasas de crecimiento de estos dos índices de precios ascendió a 0.6 “lo que corresponde a la diferencia promedio de las tasas de crecimiento anuales de los índices de precios de las ‘computadoras personales y equipo periférico’ y del ‘software empaquetado’ durante los años de 1985 a 1997” (Parker y Grimm, 2000, p. 16). Para el subperiodo 1985-1997 el Bureau of Economic Analysis ajustó discrecionalmente los resultados de Gandal (1994), Brynjolfsson y Kemerer (1996), y Oliner y Sichel (1994) –quienes, ante la dificultad para especificar sus regresiones hedónicas, calcularon índice de precios para las hojas de cálculo y los procesadores de palabra con base al método de correspondencia. Ya para el año de 1998, el Bureau of Economic Analysis calculó el índice de precios del “software empaquetado” utilizando la información suministrada por el Bureau of Labor Statistics.

Por su lado, el Bureau of Labor Statistics compila los índices de precios del “software empaquetado” y de los “servicios de procesamiento de datos”. En un documento titulado “*Challenges in Producer Price Index Measurement of Selected Service Sector Industries in the New Economy*”, Holdway, Gerduk y Palmer (2002) analizan las dificultades para aplicar el enfoque hedónico a estos dos índices de precios, pero, curiosamente, no explicitan la metodología seguida actualmente para compilarlos. Una cita que refleja los inconvenientes detectados por los autores dice así: “suponiendo que contáramos con datos adecuados, entonces teóricamente el enfoque hedónico podría usarse para estimar el precio de mercado... Como el producto de la industria del ‘software empaquetado’ es diverso, se requerirían múltiples modelos hedónicos. Esto es, parece bastante incierta la utilidad de un único modelo hedónico que incluyera a sistemas operativos, programas para trabajar con bases de datos, aplicaciones, software para empresas y juegos” (Holdway, Gerduk y Palmer, 2002, p. 8). Afortunadamente, sobre este punto EUROSTAT (2001, p. 126) esclarece: “el ajuste por mejoras de calidad a los índices de precios del software empaquetado (realizado por el Bureau of Labor Statistics) parece basarse en varios métodos, incluyendo el solapamiento, los costos de producción y hedónicos”. Sin embargo, Colecchia y Schreyer (2001, p. 24) no dudan en calificarlo como hedónico.

Así las cosas, Holdway, Gerduk y Palmer (2002, pp. 4-5) –funcionarios del Bureau of Labor Statistics y de la National Statistics del Reino Unido– explican que por el momento sus instituciones realizan esfuerzos de “primera generación” para producir índices de precios de los servicios que implican –entre otras cuestiones– la definición correcta de la unidad de producto, la revisión de los problemas ligados al muestreo, y la elaboración de metodologías de apreciación. Sin embargo, los autores matizan: “la investigación de soluciones operativas para los problemas complejos ligados a la calidad constante tendrán que esperar a los esfuerzos de segunda generación.”

La participación de los bienes ligados a las tecnologías de la información en la economía mexicana merece un comentario aparte. La relevancia macroeconómica del sector analizado está abundantemente documentada en la literatura. Baste señalar que la sorprendente fase de expansión económica sin presiones inflacionarias durante la década de los 90 en los Estados Unidos fue explicada por la llamada “nueva economía” –en la que el sector informático juega un papel crucial– y que, precisamente, la brecha entre los crecimientos de las economías americana y europea generó mucha de la literatura citada en el presente documento –destacadamente la revisión sistemática de las metodologías utilizadas para la elaboración de los índices de precios. En este sentido, en términos absolutos las participaciones son reducidas, y así lo valora el informe comparativo más reciente de la OECD (2004). Esperemos que en el futuro inmediato la tendencia hacia la baja sea sustituida por su contraria.

En la sección anterior observamos que una clave en la medición de los sesgos derivados de los cambios en la calidad radica en la evolución de los índices de precios hedónicos. Al respecto, Schreyer (1996, p. 163) –con base en la revisión de estudios que ajustan completamente por calidad el precio de las computadoras personales y con el deseo de “mantener las cosas simples”– utilizó una corrección del índice de precios de los bienes informáticos de -10% promedio anual, la cual supone su “límite inferior” (1998, p. 6).

Ante la falta de información y validando a Schreyer (1996 y 1998), EUROSTAT (1999) e Izquierdo y Matea (2001) utilizaron una cifra similar para ajustar el índice de precios de los bienes informáticos. Posteriormente, mediante el apoyo de la Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información (SEDISI), el Banco Central ibérico publicó un segundo documento de trabajo. En el cuadro 2 resumimos alguna información relevante de los trabajos de Schreyer (1996 y 1998), EUROSTAT (1999), Izquierdo y Matea (2001), Bover, Izquierdo y Matea (2001), y Pérez y Guerrero (2003).

