

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

Resumen: Nuestro propósito es calcular el sesgo de medición del PIB real derivado de los cambios en la calidad del sector ligado a las tecnologías de la información. Al utilizar índices de precios hedónicos descubrimos que, entre los años 2000-2004, el crecimiento económico medio anual fue, a lo más, de aproximadamente 2% por año, y no 1.60% como afirma el INEGI. Exploramos la credibilidad de nuestro resultado mediante un ejercicio de simulación basado en índices de precios del sector TI de la economía estadounidense. Advertimos, que nuestro ejercicio debe tomarse con precaución, ya que la metodología aplicada puede exagerar el tamaño del error de medición.

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, at most, approximately 2% 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. It should be noted that the applied methodology may exaggerate the size of the measurement error.

Clasificación JEL: C43, E31, O47

Palabras clave: precios hedónicos, sesgo de medición, sector TI, crecimiento económico, hedonic prices, measurement bias, IT sector, economic growth

Fecha de recepción: 31 I 2007

Fecha de aceptación: 13 V 2008

* La generosa retroalimentación proporcionada por dos dictaminadores anónimos, por María de los Llanos Matea del Banco de España y por María de Lourdes Mosqueda, Ricardo Rodríguez y Oscar Abaonza del INEGI, permitió mejorar en forma y contenido el documento. Los errores y omisiones son mi absoluta responsabilidad. carlos.guerrero.de.lizardi@itesm.mx

Estudios Económicos, vol. 23, núm. 2, julio-diciembre 2008, páginas 253-280

We have some notion that prices of services move together in more collinear fashion than the quantities, within a fairly homogeneously-defined group. By taking a sample of prices, we think we will measure all of the price movements within a group, and we can use a price index base on a sample for deflation. In the economics literature, the Hicksian aggregation (from Sir John Hicks) rule says: if all the prices in a group move together, then one can treat them as if they were one commodity. That Hicksian aggregation notion is embedded in national accounts deflation procedures.

Jack E. Triplett

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

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 –en la actualidad 18% y 8.7% de las familias mexicanas disponen de una computadora personal en casa y de conexión a internet, respectivamente (INEGI, 2004), 90% de las empresas de 50 o más trabajadores tiene acceso a internet y, por lo menos, 63% de las empresas en territorio nacional utilizan equipo informático y correo electrónico (OECD, 2004, 2006)– 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.

Son escasos 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. A nivel internacional, los trabajos seminales de Schreyer

(1996, 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, 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 (2001b), Pérez y Guerrero (2003) y Matea (2006), 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 en los índices de precios hedónicos de computadoras personales estimados por Guerrero (2006), en el apartado tres realizamos el ejercicio cuantitativo y en el cuarto –al seguir 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* (en adelante BLS) 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 0.37 y 0.42 puntos porcentuales, lo que implica que la economía alcanzó una tasa de crecimiento media anual de entre 1.97% y 2.02% en el periodo 2000-2004, y no de 1.60% como afirma el INEGI. Cabe advertir, sin embargo, que la metodología aplicada puede exagerar el tamaño del error de medición, por lo que nuestra aproximación representa, digamos, una cota superior.

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:

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

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:

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

Donde P_t^c representa el índice de precios del componente c 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 en los índices de precios hedónicos ($\tilde{P}_{i,t}^c$):

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

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, 1998) calculó los índices de precios hedónicos así:

$$\tilde{P}_{i,t_1}^c = P_{i,t_0}^c [1 + (\pi_{i,t_1}^c - \lambda_i)]^{(t_1 - t_0)} \quad (4)$$

Donde π_{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. En 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 única. De manera similar, EUROSTAT (1999), Izquierdo y Matea (2001b) y Bover, Izquierdo y Matea (2001), emplearon la ecuación (4). En contraste, en el ejercicio cuantitativo

nosotros aplicaremos directamente los resultados obtenidos por Guerrero (2006), correspondiente a las computadoras personales, esto es, elaboraremos un índice de precios hedónicos que refleje una disminución media anual de 21.4% entre el 2000 y el 2004.¹

