

TENDENCIAS MIGRATORIAS INTERNAS EN CUBA: UN ANÁLISIS MULTINIVEL DE CURVAS DE CRECIMIENTO

Dayelis Soca*, Minerva Montero*, Ana Boquet**.

*Instituto de Cibernética, Matemática y Física. Cuba.

**Instituto de Planificación Física, Cuba.

ABSTRACT

A methodology is presented for estimating the average trends of internal migration rates in Cuban. In this paper we use data of municipal migration rates by trienniums during the period 1980-2009, a period that includes three clearly differentiated moments during the economic crisis that hit the country in the early '90s. The proposal is based on the use of multilevel models for the longitudinal data analysis. This approach allows to assess the impact of the environmental and socio-economic contexts of the municipalities on the behavior of migratory movements in time. The results evidence the power of multilevel models to investigate not only the average behavior of the growth curves of migration rates of the studied population, but also the differences between municipalities and detection of atypical municipalities. This could be use to make recommendations for the development of differentiated policies on land management schemes.

KEYWORDS: repeated measures, multilevel model, longitudinal data, growth curve, migration.

MSC: 62P25

RESUMEN

Se presenta una metodología para estimar las tendencias promedio de las tasas migratorias internas en Cuba. En el trabajo se usan los datos de las tasas migratorias municipales por trienios durante el período 1980-2009, etapa que comprende tres momentos claramente diferenciables alrededor de la crisis económica que sufrió el país a comienzos de los años '90. La propuesta se basa en la utilización de los modelos multinivel para el análisis de datos longitudinales. Este enfoque permite valorar el impacto del contexto medio-ambiental y socio-económico de los municipios sobre el comportamiento de los movimientos migratorios en el tiempo. Los resultados evidencian el poder de los modelos multinivel para investigar no sólo el comportamiento promedio de las curvas de crecimiento de las tasas migratorias de la población en estudio, sino también las diferencias entre los municipios y la detección de municipios atípicos. Esto permitiría hacer recomendaciones para la elaboración de políticas diferenciadas en los esquemas de ordenamiento territorial.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de ser la migración interna, un tema que tiene una considerable base informativa, y sobre la cual se han realizado numerosos estudios e investigaciones, aún no se cuenta con suficientes elementos para llegar a conclusiones sobre la conveniencia de los flujos que se producen, y consecuentemente, si deben ser estimulados o no, en una política de distribución espacial de la población [3],[4]. La incorporación de métodos estadísticos a los estudios de ordenamiento territorial, le ofrecen al investigador herramientas muy útiles para analizar los enormes volúmenes de información que se recogen hoy día en la estadística continua por la Oficina Nacional de Estadística e Informática (ONEI).

El objetivo de este trabajo es proponer algunas ideas para el diseño e implementación de una estrategia de análisis de curvas de crecimiento de las tasas migratorias de los municipios, utilizando modelos multinivel [5],[7]. La idea básica de este enfoque es incluir efectos aleatorios en los modelos de regresión para estudiar cómo los valores promedio de las tasas migratorias cambian según las manifestaciones de éstas en los municipios y cuánta de esta variación puede explicarse por factores contextuales. La discusión se orienta al

análisis de aquellas cuestiones que surgen durante la aplicación de la modelación multinivel para estudiar el comportamiento de las tasas migratorias municipales teniendo en cuenta el contexto.

Las migraciones internas son la primera señal del efecto de las acciones que se adoptan en la implementación de una política en un territorio, o la carencia de acciones para despejar obstáculos en el proceso de desarrollo de la vida económica o social de un territorio. En el caso de Cuba, con el estancamiento continuado de una población que apenas crece y amenaza con decrecer, las migraciones se convierten además en la única fuerza definitoria de la distribución de la población en el territorio, lo que refuerza el interés en su estudio.

En el trabajo se usan los datos de las tasas migratorias por trienios desde el año 1980 hasta el 2009, año que precedió a la última división política administrativa. Este conjunto de datos se usa para ejemplificar todos los aspectos relacionados con el diseño e implementación de la estrategia, incluyendo detalles de los modelos multinivel utilizados. En particular, se obtiene un resumen del comportamiento de la tasa migratoria media durante este importante período de la historia de Cuba, se comparan las tendencias migratorias según diferentes espacios para el desarrollo y se muestra cómo el análisis gráfico residual puede usarse no sólo como un indicador del cumplimiento de los supuestos del modelo, sino también como una guía para encontrar interesantes características en los datos y detectar patrones de crecimiento atípicos en las tasas migratorias municipales.

2. DATOS DE TASAS MIGRATORIAS INTERNAS

Los datos utilizados para ilustrar la estrategia propuesta corresponden a una colección de medidas repetidas de la tasa migratoria por trienios en 154 municipios de Cuba, estos datos se calcularon en el Instituto de Planificación Física (IPF) a partir de las bases de datos de la ONEI, que a su vez se crean con datos levantados por la Oficina del carnet de identidad y registro de la población, en el asentamiento de llegada del migrante.

