

January 2016

Sobre el uso de curvas de salarios en modelos empíricos de equilibrio económico. Reseña e introducción computacional

Juan Carlos Segura Ortiz

Unidad de Gestión de Pensiones & Parafiscales, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. República de Colombia, jsegura@ugpp.gov.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/eq>

Citación recomendada

Segura Ortiz, J. C. (2016). Sobre el uso de curvas de salarios en modelos empíricos de equilibrio económico. Reseña e introducción computacional. *Equidad y Desarrollo*, (26), 171-189. <https://doi.org/10.19052/ed.3695>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Equidad y Desarrollo* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Sobre el uso de curvas de salarios en modelos empíricos de equilibrio económico. Reseña e introducción computacional*

Juan Carlos Segura Ortiz**

Palabras clave

Equilibrio general computable, curva de salarios, ejercicio contrafactual, análisis de sensibilidad

Clasificación JEL

C63, C68, D58, E61, J60

Resumen

En este artículo se evalúa la sensibilidad de los diferentes resultados contrafactuales reportados por un modelo de equilibrio general a cambios en la sensibilidad del desempleo a los salarios, utilizando una curva de salarios. Se especifica, calibra y simula un modelo de economía pequeña con sustitución imperfecta en los componentes del valor agregado. El modelo incluye un gobierno que financia su gasto con impuestos y hace transferencias a un consumidor representativo. El mercado de trabajo no se vacía, al menos no en un sentido walrasiano, de modo que hay desempleo en el equilibrio base. Se estudian distintas configuraciones contrafactuales para esta economía, dados ciertos cambios en el parámetro de sensibilidad de la curva de salarios.

Cómo citar este artículo: Segura Ortiz, J. C. (2016). Sobre el uso de curvas de salarios en modelos empíricos de equilibrio económico: reseña e introducción computacional. *Equidad & Desarrollo* (26), 171-189. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/ed.3695>

Fecha de recepción: 3 de diciembre de 2015 • Fecha de aceptación: 1.º de marzo de 2016

* Investigación concluida en el marco del proceso *Análisis de entorno: elaboración de instrumentos para el estudio y medición de la evasión contributiva en Colombia*, República de Colombia UGPP, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Las opiniones que se expresan aquí son responsabilidad del autor y no involucran a la UGPP, ni al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, ni a ninguna de sus dependencias.

** Economista, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Join Masters Programme Environmental and Natural Resource Economics, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia y Universidad de Maryland, College Park, Estados Unidos. Asesor económico de Dirección General en la Unidad de Gestión de Pensiones y Parafiscales (UGPP), Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Consultor independiente y profesor universitario. Correo electrónico: jsegura@ugpp.gov.co

On the use of wage curves in empirical economic equilibrium models. Review and computational introduction

Abstract

This article evaluates the sensitivity of counterfactual results provided by a general equilibrium model to changes in the wage-unemployment sensitivity, using a wage curve. It specifies, calibrates, and simulates a small economy model with imperfect substitution between the components of the added value. The model includes a government that finances its spending with taxes and makes transfers to a representative consumer. It is not an empty labor market, at least not in a Walrasian sense, so there is unemployment in the base equilibrium. Different counterfactual configurations are studied for this economy, given certain changes in the parameter sensitivity of the wage curve.

Keywords

Computable general equilibrium, wage curve, counterfactual exercise, sensitivity analysis

Sobre o uso de curvas de salários em modelos empíricos de equilíbrio econômico Resenha e introdução computacional

Resumo

Neste artigo se avalia a sensibilidade dos diferentes resultados contra factuais reportados por um modelo de equilíbrio geral a mudanças na sensibilidade do desemprego aos salários, utilizando uma curva de salários. Especifica-se, calibra e simula um modelo de economia pequena com substituição imperfeita nos componentes do valor agregado. O modelo inclui um governo que financia seus gastos com impostos e faz transferências a um consumidor representativo. O mercado de trabalho não se esgota, pelo menos, não em um sentido walrasiano, de modo que há desemprego no equilíbrio base. Estudam-se diferentes configurações contra factuais para esta economia, devido a certas mudanças no parâmetro de sensibilidade da curva de salários.

Palavras chave

Equilíbrio geral computável, curva de salários, exercício contra factual, análise de sensibilidade

Introducción

El análisis de los cambios que en diversos segmentos del mercado laboral pueden ser suscitados por diferentes variaciones de régimen suele ser adelantado mediante aproximaciones econométricas, cuyo sustento teórico suele comprender consideraciones de equilibrio parcial, principalmente. De manera alternativa, se encuentran estimaciones estructurales (que pueden provenir de modelos de equilibrio general), que si bien pueden considerar la interacción de varios mercados relacionados con el de trabajo, carecen de una microfundamentación suficiente como para escapar a la *crítica de Lucas*.