Cuadro 2: Ajustes aplicados a los índices de precios

Sector(es)	Ajuste aplicado	Fuente
Schreyer (1996 y 1998)		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-10%	Triplett (1989), Cole y otros (1986), Flamm (1987), Dulberger (1989), Gordon (1989), Berndt y otros (1995), Oliner (1993), Berndt y Griliches (1993), Shiratsuka (1995), Wyckoff (1995), Sadée (1996), y Baldwin y otros (1997)
Servicios de comunicación e informáticos	-5% y -2%	Gandal (1994), Oliner y Sichel (1994), y Harhoff y Moch (1996)
Radio, TV, y equipo de comunicación industrial	-2%	Flamm (1993), Grimm (1996), Norsworthy y Jang (1993), y Dulberger (1993)
Servicios ligados a las comunicaciones	-2%	“Información anecdótica”, Schreyer (1996, p. 163)
Sector financiero y de seguros	-1%	Sichel (1994), y Baily, Gordon, Nordhaus y Romer (1988)
EUROSTAT (1999)		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-10%	Schreyer (1996 y 1998)
Radio, TV y servicios relacionados	-2%	Schreyer (1996 y 1998)
Izquierdo y Matea (2001)		
TIC	-10%	Schreyer (1996 y 1998)
Automóviles	-2%	Sin referencia
Vivienda	-1%	Bover e Izquierdo (2001), y Arévalo (1998)
Bover, Izquierdo y Matea (2001)		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-26%	Izquierdo y Matea (2001), caída del precio de los ordenadores de escritorio y portátiles de 46.3% y 32.6% respectivamente entre 1995 y 1999
Fabricación de material electrónico, aparatos de precisión, equipos y servicios de comunicación	-2%	Schreyer (1996 y 1998)
Vehículos de motor	-3%	Izquierdo, Licandro y Maydeu (2001), reducción del precio de 3.1% de turismos y todo terreno entre 1997 y 2000
Vivienda	-3%	Bover y Velilla (2001), reducción del precio de 3.5% en las promociones de viviendas nuevas entre 1993 y 1997
Pérez y Guerrero (2003)		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-30%	Guerrero y Pérez (2002)
Servicios informáticos	-16%	Bureau of Labor Statistics

Fuente: elaboración propia con base a los citados autores.

Ciertamente existe una brecha entre los resultados de los estudios tomados como fuente, y el ajuste realizado al índice de precios del sector (Schreyer, 1996 y 1998; EUROSTAT, 1999; e Izquierdo y Matea, 2001). De hecho, aún en los casos en los que se

utilizaron índices de precios hedónicos específicos existe una diferencia entre ambas magnitudes. Por ejemplo, Bover, Izquierdo y Matea (2001) simplemente no explican como pasaron de un -46.3% o un -32.6% a un -26%. Al respecto existen dos problemas básicos. En primer lugar no se dispone de estudios específicos del conjunto de bienes o servicios agregados por sector. En segundo lugar, hace falta información sobre la participación de cada bien o servicio en el sector correspondiente.

En nuestro caso la corrección a los índices de precios del sector informático ascendió a -20.5%, y fue construida a partir del índice de precios hedónico correspondiente a las computadoras personales de escritorio y portátiles elaborado por Guerrero (2006). En el cuadro 3 observamos las tasas de crecimiento del producto interior bruto y sus componentes según las Cuentas Nacionales (antes) y la corrección introducida por la metodología estadística expuesta en el apartado anterior (después).

Cuadro 3: Crecimiento medio anual del PIB y sus componentes 2000-2004

Gasto en Consumo Final	Antes	2.52%
	Después	2.64%
Formación Bruta de Capital	Antes	0.29%
	Después	2.83%
Exportaciones de Bienes y Servicios	Antes	2.85%
	Después	5.44%
Importaciones de Bienes y Servicios	Antes	2.60%
	Después	5.16%
Producto Interior Bruto	Antes	1.60%
	Después	2.18%

Tal como afirmamos en el apartado anterior, el impacto del uso de los índices de precios hedónicos sobre la medición del crecimiento depende de la participación de los productos ligados al sector de las tecnologías de la información en cada uno de los componentes del producto interno bruto. Así por ejemplo, el efecto sobre la dinámica del consumo es “menor”, mientras que sobre la inversión total el crecimiento que contabiliza las mejoras en la calidad de los productos informáticos es más bien “mayor”.² Por su parte, el impacto sobre el sector exterior es relevante.

² La nueva medición de la inversión repercute sobre la estimación del stock de capital y de la productividad individual y total de los factores. Si bien el análisis de ambas consecuencias rebasa nuestros objetivos, se

En el cuadro 4 observamos la magnitud de los sesgos de medición ocasionados por los cambios en la calidad de los productos informáticos sobre el producto interior bruto y los agregados macroeconómicos.

Cuadro 4: Magnitud de los sesgos de medición 2000-2004

	Consumo	Inversión	Exportaciones	Importaciones	PIB
Laspeyres corregido menos Laspeyres original	0.119%	2.535%	2.590%	2.556%	0.586%
Paasche corregido menos Paasche original	0.032%	0.828%	0.793%	0.758%	0.196%
Fisher corregido menos Fisher original	0.076%	1.678%	1.688%	1.653%	0.386%

Así las cosas, la contabilización de los cambios en la calidad de los bienes informáticos deriva, según la formulación de Laspeyres, en una subestimación de la dinámica del producto interior bruto de 0.586 puntos porcentuales, según la formulación de Paasche de 0.196, y según la formulación de Fisher de 0.386 puntos porcentuales por año en el periodo 2000-2004.