La tasa migratoria es una relación entre el saldo promedio y la población media en un municipio para un período de tiempo, en este caso, trienios. El saldo promedio es la diferencia entre el total de llegadas (inmigrantes) y el total de salidas (emigrantes) en el período. Si la tasa es negativa, el municipio se clasifica como emisor y si es positiva, como receptor; una tasa alrededor del cero indica una situación de equilibrio, donde básicamente los migrantes no han significado un impacto para ese lugar.

En la Figura 1 se muestra un gráfico de las trayectorias de las tasas migratorias para todos los municipios, excepto los de Ciudad de la Habana, que no se consideran en el estudio debido a su comportamiento atípico. Los perfiles indican una amplia variación de las tasas migratorias entre los municipios. La Figura 2 muestra una selección de perfiles de las tasas migratorias de seis municipios, donde se evidencia un variado patrón en el comportamiento de esta variable durante el tiempo de observación.

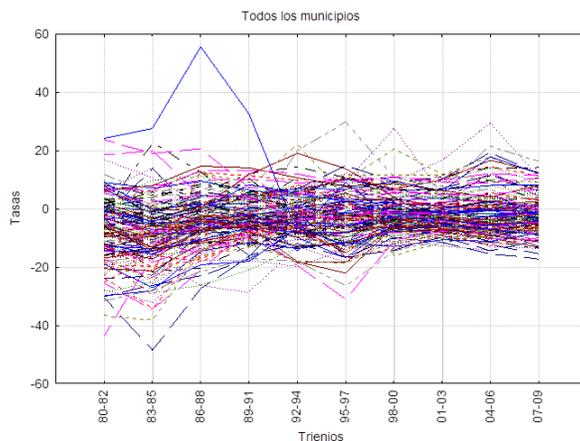


Figure 1: Perfiles de las tasas migratorias de los 154 municipios estudiados

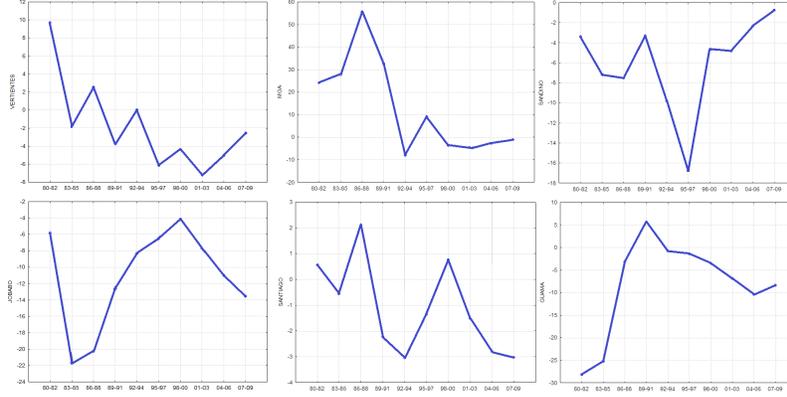


Figure 2: Perfiles de la tasas migratorias de 6 municipios seleccionados

3. MODELOS MULTINIVEL PARA DATOS LONGITUDINALES

Mediante la modelación multinivel es posible obtener un resumen del comportamiento de la tasa migratoria media municipal durante el período 1980-2009, tomando en consideración la estructura de correlación de las medidas repetidas y comparando las tendencias migratorias según diferentes espacios para el desarrollo. Así, la modelación multinivel para los datos longitudinales [8], [10] será capaz de estimar cuánto de la heterogeneidad dentro de los datos se debe a factores específicos de los trienios y cuánto a posibles diferencias contextuales entre los municipios. Los análisis exploratorios entre los municipios pueden ayudar a identificar las variables que en última instancia podrían ser predictores importantes del cambio. Las trayectorias medias según los contextos pueden ser descritas por los modelos multinivel a través de rectas o curvas predictivas, dependiendo de los supuestos del proceso de cambio en el tiempo.

El primer paso es organizar los datos en un formato adecuado para el análisis. Las tasas migratorias, medidas sobre los mismos municipios en cada trienio, dan lugar a una estructura jerárquica en la que las medidas repetidas se anidan dentro de los municipios; así, las ocasiones (trienios) constituyen las unidades de nivel-1 y los municipios, las unidades de nivel-2. La variación de la tasa migratoria “dentro” de cada municipio a través del tiempo ocurre en el nivel-1 y la variación de la tasa migratoria “entre” los municipios ocurre en el nivel-2.

3.1. Modelo incondicional

Sea y_{it} la variable respuesta (tasa migratoria) medida en la ocasión t (unidades de nivel-1) del municipio i (unidades de nivel-2). El análisis multinivel permite modelar explícitamente la naturaleza jerárquica del problema formulando modelos separados en cada nivel [6].