La falta de consistencia interna de estos ejercicios puede conllevar a errores de evaluación en la valoración de los resultados de la política, pues se ignora toda consideración de equilibrio general —como es el caso de los modelos de equilibrio parcial— y de los efectos de *second best* sobre la economía —por ejemplo, los modelos de tipo estructural—. Bajo equilibrio parcial, una reducción de los impuestos a la nómina lleva a un incremento del empleo, *ceteris paribus*, y no considera la financiación de la reducción del impuesto ni su impacto sobre el déficit público y la demanda final. Ahora, si este desbalance fiscal es financiado a través del aumento de otro tipo de impuestos (por ejemplo, IVA), esto implica una disminución del consumo, lo cual afectaría el PIB de la economía, muy probablemente disminuyéndolo, y compensaría el efecto positivo sobre el mercado laboral (aumento del empleo), con lo cual se podría llegar a una disminución de los puestos de trabajo, en el corto o en el largo plazo. Como se observa, aunque el objetivo de la política es tratar de incrementar el empleo, las diferentes interrelaciones de la economía pueden llevar a un efecto no deseado de la política, lo cual no puede ser considerado en un modelo de equilibrio parcial.

Por otro lado, la adopción de tecnologías basadas en representaciones de equilibrio general tienden a construir modelos que establecen compromisos serios con la realidad, como en el caso del mercado de trabajo que, como es habitual, suele presentar, en mayor o menor medida, un vaciado incompleto, es decir, desempleo.

Se plantea un ejercicio computacional para estudiar la sensibilidad del equilibrio —medurada mediante medidas típicas de bienestar— a cambios en la *elasticidad salario-desempleo*, es decir, al valor del parámetro central en una curva de salario típica. Una característica fundamental del modelo por simular es la consideración de mercados que no se vacían —al menos no en el sentido walrasiano—, como el mercado de trabajo. Respecto a este, se adelantan conjeturas

que favorecen y motivan la utilización de una curva de salarios para representar un ajuste incompleto.

174 El presente artículo está estructurado de la siguiente manera: la segunda sección expone los antecedentes de la introducción de la curva de salarios en los modelos de equilibrio general computable (MEGC), así como de la evidencia que se presenta para Colombia de esta forma de comportamiento del mercado laboral. La tercera desarrolla la estructura del MEGC y su calibración. La cuarta presenta los resultados de las simulaciones, así como su discusión, para concluir con algunos comentarios finales.

Antecedentes de la curva de salarios en equilibrio general

El modelo de equilibrio general walrasiano, formalizado en la década de los cincuenta por Kenneth Arrow y Gerard Debreu, y posteriormente instrumentalizado en términos de su solución computacional por Herbert Scarf, a finales de la década de los sesenta, ha tenido una aplicación empírica fundamental en el estudio del mercado laboral. Sin embargo, el modelo original, que no es otra cosa distinta que una serie de proposiciones sobre las condiciones objetivas bajo las cuales una *economía competitiva* tiene un único equilibrio estable, considera que el vaciado completo de *todos los mercados* es un resultado no solo deseable, sino también imprescindible.

Los modelos de equilibrio general computable (MEGC) consideran mercados bajo competencia perfecta, es decir, mercados en los cuales no se involucren fallas de mercado. En este caso, como queremos evaluar la generación de empleo de la economía bajo desempleo, la estructura tradicional no es el mejor modelo para hacerlo, ya que no existen cambios en el desempleo —esto es entrada y salida de personas en el mercado laboral—, sino una recomposición de los factores de producción. Entonces, para subsanar esta falla se considera la incorporación de un mercado de trabajo no competitivo, mediante una curva de salarios.

La curva de salarios

Una de las formas estándar para introducir el desempleo en un MEGC consiste en caracterizar el equilibrio en el mercado laboral con una relación del tipo *curva*

de salarios (Blanchflower y Oswald, 1994), es decir, una relación negativa entre desempleo y salario real, que corresponde a una cierta regularidad empírica que se registra y mantiene —según sostienen los autores— a lo largo de regiones, países y sectores económicos, *inter alia*. En particular, la descripción de Blanchflower y Oswald se refiere a una curva de pendiente negativa que relaciona los salarios y los sueldos de los trabajadores con la tasa de desempleo en una región, un país o una industria, y que tiende a mantenerse incluso luego de controlar la oferta por diversos caracterizadores. Según los autores citados, la curvatura de esa función, que mide la flexibilidad de los pagos a los trabajadores, puede denominarse *elasticidad desempleo del salario*.