4. Análisis de sensibilidad y comparación de resultados

La incertidumbre respecto a los resultados obtenidos en el apartado anterior se encuentra condicionada por el comportamiento de los índices de precios hedónicos de los productos informáticos. En este sentido, a continuación examinamos un ejercicio de sensibilidad que importa el índice de precios del sector estudiado elaborado por el Bureau of Labor Statistics. Posteriormente, comparamos nuestros resultados con los obtenidos por los seis documentos ampliamente citados.

Existen algunas alternativas al momento de trasladar los índices de precios de un país a otro, pero tres son las más comunes (Schreyer, 2001). En la primera simplemente se

espera un incremento del stock de capital y una relocalización de la productividad multifactorial hacia el factor capital.

igualan las evoluciones de los índices de precios. Así por ejemplo, si P_{PC}^{EEUU} representa al índice de precios de las computadoras personales en Estados Unidos, entonces la tasa de crecimiento del índice de precios estimado para México sería:

$$(11) \quad \Delta \text{Log}(\hat{P}_{PC}^{\text{México}}) = \Delta \text{Log}(P_{PC}^{EEUU})$$

Esta simple operación deja de lado las diferencias en la evolución de los niveles generales de precios de ambos países. La segunda opción corrige la dispersión de la inflación entre los dos países al suponer que el precio relativo de las computadoras personales respecto al nivel general de precios es parecido entre los dos países:

$$(12) \quad \left(\frac{P_{PC}^{EEUU}}{P_{General}^{EEUU}} = \frac{\hat{P}_{PC}^{\text{México}}}{P_{General}^{\text{México}}} \right)$$

Por tanto, calcularíamos la variación del precio así:

$$(13) \quad \Delta \text{Log}(\hat{P}_{PC}^{\text{México}}) = \Delta \text{Log}(P_{General}^{\text{México}}) + \Delta \text{Log}(P_{PC}^{EEUU}) - \Delta \text{Log}(P_{General}^{EEUU})$$

Considerando que México importa bienes informáticos –y que, en general, se trata de productos comerciables– en la tercera alternativa realizamos un ajuste al índice de precios incorporando la relación peso/dólar (denotada por e). Bajo un régimen de libre cambio, esta opción refleja el diferencial de precios entre países. Formalmente la expresión es:

$$(14) \quad \Delta \text{Log}(\hat{P}_{PC}^{\text{México}}) = \Delta \text{Log}(P_{PC}^{EEUU}) + \Delta \text{Log}(e_{EEUU}^{\text{México}})$$

Siguiendo los pasos de algunas oficinas estadísticas que importan los índices de precios de equipos informáticos compilados en Estados Unidos (Colecchia y Schreyer, 2001; Daveri, 2001; Moulton, 2001; y Schreyer, 2001), tomaremos la tercera opción.³ Entre

³ Richard McKenzie –funcionario del Bureau of Statistics de Australia– nos explicó que su oficina utiliza los índices de precios ligados a las computadoras personales compilados por el Bureau of Economic Analysis y el Bureau of Labor Statistics como deflatores en sus cuentas nacionales y en los componentes pertinentes de

el 2000 y el 2004, el precio de las computadoras personales en nuestro vecino país del norte cayó 21.89% en media anual, y el tipo de cambio nominal pasó de 9.80 a 11.32 pesos por dólar. Consecuentemente, la variación del índice de precios ajustado de las computadoras personales en nuestro país es de -18.22% media anual durante el periodo analizado.

En el cuadro 5 observamos la magnitud de los sesgos de medición derivados de las mejoras en la calidad de los bienes informáticos sobre el producto interior bruto y sus componentes que se desprende de esta nueva cifra.

Cuadro 5: Impacto del sesgo de medición con base al índice de precios de las computadoras personales de los Estados Unidos

	Consumo	Inversión	Exportaciones	Importaciones	PIB
Laspeyres corregido menos Laspeyres original	0.100%	2.156%	2.188%	2.162%	0.504%
Paasche corregido menos Paasche original	0.030%	0.783%	0.745%	0.712%	0.186%
Fisher corregido menos Fisher original	0.065%	1.467%	1.464%	1.435%	0.342%

Bajo este escenario los sesgos de medición del producto interior bruto y sus agregados son ligeramente menores respecto a los observados en el apartado anterior. Para dimensionar los resultados de ambos ejercicios, en el cuadro 6 reportamos los obtenidos por los seis citados artículos. A propósito –y citando a sus autores– llamamos a tomar con cautela el conjunto de resultados.

sus índices de precios de las importaciones y al consumidor. El procedimiento de transferencia del índice de precios es el tercero expuesto anteriormente con la peculiaridad de que se rezaga un trimestre considerando el tiempo de llegada de los nuevos modelos y otros atrasos en la transmisión de sus precios. Por otro lado, el funcionario explicitó que, a pesar de que ésta práctica cumple ya 14 años, tienen claro que la política de precios de las empresas de computadoras personales en ambos países no funciona igual, y que una parte de sus componentes no proviene de los Estados Unidos sino de algunos países asiáticos –por lo que el precio de los equipos de aquel país y el tipo de cambio dólar australiano/dólar americano pueden no ser los determinantes más directos de los precios locales. En este sentido, el Bureau of Statistics de Australia experimenta actualmente con modelos hedónicos propios. A propósito, un resultado preliminar es la caída más acelerada del precio de equipos de escritorio y portátil en Australia respecto a la observada en Estados Unidos.