En el presente trabajo, el análisis de los datos parte del modelo incondicional [8] de nivel-2 que considera la respuesta media β_{0i} para el municipio i como una desviación de la media general γ_{00} . Este modelo no incluye variables independientes en ninguno de los dos niveles y puede escribirse como:

$$y_{it} = \beta_{0i} + e_{it} \quad (1)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i} \quad (2)$$

El error e_{it} al nivel-1 es el error en la ocasión t para el municipio i . El modelo supone que los errores aleatorios e_{it} tienen una distribución normal con media 0 y varianza constante σ_e^2 . Se asume que los errores aleatorios u_{0i} al nivel-2, específicos de los municipios, siguen una distribución normal con media 0 y varianza $\sigma_{u_0}^2$. Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (1) el modelo incondicional adopta la siguiente forma:

$$y_{it} = \gamma_{00} + u_{0i} + e_{it} \quad (3)$$

Este modelo permite evaluar la magnitud relativa de los componentes de la varianza “dentro” y “entre” los municipios utilizando el Coeficiente de Correlación Intraclase:

$$CCI = \frac{\sigma_{u_0}^2}{\sigma_{u_0}^2 + \sigma_e^2}$$

3.2. Modelo de crecimiento lineal incondicional

Una vez que se ha valorado la proporción de varianza atribuible a los municipios, se propone un modelo de crecimiento incondicional, que describa para cada uno de los municipios el comportamiento de la tasa migratoria (y) en función del tiempo (T) medido en trienios. Para cada municipio seleccionado de la población de interés se tienen hasta diez mediciones de la tasa migratoria, una para cada trienio del período evaluado. La variable T , indicadora del trienio en que se registra la tasa de crecimiento, se recodifica [1] y se convierte en una variable discreta con valores: 0,1,2,...,9. El siguiente modelo ajusta una trayectoria lineal para cada municipio:

$$y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}T_{it} + e_{it} \quad (4)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i}, \quad \beta_{1i} = \gamma_{10} + u_{1i} \quad (5)$$

donde β_{0i} y β_{1i} son el intercepto y la pendiente para la i -ésima ecuación de nivel-1 y e_{it} captura la variación de la tasa migratoria en el momento t sobre la curva de crecimiento individual i , tal que $E(y_{it}) = \beta_{0i} + \beta_{1i}T_{it}$, suponiendo que $E(e_{it}) = 0$ y $var(e_{it}) = \sigma_e^2$. Los efectos fijos γ_{00} y γ_{10} son los coeficientes de regresión de la línea de crecimiento media, promediada sobre todos los municipios. La desviación de la tasa migratoria del i -ésimo municipio al inicio del período, con respecto a los valores promedios de la población, queda expresada mediante el término aleatorio u_{0i} , y la variación del efecto del tiempo entre los diferentes municipios se expresa mediante el término de error aleatorio u_{1i} . Se supone que:

$$E(u_{0i}) = E(u_{1i}) = 0 \\ var(u_{0i}) = \sigma_{u_0}^2; \quad var(u_{1i}) = \sigma_{u_1}^2; \quad cov(u_{0i}, u_{1i}) = \sigma_{u_0u_1}$$

El modelo de crecimiento incondicional puede también escribirse como una única ecuación sustituyendo las ecuaciones (5) en la ecuación (4). Reordenando términos se obtiene el modelo combinado:

$$y_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{10}T_{it} + u_{0i} + u_{1i}T_{it} + e_{it} \quad (6)$$

Cuando $T = 0$ se está haciendo referencia a la primera ocasión medida; así, γ_{00} se interpreta como la tasa migratoria promedio de todos los municipios en el trienio 1980-1982 y el coeficiente γ_{10} asociado a la variable T representa el incremento promedio de la tasa migratoria por trienio.

3.3. Modelo polinomial

Los modelos presentados hasta aquí son capaces de describir el crecimiento lineal de la respuesta sobre el tiempo, sin embargo, si el patrón de crecimiento medio a través del tiempo muestra evidencias de algún tipo de curvatura, un modelo más realista sería un modelo de tendencia polinomial como el que se presenta a continuación:

$$y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}T_{it} + \beta_{2i}T_{it}^2 + e_{it} \quad (7)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i}, \quad \beta_{1i} = \gamma_{10} + u_{1i}, \quad \beta_{2i} = \gamma_{20} + u_{2i} \quad (8)$$

Sustituyendo (8) en (7):

$$y_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{10}T_{it} + \gamma_{20}T_{it}^2 + u_{0i} + u_{1i}T_{it} + u_{2i}T_{it}^2 + e_{it}, \quad (9)$$

