Investigaciones Económicas (Segunda época). Vol. XIII, n.º 1 (1989), págs. 155-166

FLUJOS BILATERALES DE COMERCIO INTERNACIONAL, ECUACION DE GRAVEDAD Y TEORIA HECKSCHER-OHLIN

Marcos SANSO, Rogelio CUAIRAN y Fernando SANZ
Universidad de Zaragoza

En este artículo se pone de manifiesto en base al modelo de teoría del comercio internacional 2 × 2 × 2 con funciones de utilidad y producción del tipo Cobb-Douglas que la ecuación de gravedad, que relaciona el valor de los flujos monetarios de comercio entre dos países con sus rentas y poblaciones respectivas y la distancia entre ellos, no es compatible con la teoría Heckscher-Ohlin. La razón fundamental de la incompatibilidad está en que la influencia de las variables de los dos países en la citada ecuación, excepto la distancia, es distinta de la que se desprende de la teoría, aunque la forma funcional sea parecida y aparezcan exactamente las mismas variables. Tampoco se cumple cuando se introducen los costes de transporte la propiedad de simetría, característica de la ecuación de gravedad.

1. Introducción

Es un tópico en Economía Internacional afirmar que la ecuación de gravedad representa satisfactoriamente la forma en la que se determinan los flujos de comercio bilateral entre los distintos países en un período de tiempo *(cross-section)* a la vez que se reconoce que no existe una fundamentación teórica sólida de la misma. Así, Deardorff (1984), en el más reciente *survey* sobre el contraste de teorías del comercio internacional, afirma:

«... la ecuación de gravedad, y elaboraciones de la misma, nos dicen algo importante de lo que sucede en el comercio internacional, incluso aunque no nos digan por qué. Su éxito empírico deberá añadirse a la lista de fenómenos a explicar y no debería ser considerada como concreción del contraste de una teoría alternativa del comercio. Queda por ver si teorías alternativas que se han propuesto pueden explicar el éxito de la ecuación de gravedad.»

La teoría Heckscher-Ohlin da una explicación bastante menos que completa del comercio internacional. Esto es reconocido por la generalidad de los autores dedicados a esta parcela de la Teoría Económica. Hay muchos fenómenos que no son explicados por ella. Puede verse una relación de los mismos en el citado artículo de Deardorff o en Helpman-Krugman (1985). Algunos de éstos pueden estar recogidos en el comportamiento que describe la ecuación de gravedad, pero en ningún lugar puede encontrarse una referencia clara sobre la compatibilidad o incompatibilidad de dicha ecuación con la teoría Heckscher-Ohlin. De la lectura de la literatura existente se puede deducir fácilmente la conclusión de que dicha ecuación explica cosas que no puede explicar la citada teoría, pero que es, no obstante, compatible con la misma.

En efecto, los dos intentos más notables de proporcionar una fundamentación teórica a dicha ecuación que son Anderson (1979) y Bergstrand (1985) nunca explicitan contradicción alguna entre las citadas ecuación y teoría; es más, incluso de sus aportaciones se desprende la conclusión de que no tiene por qué haber contradicción entre las dos. Así, en el primero de estos artículos se deduce una forma funcional parecida a la ecuación de gravedad a partir de un sistema de gasto en el que todos los países tienen idéntica función de utilidad y existe diferenciación de productos por países de origen. Introduce algunos elementos que no se deducen directamente del planteamiento teórico como la dependencia de determinadas proporciones de gasto de la renta, de la población o de la distancia entre países, lo cual le permite llegar a una formulación de los flujos bilaterales semejante a la ecuación de gravedad. En conclusión, pues, no llega a una deducción directa de la ecuación a partir del planteamiento del sistema de gasto; necesita forzar más las cosas, por lo que no es una fundamentación estrictamente teórica de la ecuación. En cualquier caso, y obviando esta última cuestión, salvo la diferenciación de productos por países de origen, el resto de los supuestos son compatibles con el planteamiento de la teoría Heckscher-Ohlin. Esta diferenciación de productos implica la disponibilidad del bien en cada país solamente. En este caso es posible la aplicación de Heckscher-Ohlin, porque aunque no hay productos homogéneos en cuya producción intervengan factores idénticos que poseen los distintos países y no podamos hablar de intensidades y de dotaciones relativas, sí que podemos hablar de que cada país posee algún factor productivo exclusivo (que no posee ningún otro país) que le permite producir en exclusiva un tipo de producto que, en consecuencia, exportará. Así, cada país exporta el bien que es intensivo en el factor o factores productivos en el/los que está mejor dotado. Es un caso extremo de aplicación de la teoría Heckscher-Ohlin.