Cuadro 6: Comparación de resultados

Autor(es)	Sectores estudiados	Sesgo de medición del PIB	Periodo
Schreyer (1996)	TIC, Banca y Seguros	Alemania 0.3% Canadá 0.2% EEUU 0.3% Japón 0.6% Reino Unido 0.5%	1985-1990
Schreyer (1998)	TIC	Canadá 0.03% EEUU 0.29% Francia 0.21% Holanda 0.27% Japón 0.73%	1986-1992 1987-1993 1985-1996 1986-1993 1985-1994
EUROSTAT (1999)	TIC	Alemania 0.15% Francia 0.06% Holanda 0.13	1991
Izquierdo y Matea (2001)	TIC, Vehículos de motor y Vivienda	España 0.10% España 0.22%	1986-1994
Bover, Izquierdo y Matea (2001)	TIC, Vehículos de motor y Vivienda	España 1.19%	1995-1999
Pérez y Guerrero (2003)	TI	España 0.40%	1995-2000
Presente estudio	TI	México entre 0.50% y 0.59%	2000-2004

Fuente: Elaboración propia con base a los citados autores, y cuadros 4 y 5.

5. Resumen y conclusiones

La medición de las principales variables macroeconómicas presenta sesgos derivados del uso de índices de precios que no captan completamente los cambios en la calidad de los productos que exhiben un rápido avance tecnológico. Aquí nos concentramos en la medición de los sesgos del producto interior bruto y sus componentes ocasionados por las mejoras de calidad del sector ligado a las tecnologías de la información.

Con base a los índices de precios ajustados hedónicamente encontramos que la subestimación de la dinámica económica ascendió –en el escenario base– a 0.586%, y a 0.504% –en el escenario alternativo– lo que implica que la economía alcanzó una tasa de crecimiento media anual de entre 2.10% y 2.18% entre 2000 y 2004, y no de 1.60% como reporta el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Por su parte, el sesgo de medición por agregado macroeconómico es naturalmente distinto. En un extremo encontramos al gasto en consumo –cuya dinámica apenas se afectó– y, en el otro, a la formación bruta de capital. Sin embargo, llamamos la atención respecto a la significativa

participación del consumo en el ingreso. A propósito, nuestros resultados son consistentes con los descubrimientos de la literatura empírica citada ampliamente.

De los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Cuantitativamente el sesgo de medición sobre el producto interior bruto es relativamente significativo, y debe ser tenido en cuenta a la hora de realizar comparaciones internacionales entre países que aplican estas correcciones frente a otros que no las hacen, cuando se analiza la dinámica de algunos componentes específicos, y cuando se realizan cálculos derivados, tales como la evolución de la productividad del capital y multifactorial.
- 2) El tipo de índice de precios utilizado en la corrección de los sesgos por calidad no es neutral sobre los resultados finales. Como observamos, según la formulación de Fisher el sesgo de medición del producto interno bruto es casi la mitad del implicado según Laspeyres.
- 3) Actualmente es indudable la relevancia de los servicios en las economías. Sin embargo, la elaboración de sus índices de precios representa un reto que todavía no resuelven cabalmente ni los institutos de estadística ni los propios especialistas. Digamos entonces que las fotografías disponibles de las economías son “borrosas”.
- 4) Es conveniente señalar que el impacto macroeconómico de las mejoras en la calidad de las computadoras personales rebasa al propio sector ligado a las tecnologías de la información. En tanto insumos para muchas otras ramas, los equipos informáticos posibilitan cambios significativos en la calidad de muchos bienes y servicios –y el surgimiento de otros nuevos– a todo lo largo y ancho de la economía. En este sentido, nuestra estimación del sesgo de medición del producto interno bruto por las mejoras en la calidad del sector analizado no nos parece exagerada.

- 5) La subestimación del crecimiento económico va de la mano de la sobreestimación de la inflación. Creemos entonces que nuestros resultados representan información relevante para los hacedores de la política monetaria en nuestro país.

Queremos cerrar el documento con un par de recomendaciones. La relevancia de contar con estadísticas que reflejen mejor el estado de la economía nos parece extrema. México –como muchos otros países– necesita sacar provecho de la amplia experiencia de cooperación internacional para mejorar sus metodologías instrumentadas en la compilación de índices de precios. Creemos entonces que el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y el Banco de México no deben escatimar esfuerzos individuales y conjuntos para lograrlo. Por su parte, la sociedad tiene que estar dispuesta a financiar más generosamente su importante misión. Paralelamente, y siguiendo la recomendación de Griliches (2001) para el caso de nuestro vecino país del norte, parece conveniente la fundación de un Instituto de Investigaciones dedicado a los temas de medición de precios.