Al respecto, queremos apuntar dos precisiones y una advertencia. 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, dado el natural nivel de agregación de las estadísticas oficiales, recordemos que los índices de precios oficiales sólo son aproximaciones del comportamiento efectivo de los productos ligados a las tecnologías de la información. La metodología utilizada introduce, entonces, una distorsión, según las dinámicas de los índices de precios de los productos TI sean diferentes a la observada en el correspondiente al agregado. En este sentido, los resultados del ejercicio cuantitativo, que mostraremos más adelante, pueden representar una sobreestimación del efecto de las mejoras de calidad del sector TI sobre la medición del PIB real.

d) Construir los números índices del valor real corregido hedónicamente (NI_Q^L) y sin ajuste completo por calidad (NI_Q^L) de cada componente:

$$NI_Q^L = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t_0}^c \tilde{Q}_{i,t_1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_0}^c Q_{r,t_1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t_0}^c \tilde{Q}_{i,t_0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_0}^c Q_{r,t_0}^c} \quad (5)$$

$$NI_Q^L = \frac{\sum P_{i,t_0}^c Q_{i,t_1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_0}^c Q_{r,t_1}^c}{\sum P_{i,t_0}^c Q_{i,t_0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_0}^c Q_{r,t_0}^c} \quad (6)$$

Si se calcula la diferencia de las tasas de crecimiento de las expresiones (5) y (6), obtenemos una aproximación del 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.

¹ Utilizamos la cifra más conservadora, correspondiente al índice de precios de las computadoras personales portátiles, ya que, para el caso de los precios de las computadoras de escritorio, Guerrero (2006) estimó una caída media anual de 27.1% en el mismo periodo. En el anexo 1 revisamos brevemente sus resultados.

e) El índice de cantidades utilizado en el paso previo afecta la cuantificación del sesgo por cambios en la calidad. Al seguir los usos del sistema de cuentas nacionales, 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 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:

$$NI_Q^P = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t_1}^c \tilde{Q}_{i,t_1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_1}^c Q_{r,t_1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t_1}^c \tilde{Q}_{i,t_0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_1}^c Q_{r,t_0}^c} \quad (7)$$

$$NI_Q^P = \frac{\sum \tilde{P}_{i,t_1}^c Q_{i,t_1}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_1}^c Q_{r,t_1}^c}{\sum \tilde{P}_{i,t_1}^c Q_{i,t_0}^c + \sum_{r \neq i} P_{r,t_1}^c Q_{r,t_0}^c} \quad (8)$$

Los números índices de Fisher del valor real corregido hedónicamente (NI_Q^F) y sin ajuste completo por calidad (NI_Q^F) de cada componente se obtienen así:

$$NI_Q^F = \sqrt{NI_Q^L NI_Q^P} \quad (9)$$

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

De manera análoga, 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). Pero, la diferencia más interesante, resulta ser (9) menos (6), esto es, comparar la mejor aproximación –el Fisher ajustado– y el Laspeyres original del sistema de cuentas nacionales de nuestro país.

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. En adición, el impacto del sesgo de medición se amplificará según la proporción de la producción total del sector analizado que se destina 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 con 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). Es evidente que, esta clasificación es reconocida por nuestro instituto de estadística, y se corresponde con: equipos y periféricos para procesamiento de datos, código 5402, e informática y actividades conexas, código, 6821 (INEGI, 2002). 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 (%)

<i>Agregado macroeconómico</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
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
PIB	1.192	1.568	1.250	1.223	1.163

Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI y BANXICO.

Acerca del contenido del cuadro queremos destacar tres cuestiones. En primer lugar, sólo incluye información sobre bienes informáticos. Entre otros problemas, señalemos que no existe información sobre los precios y características de los servicios ligados a las tecnologías de la información. En el anexo 2 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 supondría utilizar la información reportada en una tabla 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 recién reportada por los *Censos económicos 2004*. En consecuencia, el peso del sector informático en ambos agregados macroeconómicos es constante a lo largo del periodo analizado. Si bien la canasta utilizada antes por el Banco de México no incluía, ni las computadoras personales, ni los servicios de internet (base 1994=100), los *Censos económicos 1999* reportaron una participación del sector TI en la inversión de 5.812%. De manera favorable, para el caso de las exportaciones e importaciones el sistema de cuentas nacionales procesa información al nivel de desagregación requerido. Estamos conscientes de que, el uso de pesos constantes, representa sólo una aproximación a la participación verdadera del sector TI en la economía y que, desafortunadamente, la información disponible no nos permite adelantar si nuestra medición la sobreestima o subestima.