Por lo que respecta al segundo de estos artículos, el de Bergstrand llega a determinar que la ecuación de gravedad es una forma reducida de un subsistema de equilibrio parcial proviniente de un modelo de equilibrio general del comercio mundial con los bienes diferenciados, asimismo, por su país de origen. Considera que en cada país existe un único factor de producción (que no tiene por qué ser el mismo en los distintos países), que la función de producción y la de utilidad son del tipo CES y que hay separabilidad en la función de utilidad entre importables y producción doméstica. Además, para poder llegar al sistema de equilibrio parcial supone que el flujo de comercio entre cada dos países es muy pequeño con respecto a las respectivas producciones y al comercio total, y que son idénticas las funciones de utilidad y producción de los distintos países. Esta última condición la impone comentando que es habitual en modelos de comercio internacional como el de Heckscher-Ohlin, lo cual pone de manifiesto que no ve incompatibilidad alguna entre la ecuación que está tratando de justificar desde el punto de vista teórico y esta teoría. Nuevamente, al considerar bienes diferenciados por países, estamos ante un caso extremo de validez de la teoría Heckscher-Ohlin.

Existen otros intentos de justificación de la ecuación, como los de Leamer-Stern (1970), Linnemann (1966), Aitken (1973), Geraci-Prewo (1977) y (1982) y Sapir (1981), pero son mucho más *ad-hoc* que los dos a los que nos hemos referido previamente. En ninguno de ellos se hace referencia alguna a la relación entre la ecuación y la citada teoría. Incluso se da la circunstancia de que en Leamer (1974) se utiliza la estructura de una ecuación de gravedad para contrastar la validez de la explicación del comercio en base a las dotaciones de factores.

En síntesis, a nuestro entender queda sin explicarse si con la ecuación de gravedad se está haciendo algo totalmente distinto a lo que permite la teoría Heckscher-Ohlin o, por el contrario, dicha teoría es totalmente compatible con la ecuación de gravedad en casos que no sean extremos como lo son los de Bergstrand y Anderson. Se trata, entonces, de una cuestión abierta.

En el presente trabajo nos proponemos plantear esta cuestión de compatibilidad en el caso más característico de la citada teoría, aquél en el que existen dos bienes, dos factores productivos y dos países, y tanto las funciones de producción como de utilidad son del tipo Cobb-Douglas.

2. Propiedades de la ecuación de gravedad

Brevemente podemos concretar las propiedades de la ecuación de gravedad en las siguientes:

a) Forma funcional doble logarítmica en las rentas, las poblaciones y la distancia.

$$M_{ij} = AL_i^{\beta 1} L_j^{\beta 2} Y_i^{\beta 3} Y_j^{\beta 4} D_{ij}^{\beta 5} u_{ij} \qquad [1]$$

donde:

M_{ij} = Valor corriente de las ventas del país i al j.
A = Constante.
L = Población.
Y = Valor corriente de la renta.
D = Distancia.
u = Perturbación aleatoria logarítmico normal.

b) Es una ecuación de validez general, ya que es aplicable a todos los países por igual.

c) Es una ecuación caracterizada por la simetría al proporcionar los flujos de comercio en cualquiera de los sentidos.

d) El sentido de la influencia de las variables es el siguiente: las poblaciones influyen negativamente y sus elasticidades suelen estar alrededor de $-0{,}4$, las rentas influyen positivamente y sus elasticidades suelen estar cercanas a la unidad, la distancia influye negativamente y la constante es positiva (Aitken (1973), Anderson (1979)).

3. Ecuación de los flujos monetarios bilaterales de comercio sin costes de transporte

En el presente apartado vamos a deducir la ecuación de los flujos de comercio que se desprende del habitual modelo $2 \times 2 \times 2$ que se utiliza en la teoría del comercio internacional cuando las funciones de utilidad y de producción son Cobb-Douglas y no existen costes de transporte (no es relevante la distancia). En el apartado siguiente introduciremos los costes de transporte.