Referencias bibliográficas

- Aizcorbe, A. (2002), “Why Are Semiconductor Prices Falling So Fast? Industry Estimates and Implications for Productivity Measurement”, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Aizcorbe, A., C. Corrado y M. Doms (2000), “Constructing Price and Quantity Indexes for High Technology Goods”, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Arévalo, R. (1998), “Características de la Vivienda y Determinación de su Valor Corriente”, *Documento de Trabajo ICAE*, núm. 9810, Universidad Complutense.
- Arguea, N. M., y C. Hsiao (1993), “Econometric Issues of Estimating Hedonic Price Functions”, *Journal of Econometrics*, vol. 56, pp. 243-67.
- Baily, M. N., R. J. Gordon, W. D. Nordhaus y D. Romer (1988), “The Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power”, *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 2, pp. 347-431.
- Baldwin, A., P. Després, A. Najamura y M. Nakamura (1997), “New Goods from the Perspective of Price Index Making in Canada and Japan”, T. F. Bresnahan y R. J. Gordon editores, *The Economics of New Goods*, The University of Chicago Press.
- Banco de México, (2002a), *El Índice Nacional de Precios al Consumidor: Características y Actualización de su base al año de 2002*.
- Banco de México, (2002b), *Metodología para el Cambio de Base del INPC*.
- Berndt, E. R. (1990), *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*, Addison-Wesley Publishing Company.
- Berndt, E. R. y J. E. Triplett (1990), *Fifty Years of Economic Measurement*, The University of Chicago Press.

- Berndt, E. R. y N. J. Rappaport (2001), "Price and Quality of Desktop and Mobile Personal Computers: a Quarter Century of History", *American Economic Review*, mayo, vol. 91, pp. 268-73.
- Berndt, E. R. y Z. Griliches (1993), "Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study", Foss, M.F., M.E. Manser y A.H. Young compiladores, *Price Measurement and Their Uses, Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The University Chicago Press.
- Berndt, E. R., E. R. Dulberger y N. J. Rappaport (2000), "Price and Quality of Desktop and Mobile Personal Computers: a Quarter Century of History", CRIW-NBER Summer Institute 2000 Workshop on Price, Output, and Productivity Measurement, Cambridge, Mass., MIT Sloan School of Management y NBER.
- Berndt, E. R., Z. Griliches y N. Rappaport (1995), "Econometric Estimates of Prices Indexes for Personal Computers in the 1990's", *Journal of Econometrics*, núm. 68, pp. 243-68.
- Boskin, M. J., E. R. Dulberger, R. J. Gordon, Z. Griliches y D. W. Jorgenson (1996), *The Boskin Commission Report*, www.ssa.gov/history/reports/boskinrpt.html#f53.
- Boskin, M. J., E. R. Dulberger, R. J. Gordon, Z. Griliches y D. W. Jorgenson (1998), "Consumer Prices, the Consumer Price Index, and the Cost of Living", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, núm. 1, pp. 3-26.
- Bover, O. y M. Izquierdo (2001), "Quality-Adjustment Prices: Hedonic Methods and Implications for National Accounts", *Estudios Económicos*, Banco de España, núm. 70.
- Bover, O. y P. Vellilla (2001), "Precios Hedónicos de la Vivienda sin Características: el Caso de las Promociones de Viviendas Nuevas", *Estudios Económicos*, Banco de España, núm. 73.
- Bover, O., M. Izquierdo y M. de los L. Matea (2001), "Sesgos de Calidad en la Medición de los Precios: Evidencia Empírica e Implicaciones Macroeconómicas para España", *Boletín Económico*, Banco de España, noviembre, pp. 53-67.
- Brynjolfsson, E. y C. F. Kemerer (1996), "Network Externalities in Microcomputer Software: An Econometric Analysis of the Spreadsheet Market", *Management Science*, vol. 42, núm. 12, pp. 1627-47.
- Cartwright, D. W. (1986), "Improved Deflation of Purchases of Computers", *Survey of Current Business*, vol. 66, núm. 3, pp. 7-9.
- Chow, G. C. (1967), "Technological Change and the Demand for Computers", *The American Economic Review*, vol. 57, núm. 5, pp. 1117-130.
- Cole, R., Y. C. Chen, J. A. Barquin-Stolleman, E. Dulberger, N. Helvacian y J. H. Hodge (1986), "Quality-Adjusted Price Indexes for Computers Processors and Selected Peripheral Equipment", *Survey of Current Business*, enero, pp. 41-50.
- Colecchia, A. y P. Schreyer (2001), "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries", OECD, *DSTI Working Paper*, (2001)7.
- Court, A.T. (1939), "Hedonic Price Indexes with Automobile Examples", *The Dynamics of Automobile Demand*, The General Motors Corporation.
- Daveri, F. (2001), "Information Technology and Growth in Europe", *documento de trabajo*, Universidad de Parma.
- Deaton, A. (1998), "Getting Prices Right: What Should Be Done?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, núm. 1, pp. 37-46.