Sea $unempl$ la tasa de desempleo observada en una región, y $g(unempl)$ la función que mapea los niveles relativos de desempleo con algún indicador del salario en el RHS, si el parámetro de Blanchflower y Oswald, es decir, la elasticidad desempleo del salario, se nota con ε , entonces, la curva de salario puede ponerse como:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{p_L}{ipc} = g(unempl) = unempl^{-\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)} \quad \leftrightarrow \varepsilon < \infty \\ \frac{p_L}{ipc} = 1 \quad \leftrightarrow \varepsilon = \infty \end{array} \right. \quad (1)$$

Donde $\frac{p_L}{ipc}$ representa el salario real. Note que $\lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} g(\cdot) = 1$, esto es, la curva de salario real, tiende a ser horizontal, correspondiendo con una aproximación clásica que implica desempleo voluntario y vaciado completo de ese mercado. Por su parte, cuando $\varepsilon < \infty$, el mercado laboral presenta rigideces que pueden tener distintas fuentes, además de permitir modelar el mercado como si existiera un salario mínimo (al respecto, véase Böhringer, Rutherford y Wiegard, 2003; Taylor, 1990).

Tomando como base la ecuación (1), introducimos la utilización de una curva de salarios en el análisis de política, utilizando modelos de equilibrio general computables. De esta forma, se sigue la modelación propuesta por Hutton y Ruocco (1994), quienes utilizan una relación empírica entre el nivel de salarios y la tasa de desempleo, en conjunto con la demanda de trabajo, para determinar el nivel involuntario de desempleo (véase Böhringer *et al.*, 2003).

Evidencia para Colombia

176

Se tiene evidencia de que los empresarios siguen una conducta coherente con la conjetura de salarios de eficiencia (Iregui, Melo y Ramírez, 2010) —que es uno de los argumentos plausibles presentados por Blanchflower y Oswald en favor de la curva de salario—, pues se ha encontrado que en el caso colombiano, en periodos de bajo crecimiento económico, los empresarios evitan reducir los salarios para impedir la salida de trabajadores más experimentados y productivos, mientras que los trabajadores con altos salarios declaran preferir perder su trabajo que enfrentar una disminución en su ingreso.

Los resultados de las estimaciones para Colombia muestran que el valor de la elasticidad entre salarios y desempleo oscila entre $-0,13$ y $-0,17$ —de acuerdo con Sánchez y Núñez (1998)—, y entre $-0,08$ y $-0,15$ —para Ramos, Duque y Surinach (2009), así como para Arango, Obando y Posada (2010)—. Estos resultados son similares a los encontrados por Blanchflower y Oswald (1994) para diferentes países desarrollados, los cuales encuentran una elasticidad cercana a $-0,1$.

Según se aprecia en la tabla 1, en Colombia se ha adoptado recientemente esta forma de modelación en el mercado laboral, la cual ha sido utilizada para ver el efecto de la eliminación de los impuestos parafiscales sobre el empleo (la tasa de desempleo) (Hernández, 2012; Botero, 2011; Barrera, Ligth y Rutherford, 2005). Sin embargo, esta modelación se ha utilizado para observar cómo se comporta el mercado laboral ante choques de financiamiento de la seguridad social o choques externos (González y Núñez, 2011). En todos los casos se ha utilizado una forma *ad hoc* para la introducción de la curva de salarios, es decir, no derivada a partir de las decisiones de los agentes.

El modelo de equilibrio general computable con desempleo

La base del experimento computacional es un MEGC para una economía pequeña con gobierno e impuestos. Hay firmas que adquieren factores primarios, propiedad del hogar representativo y bienes intermedios producidos por otras firmas. El Gobierno impone tributos a los agentes privados, consume bienes finales y efectúa transferencias a los hogares.

Tabla 1. Modelos de equilibrio general computable con desempleo

Autores	Año de referencia	Simulaciones	Principales resultados
Hernández (2012)	Año base 2005	Eliminación de los impuestos parafiscales con y sin sustitución de otros de impuestos.	Disminución de la tasa de desempleo si no hay sustitución por otro tipo de impuestos. En caso de reemplazo por otro tipo de impuestos, el efecto sobre la tasa de desempleo es nulo.
Botero (2011)	Año base 2007	Congelamiento del salario mínimo; eliminación de los impuestos parafiscales con y sin sustitución de impuestos; incremento del gasto de educación para la población con menores recursos.	Incremento del salario mínimo a una tasa de 1,5% anual por cinco años; disminución del empleo en 390.000 plazas. La eliminación gradual de los parafiscales produce una disminución de 0,6% de la tasa de desempleo, pero el valor es nulo al reemplazarlo con otros impuestos. El único escenario que produce efectos sobre la distribución del ingreso y la pobreza es el aumento del gasto en educación a través de una mayor cobertura.
Barrera, Ligth y Rutherford (2005)	Año base 1999	Aumento de los impuestos parafiscales con y sin sustitución de los recaudos de otros impuestos.	Un incremento de 2,0% en los impuestos parafiscales aumenta el desempleo en 52.000 personas.
González y Núñez (2011)	Año base 2005	Simulación de choques externos y políticas de protección social.	Las políticas comerciales han beneficiado a los más pobres y han servido para diversificar el riesgo en el caso de desfinanciamiento del sector externo. Ahora bien, una política de subsidios podría llevar a mayores cargas fiscales.