Sean dos países, A y B, que producen los dos bienes, $X1$ y $X2$, según las siguientes funciones de producción, idénticas en ambos países:

$$X1 = L_1^{\alpha} K_1^{1-\alpha} \qquad 0 < \alpha < 1 \qquad [2]$$

$$X2 = L_2^{\beta} K_2^{1-\beta} \qquad 0 < \beta < 1 \qquad \alpha > \beta \qquad [3]$$

L y K son los factores productivos trabajo y capital. Con el subíndice 1 ó 2 nos indican la cantidad utilizada en la producción del bien correspondiente. El bien $X1$ es intensivo en trabajo al ser α mayor que β. Sean, además, L_A, L_B, K_A y K_B las dotaciones de los dos países, tal que:

$$\frac{K_A}{L_A} < \frac{K_B}{L_B} \qquad [4]$$

lo cual significa que el país A está relativamente mejor dotado en trabajo y el B en capital. Según la teoría Heckscher-Ohlin el primer país exportará el bien $X1$ y el segundo $X2$. Lo que nos interesa llegar a determinar es si existe una única ecuación que explique los flujos monetarios entre los dos países y en los dos sentidos en función de las rentas y de las poblaciones respectivas.

Las funciones de oferta de cada bien en cada país serán, dadas esas funciones de producción (usando la terminología de Miller-Spencer (1977)):

$$X1_i^s = \frac{g^{\alpha-1}\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}}{\alpha-\beta}\left[(1-\beta)P^{\frac{\alpha-1}{\alpha-\beta}}L_i - \beta g P^{\frac{\alpha}{\alpha-\beta}}K_i\right] \qquad [5]$$

$$X2_i^s = \frac{g^{\beta-1}\beta^{\beta}(1-\beta)^{1-\beta}}{\alpha-\beta}\left[\alpha g P^{\frac{\beta}{\alpha-\beta}}K_i - (1-\alpha)P^{\frac{\beta-1}{\alpha-\beta}}L_i\right] \qquad [6]$$

$$i = A, B$$

en donde:

$$g = \left(\frac{\alpha^{\alpha}(1 - \alpha)^{1-\alpha}}{\beta^{\beta}(1 - \beta)^{1-\beta}}\right)^{\frac{-1}{\alpha-\beta}} \quad [7]$$

$$P = P2/P1 \quad [8]$$

Siendo $P1$ y $P2$ los precios de los respectivos bienes.
Si la función de utilidad es también idéntica en los dos países e igual a:

$$U = X1^{\sigma}X2^{1-\sigma} \quad [9]$$

las funciones de demanda de los bienes en los dos países serán:

$$X1_i^d = \frac{Y_i}{P1}\sigma \qquad X2_i^d = \frac{Y_i}{P2}(1 - \sigma) \quad [10]$$

en donde:

$$Y_i = P1X1_i^s + P2X2_i^s \quad [11]$$

Con estos dos tipos de funciones se puede determinar el equilibrio del comercio para los dos países, que se da para el precio relativo:

$$P* = \left(\frac{(1 - \sigma)(1 - \beta) + \sigma(1 - \alpha)}{g[(1 - \sigma)\beta + \sigma\alpha]}\right)^{\alpha-\beta}\left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-\beta} \quad [12]$$

$$L = L_A + L_B \qquad K = K_A + K_B$$

En el equilibrio, los excesos de demanda serán:

$$X1_i^d - X1_i^s = \frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^{\alpha}}{g^{\alpha-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\alpha-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-1}L_i\left(\frac{K_i}{L_i}\frac{L}{K} - 1\right) \quad [13]$$

$$X2_i^d - X2_i^s = \frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^{\beta}}{g^{\beta-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\beta-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\beta-1}L_i\left(\frac{K_i}{L_i}\frac{L}{K} - 1\right) \quad [14]$$

$$i = A, B$$

En base al equilibrio podemos escribir:

$$X1_B^d - X1_B^s = -(X1_A^d - X1_A^s) \qquad X2_A^d - X2_A^s = -(X2_B^d - X2_B^s) \quad [15]$$

de donde puede deducirse que:

$$L_A\left(1 - \frac{K_A}{L_A}\frac{L}{K}\right) = L_B\left(\frac{K_B}{L_B}\frac{L}{K} - 1\right) =$$

$$= L_A^{0,5}L_B^{0,5}\left(1 - \frac{K_A}{L_A}\frac{L}{K}\right)^{0,5}\left(\frac{K_B}{L_B}\frac{L}{K} - 1\right)^{0,5} \qquad [16]$$