En este modelo las tasas migratorias municipales se describen como una función cuadrática del tiempo en el primer nivel. En el segundo nivel, como en los modelos precedentes, se describe la variabilidad entre las curvas

de crecimiento de los municipios. La parte fija del modelo describe la trayectoria de crecimiento promedio a través de tres parámetros: el intercepto promedio γ_{00} , el coeficiente de crecimiento lineal promedio γ_{10} , y el coeficiente de crecimiento cuadrático promedio γ_{20} . La trayectoria de cada municipio se describe a través del intercepto específico del municipio β_{0i} , el parámetro de crecimiento lineal β_{1i} y el parámetro de crecimiento cuadrático β_{2i} . Los residuos específicos de los municipios (u_{0i}, u_{1i}, u_{2i}) se supone que distribuyen normal con media 0, varianzas $\sigma_{u_0}^2, \sigma_{u_1}^2, \sigma_{u_2}^2$ y covarianzas $\sigma_{u_0u_1}, \sigma_{u_0u_2}, \sigma_{u_1u_2}$ [9]. El error e_{it} en el nivel-1 es el error en el tiempo t para el i -ésimo municipio en la curva cuadrática. Estos errores dentro de los municipios se suponen mutuamente independientes y normalmente distribuidos con media cero y varianza constante σ_e^2 .

3.4. Modelo con predictores de nivel-2

Otra importante cuestión es tratar de explicar la variabilidad entre los municipios mediante predictores de nivel-2 invariables en el tiempo. A sugerencia de los especialistas se consideró como predictor de nivel-2 una variable que clasificara los municipios de acuerdo a los espacios para el desarrollo. Primeramente se definieron las siguientes tres categorías:

1. Agrario: Municipios donde predomina el relieve llano con diferentes niveles de agroproductividad (95 municipios).
2. Montaña: Municipios con potencialidades para la conservación y los cultivos propios del ecosistema, café, cacao, forestales y frutales (30 municipios).
3. Urbano: Municipios con potencialidades en la producción industrial y los servicios, con pocas posibilidades de lograr el autoabastecimiento alimentario. Además de asimilar la concentración de población, asumen los centros políticos administrativos más importantes del país (29 municipios).

Cada categoría, a su vez, se divide en dos subcategorías, atendiendo a si el municipio es de alto o muy alto potencial o si es de muy bajo o bajo potencial. De esta manera se construye la variable *Espacio*, indicadora de las siguientes seis categorías: U^+ (urbano de alto potencial), U^- (urbano de bajo potencial), A^+ (agrario de alto potencial), A^- (agrario de bajo potencial), M^+ (montaña de alto potencial) y M^- (montaña de bajo potencial).

Para explicar la variación de la tasa migratoria de los municipios, la variable *Espacio* se incluye como predictor de nivel-2 en el modelo cuadrático. La categoría urbano de alto potencial se toma como referencia, así, cuando todas las variables indicadoras de cada categoría toman el valor cero, la respuesta en el modelo se interpreta como la tasa migratoria promedio para los municipios urbanos de alto potencial en el trienio t . El modelo cuadrático de dos niveles que expresa la relación entre la tasa migratoria municipal y las categorías de la variable *Espacio* para el desarrollo se formula de la siguiente manera:

$$y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}T_{it} + \beta_{2i}T_{it}^2 + e_{it} \quad (10)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01}A_i^- + \gamma_{02}M_i^- + \gamma_{03}M_i^+ + \gamma_{04}A_i^+ + \gamma_{05}U_i^- + u_{0i}$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11}A_i^- + \gamma_{12}M_i^- + \gamma_{13}M_i^+ + \gamma_{14}A_i^+ + \gamma_{15}U_i^- + u_{1i}$$

$$\beta_{2i} = \gamma_{20} + \gamma_{21}A_i^- + \gamma_{22}M_i^- + \gamma_{23}M_i^+ + \gamma_{24}A_i^+ + \gamma_{25}U_i^- + u_{2i}$$

3.5. Estimación de los parámetros y prueba de hipótesis

Para estimar los parámetros desconocidos se utilizó el procedimiento Mínimos Cuadrados Generalizados Iterativos Restringidos (RIGLS, por su sigla en inglés), el cual supone que la distribución de los errores es normal multivariada. Después del ajuste de cada modelo se realizó un análisis del cumplimiento de las hipótesis utilizando métodos gráficos de diagnóstico, se estudiaron las observaciones atípicas y se analizaron las que tenían una mayor influencia en el modelo. En los casos en que se consideró apropiado se excluyeron las observaciones anómalas y se hizo un reajuste del modelo.