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, en abundancia, documentada en la literatura. Baste señalar que, la sorprendente fase de expansión económica sin presiones inflacionarias durante la década de los años 90 en 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, de forma destacada, 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 valoradas como graves en los informes comparativos más recientes de la OECD (2004, 2006). 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 (1996:163) –con base en la revisión de estudios que ajustan por completo 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” (1998:6).

Ante la falta de información y validando a Schreyer (1996, 1998), EUROSTAT (1999) e Izquierdo y Matea (2001b) utilizaron una cifra similar para ajustar el índice de precios de los bienes informáticos. Más adelante, mediante el apoyo de la Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información (SEDISI), el Banco de España publicó a Bover, Izquierdo y Matea (2001). En el cuadro 2 resumimos alguna información del tema que nos ocupa.

Cuadro 2
Ajustes aplicados a los índices de precios

<i>Referencia y sector(es)</i>	<i>Ajuste aplicado</i>	<i>Fuente</i>
<i>Schreyer (1996, 1998)</i>		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-10%	Triplett (1989), Cole <i>et al.</i> (1986), Flamm (1987), Dulberger (1989), Gordon (1989), Berndt, Griliches y Rappaport (1995), Oliner (1993), Berndt y Griliches (1993), Shiratsuka (1995), Wyckoff (1995), Sadée (1996) y Baldwin <i>et al.</i> (1997)
Servicios de comunicación e informáticos	-5%, 2%	Gandal (1994), Oliner y Sichel (1994) y Harhoff y Moch (1996)
Radio, TV y equipos de comunic. industrial	-2%	Flamm (1993), Grimm (1996), Norsworthy y Jang (1993) y Dulberger (1993)
Servicios ligados a las comunicaciones	-2%	“información anecdótica”, Schreyer (1996:163)
Sec. financi. y seguros	-1%	Sichel (1994) y Baily <i>et al.</i> (1988)

Cuadro 2
(continuación)

<i>Referencia y sector(es)</i>	<i>Ajuste aplicado</i>	<i>Fuente</i>
<i>EUROSTAT (1999)</i>		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-10%	Schreyer (1996, 1998)
Radio, TV y servicios relacionados	-2%	Schreyer (1996, 1998)
<i>Izquierdo y Matea (2001b)</i>		
Máquinas de oficina y ordenadores	-10%, -20%	EUROSTAT (1999) y Schreyer (1996, 1998)
<i>Bover, Izquierdo y Matea (2001)</i>		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-26%	Izquierdo y Matea (2001a), caída del precio de los ordenadores de escritorio y portátiles de 46.3% y 32.6%, respect., entre 1995 y 1999
Fab. de material electrónico, aparatos de precisión, eq. y servic. de comunicación	-2%	Schreyer (1996, 1998)
Vehículos de motor	-3%	Izquierdo, Licandro y Maydeu (2001), reducción del precio de 3.1% de turismos y todo terreno entre 1997-2000
Vivienda	-3%	Bover y Velilla (2001), reducción del precio de 3.5% en las promociones de viviendas nuevas entre 1993-1997

Cuadro 2
(continuación)

<i>Referencia y sector(es)</i>	<i>Ajuste aplicado</i>	<i>Fuente</i>
<i>Pérez y Guerrero (2003)</i>		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-30%	Guerrero y Pérez (2002) y Guerrero (2003), reducción de los precios de los ordenadores de escritorio y portátiles, estaciones de trabajo y servidores e impresoras de: 38.41%, 30.78%, 36.85% y 15.24%, respectivamente
Servicios informáticos	-16%	<i>Bureau of Labor Statistics</i>
<i>Matea (2006)</i>		
Maquinaria de oficina y equipo informático	-20%, -26%	Izquierdo y Matea (2001a)

Fuente: elaboración propia con base en los autores citados.