Sustituyendo esta expresión en los excesos de demanda obtenemos:

$$X1_A^s - X1_A^d = X1_B^d - X1_B^s =$$

$$= \frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^\alpha}{g^{\alpha-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\alpha-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-1} L_A^{0,5}L_B^{0,5}\left(\frac{K_B}{L_B}\frac{L}{K}-1\right)^{0,5}\left(1-\frac{K_A}{L_A}\frac{L}{K}\right)^{0,5} \qquad [17]$$

$$X2_B^s - X2_B^d = X2_A^d - X2_A^s =$$

$$= \frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^\beta}{g^{\beta-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\beta-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\beta-1} L_A^{0,5}L_B^{0,5}\left(\frac{K_B}{L_B}\frac{L}{K}-1\right)^{0,5}\left(1-\frac{K_A}{L_A}\frac{L}{K}\right)^{0,5} \qquad [18]$$

Estos excesos de demanda son idénticos en valor porque si hacemos:

$$\frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^\beta}{g^{\beta-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\beta-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\beta-1} = \Phi' \qquad [19]$$

$$\frac{[(1-\sigma)(1-\beta)+\sigma(1-\alpha)]^\alpha}{g^{\alpha-1}[(1-\sigma)\beta+\sigma\alpha]^{\alpha-1}}\left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-1} = \Phi \qquad [20]$$

resulta que:

$$\Phi = \Phi' P* \qquad [21]$$

y por tanto:

$$P1*(X1_A^s - X1_A^d) = P1*(X1_B^d - X1_B^s) =$$

$$= \Phi' P2* L_A^{0,5}L_B^{0,5}\left(\frac{K_B}{L_B}\frac{L}{K} - 1\right)^{0,5}\left(1 - \frac{K_A}{L_A}\frac{L}{K}\right)^{0,5} =$$

$$= P2*(X2_B^s - X2_B^d) = P2*(X2_A^d - X2_A^s) \qquad [22]$$

Lo cual significa que una única ecuación sirve para determinar el valor de los flujos de comercio en los dos sentidos de manera que podemos escribir:

$$M_{ij} = \Phi' P2* L_i^{0,5}L_j^{0,5}\left(\frac{K_i}{L_i}\frac{L}{K} - 1\right)^{0,5}\left(1 - \frac{K_j}{L_j}\frac{L}{K}\right)^{0,5} \qquad [23]$$

donde M_{ij} es el valor de las ventas del país i al j con $i, j = A, B$.

Ahora bien, los dos paréntesis de esta última relación pueden expresarse en función de la renta *per cápita* del país (asimilando trabajo disponible total a población, lo cual no supone pérdida de generalidad). En efecto, a partir de la expresión de la renta en cada uno de los países y haciendo:

$$G = \alpha^{\alpha}(1 - \alpha)^{1-\alpha}\left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-1} \frac{[(1 - \sigma)(1 - \beta) + \sigma(1 - \alpha)]^{\alpha}}{[(1 - \sigma)\beta + \sigma\alpha]^{\alpha-1}} \qquad [24]$$

$$G^* = (1 - \sigma)(1 - \beta) + \sigma(1 - \alpha) \qquad [25]$$

se obtiene:

$$1 - \frac{K_i}{L_i}\frac{L}{K} = \left[\frac{P1^*G}{G^*} - \frac{Y_i}{L_i}\right]\frac{1}{P1^*G} \qquad [26]$$

$$i = A, B$$

Uno de los precios lo podemos considerar como constante y haciéndolo con $P1$, nos queda la siguiente ecuación que relaciona el valor de los flujos de comercio bilaterales en cualquier sentido con las poblaciones y la renta:

$$M_{ij} = Q_1 L_i^{0,5} L_j^{0,5}\left[Q_2 - \frac{Y_i}{L_i}\right]^{0,5}\left[\frac{Y_j}{L_j} - Q_2\right]^{0,5} \qquad [27]$$

$$Q_1 = \frac{\Phi' P^*}{G} = \frac{(1 - \sigma)\beta + \sigma\alpha}{g^{\alpha-1}\alpha^{\alpha}(1 - \alpha)^{1-\alpha}} \qquad Q_2 = \frac{P1^*G}{G^*} \qquad [28]$$

Se trata, para el caso simple que consideramos, de una relación entre las mismas variables que la ecuación de gravedad, por lo que podemos pasar a considerar si cumple o no las propiedades que para dicha ecuación se han explicitado en el apartado anterior.