Parámetros	Modelo 3	Modelo 6	Modelo 9
Fijos			
γ_{00} (<i>intercepto</i>)	-3.29 (0.55)	-5.79 (0.80)	-7.18 (0.94)
γ_{10} (<i>tiempo</i>)		0.56 (0.09)	1.60 (0.26)
γ_{20} (<i>tiempo</i> ²)			-0.12 (0.02)
Aleatorios			
$\sigma_{u_0}^2$	42.86 (5.26)	90.00 (11.11)	124.02 (15.37)
$\sigma_{u_1}^2$		0.93 (0.14)	7.25 (1.17)
$\sigma_{u_2}^2$			0.04 (0.01)
$\sigma_{u_{01}}$		-7.20 (1.10)	-23.83 (3.76)
$\sigma_{u_{02}}$			1.62 (0.31)
$\sigma_{u_{12}}$			-0.55 (0.10)
σ_e^2	32.81 (1.25)	21.46 (0.86)	17.64 (0.76)
$-2 * \log \text{verosimilitud}$	9824.51	9770.86	9618.03

Table 1: Estimación de los parámetros (y errores estándar) de los modelos 3, 6 y 9

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta un resumen del desarrollo de los modelos propuestos. En la Tabla 1 se presentan las correspondientes estimaciones de los parámetros y sus errores estándar de los modelos 3, 6 y 9.

Según el modelo incondicional (3), la media de la tasa migratoria calculada a través de todos los trienios y todos los municipios es -3.29. Evaluando los valores de las varianzas correspondientes en la expresión del Coeficiente de Correlación Intraclase se obtiene un valor de 0.57. Esto significa que el 57 por ciento de la variabilidad de la tasa migratoria se debe a las diferencias entre los municipios.

Para iniciar el proceso de ajustar el efecto del tiempo sobre la tasa migratoria se estimaron los parámetros del modelo de tendencia aleatoria o crecimiento incondicional (6). En este modelo se considera una variabilidad de la tasa migratoria al comienzo del período evaluado (trienio 80-82) y se supone que el ritmo de crecimiento varía para todos los municipios. La estimación de la varianza de los interceptos, $\sigma_{u_0}^2 = 90$, es significativamente diferente de cero ($z = \frac{90}{11.11} = 8.10$, $p < 0.05$), por lo que puede considerarse que la tasa migratoria al comienzo del período evaluado varía entre los municipios. La estimación de la varianza de las pendientes, $\sigma_{u_1}^2 = 0.93$, también es significativamente diferente de cero ($z = \frac{0.93}{0.14} = 6.64$, $p < 0.05$), revelando que el ritmo de crecimiento también varía entre los municipios. En síntesis, según los coeficientes estimados, la tasa migratoria en el trienio 80-82 fue en promedio de -5.79 aproximadamente y tuvo un crecimiento medio de 0.56 por trienio.

Otra cuestión importante es analizar cuán bien puede describirse la tasa migratoria a través de una función lineal del tiempo en el nivel-1. Como se deduce de la Tabla 1, existe una fuerte evidencia de la supuesta variación del efecto asociado al tiempo, ya que el cambio del modelo (3) al (6) en la log-verosimilitud ($9824.51 - 9770.86 = 53.65$), comparado con una distribución χ^2 , es significativo. Correspondientemente, se reduce el valor estimado de la varianza, “dentro” de los municipios (de 32.81 a 21.46). El grado de cuán apropiadamente la función lineal se ajusta a los puntos del tiempo dentro de los municipios se expresa por el porcentaje de varianza explicada en el nivel-1, en este caso:

$$\% \text{ de varianza explicada} = \frac{32.81(\text{Modelo 3}) - 21.46(\text{Modelo 6})}{32.81(\text{Modelo 3})} \times 100 = 35$$

Esto significa que el 35 por ciento de la variabilidad “dentro” de los municipios (a través de todos los trienios) es explicada por curvas de crecimiento lineal.

En el siguiente paso se plantea examinar un modelo de crecimiento cuadrático (modelo 9). La tasa migratoria, el incremento lineal de la tasa migratoria sobre el tiempo y la tasa de cambio como una función cuadrática del trienio en que se registra el dato se permite que varíen aleatoriamente de municipio a municipio sin variable explicativa de nivel-2. Este modelo tiene 3 parámetros fijos y 7 parámetros aleatorios.

El intercepto para la trayectoria del municipio i , γ_{00} , representa la tasa migratoria promedio en el trienio 80-82, γ_{10} es el coeficiente lineal de la trayectoria para el municipio i , o la pendiente inmediata al momento

$T = 0$. El coeficiente cuadrático γ_{20} es el parámetro que refleja la dirección y el grado de curvatura de la parábola y contribuye a la pendiente condicional. Consistente con los modelos previos, los parámetros fijos indican que la tasa migratoria promedio es de -7.18 con un crecimiento promedio inicial de 1.60 por trienio, pero hacia el final del período hay como promedio un pequeño descenso gradual de -0.12 por trienio. (Tabla 1)