Fuente: elaboración propia.

La economía modelo comprende $j = i = 1, \dots, n$ firmas que combinan *inputs* primarios y materiales producidos por otras firmas como insumos intermedios. Las firmas pagan tributos sobre su uso de capital y de trabajo. La producción se representa como una estructura multinivel; por ejemplo, en el caso de la firma j , la producción bruta está dada por:

$$xd_j = f(k_j, l_j; xd_{1j}, \dots, xd_{ij})$$

donde xd_{ij} es la cantidad de bien i que la firma j usa en su producción. Sean va_j e io_j el valor agregado y la demanda de *inputs* intermedia de la firma j -ésima, la producción bruta, en un primer nivel, es una función g_j que agrega esas dos componentes:

$$xd_j = g_j(va_i, io_j)$$

En el segundo nivel hay dos funciones agregadoras adicionales:

$$\begin{cases} va_j = g(k_j, l_j) \\ io_j = h(xd_{1j}, \dots, xd_{ij}) \end{cases}$$

Para el caso de la función xd_j , se considera una agregación del tipo de Leontief; las demandas por valor agregado e *inputs* intermedios son proporciones fijas de la producción bruta, es decir:

$$\begin{cases} va_j = b_j xd_j \\ io_j = (1 - b_j) xd_j \end{cases}$$

Para el caso de la función del valor agregado, en el segundo nivel, se considera una agregación Constant Elasticity of Substitution (CES):

$$va_j = \left[\gamma_j k_j^{\rho_j} + (1 - \gamma_j) l_j^{\rho_j} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}$$

Los parámetros γ_j corresponden a los coeficientes de distribución habituales, y $\rho_j = (\sigma_j - 1) / \sigma_j$ es un parámetro de sustitución. Dado $va_j = b_j xd_j$, el valor bruto de la producción puede ponerse en función de los *inputs* primarios:

$$xd_j = \varphi_j \left[\gamma_j k_j^{\rho_j} + (1 - \gamma_j) l_j^{\rho_j} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}$$

con $\varphi_j = b_j^{-1}$ como el parámetro de escala. En cuanto a los consumos intermedios, considere la demanda por el i -ésimo *input* intermedio de la firma j -ésima:

$$xd_{ij} = d_{ij}i\theta_j$$

179

o sea,

$$xd_{ij} = d_{ij}[(1 - b_j)xd_j] = A_{ij}xd_j$$

siendo $A_{ij} = xd_{ij} / xd_j$ una n -matriz de coeficientes técnicos. Un hogar representativo elige su consumo de bien j -ésimo, c_j , para maximizar una función de retorno típica, es decir, en el óptimo

$$c_i^* = \operatorname{argmax}\{u_i(c_i) \mid \Sigma_i(1 + \tau_i^c) \cdot p_i \cdot c_i = M_i\}$$

El ingreso total del consumidor proviene de tres fuentes: el alquiler del capital a las firmas, los salarios y las transferencias del Gobierno.

$$y = p_K \cdot ks + p_L \cdot ls + trf$$

Sobre el ingreso, el Gobierno impone un tributo. Los recursos remanentes se consumen o se destinan al ahorro, que en este modelo estático es una fracción constante $m\text{ps}$:

$$s^H = m\text{ps} \cdot (1 - \tau^y)y$$

Por lo tanto, el ingreso disponible del consumidor viene dado por

$$M = (1 - \tau^y)y - s^H$$

El consumo, asumiendo la utilidad Cobb-Douglas, está dado por:

$$(1 + \tau_i^c)p_i c_i^* = \alpha^H (1 - \tau^y)y - s^H$$

$$(1 + \tau_i^c)p_i c_i^* = \alpha^H M$$

El Gobierno financia su actividad y consumo de mercancías con los recaudos de impuestos que efectúa sobre los agentes económicos. El recaudo del Gobierno puede expresarse así:

$$taxr = \sum_i (\tau_i^c \cdot p_i \cdot c_i + \tau_i^k \cdot p_K \cdot k_i + \tau_i^l \cdot p_L \cdot l_i) + \tau^y \cdot y$$

donde $\tau = (\tau_i^c, \tau_i^k, \tau_i^l, \tau^y)$ es un vector de instrumentos con los que se grava el consumo privado de la mercancía *j-ésima*; el uso de capital de la *j-ésima* firma; el consumo de trabajo de la empresa *j-ésima*; y el ingreso del hogar representativo. De los recursos recaudados, el Gobierno transfiere una parte a los hogares y el resto la consume o la ahorra. El balance del Gobierno, por lo tanto, puede expresarse de la siguiente forma:

$$\sum_i p_i \cdot c_i^G = taxr - s^G - trf$$

Siendo *trf* el monto transferido a los hogares, *s^G* el ahorro público, y *c_i^G* el consumo del Gobierno en la *j-ésima* mercancía, el problema de maximización que representa el modelo a continuación constituye una solución a dicho consumo.