- Diewert, E. W. (1995), "Prepared Statement", Consumer Price Index: Hearings Before the Committee on Finance, United States Senate, Senate Hearing 104-69, US Government Printing Office, pp. 115-18.
- Diewert, W. E. (1976), "Exact and Superlative Index Numbers", *Journal of Econometrics*, núm. 46, mayo, pp. 115-85.
- Diewert, W. E. (2003), "Hedonic Regressions: a Consumer Theory Approach", R. Feenstra y M. Shapiro compiladores, *Scanner Data and Price Indexes*, The University Chicago Press.
- Dulberger, E. R. (1989), "The Application of a Hedonic Model to a Quality-Adjusted Price Index for Computer Processors", en Jorgenson y Landau (1989).
- Dulberger, E. R. (1993), "Sources of Price Decline in Computer Processors: Selected Electronic Components", en Fross y otros (1993).
- EUROSTAT (1999), *Report of the Task Force Volume Measures for Computers and Software*, junio, Luxemburgo.
- EUROSTAT (2001), *Handbook on Price and Volume Measures in National Accounts*.
- Feenstra, R. C. y M. D. Shapiro (2003), *Scanner Data and Price Indexes*, compiladores, University Chicago Press.
- Flamm, K. (1987), *Targeting the Computer*, Washington, DC, The Brookings Institution.
- Foss, M. F., M. E. Manser, y A. H. Young (1993), *Price Measurement and Their Uses, Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, University of Chicago Press.
- Gandal, N. (1994), "Hedonic Price Indexes for Spreadsheets and an Empirical Test for Network Externalities", *RAND Journal of Economics*, vol. 25, núm. 1, verano, pp. 160-70.
- Gordon, R. J. (1989), "The Postwar Evolution of Computer Prices", D.W. Jorgenson y R. Landau compiladores, *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- Gordon, R. J. (1990), *The Measurement of Durable Goods Prices*, The University Chicago Press.
- Griliches, Z. (1961), "Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change", *The Price Statistics of the Federal Government: Review, Appraisal and Recommendations*, NBER, General Series, núm. 73.
- Griliches, Z. (1964), "Notes on the Measurement of Price and Quality Changes", *Models of Income Determination. Studies in Income and Wealth*, vol. 28, Princeton University Press, pp. 381-418.
- Griliches, Z. (1990), "Hedonic Price Indexes and the Measurement of Capital and Productivity: Some Historical Reflections", en Berndt y Triplett (1990).
- Griliches, Z. (1995), "Prepared Statement", Consumer Price Index: Hearings Before the Committee on Finance, United States Senate, Senate Hearing 104-69, US Government Printing Office, pp. 129-32.
- Griliches, Z. (2001), "Research on Price Index Measurement: Agendas for the Next Twenty Years", *Journal of Economic and Social Measurement*, compilado por E.R. Berndt, vol. 27, pp. 99-130.
- Grimm, B. T. (1996) "A Quality-Adjusted Price Indexes for Digital Telephone Switches", mimeo, Bureau of Economic Analysis.
- Guerrero, C. (2006), "Una Aproximación al Sesgo de Medición del Precio de las Computadoras Personales en México", *Economía Mexicana (nueva época)*, vol. XV, núm. 1, primer semestre, pp. 97-124.

- Guerrero, C. y J. Pérez (2002), “Comparación del Precio de los Ordenadores Personales entre Estados Unidos y España 1990-2000: un Enfoque Hedónico”, *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 20, núm. 3, pp. 549-64.
- Guerrero, C. y J. Pérez (2003), “El precio de las Computadoras Personales en España: un Enfoque Hedónico”, *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 1, enero, pp. 66-73.
- Harhoff, D. y D. Moch (1996), “Price Indexes for PC Database Software and the Value of Code Compatibility”, *ZEW Discussion Paper*, núm. 17.
- Holdway, M. (2000), “Quality-Adjusting Computer Prices in the Producer Price Index: An Overview”, Bureau of Labor Statistics, noviembre.
- Holdway, M., I. Gerduk y N. Palmer (2002), “Challenges in Producer Price Index Measurement of Selected Service Sector Industries in the New Economy”, reunión Official Statistics and the New Economy, de la International Association of Official Statistics.
- INEGI (2003), *Boletín de Política Informática*, varios números.
- INEGI (2004), *Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares en México*.
- INEGI (s/f), *Actividades Informáticas y de Telecomunicaciones (con base al Censo Económico 1999)*.
- Izquierdo, M. y M. de los L. Matea (2001), “Precios Hedónicos para Ordenadores Personales en España durante la Década de los Noventa”, *Estudios Económicos*, Banco de España, núm. 74.
- Izquierdo, M. y M. de los L. Matea (2001), “Una Aproximación a los Sesgos de Medición de las Variables Macroeconómicas Españolas Derivados de los Cambios en la Calidad de los Productos”, *Estudios Económicos*, Banco de España, núm. 71.
- Izquierdo, M., O. Licandro y A. Maydeu (2001), “Mejoras de Calidad e Índices de Precios del Automóvil en España”, *Estudios Económicos*, Banco de España, núm. 72.
- Jorgenson, D. W. y R. Landau (1989), *Technology and Capital Formation*, editores, MIT Press.
- Kennedy, P. (2003), *A Guide to Econometrics*, quinta edición, MIT Press.
- Kinnunen, A. (2002), “Hedonic Methods and Their Implementation”, mimeo.
- Konijn, P., D. Moch y J. Dalén (2002), “Searching for the European Hedonic Function for PCs”, documento presentado en IAOS Conference “Official Statistics and the New Economy”.
- Konijn, P., D. Moch y J. Dalén (2003), “Comparison of Hedonic Functions for PCs across EU Countries”, mimeo, European Hedonic Centre.
- Lancaster, K. (1971), *Consumer Demand: A New Approach*, Columbia University Press.
- Landefeld, J. S. y B. T. Grimm (2000), “A Note on the Impact of Hedonics and Computers on Real GDP”, *Survey of Current Business*, diciembre, pp. 17-22.
- Lebow, D. E. y J. B. Rudd (2001), “Measurement Error in the Consumer Price Index: Where Do We Stand?”, *Finance and Economics Discussion Series*, núm. 61, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Lequiller, F. (2001), “The New Economy and the Measurement of GDP Growth”, *Working Paper*, G 2001/01, Institut National de la Statistique et des Études Économiques.
- Lipsey, R. E. (1990), “Comment”, *Fifty Years of Economic Measurement*, editado por E. R. Berndt y J. E. Triplett, The University of Chicago Press, pp. 202-205.
- Moch, D. (2001a), “Presentación del Centro Hedónico Europeo”, www.zew.de/en/forschung/projekte.php3?action=detail&nr=261.