Es cierto que existe una brecha entre los resultados de los estudios tomados como fuente y el ajuste realizado al índice de precios del sector (Schreyer, 1996, 1998; EUROSTAT, 1999 e Izquierdo y Matea, 2001b). 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) restaron a 35% (caída del índice de precios hedónico) un 9% (reducción de la subclase de ordenadores personales, máquinas de escribir y otros del índice de precios al consumidor) obteniendo un 26% que representa: “con las debidas cautelas...la estimación del sesgo de calidad incurrido por el IPC español de ordenadores en esos años” (Bover, Izquierdo y Matea, 2001:58). De fondo existen dos problemas. En primer lugar, no se dispone de estudios específicos del conjunto de bienes o servicios agregados por sector y, en segundo, 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 -21.4%, y fue construida a partir del índice de precios hedónico, correspondiente a las computadoras personales,

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	Antes	2.29%
	Después	2.52%
Formación bruta de capital	Antes	0.31%
	Después	1.87%
Exportaciones de bienes y servicios	Antes	2.85%
	Después	4.54%
Importaciones de bienes y servicios	Antes	2.60%
	Después	4.26%
Producto interior bruto	Antes	1.60%
	Después	2.02%

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.

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.

² La nueva medición de la inversión repercute sobre la estimación de las reservas de capital y de la productividad individual y total de los factores. Si bien el análisis de ambas consecuencias rebasa nuestros objetivos, se espera un incremento de las reservas de capital y una relocalización de la productividad multifactorial hacia el factor capital.

Cuadro 4

Magnitud de los sesgos de medición 2000-2004 (%)

	<i>Consumo</i>	<i>Inversión</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Importaciones</i>	<i>PIB</i>
Laspeyres corregido menos Laspeyres original	0.12	2.42	2.59	2.56	0.57
Fisher corregido menos Laspeyres original	0.08	1.56	1.69	1.65	0.42

Así las cosas, la contabilización de los cambios en la calidad de los bienes informáticos deriva, según la formulación Laspeyres corregido menos Laspeyres original, en una subestimación de la dinámica del producto interior bruto de 0.57 puntos porcentuales y, según Fisher corregido menos Laspeyres original, en una subestimación de 0.42 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 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:

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

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

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

Por lo tanto, calcularíamos la variación del precio así:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log} \left(\hat{P}_{PC}^{Mexico} \right) &= \Delta \text{Log} \left(P_{General}^{Mexico} \right) + \Delta \text{Log} \left(P_{PC}^{EEUU} \right) \\ &\quad - \Delta \text{Log} \left(P_{General}^{EEUU} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

Si consideramos 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:

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

Al seguir 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 diciembre del

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 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 más de 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

2000 y diciembre de 2004, el precio de las computadoras personales y equipo periférico, sin ajuste estacional del índice de precios al consumidor, 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. En consecuencia, la variación del índice de precios ajustado de las computadoras personales en nuestro país es de -18.22% media anual, durante el periodo analizado. Subrayemos que, utilizamos el índice de precios de las computadoras personales, del índice de precios al consumidor, y no del índice de precios al productor, ya que la medición del producto interno bruto es según el enfoque de demanda final. Dicho sea de paso, para el caso de los precios al productor tenemos un problema de agregación, ya que disponemos de los precios para las computadoras personales y estaciones de trabajo, por un lado, y de las computadoras portátiles, por el otro; y en el mismo periodo su variación media anual fue de -20.71% y -23.77%, respectivamente. Así las cosas, el conjunto de las mediciones de los precios se parecen bastante.

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 en el índice de precios de las computadoras personales de Estados Unidos (%)

	<i>Consumo</i>	<i>Inversión</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Importaciones</i>	<i>PIB</i>
Laspeyres corregido menos Laspeyres original	0.10	2.04	2.19	2.16	0.48

de sus componentes no proviene de 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 5
(continuación)

	<i>Consumo</i>	<i>Inversión</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Importaciones</i>	<i>PIB</i>
Fisher corregido menos Laspeyres original	0.06	1.35	1.46	1.43	0.37

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 reproducimos los obtenidos en otros estudios. A propósito –y citando a sus autores– llamamos a tomarlos con cautela.