$$c_i^{G*} = argmax \left\{ u^G(c_i^G) : \sum_i p_i \cdot c_i^G \leq taxr - s^G - trf \right\}$$

El equilibrio competitivo para esta economía es un vector $p = (p_p, p_K, p_L)$, tal que el sistema de ecuaciones de exceso de demanda se satisface. En presencia de desempleo endógeno, sin embargo, el conjunto de condiciones que garantiza un equilibrio para la situación competitiva no se mantiene. En particular, el sistema de exceso de demanda puede ser puesto de la siguiente manera:

$$Z(p) := \begin{cases} 0 & = \quad xd_j(p) - \sum_i A_{ij}xd_j(p) + c_i^*(p) + c_i^{G*}(p) + inv^*(p) \\ 0 & = \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad ks - \sum_j k_j^*(p) \\ 0 & = \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad ls - unempl - \sum_j l_j^*(p) \end{cases}$$

Donde, a diferencia de lo que sucede en el mercado de capital, el *stock* de trabajo no se agota en las actividades económicas activas, y observa una brecha entre el trabajo disponible y el utilizado por las n distintas actividades económicas activas en la economía. Bajo estas circunstancias, son varios los ajustes que deben ser incorporados al modelo. Por ejemplo, el ingreso del hogar representativo incluirá explícitamente la parte no realizada del *stock* de trabajo como argumento definidor del ingreso:

$$y = p_K \cdot ks + p_L \cdot (ls - unempl) + trf$$

Por otra parte, si se considera un beneficio de desempleo típico, las transferencias del Gobierno al consumidor adoptan la siguiente especificación:

$$trf = \vartheta \cdot pl \cdot unempl + ipc \cdot \overline{trf}$$

siendo $\vartheta \cdot pl \cdot unempl$ una fracción de la renta del trabajo que se obtendría bajo pleno empleo, $\vartheta \in [0,1]$ la tasa a la cual el seguro de desempleo reemplaza la renta corriente del consumidor, y \overline{trf} el resto de transferencias que, de modo exógeno, el Gobierno efectúa.

En la versión competitiva del modelo, la ecuación asociada a los precios es la de beneficio cero, la cual garantiza que el precio de una mercancía esté asociada a su costo marginal. En presencia de desempleo endógeno, la introducción de una curva de salario à la Blanchflower y Oswald (1994) sirve al propósito de la determinación de los salarios de equilibrio. Sean $t = \{0,1\}$ dos momentos: el del equilibrio de *benchmark* y el de la situación alternativa que se genera por un cambio paramétrico en el modelo, la curva de salarios puede expresarse de la siguiente forma:

$$\left(\frac{p_L^1 / ipc^1}{p_L^0 / ipc^0} \right) = -\psi \left(\frac{unempl^1 / ls^1}{unempl^0 / ls^0} - 1 \right)$$

El modelo incorpora condiciones de beneficio cero y definiciones para los índices de precios que nominalizan las transferencias del Gobierno, las cuales, junto con las definiciones de las demandas de *inputs* primarios de las firmas, suman un total de $(8n + 9)$ ecuaciones en $(8n + 9)$ variables.

Datos y calibración del modelo

Consideramos $n = 3$ actividades económicas, por lo que el sistema de ecuaciones por resolver contendrá 33 ecuaciones y 33 variables endógenas, y un sistema cuadrado que se resuelve numéricamente como un *constrained non-linear system* en el *software* GAMS.

En la tabla 2 se observan los datos de un modelo contable de economía competitiva que se utilizan en el modelo experimental. El valor de referencia es el valor bruto de la producción (VBP), y respecto a este se miden los demás resultados económicos registrados en la economía modelo. Por ejemplo, si el VBP ascendiera a 616 unidades monetarias, el valor agregado (VA), que es del 64,9%, sería de 400 unidades monetarias; en tanto que el uso total de capital sería de 170 unidades monetarias y el consumo de trabajo, de 230. Como se verá, la confección de medidas relativas para la evaluación del bienestar se facilita con estas convenciones.

Tabla 2. Sistema de cuentas económicas. Economía modelo (unidades monetarias medidas respecto del valor bruto agregado de la producción)

Cuenta		Sector 1	Sector 2	Sector 3	Total
Valor bruto de la producción	VBP	0,399	0,195	0,406	1,000
Valor agregado	VA	0,227	0,130	0,292	0,649
Consumo privado	C	0,237	0,081	0,000	0,318
Consumo del Gobierno	CG	0,000	0,000	0,406	0,406
Inversión	Inv	0,024	0,008	0,000	0,032
Ventas intermedias	VI	0,138	0,106	0,000	0,244
Consumo de capital	K	0,081	0,097	0,097	0,276
Consumo de trabajo	L	0,146	0,032	0,195	0,373

Nota. Los datos de esta tabla, convenientemente ordenados, dan lugar a una matriz de contabilidad social típica.