- Moch, D. (2001b), "Price Indices for Information and Communication Technology Industries -An Application to the German PC Market", *ZEW Discussion Papers*, núm. 01-20.
- Morgenstern, O. (1963), *On the Accuracy of Economic Observations*, Princeton University Press, segunda edición.
- Moulton, B. R. (1996), "Bias in the Consumer Price Index: What is the Evidence?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 10, núm. 4, otoño, pp. 159-77.
- Moulton, B. R. (2001), "The Expanding Role of Hedonic Methods in the Official Statistics of the United States", Bureau of Economic Analysis, U. S. Department of Commerce, junio.
- Muellbauer, J. (1974), "Household Production Theory, Quality Change and the 'Hedonic Technique'", *The American Economic Review*, vol. 64, núm. 6, pp. 977-94.
- Nelson, R. A., T. L. Tanguay y C. D. Patterson (1994), "A Quality-Adjusted Price Index for Personal Computers", *Journal of Business and Economics Statistics*, enero, vol. 12, núm. 1, pp. 23-31.
- Norsworthy, J. R. y S. L. Jang (1993), "Cost Function Estimation of Quality Change in Semiconductors", en Foss y otros (1993).
- OECD (2000), *Services: Measuring Real Annual Value Added*.
- OECD (2001), *Sources and Methods: Consumer Price Index*.
- OECD (2002), *Measuring the Information Economy*.
- OECD (2004), *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*.
- Oliner, S. D. (1993), "Constant-Quality Price Change, Depreciation, and Retirement of Mainframe Computers", en Fross y otros (1993).
- Oliner, S. D. y D. E. Sichel (1994), "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?", *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 2.
- Pakes, A. (2002), "A Reconsideration of Hedonic Price Indices with an Application to PC's", NBER, *Working Paper*, núm. 8715.
- Parker, R. y B. Grimm (2000), "Recognition of Business and Government Expenditures for Software as Investment: Methodology and Quantitative Impacts 1959-98", www.bea.gov/software.htm.
- Pérez, J. y C. Guerrero (2003), "Impacto de los Cambios en la Calidad del Sector TI sobre la Medición del PIB y sus Componentes: Evidencia para España 1995-2000", *Estadística Española*, Revista oficial del Instituto Nacional de Estadística de España, vol. 45, núm. 154, tercer cuatrimestre, pp. 431-54.
- Rosen, S. (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, vol. 82, núm. 1, pp. 34-55.
- Sadée, N. (1996), "Computer Prices in the National Accounts: An Update from the Comprehensive Revision", US Bureau of Economic Analysis, junio.
- Schreyer, P. (1996), "Quality Adjustment of Price Indices in Information and Communication Technology Industries: Simulation of Effects on Measured Real Output in Five OECD Countries", *Industry Productivity: International Comparison and Measurement Issues*, OECD Proceedings, París.
- Schreyer, P. (1998), "Information and Communication Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity", OECD, *STI Working Paper*, 1998/2.
- Schreyer, P. (2001), "Computer Price Indices and International Growth Comparisons", OECD, *STD/DOC Working Paper* (2001)1.

