

Un modelo estocástico para las migraciones entre zonas rural y urbana

Manuel Delgado Cabeza
Jesús Sánchez Fernández

Los modelos más conocidos de migración entre áreas rural y urbana presentan ciertas limitaciones que hacen muy difícil su aplicación. En este trabajo se trata de presentar un modelo que elimina algunas de estas limitaciones, así como de contrastar su validez para las migraciones entre zonas rural y urbana dentro del ámbito provincial, utilizando datos para las ocho provincias andaluzas.

1. INTRODUCCIÓN

Tanto los modelos migratorios basados en la teoría de la optimización, en los que se considera que el sujeto parte de una función de utilidad cuyo argumento básico es la riqueza planeada por el individuo a lo largo de su horizonte temporal (Laber y Chase, 1971; David, 1973) como aquellos que se definen en un contexto neoclásico y se formulan en términos de coste beneficio (Sjaastad, 1962) presentan serios problemas a la hora de su aplicación en áreas en las que el fenómeno que se pretende modelizar ocurre con mayor intensidad.

En los primeros, la elección del individuo para maximizar su utilidad esperada estará sometida a un conjunto de restricciones relacionadas con el nivel de su riqueza inicial, el número de años de su vida activa esperados, situación ocupacional y actitud frente al riesgo. Este tipo de modelos plantea fundamentalmente dos limitaciones. La primera de ellas hace referencia al hecho de estar concebidos para ser aplicados en una realidad en la que los mecanismos de funcionamiento del sistema económico tienen lugar en condiciones propias de sociedades con un alto nivel de desarrollo. Por otra parte la información que se requiere para su aplicación es difícilmente accesible de tal manera que en su defecto los supuestos que habrían de admitirse no permiten confiar en la validez de los resultados obtenidos.

En el caso de los modelos formulados en términos de coste-beneficio se

considera que el individuo emigra si la corriente actualizada de ingresos futuros en el lugar de destino supera el coste de la emigración más la corriente de ingresos, descontados que se espera obtener en el lugar de origen. El planteamiento de este tipo de modelos implica la consideración como variables explicativas de los valores descontados de las corrientes de renta urbana y rural, así como la distancia entre los núcleos de atracción y de expulsión y el tamaño de la población del área receptora. La mediación de las variables renta lleva consigo la consideración de costes y beneficios difícilmente cuantificables (autoconsumo rural, bienes públicos, etc.), a la vez que se plantean problemas relacionados con la diferencia de precios relativos entre áreas rurales y urbanas. A estos problemas específicos se podrían añadir las consideraciones críticas que se hicieron anteriormente para los modelos de optimización (García Ferrer, 1977).

2. EL MODELO DE TODARO

Una alternativa que supone un avance importante en la modelización de la migración entre zonas rural y urbana es el modelo de Todaro (Todaro, 1969; Harris y Todaro, 1970), cuya formulación es la siguiente:

$$\frac{E_r}{L_r}(t) = f \left[\frac{Y_u(t) - Y_r(t)}{Y_r(t)} \right], \quad f' > 0$$

donde:

E_r representa el flujo de mano de obra procedente de la zona rural hacia la zona urbana en el período t .

L_r la fuerza de trabajo en la zona rural en t .

$Y_u(t)$ el valor presente de la renta real esperada a lo largo del horizonte temporal en la zona urbana en t .

$Y_r(t)$ el valor presente de la renta real esperada a lo largo del horizonte temporal en la zona rural en t .

$$Y_u \text{ se define como } Y_u(0) = \int_{t=0}^n q_u(t) R_u(t) e^{-rt} dt$$

siendo $q_u(t)$ la probabilidad de encontrar empleo en la zona urbana en el período t y $R_u(t)$ la renta real neta en la zona urbana en el período t . De forma análoga se podría definir $Y_r(t)$.

La aportación más importante del modelo de Todaro se traduce en sus implicaciones para la política económica, puesto que su desarrollo analítico permite probar que a pesar de la existencia de desempleo en la zona urbana no se frenan los movimientos migratorios si se mantienen las diferencias de renta entre la zona rural y urbana, o dicho en otros términos, la creación de

empleo en la zona urbana atraerá más que proporcionalmente población rural, produciéndose como consecuencia un incremento en la tasa de desempleo urbano (Takagi, 1984).