Fuente: elaboración propia.

Se ha elegido, adicionalmente, un juego de parámetros sueltos que caracterizan los procesos productivos en los dos niveles, [4] y [5], que según se ha hipotetizado, representan la producción, y se han calibrado algunos otros que parametrizan la conducta de los microagentes en el modelo. En la tabla 3 se presentan los datos

Tabla 3. Parámetros del modelo computacional

Parámetro		Sector 1	Sector 2	Sector 2	Agregado
Elasticidad de sustitución (VA)	σ_i^{\S}	0,800	1,200	0,800	n/a
Parámetro de sustitución (VA)	ρ_i	(0,250)	0,167	(0,250)	n/a
Parámetro de distribución (VA)	γ_i	0,291	0,682	0,296	n/a
Parámetro de escala (VA)	ϕ_i	3,274	2,778	2,592	
Participación del bien j en el consumo privado	α_j^H	0,769	0,231	0,000	n/a
Inversión relativa del bien j	α_j^I	0,750	0,250	0,000	n/a
Gasto relativo del Gobierno en el bien j	α_j^G	0,000	0,000	1,000	n/a
Tasa implícita de impuestos al consumo bien j	τ_j^C	0,253	0,100	...	n/a
Tasa implícita de impuesto al trabajo, sector j	τ_j^L	0,400	0,400	...	n/a
Tasa implícita de impuesto al uso del capital, sector j	τ_j^K	0,200	0,200	...	n/a
Tasa implícita de impuesto a la renta	τ^Y	...	...	...	0,386
Valor del stock de capital	ks^*	...	...	...	0,276
Demanda agregada observada de trabajo	ls^*	...	...	...	0,390
Desempleo observado	$unempl^*$	...	...	...	0,016
Elasticidad desempleo del salario (B&O)	ψ^{\S}	...	...	...	(0,100)

§ Parámetro suelto

* Valor como proporción del VBP.

Fuente: elaboración propia.

La primera sección de la tabla 3 registra los valores de los parámetros de las funciones de valor agregado [7] para cada uno de los tres sectores representados; partiendo de una estimación de la elasticidad de sustitución σ_j , se calibra el resto de parámetros incluidos en la representación del valor agregado. El siguiente

juego de parámetros se obtiene de un proceso de calibración que supone que las funciones de retorno del hogar representativo, del Gobierno y de un banco de inversión que redirige fondos prestables a quienes demandan recursos de inversión son funciones linealmente homogéneas de la clase Cobb-Douglas. Las tasas de impuestos corresponden a los recaudos observados en el equilibrio contable base y, por razones atinentes a las tecnologías del recaudo, así como a procesos de evasión y elusión, normalmente no coinciden con las tasas nominales de impuestos. Los valores del *stock* de capital y de empleo describen ofertas inelásticas de *inputs* primarios. El *stock de trabajo* es la suma del empleo total más el desempleo. Finalmente, para la elasticidad desempleo del salario (Ψ) se ha elegido el valor sugerido por Blanchflower y Oswald (1994), que es de $-0,1$.

Simulación y resultados

Un MEGC sirve al propósito de valorar cambios en el *statu quo* generados por cambios en la política, que suele representarse como un conjunto de variables instrumentales a disposición del tomador de decisiones. Dichas variables incluyen tasas de impuestos o valores de racionamiento y manifiestan distintos intereses del Gobierno respecto del sistema controlado (la economía). Un ejercicio de interés tiene que ver también con la estimación de las consecuencias de choques exógenos, introducidos al sistema por cambios no anticipados de variables que, siendo exógenas, no están bajo control del tomador de decisiones en el modelo.

Sin embargo, la primera tarea en el proceso de modelamiento del MEGC no consiste en obtener resultados contrafácticos —dados ciertos cambios en los valores que, por ejemplo, aparecen en la tabla 3—, sino en comprobar que el modelo, que en nuestro caso comprende el sistema [19], reproduce exactamente la información sobre flujos económicos registrada en la matriz de contabilidad social (tabla 2). La reproducción fiel de los datos del *benchmark* debe ser inmediata y no debe requerir esfuerzo computacional; al mismo tiempo, el modelo debe observar la Ley de Walras y ser homogéneo de grado cero en precios. Finalmente, dadas las previsiones que surgen de la introducción de una curva de salario [22], se debería obtener un resultado coherente con el resultado subyacente a la proposición de Blanchflower y Oswald (1994).

El primer ejercicio consiste en simular, por ejemplo, la disminución de la tasa (implícita) de impuestos a la nómina cuando el parámetro de la curva de salarios

es $-0,10$. La tabla 4 registra los resultados del experimento para el caso de la economía colombiana, los cuales se reseñan al comienzo del presente artículo, pero corresponden a las condiciones teóricas que surgen del comportamiento optimizador que se supone caracteriza a los agentes en el modelo.