Cuadro 6
Comparación de resultados
(Laspeyres corregido menos Laspeyres original)
(%)

<i>Autores</i>	<i>Sectores estudiados</i>	<i>Sesgo de medición del PIB</i>	<i>Periodo</i>
Schreyer (1998)	TIC	Canadá .03	1986-1992
		EEUU .29	1987-1993
		Francia .21	1985-1996
		Holanda .27	1986-1993
		Japón .73	1985-1994
EUROSTAT (1999)	TIC	Alemania .15	1991
		Francia .06	
		Holanda .13	
Izquierdo y Matea (2001b)	TI	España .04, .17	1986-1994
Pérez y Guerrero (2003)	TI	España .40	1995-2000

Cuadro 6
(continuación)

<i>Autores</i>	<i>Sectores estudiados</i>	<i>Sesgo de medición del PIB</i>	<i>Periodo</i>
Matea (2006)	TI	España .49, .79	1995-1999
Presente estudio	TI	México .48, .57	2000-2004

Fuente: elaboración propia con base en los autores citados 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 en los índices de precios ajustados hedónicamente encontramos que la subestimación de la dinámica económica ascendió a 0.42% –en el escenario base– y a 0.37% –en el escenario alternativo–, lo que implica que la economía alcanzó una tasa de crecimiento media anual de entre 1.97% y 2.02% en los años del 2000 al 2004, y no de 1.60% como reporta el INEGI. 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. Aunque nuestros resultados son consistentes con los descubrimientos de la literatura empírica citada ampliamente, vale la pena recordar que la metodología utilizada, bien pudo exagerar el tamaño del error de medición, por lo que deben interpretarse, digamos, como una cota superior.

De los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones:

1) En términos cuantitativos, 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. En este sentido, la corrección más interesante resulta ser Fisher corregido menos Laspeyres original.

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) 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.

Bibliografía

- 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, Finance and Economics Discussion Series, núm. 2002-20.

- Aizcorbe, A., C. Corrado y M. Doms (2000). *Constructing Price and Quantity Indexes for High Technology Goods*, presentado en NBER Summer Institute 2000, Cambridge, julio.
- Arévalo, R. (1998). *Características de la vivienda y determinación de su valor corriente*, Universidad Complutense, DT ICAE, núm. 9810.
- Arguea, N. y C. Hsiao (1993). Econometric Issues of Estimating Hedonic Price Functions, *Journal of Econometrics*, vol. 56, 243-267.
- Baily, M., *et al.* (1988). The Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power, *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 2, 347-431.
- Baldwin, A., *et al.* (1997). New Goods from the Perspective of Price Index Making in Canada and Japan, en T. Bresnahan y R. Gordon (comps.) *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*.
- (2002b). *Metodología para el cambio de base del INPC*.
- Berndt, E. y N. Rappaport (2001). Price and Quality of Desktop and Mobile Personal Computers: A Quarter Century of History, *American Economic Review*, vol. 91, 268-273.
- Berndt, E., E. Dulberger y N. 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, MIT Sloan School of Management y NBER.
- Berndt, E., Z. Griliches y N. Rappaport (1995). Econometric Estimates of Prices Indexes for Personal Computers in the 1990's, *Journal of Econometrics*, núm. 68, 243-268.
- Berndt, E. y Z. Griliches (1993). Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study, en M. Foss, M. Manser y A. Young (comps.) *Price Measurements and their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The University of Chicago Press.
- Berndt, E. (1990). *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*, Addison-Wesley Publishing Company.
- y J. Triplett (1990). *Fifty Years of Economic Measurement*, The University of Chicago Press.
- Boskin, M., *et al.* (1998). Consumer Prices, the Consumer Price Index, and the Cost of Living, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, núm. 1, 3-26.
- Boskin, M., *et al.* (1996). *The Boskin Commission Report*.
- Bover, O. y M. Izquierdo (2001). *Quality-Adjustment Prices: Hedonic Methods and Implications for National Accounts*, Estudios Económicos, núm. 70, Banco de España.
- Bover, O. y P. Velilla (2001). *Precios hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas*, Estudios Económicos, núm. 73, Banco de España.
- 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*, nov., Banco de España, 53-67.
- Brynjolfsson, E. y C. Kemerer (1996). Network Externalities in Microcomputer Software: An Econometric Analysis of the Spreadsheet Market, *Management Science*, vol. 42, núm. 12, 1627-1647.