Las dos variables relevantes en el modelado de cara a la explicación de los flujos migratorios serán, por un lado las diferencias de renta y por otro la probabilidad de obtener un empleo. Sin embargo, en su formulación Todaro no considera de forma explícita estas dos variables sino que las utiliza para generar una nueva variable (la renta real esperada) con la que se trabaja en el modelo. Con este planteamiento se pierde la posibilidad de separar los efectos debidos a cada una de las variables originarias. En relación con esta limitación, entre las extensiones que puedan encontrarse del modelo de Todaro (Nabi, 1984) cabe señalar la propuesta por Salvatore (Salvatore, 1984), que formula el modelo en los siguientes términos:

$$\frac{E_r}{L_r}(t) = h [R(t); U(t)] \quad ; \quad h'_R > 0; h'_U < 0;$$

donde

$$R(t) = \frac{R_u(t) - R_r(t)}{R_r(t)} \quad ; \quad U(t) = \frac{U_u(t) - U_r(t)}{U_r(t)}$$

planteamiento que permite diferenciar efectos a corto plazo (predominantemente a través de U) de los efectos a largo plazo (recogidos por Y) en la decisión de emigrar.

En el modelo de Todaro se echa en falta un sustento teórico que lo fundamente, puesto que en realidad se establece como hipótesis una relación entre variables elegidas de un modo intuitivo. Por otra parte, sólo se consideran los flujos migratorios en una dirección, de lo rural a lo urbano, no contemplándose, por tanto, la posibilidad de retorno. Finalmente, en nuestro ámbito de aplicación este modelo presenta problemas de falta de información sobre las variables, si bien, bajo ciertas restricciones, como sería el caso de trabajar con un horizonte temporal de un año, se podría soslayar este tipo de inconveniente para una de ellas (la renta).

3. EL MODELO DE CROSS

Por estas razones cabe plantearse la elección de un modelo que en cierta medida subsana algunas de las limitaciones del modelo de Todaro, y al que se llega partiendo del comportamiento del individuo basado en su experiencia (Cross, 1978).

El planteamiento del modelo gira en torno a la probabilidad de que un individuo se encuentre ubicado en zona urbana, dentro de la dicotomía medio rural medio urbano. Para el período t, esta probabilidad, para un individuo genérico i, vendrá dada por P_i^t .

Como lo que se pretende es describir el fenómeno migratorio desde el punto de vista de los principales factores económicos, no se ha considerado determinante la inclusión de variables como podrían ser la edad, el tamaño de la familia, la distancia, el nivel educativo, etc. Por otra parte sólo se considerará un área rural y otra urbana. En el área urbana existe un sector «moderno» con salario S_u y otro marginal con remuneración salarial S_o . En la zona rural el nivel salarial vendrá dado por S_r . Los salarios satisfacen la desigualdad $S_u > S_r > S_o$. La probabilidad de obtener un salario S_u vendrá dada por q_i y dependerá de factores como la cualificación profesional, la edad, el tiempo de búsqueda de trabajo, etc. Como en el modelo de Todaro, la cuantificación de esta probabilidad se hace en base a la relación entre el número de empleos existente y el volumen de la fuerza de trabajo de la zona considerada. De cualquier modo esta variable sólo se utilizará en el desarrollo analítico del modelo y no en la forma final del mismo.

Para un individuo i , la probabilidad de encontrarse en el período $t+1$ en la zona urbana, P_{t+1}^i puede contemplarse como resultado de tres situaciones distintas:

1.º Dicho individuo vive en la zona urbana en $t+1$ y encuentra trabajo en el sector «moderno» urbano, en cuyo caso:

$$P_{t+1}^i = P_t^i + f_i(S_u)(1 - P_t^i)$$

donde $f_i(S_u)$ puede interpretarse como la capacidad de atracción ejercida por la zona urbana sobre el individuo i que habita en la zona rural en el período t . En general $f(S)$ será una función que cumple con la siguientes condiciones:

$$0 < f_i(S) < 1; \quad f_i(S) > 0; \quad f_i'(S) < 0$$

Esta primera situación se dará con probabilidad $P_t^i q_i$.

2.º La persona en cuestión vive en zona urbana en $t+1$ pero no encuentra trabajo en el sector «moderno», de tal manera que:

$$P_{t+1}^i = P_t^i + f_i(S_o)(1 - P_t^i)$$

Ahora, la probabilidad de que esto suceda será $P_t^i(1 - q_i)$.