En primer lugar, vemos que se trata de una función doblemente logarítmica, pero no en las poblaciones y las rentas sino en las poblaciones y sendas funciones de las rentas *per cápita,* con lo que encontramos una primera diferencia, aunque si solamente estuvieran aquí las diferencias no sería relevante. En segundo lugar vemos que la generalidad y la simetría se cumplen, puesto que una sola expresión explica todos los flujos y en todos los sentidos. Por último, y fundamental, está lo referente al sentido de la influencia de las variables que es donde se encuentran las diferencias radicales. En la ecuación de gravedad las dos rentas y las dos poblaciones influyen en el mismo sentido, positivo las primeras y negativo las segundas. En la ecuación a la que hemos llegado, las dos rentas influyen en sentido contrario, al igual que las dos poblaciones. La renta de un país, el relativamente abundante en trabajo, influye negativamente mientras que la del relativamente abundante en capital lo hace positivamente. Al contrario, la población del país relativamente abundante en trabajo influye positivamente en el valor de los flujos de comercio mientras que la del país relativamente abundante en capital influye negativamente. La razón es clara, todo lo que hace aumentar la divergencia en la dotación de factores estimula el comercio, mientras que lo que la disminuye lo hace disminuir. Esto significa que la ecuación de gravedad, cuyas propiedades se han recogido en el apartado anterior, no es coherente o compatible con la teoría Heckscher-Ohlin, puesto que para datos de corte transversal refleja un comportamiento contradictorio con dicha teoría, al menos en el modelo $2 \times 2 \times 2$ aquí considerado.

4. Ecuación de los flujos bilaterales de comercio con costes de transporte

Un elemento importante en la ecuación de gravedad es la variable distancia como síntesis de la influencia de los costes de transporte en el volumen de los flujos de comercio. Tiene sentido, en consecuencia, plantearse la forma en que se modifica la ecuación obtenida en el apartado anterior si se introducen unos costes de transporte que dependerán, obviamente de la distancia existente entre los dos países.

Ante este problema es preciso optar por una versión analítica de introducción de dichos costes. Básicamente existen dos opciones. La primera (Samuelson (1954), Mundell (1957)) consiste en plantear que los costes de transportar un bien de un país a otro se materializan en la pérdida de parte de dicho bien que, de alguna forma, se evapora aunque ha de pagarlo quien lo adquiere. La segunda (Falvey (1976), Casas (1981)) supone la introducción de un sector productivo de servicios de transporte. Por tener una relación más directa con el planteamiento llevado a cabo en el apartado anterior vamos a optar por la primera. La forma de concretarlo es la siguiente.

Sea a el coste de transporte por unidad de valor y de distancia del bien $X1$. Sea b el mismo concepto para el bien $X2$. Y sea d la distancia entre los dos países. Tras esto, si $P1$ y $P2$ son los precios internacionales, puesto que A exportará $X1$ y B exportará $X2$, los precios internos en cada país serán:

$$P1 \text{ y } P2(1 + bd) \text{ en } A$$
$$P1(1 + ad) \text{ y } P2 \text{ en } B$$

y si $P = P2/P1$ es el precio relativo internacional, los precios relativos en ambos países serán distintos.

Planteado el equilibrio con la condición de que el valor del exceso de oferta de un país en un bien sea igual al del exceso de demanda del mismo en el otro país (en lugar de exceso de oferta igual a exceso de demanda), se llega a determinar que el precio internacional de equilibrio es:

$$P^* = \left(\frac{(1-\sigma)(1-\beta) + \sigma(1-\alpha)}{g[(1-\sigma)\beta + \sigma\alpha]}\right)^{\alpha-\beta} \left(\frac{L^*}{K^*}\right)^{\alpha-\beta} \qquad [29]$$

en donde:

$$L^* = L_A^* + L_B^* \qquad K^* = K_A^* + K_B^*$$

Podemos observar en esta ecuación que la expresión es idéntica formalmente a la encontrada en el caso de ausencia de costes de transporte. La única diferencia existente entre ambas es que en esta última ya no influye la relación capital trabajo total (mundial) como en la primera, porque al introducir los costes de transporte de la forma que lo hemos hecho, las dotaciones relevantes desde el punto de vista económico se modifican y son:

$$L_A^* = (1 + bd)^{\frac{\alpha-1}{\alpha-\beta}} L_A \qquad L_B^* = (1 + ad)^{\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}} L_B \qquad [30]$$

$$K_A^* = (1 + bd)^{\frac{\alpha}{\alpha-\beta}} K_A \qquad K_B^* = (1 + ad)^{\frac{-\beta}{\alpha-\beta}} K_B \qquad [31]$$