- Cartwright, D. (1986). Improved Deflation of Purchases of Computers, *Survey of Current Business*, vol. 66, núm. 3, 7-9.
- Chow, G. (1967). Technological Change and the Demand for Computers, *The American Economic Review*, vol. 57, núm. 5, 1117-1130.
- Cole, R., et al. (1986). Quality-Adjusted Price Indexes for Computers Processors and Selected Peripheral Equipment, *Survey of Current Business*, ene., 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. (1939). Hedonic Price Indexes with Automobile Examples, en American Statistical Association (comp.) *The Dynamics of Automobile Demand*, General Motors Corporation, 99-117.
- 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, 37-46.
- Diewert, W. (2003). Hedonic Regressions: a Consumer Theory Approach, en R. Feenstra y M. Shapiro (comps.) *Scanner Data and Price Indexes*, The University of Chicago Press.
- (1995). Prepared Statement, en *Consumer Price Index: Hearings Before the Committee on Finance, United States Senate*, Senate Hearing 104-69, US Government Printing Office, 115-118.
- (1976). Exact and Superlative Index Numbers, *Journal of Econometrics*, núm. 46, 115-185.
- Dulberger, E. (1993). Sources of Price Decline in Computer Processors: Selected Electronic Components, en M. Foss, M. Manser y A. Young (comps.) *Price Measurements and their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The University of Chicago Press.
- (1989). The Application of a Hedonic Model to a Quality-Adjusted Price Index for Computer Processors, en D. Jorgenson y R. Landau (comps.) *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- EUROSTAT (2001). *Handbook on Price and Volume Measures in National Accounts*, Luxemburgo.
- EUROSTAT (1999). *Report of the Task Force Volume Measures for Computers and Software*, Luxemburgo.
- Feenstra, R. y M. Shapiro (2003). *Scanner Data and Price Indexes*, The University of Chicago Press.
- Flamm, K. (1993). Measurement of DRAM prices: technology and market structure, en M. Foss, M. Manser y A. Young (comps.) *Price Measurements and their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, University of Chicago Press.
- (1987). *Targeting the Computer*, The Brookings Institution.
- Foss, M., M. Manser y A. Young (1993). *Price Measurements and their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The 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, 160-170.

- Gordon, R. (1990). *The Measurement of Durable Goods Prices*, The University of Chicago Press.
- (1989). The Postwar Evolution of Computer Prices, en D. Jorgenson y R. Landau (comps.) *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- Griliches, Z. (2001). Research on Price Index Measurement: Agendas for the Next Twenty Years, *Journal of Economic and Social Measurement*, vol. 27, 99-130.
- (1995). Prepared Statement, en *Consumer Price Index: Hearings Before the Committee on Finance, United States Senate*, Senate Hearing 104-69, US Government Printing Office, 129-132.
- (1990). Hedonic Price Indexes and the Measurement of Capital and Productivity: Some Historical Reflections, en E. Berndt y J. Triplett (comps.) *Fifty Years of Economic Measurement*, The University of Chicago Press.
- (1964). Notes on the Measurement of Price and Quality Changes, *Models of Income Determination. Studies in Income and Wealth*, vol. 28, Princeton University Press, 381-418.
- (1961). Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change, en *The Price Statistics of the Federal Government: Review, Appraisal and Recommendations*, NBER, General Series, núm. 73.
- Grimm, B. (1996) *A Quality-Adjusted Price Indexes for Digital Telephone Switches*, Bureau of Economic Analysis, (mimeo).
- Guerrero, C. (2006). Una aproximación al sesgo de medición del precio de las computadoras personales en México, *Economía Mexicana*, vol. XV, núm. 1, 97-124.
- (2003). *Una aproximación al sesgo de medición del PIB y sus componentes: España 2000-4*, tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.
- Guerrero, C. y J. Pérez (2003). El precio de las computadoras personales en España: un enfoque hedónico, *Comercio Exterior*, vol. 53, núm. 1, 66-73.
- (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, 549-564.
- 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, www.bls.gov/ppi/ppicomqa.htm.
- , I. Gerduk y N. Palmer (2002). *Challenges in Producer Price Index Measurement of Selected Service Sector Industries in the New Economy*, International Association of Official Statistics.
- INEGI (2003). *Boletín de política informática*, varios números.
- (2002). *Boletín de política informática*, varios números.
- (2004). *Disponibilidad y uso de las tecnologías de la información en los hogares en México*.
- (s/f). *Actividades informáticas y de telecomunicaciones (con base en Censos económicos 1999)*.
- Izquierdo, M. y M. de los Ll. Matea (2001a). *Precios hedónicos para ordenadores personales en España durante la década de los noventa*, Estudios Económicos, núm. 74, Banco de España.