3.º En $t+1$ el individuo permanece en zona rural, es decir,

$$1 - P_{t+1}^i = (1 - P_t^i) + f_i(S_r)P_t^i$$

de donde

$$P_{t+1}^i = P_t^i[1 - f_i(S_r)]$$

Esta tercera situación ocurrirá con probabilidad $(1 - P_t^i)$.

Como consecuencia de estas tres relaciones tendríamos que:

$$E [P_{t+1}^i] = P_t^i + P_t^i(1 - P_t^i) [f_i(\bar{S}) - f_i(S_r)]$$

donde

$$f(\bar{S}) = q_i f_i(S_u) + (1 - q_i) f_i(S_o)$$

La población urbana esperada para el período t , siendo N el total de población, vendrá dada por:

$$POB_u(t) = \sum_{i=1}^N P_t^i$$

Para el período $t+1$ la población urbana esperada será:

$$POB_u(t + 1) = \sum_{i=1}^N E [P_{t+1}^i]$$

Tal como han sido definidas P_t^i y P_{t+1}^i , la diferencia $[POB_u(t + 1) - POB_u(t)]$ nos da el saldo migratorio esperado (SM). Por tanto, tendríamos que

$$SM(t) = \sum_{i=1}^N E [P_{t+1}^i] - \sum_{i=1}^N P_t^i = \sum_{i=1}^N P_t^i (1 - P_t^i) [f(\bar{S}) - f(S_i)]$$

Bajo el supuesto de que la probabilidad de encontrar un empleo en el sector moderno (q_i) sea igual para todas las personas que buscan trabajo se tendrá que:

$$SM(t) = [f(\bar{S}) - f(S_i)] \sum_{i=1}^N P_t^i (1 - P_t^i)$$

La obtención empírica de los valores de P_t^i se hace utilizando la relación $P_t^i = POB_u(t)/N$ para todo i , por lo que

$$SM(t) = [f(\bar{S}) - f(S_i)] POB_u(t) (1 - POB_u(t)/N)$$

y por tanto

$$\frac{POB_u(t)}{N} = \frac{SM(t)}{N - POB_u(t)} F(\bar{S} - S_i)$$

con lo que se obtiene la probabilidad de que una persona se encuentre en la zona urbana como función de la tasa de migración (TMIGR) y de la diferencia de salarios.

La forma funcional que liga a las variables tasa de migración y probabilidad de encontrarse en zona urbana, para un nivel dado de diferencia de salario, puede admitirse que es la de una logística acotada entre 0 y 1. De tal modo que cuando la tasa migratoria tiende a su valor máximo, la probabilidad de localización en zona urbana tiende a uno. Para valores pequeños de la tasa migratoria, la población rural será elevada en relación con el saldo migratorio y la correspondiente proporción de población urbana será pequeña. Para los distintos niveles de diferencias de salarios se generarán curvas diferentes.

4. APLICACIÓN

Para contrastar el modelo descrito en la sección anterior, como área geográfica de referencia se han utilizado las ocho provincias de Andalucía para los años 1971, 1973, 1975, 1977, 1979 y 1981. Se han considerado los movimientos migratorios entre áreas rural y urbana dentro de cada provincia, entendiéndose por área rural el conjunto de municipios con población inferior a 20.000 habitantes y por área urbana aquellos cuya población excede los 50.000 habitantes.

Para la variable probabilidad de localización en zona urbana se ha utilizado la proporción de población urbana, obtenida como cociente entre la población urbana y ésta más la rural.

El numerador de las tasas de migración se obtiene a partir del saldo migratorio del período 1971-81 entre las zonas que se han definido como urbana y la considerada como rural según los datos contenidos en el Censo de Población de 1981 y teniendo en cuenta la distribución anual de los flujos migratorios.

La diferencia de salarios se ha calculado en base a la información que proporciona el Banco de Bilbao sobre el coste medio por asalariado para cada uno de los sectores económicos y provincias obteniéndose para la zona rural y urbana de cada provincia un coste medio ponderado utilizando como pesos la estructura de la población activa por sectores.

La imposibilidad de contar con datos sobre tasas migratorias anuales para años anteriores a 1970 nos ha llevado a contrastar el modelo para el conjunto de las provincias andaluzas y para los años a que nos hemos referido anteriormente.