El porcentaje de varianza en el nivel-1 explicada a través de la función cuadrática es:

$$\% \text{ de varianza explicada} = \frac{32.81(\text{Modelo 3}) - 17.64(\text{Modelo 9})}{32.81(\text{Modelo 3})} \times 100 = 46$$

lo que demuestra que el modelo polinomial describe mejor que el lineal el patrón individual de cada municipio. Correspondientemente, se reduce el valor estimado de la varianza, “dentro” de los municipios (de 21.46 en el modelo (6) a 17.64 en el modelo (9)). Existe además, evidencia del supuesto efecto del coeficiente asociado con la función cuadrática del tiempo, ya que el cambio del modelo lineal al cuadrático en la log-verosimilitud (9770.86-9618.03=152.83), comparado con una distribución con 4 gl, es significativo.

La inclusión de las categorías de los efectos de los espacios de desarrollo como covariables de nivel-2 en el modelo (10) se acompaña de una importante disminución en la log-verosimilitud. En la Tabla 2 se presentan las estimaciones de los componentes de la varianza de este modelo y es evidente los cambios en los valores de las estimaciones con respecto al modelo (9), o sea, el tipo de espacio de desarrollo parece ser un buen predictor de la variabilidad de los parámetros entre los municipios. Sin embargo, hay poca evidencia de tales diferencias en las tendencias de algunos tipos de espacios de desarrollo cuyas estimaciones de los parámetros fijos asociados no son significativas (Tabla 3). Específicamente, las mayores diferencias entre los espacios en desarrollo están dadas desde el comienzo del período evaluado, pero no hay una sustancial evidencia de diferentes tendencias sobre el tiempo entre los municipios, excepto para los municipios de montaña, en los que los efectos del tiempo (lineal y cuadrático), en relación a su condición de espacio de desarrollo, son estadísticamente significativos.

Parámetros	Modelo (10)
$\sigma_{u_0}^2$	57.52 (7.71)
$\sigma_{u_1^2}$	4.52 (0.82)
$\sigma_{u_{01}}$	-11.55 (2.18)
$\sigma_{u_2^2}$	0.03 (0.01)
$\sigma_{u_{02}}$	0.81 (0.19)
$\sigma_{u_{12}}$	-0.36 (0.07)
σ_e^2	15.53 (0.67)
$-2 * \log\text{verosimilitud}$	9194.82

Table 2: Estimación de los componentes de la varianza del modelo 10

<i>Espacio</i>	<i>constante</i>	<i>tiempo</i>	<i>tiempo²</i>
U^+	5.63 (2.27)	-0.22 (0.74)	-0.01 (0.07)
U^-	-6.42 (3.06)	0.67 (0.99)	0.03 (0.09)
A^+	-10.56 (2.48)	1.60 (0.81)	-0.09 (0.07)
A^-	-18.02 (2.77)	1.79 (0.90)	-0.08 (0.08)
M^+	-19.89 (2.87)	2.64 (0.93)	-0.15 (0.09)
M^-	-33.05 (3.84)	6.91 (1.25)	-0.52 (0.12)

Table 3: Estimaciones de los parámetros fijos del modelo 10 con la variable *Espacio* como predictor de nivel-2.

En la Figura 3, se muestran los gráficos de los residuos estandarizados del modelo (10) contra los puntajes de la distribución normal. En el gráfico de los residuos de nivel-1 (“dentro” de los municipios) se observa una ligera curvatura, que puede atribuirse a algunas observaciones aberrantes. La exclusión del análisis de estas observaciones no conduce a sustanciales diferencias en la interpretación de los resultados. Los residuos

de nivel-2 parecen aproximadamente normales, aunque se distinguen claramente algunos municipios con residuos extremos.

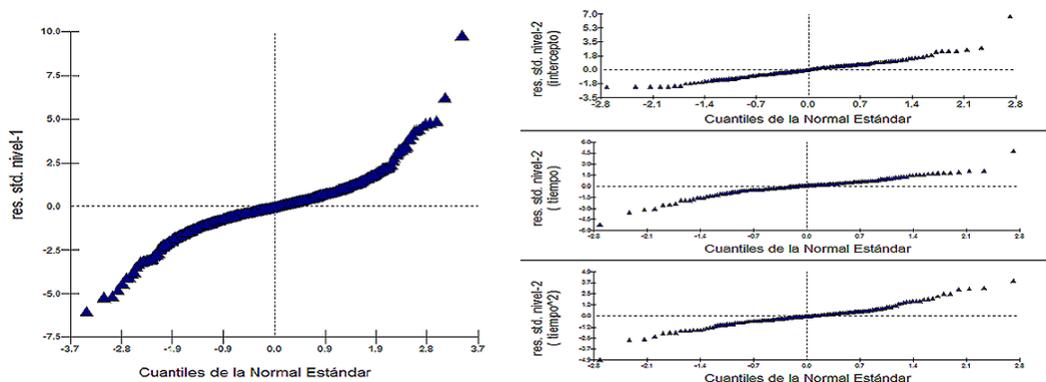


Figure 3: Gráficos de probabilidad normal para los residuos estandarizados de nivel-1 y nivel-2