- (2001b). *Una aproximación a los sesgos de medición de las variables macroeconómicas españolas derivados de los cambios en la calidad de los productos*, Estudios Económicos, núm. 71, Banco de España.
- Izquierdo, M., O. Licandro y A. Maydeu (2001). *Mejoras de calidad e índices de precios del automóvil en España*, Estudios Económicos, núm. 72, Banco de España, .
- Jorgenson, D. y R. Landau (1989). *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- Kennedy, P. (2003). *A Guide to Econometrics*, 5a. ed., MIT Press.
- Kinnunen, A. (2002). *Hedonic Methods and their Implementation*, (mimeo).
- Konijn, P., D. Moch y J. Dalén (2003). *Comparison of Hedonic Functions for PCs across EU Countries*, European Hedonic Centre, (mimeo).
- (2002). *Searching for the European Hedonic Function for PCs*, presentado en IAOS Conference: Official Statistics and the New Economy, (mimeo).
- Lancaster, K. (1971). *Consumer Demand: A New Approach*, Columbia University Press.
- Landefeld, J. y B. Grimm (2000). A Note on the Impact of Hedonics and Computers on Real GDP, *Survey of Current Business*, dic., 17-22.
- Lebow, D. y J. Rudd (2001). *Measurement Error in the Consumer Price Index: Where Do We Stand?*, Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series, núm. 61.
- Lequiller, F. (2001). *The New Economy and the Measurement of GDP Growth*, INSEE, WP-G 2001/01, París.
- Lipsev, R. (1990). Comment, en E. Berndt y J. Triplett (comps.) *Fifty Years of Economic Measurement*, The University of Chicago Press, 202-205.
- Matea, M. de los Ll. (2006). Los problemas de medición por cambios de calidad en las TIC: evidencia para España, *Economía Industrial*, núm. 360, 107-115.
- Moch, D. (2001). *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*, 2a. ed., Princeton University Press.
- Moulton, B. (2001). *The Expanding Role of Hedonic Methods in the Official Statistics of the United States*, Bureau of Economic Analysis, US Department of Commerce, junio.
- (1996). Bias in the Consumer Price Index: What is the Evidence?, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 10, núm. 4, 159-177.
- Muellbauer, J. (1974). Household Production Theory, Quality Change and the 'Hedonic Technique', *The American Economic Review*, vol. 64, núm. 6, 977-994.
- Nelson, R., T. Tanguay y C. Patterson (1994). A Quality-Adjusted Price Index for Personal Computers, *Journal of Business and Economics Statistics*, vol. 12, núm. 1, 23-31.
- Norsworthy, J. y S. Jang (1993). Cost Function Estimation of Quality Change in Semiconductors, en M. Foss, M. Manser y A. Young (comps.) *Price Measurements and Their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The University of Chicago Press.

- OECD (2006). *ICT Diffusion to Business: Peer Review Country Report Mexico*, DSTI/ICCP/IE(2006)4/FINAL.
- (2004). *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*.
- (2002). *Measuring the Information Economy*.
- (2001). *Sources and Methods: Consumer Price Index*.
- (2000). *Services: Measuring Real Annual Value Added*.
- Oliner, S. (1993). Constant-Quality Price Change, Depreciation, and Retirement of Mainframe Computers, en M. Foss, M. Manser y A. Young (comps.) *Price Measurements and their Uses*, serie *Studies in Income and Wealth*, vol. 57, NBER, The University of Chicago Press.
- y D. 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*, vol. 45, núm. 154, 431-454.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, vol. 82, núm. 1, 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. (2001). *Computer Price Indices and International Growth Comparisons*, OECD, STD/DOC Working Paper, núm. 2001-1.
- (1998). *Information and Communication Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity*, OECD, STI Working Paper, núm. 1998/2.
- (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.
- Shapiro, M. y D. Wilcox, (1996). Causes and Consequences of Imperfections in the Consumer Price Index, en B. Bernanke y J. Rotemberg (comps.) *NBER Macroeconomics Annual 1996*, MIT Press.
- Shiratsuka, S. (1999). *Measurement Errors in Japanese Consumer Price Index*, Federal Reserve Bank of Chicago, Working Paper Series Research Department, núm. 2.
- (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*, vol. 13, núm. 1, 17-52.
- Sichel, D. (1994). *The Computer Paradox and the Productivity Slowdown: Is Mismeasurement the Culprit?*, The Brookings Institution.
- Stigler, G., et al. (1961). *The Price Statistics of Federal Government: Review, Appraisal, and Recommendations*, NBER, General Series, núm. 73.