Como se ha señalado en la sección anterior, la forma funcional del modelo que se pretende contrastar es la de una curva logística. La probabilidad de ubicación en zona urbana (P) es una variable no observable que se relaciona con la frecuencia relativa observada (p) a través de la relación $p = P + u$, siendo u un error aleatorio (Judge y otros, 1980). A su vez, la probabilidad P se relaciona con un índice $I = X\beta$ de tal forma que

$$P = \frac{1}{1 + \exp(-I)}$$

Teniendo en cuenta la relación entre p y P se llega a que

$$\ln \left[\frac{p}{1-p} \right] = X\beta + \frac{u}{P(1-P)}$$

En nuestro caso, $p = \text{POB}_u/N$, X será una matriz que recoge las variables tasa de migración y diferencias entre salarios y β un vector de coeficientes.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) del modelo logístico dio, como era de esperar unos resultados que planteaban problemas tanto de autocorrelación como de heteroscedasticidad. Por tal motivo se realizó la estimación por mínimos cuadrados generalizados (MCG), la cual confirmó la relación funcional planteada desde un punto de vista teórico entre las variables proporción de población urbana y tasa de migración.

Sin embargo, y pese a que esta relación funcional, desde un punto de vista empírico quedaba confirmada, se presentaba el problema de que la variable diferencia de salarios no resultaba ser significativa, lo que en cierta forma cuestionaba la validez del modelo, por cuanto ésta es una variable clave en todos los modelos de migraciones entre zonas rural y urbana. De hecho, la correlación simple entre las diferencias de salarios y la proporción de población urbana resultaba ser no significativa en nuestro caso. Este inesperado resultado tiene, no obstante una explicación a la luz de los datos utilizados. Si se estudian estas dos variables (proporción de población urbana y diferencia de salarios) para cada provincia por separado, muestran una correlación elevada.

La contradicción señalada en el párrafo anterior se resuelve por el hecho de que las diferencias de salarios presentan, para cada provincia niveles medios muy distintos, lo que se traduce en que cada provincia tiene un comportamiento diferenciado en relación con las variables proporción de población urbana y tasas de migración. Esto nos llevó a pensar que cada provincia tendría su propia curva logística situándose a distintos niveles según cual fuese la diferencia media de salarios. La contrastación de esta hipótesis se ha realizado introduciendo variables ficticias (D_i ; $i = 1, \dots, 7$) que diferencian el comportamiento de las distintas provincias representado por sus diferentes niveles de diferencia de salarios.

La estimación realizada por MCG arrojó los siguientes resultados:

$$\ln \left[\frac{p}{1-p} \right] = -0,774 + 0,649 \text{ TMIGR} + 1,512 D_1 + 0,300 D_2 -$$

$$\begin{array}{ccccccc} (-15,5) & (2,7) & (30,9) & (7,3) & & & \\ -0,106 D_3 - 0,284 D_4 - 0,405 D_5 + 1,019 D_6 + 0,937 D_7 \\ (-3,5) & (-9,9) & (-14,5) & (14,4) & (30,0) & & \\ \bar{R} = 0,996; & F = 1.609,0; & DW = 2,3; & & & & \end{array}$$

Los resultados obtenidos en la estimación concuerdan con lo esperado y corroboran la bondad del modelo para describir lo ocurrido en el período considerado.

El modelo indica que cuanto menor es el nivel de la diferencia de salarios, a una misma tasa de migración, mayor es la proporción de

población urbana correspondiente. En este sentido puede decirse que recoge el comportamiento que se ha dado en las últimas décadas entre lo rural y lo urbano. Unas mayores diferencias de salarios se corresponden con una mayor intensidad del fenómeno migratorio y una baja proporción de población urbana, aunque esta mayor intensidad de las migraciones no se refleje en altas tasas de emigración, puesto que a igualdad de tasas, en la provincia de mayor diferencia de salarios la proporción de población rural es mayor y por tanto la cuantía del saldo migratorio ha de ser también mayor.

En la tabla 1 se tienen los valores de la proporción de población urbana que definen una situación de equilibrio entre la zona rural y la urbana para los distintos niveles de diferencias de salarios observados en las diferentes provincias.

Tabla 1

Proporción de población urbana en situación de equilibrio

Almería	0,31
Cádiz	0,67
Córdoba	0,38
Granada	0,29
Huelva	0,26
Jaén	0,23
Málaga	0,56
Sevilla	0,54

Esta situación de equilibrio se ha definido en términos de una tasa migratoria nula.