En la Figura 4 se presentan los gráficos que muestran los 154 residuos intercepto y pendiente de nivel-2 en orden ascendente, con su correspondiente intervalo de confianza al 95 por ciento. Si se observan los intervalos, se aprecia que hacia los extremos del eje horizontal, hay un grupo de municipios cuyos intervalos no contienen al cero. Esto significa que estos municipios difieren significativamente de los valores promedios predichos por los parámetros fijos. Se destacan los municipios cuyas curvas están asociadas a los residuos de nivel-2 con valores extremos. En particular se destaca un municipio con el mayor residuo del intercepto (Moa) y dos municipios (Ciénaga y Moa), cuyos residuos se encuentran muy alejados (por debajo y por encima, respectivamente) del valor cero esperado. En la Figura 5 se muestran las trayectorias de estos dos municipios atípicos.

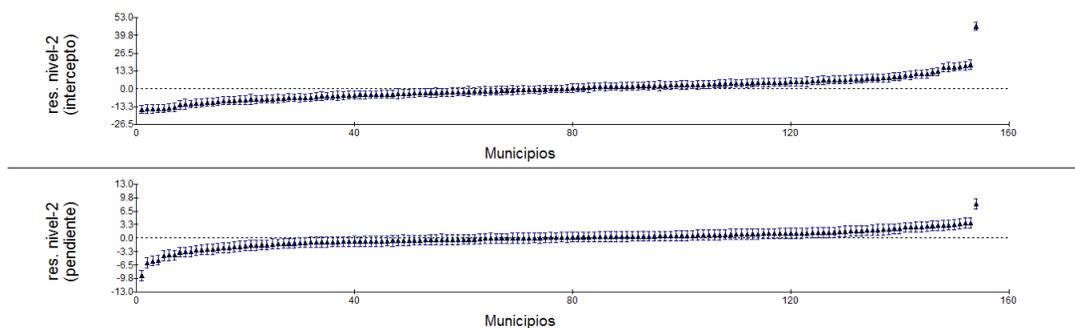


Figure 4: Residuos intercepto y pendiente de nivel-2 de los 154 municipios y sus intervalos de confianza

Finalmente se construyeron las curvas de las tasas promedio de crecimiento para cada categoría de desarrollo. Para construir estas curvas sólo se consideran las estimaciones de los parámetros fijos; no obstante, deben tenerse en cuenta las estimaciones de los parámetros aleatorios, ya que son un indicador de cuánta varianza residual queda como un potencial para ser “explicado” por variables de los dos niveles. Las curvas promedios logran explicar claramente el efecto del tiempo y el tipo de espacio de desarrollo sobre la tasa migratoria durante el período evaluado, además de que permiten una descripción de las diferencias entre las clases de municipios de acuerdo a su desarrollo.

En la Figura 6 se muestra la dinámica de las tasas migratorias promedio para cada una de las seis clases de municipio según el espacio para el desarrollo a lo largo del período estudiado. En este gráfico se puede apreciar cómo todos los municipios emisores reducen la salida de migrantes, sólo se restablece el nivel de emisión después de la crisis en los municipios de montaña con menos posibilidades para el desarrollo. Por

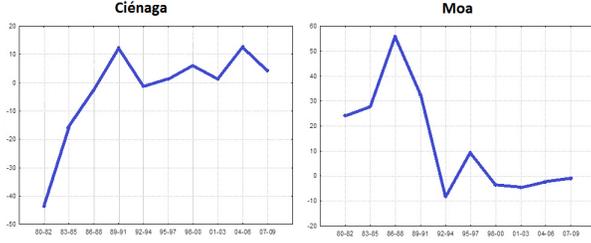


Figure 5: Perfiles de las tasas migratorias de dos municipios atípicos

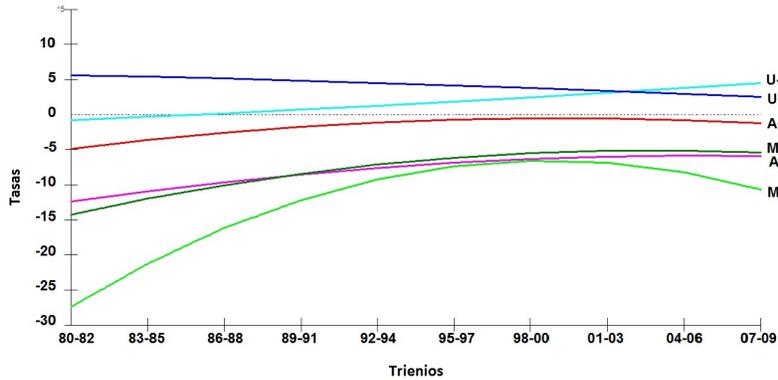


Figure 6: Trayectorias predichas de las tasas migratorias internas por trienios durante el período 1998-2009 para cada clase de municipio según su espacio para el desarrollo (U^+ : urbano de alto potencial, U^- : urbano de bajo potencial, A^+ : agrario de alto potencial, A^- : agrario de bajo potencial, M^+ : montaña de alto potencial y M^- : montaña de bajo potencial)