- Triplett, J. (2004). *Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products*, OECD, DSTI/DOC(2004)9.
- (2001). *Measuring Health Output: The Draft Eurostat Handbook on Price and Volume Measures in National Accounts*, Eurostat-CBS Seminar, marzo, Netherlands.
- (2000). The Current Status of the Debate on the CPI, *Estadística Española*, vol. 42, núm. 145, 15-23.
- (1996). *High-tech Industry Productivity and Hedonic Price Indices*, Industry Productivity: International Comparison and Measurement Issues, OECD Proceedings.
- (1990). Hedonic Methods in Statistical Agency Environments: An Intellectual Biopsy, en E. Berndt y J. Triplett (comps.) *Fifty Years of Economic Measurement*, The University of Chicago Press.
- (1989). Price and Technological Change in a Capital Good: A Survey of Research on Computers, en D. Jorgenson y R. Landau (comps.) *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- (1986). The Economic Interpretations of Hedonic Methods, *Survey of Current Business*, enero, 36-40.
- (1973). Review of Consumer Demand: a New Approach by Kelvin Lancaster, *Journal of Economic Literature*, vol. 11, núm. 1, 77-81.
- Vail, E. (1932). Retail Prices of Fertilizer Materials and Mixed Fertilizers, *AES Bulletin*, núm. 545, Cornell University.
- van der Grient, H. (2004). *Scanner Data on Durable Goods: Market Dynamics and Hedonic Time Dummy Price Indexes*, Statistics Netherlands, Discussion Paper, núm. 04011.
- Waugh, F. (1928). Quality as a Determinant of Vegetable Prices: A Statistical Study of Quality Factors Influencing Vegetable Prices in the Boston Wholesale Market, *Journal of Farm Economics*, vol. 10, núm. 2, 185-196.
- Wyckoff, A. (1995). The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Labour Productivity, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, núms. 3 y 4.
- Wynne, M. y F. Sigalla (1994). The Consumer Price Index, *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Dallas, second quarter, 1-22.

Anexo 1. Breve nota sobre Guerrero (2006)

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

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

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 en 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 de escritorio y portátiles fue de 23.6% y 18.4%, 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 generadas por el BLS 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

<i>Autores</i>	<i>Periodo</i>	<i>Crecimiento promedio (%)</i>
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

Cuadro 1A
(continuación)

<i>Autores</i>	<i>Periodo</i>	<i>Crecimiento promedio (%)</i>
Shiratsuka (1995) ^a	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) ^b	1976-1999 1983-1999	escritorio -27, portátiles -21
Izquierdo y Matea (2001a)	1990-2000	escritorio -40, portátiles -36
Moch (2001)	1985-1994	escritorio -34
Guerrero y Pérez (2002, 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

Notas: ^aShiratsuka (1999) sólo reproduce los resultados de Shiratsuka (1995)

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

Fuente: elaboración propia con base en los autores citados.

Anexo 2. 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 tercero, 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. 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* (en adelante BEA) con base en trabajos internos e información suministrada por el BLS. Para comprender la naturaleza de este índice de precios es necesario hacer un poco de historia.

En el año 2000 el BEA 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 BLS 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 BLS es que, para el año 2008, la estructura de índices de precios al productor refleje, más y mejor, el peso económico del sector servicios.

Para construir el índice de precios del “*software* empaquetado”, el BEA 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 en el estudio de Cole *et al.* (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, 2000:16). Para el subperiodo 1985-1997, el BEA 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 en el método de correspondencia. Ya para el año de 1998, el BEA calculó el índice de precios del “*software* empaquetado” utilizando la información suministrada por el BLS.

Por su lado, el BLS 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...(2002:8).

Afortunadamente, sobre este punto, EUROSTAT (2001) esclarece: “...el ajuste por mejoras de calidad a los índices de precios del “*software* empaquetado” (realizado por el BLS) parece basarse en varios métodos, incluyendo el solapamiento, los costos de producción y hedónicos” (2001:126). Sin embargo, Colecchia y Schreyer (2001:24), no dudan en calificarlo como hedónico.

Así las cosas, Holdway, Gerduk y Palmer (2002) –funcionarios del BLS y del *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”. (2002:4-5).