Los bajos niveles de proporción de la población urbana de algunas provincias (Almería, Córdoba, Granada, Huelva y Jaén) para un valor cero de la tasa de migración deben relacionarse con los altos valores que en ellas toman las diferencias de salarios entre lo rural y lo urbano, de tal manera que es de esperar que el proceso de intensificación de lo urbano continúe en ellas mientras se mantengan esas diferencias de salarios, siendo previsible desplazamientos hacia arriba en la curva, de forma que el punto de corte con el eje de ordenadas se vaya aproximando al tramo de crecimiento amortiguado. El equilibrio definido anteriormente debe entenderse pues como un equilibrio inestable.

La tabla 2 contiene las coordenadas correspondientes a los puntos de inflexión para las curvas de las ocho provincias andaluzas.

Como puede observarse, el punto de inflexión se alcanza teóricamente cuando la proporción de población urbana es igual a 0,5, es decir, cuando se da la equidistribución entre población urbana y rural. Teóricamente esta proporción definiría la situación de equilibrio estable, por cuanto, para una diferencia de salario nula y una tasa de migración cero tendríamos que $p = 1/2$. En realidad esta situación de equilibrio exige condiciones que podrían

Tabla 2
Puntos de inflexión

Provincias	β	TMIGR
Almería	0,5	11,92
Cádiz	0,5	-11,37
Córdoba	0,5	7,30
Granada	0,5	13,55
Huelva	0,5	16,29
Jaén	0,5	18,17
Málaga	0,5	-3,77
Sevilla	0,5	-2,52

ponerse en relación con las implicaciones de política económica que se desprendían del desarrollo analítico del modelo de Todaro, en el sentido de que las áreas donde se dan mayores niveles de diferencias de salarios se encuentran en el tramo en el que la pendiente de la curva es positiva, es decir, donde el ritmo de incremento de la población urbana es mayor.

Las provincias donde las tasas migratorias están por encima del punto de inflexión de la curva correspondiente son Cádiz, Málaga y Sevilla, provincias éstas con una alta proporción de población urbana, lo cual significa que se encuentran en una fase tal que a incrementos de la tasa migratoria corresponden incrementos menos que proporcionales en el crecimiento de la población urbana. Puede hablarse en estas provincias de una saturación para la proporción de la población urbana. El resto de las provincias andaluzas se encuentra, sin embargo, en una situación tal que sus tasas se corresponden con el tramo de crecimiento exponencial de la curva.

BIBLIOGRAFÍA

- CROSS, J. G. (1978), «A Stochastic Learning Model of Migration», *Journal of Development Economic*, vol. 5.
- DAVID, P. A. (1973), «Fortune, Risk and the Microeconomics of Migration», *Nations and Households in Economic Growth*, Academic Press.
- GARCÍA FERRER, A. (1977), *Rural Internal Migration, Employment Growth and Interregional Wage Differentials in Spain*, Universidad de California, Berkeley.
- HARRIS, J. y TODARO, M. P. (1970), «Migration, Unemployment and Development: A Two Sector Analysis», *American Economic Review*, 60.
- JUDGE, G. G. y otros (1980), *The Theory and Practice of Econometrics*, Wiley and Sons, Nueva York.
- LABER, G. y CHASE, R. X. (1971), «Interprovincial Migration in Canada as Human Capital Decisión», *Journal of Political Economy*, 79.
- SALVATORE, D. (1981), «A Theoretical and Empirical Evaluation and Extension of the Todaro Migration Model», *Regional Science and Urban Economics*, 11.
- SJAASTAD, L. A. (1962), «The Cost and Returns of Human Migration», *Journal of Political Economy*, 70.
- TAKAGI, Y. (1984), «The Migration Function and the Todaro Paradox», *Regional Science and Urban Economics*, 14.

TODARO, M. P. (1969), «A Model of Labor Migration and Urban Employment in Less Developed Countries», *American Economic Review*, 59.

RESUMEN

El presente artículo es un estudio de los movimientos migratorios entre zonas rural y urbana. En el mismo se hace un breve repaso de los distintos modelos teóricos que se han formulado para la explicación de este fenómeno demográfico, haciendo especial referencia al modelo de Todaro (1969), para el que se puntualizan sus principales limitaciones. Vistos estos modelos se estudia uno nuevo (Cross, 1978) que salva las limitaciones observadas en los anteriores y se aplica a la realidad andaluza para el período 1971-1981. Tras la estimación de este modelo lo que se obtiene es la probabilidad de que una persona se encuentre ubicada en zona urbana, dentro de la dicotomía rural-urbana.