La columna “Base” contiene el equilibrio inicial cuando $VBP = 616$ y el stock total de trabajo $l_s = 240$, de los cuales 230 son utilizados con un nivel de desempleo de 10. El bien numerario es, en este caso, el capital. En el equilibrio inicial, y por la condición de Harberger, $p_k = p_L = p_j = 1$. Las columnas siguientes registran los valores relevantes para los equilibrios alternativos, cuando τ_L se reduce en 10 %, y cuando al tiempo que se observa este cambio, se varían las elasticidades de sustitución de las firmas.

Tabla 4. Efectos de una reducción en la tasa de impuestos a la nómina (escenarios base y contrafactuales)

Variable	Base	$-10\% \tau_j^L$	$-10\% \tau_j^L$ $\sigma_j/10$	$-10\% \tau_j^L$ $\sigma_j \times 10$
VBP	616.000	616.927	616.807	617.871
VA	400.000	400.026	400.016	400.027
C	196.000	199.729	199.533	199.788
CG	250.000	246.818	246.912	247.696
INV	20.000	20.381	20.362	20.387
VI	150.000	150.000	150.000	150.000
k	170.000	170.000	170.000	170.000
l	230.000	230.026	230.016	230.027
u	113.974	116.161	116.063	116.192
$unemp$	10.000	9.974	9.984	9.973
p_k	1,000	1.000	1.000	1,000
p_L	1,000	1.014	0,994	1,017
p_1	1,000	0,987	0,975	0,988
p_2	1,000	0,993	0,988	0,994
p_3	1,000	1.007	0,995	1,008
CV		7,963	7,527	8,091
EV		8,058	7,697	8,175

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del modelo.

Los resultados del primero de los ejercicios contrafácticos muestran que el modelo recoge la variación que impone la curva de salarios, especificada computacionalmente a través de la función de costes, que es el lugar del modelo en el que se observa el primer impacto de la reducción del impuesto. La reducción del coste redundaría en un aumento de la demanda de trabajo (reducción de la tasa de desempleo), que debería reflejarse en un aumento del salario, el cual, según como lo exponen Blanchflower y Oswald (1994b, p. 17), resulta superior en 1,39% al salario base. Por esta misma razón el precio del bien [3], que es el más intensivo en trabajo (tabla 2), aumenta.

Por supuesto, los resultados dependen de interacciones con otras variables exógenas del modelo. En efecto, las dos últimas columnas de la tabla 4 registran los equilibrios que se obtienen cuando, al tiempo que la tasa de impuestos a la nómina se reduce, las elasticidades de sustitución en el paquete K-L se modifican, haciéndolas diez veces menores (baja elasticidad de sustitución) o diez veces mayores que en la especificación base.

Reviste especial interés el caso de la baja elasticidad de sustitución, porque la reducción en el valor del desempleo es bastante menor que en los casos de mayor elasticidad, ya que solo alcanza el 16% (cuando en el caso base es del 26%). No sorprende, bajo estas circunstancias, que el cambio en el precio relativo del salario sea cercano a cero (aun cuando negativo) y que la demanda permanezca casi constante. Ha de recordarse que cuando $\sigma_j \rightarrow 0$, la agregación CES tiende a tornarse una función de producción de coeficientes fijos.

Si bien conviene tener en cuenta que las interacciones entre los parámetros que caracterizan los instrumentos de política y las demás entidades exógenas del modelo pueden modificar los resultados de una forma que está lejos de ser inocua, el resultado general es bastante aceptable.

Naturalmente el valor de la elasticidad salario del desempleo tiene impacto y ejerce influencia sobre los resultados del equilibrio contrafactual, que resulta sensible a cambios en estos valores. Arango et al. (2010) estiman una curva de salarios para Colombia, cuyo parámetro central varía entre $-0,083$ y $-0,1402$. El conjunto de simulaciones, cuyos resultados se reportan en la tabla 5, ilustra la sensibilidad del equilibrio contrafactual al valor de ψ para los valores reportados por Arango et al., es decir, para $\psi \in [-0.1402, -0.083]$.

En la tabla 5, cada columna registra el equilibrio para un choque sobre la tasa de impuestos al trabajo, equivalente a una disminución del 10% para valores de $\psi \in [-0.1402, -0.083]$, según las estimaciones de Arango et al. Las simulaciones

presentan resultados adecuados en cuanto a estabilidad. En efecto, mientras es mayor el valor absoluto de la elasticidad que se viene estudiando, la respuesta del salario es mayor y la respuesta del desempleo es menor, según la descripción subyacente a la curva de salario. Como es obvio, el valor de la elasticidad de Blanchflower y Oswald (1994) determina en buena parte el resultado del análisis.