- Shapiro, M. D. y D. W. Wilcox, (1996), "Causes and Consequences of Imperfections in the Consumer Price Index", *NBER Macroeconomics Annual*, Bernanke y Rotemberg compiladores, MIT Press.
- Shiratsuka, S. (1995), "Effects of Quality Changes on the Price Index: A Hedonic Approach to the Estimation of a Quality Adjusted Price Index for Personal Computers in Japan", *Monetary and Economic Studies*, Bank of Japan, vol. 13, núm. 1, pp. 17-52.
- Shiratsuka, S. (1999), "Measurement Errors in Japanese Consumer Price Index", *Working Paper Series Research Department*, núm. 2, Federal Reserve Bank of Chicago.
- Sichel, D. E. (1994), "The Computer Paradox and the Productivity Slowdown: Is Mismeasurement the Culprit?", The Brookings Institution.
- Stigler, G. J. y otros (1961), *The Price Statistics of Federal Government: Review, Appraisal, and Recommendations*, NBER, General Series, núm. 73.
- Triplett, J. E. (1973), "Review of Consumer Demand: a New Approach by Kelvin Lancaster", *Journal of Economic Literature*, vol. 11, núm. 1. pp. 77-81.
- Triplett, J. E. (1986), "The Economic Interpretations of Hedonic Methods", *Survey of Current Business*, enero, pp. 36-40.
- Triplett, J. E. (1989), "Price and Technological Change in a Capital Good: A Survey of Research on Computers", Dale W. Jorgenson y Ralph Landau compiladores, *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- Triplett, J. E. (1990), "Hedonic Methods in Statistical Agency Environments: An Intellectual Biopsy", en *Fifty Years of Economic Measurement*, editado por E. R. Berndt y J. E. Triplett, The University of Chicago Press.
- Triplett, J. E. (1996), "High-Tech Industry Productivity and Hedonic Price Indices", *Industry Productivity: International Comparison and Measurement Issues*, OECD Proceedings.
- Triplett, J. E. (2000), "The Current Status of the Debate on the CPI", *Estadística Española*, vol. 42, núm. 145, pp. 15-23.
- Triplett, J. E. (2001), "IT, Hedonic Price Indexes, and Productivity", The Brookings Institution.
- Triplett, J. E. (2004), *Handbook on Hedonic Indexes and Quality adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products*, OECD, DSTI/DOC(2004)9.
- Vail, E. E. (1932), "Retail Prices of Fertilizer Materials and Mixed Fertilizers", citado por Griliches (1990).
- van der Grient, H. (2004), "Scanner Data on Durable Goods: Market Dynamics and Hedonic Time Dummy Price Indexes", *Discussion Paper* 04011, Statistics Netherlands.
- Waugh, F. V. (1928), "Quality as a Determinant of Vegetable Prices: a Statistical Study of Quality Factors Influencing Vegetable Prices in the Boston Wholesale Market", citado por Berndt (1990).
- Wyckoff, A. W. (1995), "The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Labour Productivity", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, números 3-4, pp. 277-293.
- Wynne, M. A. y F. D. Sigalla (1994), "The Consumer Price Index", *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Dallas, second quarter, pp. 1-22.

Anexo

Guerrero (2006) se propuso elaborar índices de precios de las computadoras personales para México en el periodo 1990-2004. Utilizando una base de datos propia con información relativa a los precios y características de 1,768 equipos informáticos, estimó repetidamente la siguiente regresión hedónica:

$$(1A) \quad \text{Log}(P_{i,t}) = \sum_{t=1}^T \alpha_t F_t + \left(\sum_{j=1}^J \beta_{j,i} * \text{Log}(X_{j,i,t}) \right) + u_{i,t}$$

donde $P_{i,t}$ es el precio del modelo i en el periodo t , F_t simboliza a las variables ficticias ligadas al tiempo, $X_{j,i,t}$ es el nivel del j -ésimo atributo del modelo i en el periodo t , y $u_{i,t}$ representa el residuo. Con base a los resultados obtenidos, y siguiendo los llamados métodos de variables ficticias temporales y del precio-característica, Guerrero (2006) calculó que la disminución media anual del precio de las computadoras fue de 20.05% y 24.06% respectivamente. Si bien las cifras parecen excesivas, como se observa en el cuadro 1A son similares a las obtenidas en otras investigaciones académicas con un enfoque hedónico, a las generados por el Bureau of Labor Statistics, y más recientemente por el Instituto Nacional de Estadística de España. A propósito, hoy se reconoce como un hecho estilizado la significativa caída de los precios de las computadoras y de muchos otros bienes informáticos.

Cuadro 1A: Resumen de resultados de algunos estudios hedónicos aplicados a las computadoras personales

Autor(es)	Periodo	Crecimiento promedio
Gordon (1990)	1982-1987	escritorio -30%
Nelson, Tanguay y Patterson (1994)	1984-1991	escritorio -28%
Berndt y Griliches (1993)	1982-1989	escritorio -24%
Berndt, Griliches y Rappaport (1995)	1989-1992	escritorio -24%, portátiles -32%
Shiratsuka (1995) ⁴	1990-1994	escritorio -25%
Triplett (1996)	1982-1994	escritorio -16%
Aizcorbe, Corrado y Doms (2000)	1993-1998	escritorio -28%, portátiles -23%
Berndt, Dulberger y Rappaport (2000) ⁵	1976-1999 1983-1999	escritorio -27%, portátiles -21%
Izquierdo y Matea (2001)	1990-2000	escritorio -40%, portátiles -36%
Moch (2001)	1985-1994	escritorio -34%
Guerrero y Pérez (2002 y 2003)	1990-2000	escritorio -36%, portátiles -32%
Konijn, Moch y Dalén (2003)	2000-2001	escritorio -21%
Pakes (2002)	1995-1999	escritorio -17%
van der Grient (2004)	1999-2001	escritorio -40%

Fuente: elaboración propia con base a los citados autores.

⁴ Shiratsuka (1999) sólo reproduce los resultados de Shiratsuka (1995).

⁵ Berndt y Rappaport (2001) reproducen algunos de los resultados de Berndt, Dulberger y Rappaport (2000).