otro lado, en los municipios con mayores potencialidades asociadas a lo urbano (predominio de empleos secundarios y terciarios), la llegada de migrantes se reduce de forma lenta y sostenida, mientras que en los municipios con menores potencialidades asociadas a lo urbano se incrementa la llegada de migrantes, también de forma lenta y sostenida, poniendo en evidencia el grupo de municipios donde menos se satisfacen las aspiraciones de sus habitantes, y el grupo que se ha convertido en el de más atractivo porque sin tener grandes potencialidades para un desarrollo de base urbana, tiene mejores condiciones de vida que los de base agropecuario o de montaña con menores restricciones para la recepción de migrantes que los urbanos de mayor potencial.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha puesto de manifiesto cómo se pueden usar los modelos multinivel para examinar los diferentes patrones de comportamiento relativos a las tasas migratorias internas en Cuba. La atención se centró en el potencial del enfoque multinivel para explicar, no sólo la variabilidad de la respuesta en relación con el tiempo, sino también la naturaleza heterogénea de los municipios en correspondencia al contexto en que se desarrolla la población de interés.

La flexibilidad del enfoque multinivel para incluir predictores contextuales en los modelos propuestos, permitió explicar qué parte de las diferencias entre los municipios se debe a los impactos sufridos en espacios con diferentes potencialidades para el desarrollo de su economía. No obstante, es posible que otras características, no consideradas en el estudio, puedan también ser responsables de las disparidades entre las diferentes curvas de crecimiento obtenidas a partir de los modelos predictivos. Los resultados derivados del análisis permitieron además, utilizando métodos gráficos de diagnóstico, identificar municipios con

comportamientos migratorios atópicos.

En general, se recomienda el uso de los modelos multinivel para el análisis de los movimientos migratorios de otros períodos, ajustando los contextos a las condiciones de los diferentes momentos. También resultará interesante ampliar las descripciones de los contextos para identificar exhaustivamente el factor discriminante entre los municipios.

La estrategia propuesta no sólo permitirá el desarrollo de mejores modelos explicativos, sino que puede crear las bases para una mejor política de planeación. En particular, los resultados obtenidos se utilizaron durante la elaboración del Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial, ya que contribuían a mostrar la importancia de las Ciudades Intermedias (U^-) en el Sistema de Asentamientos Humanos del país y apoyaban la necesidad, que desde otros estudios se sugería, de perfeccionar su planeamiento y la gestión de sus planes de ordenamiento.

RECEIVED: DECEMBER, 2015.

REVISED: JULY, 2016.

REFERENCES

- [1] BIESANZ J. C., DEEB-SOSSA N., PAPADAKIS A.A., BOLLEN K. A., CURRAN P. J. (2004) **The Role of Coding Time in Estimating and Interpreting Growth Curve Models.** *Psychological Methods* Vol. 9, No. 1, pp 30-52.
- [2] BOQUET, A., (1997). **Migraciones Internas: Estudio descriptivo de las migraciones internas en Cuba de 1989 a 1996.** IPF, La Habana, 35 pp.
- [3] CEDEM, (1997). **Resultados de la encuesta nacional de migraciones según niveles del sistema de asentamientos.** CEDEM. La Habana.
- [4] CHI G., VOSS P. (2005) **Migration Decision-making: A Hierarchical Regression Approach** *Regional Analysis and Policy*, 35:2, 11-22.
- [5] GOLDSTEIN H., (1995) **Multilevel Statistical Models.** 2nd. Ed. Halsted Press, New York.
- [6] QUENÉ H., VAN DEN BERGH H. (2004). **On multi-level modeling of data from repeated measures designs: a tutorial** *Speech Communication* 43 (2004) 103-121.
- [7] RAUDENBUSH S. W., BRYK A. S. (2002). **Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods.** (2nd Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [8] SINGER J. D., WILLETT J. B. (2003). **Applied longitudinal data analysis: Modeling change-and event occurrence.** New York: Oxford University Press.
- [9] SNIJDERS T. A. B., BOSKER R. J. (1999). **Multilevel analysis: Introduction to basic and advanced multilevel modelling.** London: Sage.
- [10] VERBEKE G., MOLENBERGHS G. (2000). **Linear Mixed Models for Longitudinal Data** Springer Verlag, New York.