Tabla 5. Sensibilidad del equilibrio a cambios en la elasticidad desempleo de los salarios

	1	3	5	7	9	10
VBP	622.636	621.901	621.419	621.060	620.775	620.654
VA	403.074	402.495	402.176	401.940	401.754	401.673
C	200.312	199.878	199.756	199.690	199.643	199.624
CG	250.279	248.932	248.537	248.285	248.088	248.003
INV	20.441	20.396	20.384	20.377	20.372	20.370
$\sum_j^{ks} k_j$	170.000	170.000	170.000	170.000	170.000	170.000
$\sum_j l_j$	233.074	232.495	232.176	231.940	231.754	231.673
U_{nempl}	6.926	7.505	7.824	8.060	8.246	8.327
l_s	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
p_K	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
p_L	1,0150	1,0150	1,0150	1,0160	1,0160	1,0160
p_1	0,9880	0,9900	0,9910	0,9910	0,9910	0,9910
p_2	0,9950	0,9960	0,9960	0,9960	0,9960	0,9960
p_3	1,0070	1,0110	1,0120	1,0120	1,0130	1,0130
Ψ	-0,0830	-0,0960	-0,1090	-0,1230	-0,1360	-0,1420

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del modelo.

La introducción de desempleo involuntario en modelos de equilibrio económico general constituye una forma estándar de incorporar elementos no competitivos a modelos computacionales de tradición neoclásica. No obstante la sencillez con que es posible adelantar esta tarea, parece resultar de importancia la elección de los parámetros que caracterizan la relación entre los niveles relativos de desempleo y los salarios, por un lado, y la forma como estos parámetros interactúan con otros parámetros —libres o calibrados— del modelo, por el otro.

Como el nivel agregado de empleo está determinado por la sensibilidad relativa de los salarios a la tasa (local) de desempleo, y estos resultados afectan el ingreso de los hogares representativos, se puede anticipar que una mayor o menor sensibilidad de dicha elasticidad, y su interacción con otras variables exógenas del modelo, puede conducir a diferentes valores de los indicadores de bienestar (CV y EV en la tabla 4), que motivan distintos énfasis en las iniciativas de política que estos modelos suelen informar. Como en todos los casos en los que se presenta incertidumbre sobre estos valores, vale recordar la advertencia de Kenneth J. Arrow respecto de esta clase de herramientas de análisis: “Úsese con precaución”.

Referencias

- Arango, L. E. Obando, N. y Posada, C. E. (2010). Sensibilidad de los salarios al desempleo regional en Colombia: nuevas estimaciones de la curva de salarios. *Borradores de Economía*, 590.
- Arrow, K. J. (2005). Personal reflections on applied general equilibrium models. En T. Kehoe, T. N. Srinivasan y J. Whalley (Eds.), *Frontiers in applied general equilibrium modeling in honor of Herbert Scarf*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Barrera, F., Ligth, M. y Rutherford, T. (2005). Equity and efficiency costs of raising tax revenue in Colombia. En R. M. Bird, J. M. Poterba y J. Slemrod (Eds.), *Fiscal reform in Colombia. Problems and prospects*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Blanchflower, D. y Oswald, A. (1994a). *The wage curve*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Blanchflower, D. Oswald, A. (1994b). *An introduction to the wage curve*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Böhringer, C., Boeters, S. y Feil, M. (2005). Taxation and unemployment: An applied general equilibrium approach. *Economic Modelling*, 22, 81-108.
- Böhringer, C., Rutherford, T. y Wiegard, W. (2003). Computable general equilibrium analysis: Opening a black box. *ZEW Discussion Papers*, 56.
- Botero, J. (2011). *Desempleo e informalidad en Colombia: un modelo de equilibrio general computable*. Bogotá: Universidad EAFIT.
- González, N. y Núñez, J. (2011). Colombia. En M. Sánchez y P. Sauma (Eds.), *Vulnerabilidad económica externa, protección social y pobreza en América Latina*. Quito: FLACSO Sede Ecuador, CEPAL, UN/DESA.
- Hernández, G. (2012). Payroll taxes and the labor market: A computable general equilibrium analysis. *Latin American Journal of Economics*, 49(1), 99-123.
- Hutton, J. y Ruocco, A. (1994). Tax reform and employment in Europe. *International Tax and Public Finance*, 6(3), 263-287.
- Iregui, A. M., Melo, A. y Ramirez, M. T. (2010). Downward wage rigidities and other firms' responses to an economic slowdown: Evidence from a survey of Colombian firms. *Borradores de Economía*, 612.

Ramos, R., Duque, J. y Surinach, J. (2009). Is the wage curve formal or informal? Evidence for Colombia. *IZA Discussion Papers*, 4461.

Sánchez, F. y Núñez, J. (1998). La curva de salarios para Colombia: una estimación de las relaciones entre el desempleo, la inflación y

los ingresos laborales, 1984-1996. *Archivos de Economía*, 80.

Segura, J. (2010). Para leer a Shoven y Whalley. Otra introducción al modelamiento de equilibrio general aplicado. *Equidad & Desarrollo*, 7(1), 23-54.