Estas modificaciones suponen que los costes de transporte tienen como consecuencia un aumento del factor en el que los países están relativamente peor dotados y una disminución de aquél en el que están relativamente mejor dotados, lo cual da lugar a una nueva relación capital trabajo mundial relevante desde el punto de vista económico, que es la que determina el precio relativo internacional.

Con este precio se pueden determinar los excesos de demanda y por el mismo procedimiento que en el apartado anterior se llega a una ecuación análoga:

$$M_{ij} = Q_1^* L_i^{*0,5} L_j^{*0,5} \left[Q_2^* - \frac{Y_i}{L_i^*} \right]^{0,5} \left[\frac{Y_j}{L_j^*} - Q_2^* \right]^{0,5} \qquad [32]$$

Q_1^* y Q_2^* tienen la misma expresión que Q_1 y Q_2 del apartado anterior sustituyendo L y K por L^* y K^*, respectivamente. Ambos parámetros los podemos considerar constantes porque solamente dependen de datos referidos al total mundial y no a las variables de los países individuales. Si queremos que esta ecuación contenga como variable explicativa de forma explícita la distancia entre los dos países, la única forma de conseguirlo es a costa de perder la propiedad de la simetría. En efecto:

$$M_{AB} = Q_1^* L_A^{0,5} L_B^{0,5} \left[Q_2^* (1 + bd)^{\frac{\alpha-1}{\alpha-\beta}} - \frac{Y_A}{L_A} \right]^{0,5} \left[\frac{Y_B}{L_B} - Q_2^* (1 + ad)^{\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}} \right]^{0,5} = M_{BA}$$

[33]

En esta expresión vemos que se relacionan los valores de los flujos comerciales con las mismas variables que se utilizan en la ecuación de gravedad, por lo que nuevamente podemos comparar si ambos son compatibles.

En primer lugar, podemos decir que se trata de una función doblemente logarítmica, pero no en las variables que aparecen en la ecuación de gravedad, sino en las poblaciones y en sendas transformaciones de la renta *per cápita* y la distancia.

En segundo lugar, aunque sigue siendo de aplicación general para los dos países, no es ya simétrica, porque no podemos intercambiar los subíndices de las variables para obtener los flujos en los dos sentidos; una única expresión nos proporciona el valor de estos flujos idénticos.

Y en tercer lugar está el tema fundamental del sentido en el que influyen las variables. La distancia que se introduce con los costes de transporte influye, al igual que en la ecuación de gravedad, de forma negativa en el volumen del comercio, pero volvemos a confirmar que las rentas y las poblaciones influyen en sentido opuesto según el país y en el mismo sentido que se ha encontrado cuando no existen costes de transporte, esto es, si el país es relativamente abundante en capital su renta influirá positivamente y su población negativamente, ocurriendo lo contrario si el país es relativamente abundante en trabajo.

5. Conclusiones

El propósito de este trabajo es comprobar si la relación que la ecuación de gravedad establece entre valor de los flujos de comercio bilateral de dos países y la distancia entre ellos, sus rentas y sus poblaciones es coherente con la teoría Heckscher-Ohlin en su modelo simple $2 \times 2 \times 2$ con funciones de utilidad y producción del tipo Cobb-Douglas. La razón de llevar a cabo este ejercicio está justificada por la inexistencia en la literatura de una clara idea de cuál es la posición relativa entre ambas. Por supuesto que no se da una solución general a la pregunta, pero sí que son ilustrativas, por lo que indican, las conclusiones obtenidas en base a dicho modelo simple.

La conclusión fundamental es que no existe compatibilidad entre la ecuación de gravedad y la teoría Heckscher-Ohlin, por cuanto la influencia de las variables renta y población tienen sentido contradictorio en ambos casos, a pesar de que se obtiene una forma funcional muy próxima a la doblemente logarítmica y se demuestra que puede encontrarse una relación entre las variables que postula la ecuación de gravedad. Mientras que en dicha ecuación las rentas influyen positivamente y las poblaciones negativamente, en la ecuación que se obtiene de la teoría una población y una renta influyen positivamente mientras que la otra población y la otra renta lo hacen negativamente. La renta del país relativamente abundante en capital influye positivamente y su población negativamente. La renta del país relativamente abundante en trabajo influye negativamente, mientras que su población lo hace positivamente. Al contrario de esto, la distancia entre los dos países influye negativamente al igual que en la ecuación de gravedad, si bien al introducir los costes de transporte se deja de cumplir en la ecuación que resulta de la teoría una propiedad de la ecuación de gravedad (que se cumple en aquélla sin costes de transporte) que es la de simetría, esto es, que al intercambiar las variables se obtienen los flujos en un sentido o en otro; por el contrario, se explican los flujos en los dos sentidos con una única expresión sin que sea posible proceder a ese intercambio.

En resumen, pues, aunque el modelo en base al que hemos desarrollado el argumento de este trabajo no nos permite generalizar, sí que podemos afirmar que al menos en este caso no existe compatibilidad entre la ecuación de gravedad y la teoría Heckscher-Ohlin, lo cual significa, en primer lugar, que no siempre es compatible y, en segundo, que existe la posibilidad de que no lo sea nunca, si bien no entra dentro del planteamiento de este trabajo confirmarlo.

Referencias

Aitken, N. D. (1973): «The Effect of EEC and EFTA on European Trade: A Temporal Cross-Section Analysis», *American Economic Review*, vol. 63, págs. 881-892.

Anderson, J. E. (1979): «A Theoretical Foundation for the Gravity Equation», *American Economic Review*, vol. 69, págs. 106-116.

Bergstrand, J. H. (1985): «The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Fondations and Empirical Evidence», *Review of Economics and Statistics*, vol. 67, págs. 474-481.

Casas, F. R. (1981): «Transport Costs in the Pure Theory of International Trade: Some Comments», *Economic Journal*, vol. 91, págs. 741-744.

Deardorff (1984): «Testing Trade Theories and Predicting Trade Flows» en *Handbook of International Economics*. Jones, R. W., y P. B. Kenen (eds.), North-Holland, Amsterdam.

Falvey, R. E. (1976): «Transport Costs in the Pure Theory of International Trade», *Economic Journal*, vol. 86, págs. 536-550.

Gandolfo, G. (1986): *International Economics*, Springer-Verlag, Berlín.

Geraci, V. J., y Prewo, W. (1977): «Bilateral Trade Flows and Transport Costs», *Review of Economics and Statistics*, vol. 59, págs. 67-74.

Geraci, V. J., y Prewo, W. (1982): «An Empirical Demand and Supply Model of Multilateral Trade», *Review of Economics and Statistics*, vol. 64, págs. 432-441.

Helpman, E., y Krugman, P. R. (1985): *Market Structure and Foreign Trade*, Wheatsheaf Books, Brighton.

Leamer, E. E., y Stern, R. (1970): *Quantitative International Economics*, Aldine P. C., Chicago.

Linnemann, H. (1966): *An Econometric Study of International Trade Flows*, North-Holland, Amsterdam.

Miller, M. H., y Spencer, J. E. (1977): «The Static Economic Effects of the UK Joining the EEC: A General Equilibrium Approach», *Review of Economic Studies*, vol. 44, págs. 71-93.

Mundell, R. A. (1957): «A Geometry of Transport Costs in International Trade Theory», *Canadian Journal of Economics and Political Science*, págs. 331-348.

Samuelson, P. A. (1954): «The Transfer Problem and Transport Costs: II: Analysis of Effects of Trade Impediments», *Economic Journal*, vol. 64, págs. 264-269.

Sapir, A. (1981): «Trade Benefits under the EEC Generalized System of Preferences», *European Economic Review*, vol. 15, págs. 339-355.

Abstract

In this paper we expose, according to the $2 \times 2 \times 2$ model with Cobb-Douglas utility and production functions, that the gravity equation is not consistent with the Heckscher-

Ohlin theory. The main reason for this inconsistency is based on the contradictory influence that some variables have in the equation and in the theory although the functional form is similar and exactly the same variables appear. Furthermore, the property of symmetry in the gravity does not hold if transport costs are introduced in the theoretical model.

Recepción del original, mayo de 1988.
Versión final, septiembre de 1988.