



ALAP 2020

IX Congreso de la Asociación
Latinoamericana de Población



9 a 11 diciembre

EL ROL DE LOS ESTUDIOS DE POBLACIÓN TRAS LA PANDEMIA DE COVID-19 Y
EL DESAFÍO DE LA IGUALDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Richard Detomasi,

Programa de Población, Unidad Multidisciplinaria, Facultad de Ciencias Sociales - Udelar,

Departamento de Geografía, Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo, MIDES,

Richard.detomasi@gmail.com

**Modelos Basados en Agentes (MBA) para la estimación y
proyección de población en pequeñas áreas.**

(Montevideo metropolitano, Uruguay: 1996-2050)

Modelos Basados en Agentes para la estimación y proyección de población en pequeñas áreas.

Montevideo y Área Metropolitana, Uruguay 1996-2050.

Richard Detomasi,

Programa de Población, Facultad de Ciencias Sociales - Universidad de la República;

Departamento de Geografía, Ministerio de Desarrollo Social.

richard.detomasi@gmail.com

Resumen:

Las estimaciones de población en áreas pequeñas, son un tradicional desafío metodológico para la demografía, dadas las dificultades que presentan las herramientas más habituales con las que se modela la dinámica demográfica a esta escala. El desarrollo tecnológico y de fuentes informacionales en los últimos tiempos, permiten hoy evaluar diversas metodologías en materia de estimación y proyección en pequeñas áreas de poblaciones en general. En esta investigación se analiza el potencial del enfoque de Modelos Basados en Agentes (MBA), en tanto metodología para realizar estimaciones y proyecciones de población en áreas pequeñas, incorporando la perspectiva de modelado espacial, y cómo este tipo de modelos estiman y proyectan la distribución espacial de los componentes demográficos. Específicamente, se aplicó este tipo de modelado a la distribución de la población de Montevideo y su área metropolitana, en áreas pequeñas, para el período 1996-2050, tomando como orientación el proceso de transformación de uso del suelo.

Palabras clave: Modelos Basados en Agentes, Estimación poblacional áreas pequeñas, Montevideo metropolitano

Introducción

Las estimaciones de población en áreas pequeñas, son un tradicional desafío metodológico para la demografía, dadas las dificultades que presentan las herramientas más habituales con las que se modela la dinámica demográfica a esta escala. El desarrollo tecnológico y de fuentes informacionales en los últimos tiempos, permiten hoy evaluar diversas metodologías en materia de estimación y proyección en pequeñas áreas de poblaciones en general. Al aplicar estas metodologías, las fuentes y las unidades de análisis propias de cada territorio, comienzan a configurar particularidades en el proceso que deben ser analizados puntualmente.

Los antecedentes regionales compilados por (González y Torres, 2012), concentran ejemplos para el método de variables sintomáticas, como ser el caso de (Bay, 1998), (Texeira Jardim, 2001), o (Chávez Esquivel, 2001), aplicando los métodos de razón censal, diferencia de tasas, correlación de razón o de correlación de tasa. Pero

además, presentan métodos integrados, como el utilizado por (Jannuzzi, 2005), que emplea proyecciones por componentes para un nivel regional y un sistema de ecuaciones diferenciales para áreas municipales, a partir de un modelo de especies competitivas provenientes de la Ecología.

Históricamente en Uruguay se han realizado las estimaciones y proyecciones poblacionales por la metodología de componentes (INE, 1998, 1999, 2005, 2014; DGEC, 1991; CELADE, 1981, 1984). Con el pasar del tiempo se ha ido ajustando, pasando de tramos quinquenales a edades simple, e incluso se han elaborado con niveles de desagregación, proyecciones subnacionales, utilizando categorías como “urbano” y “rural” (DGEC, 1991; INE, 1998); o Montevideo y “resto urbano” (INE, 1999). En estos casos se diferenció lo “urbano” de lo “rural” por departamento, utilizando herramientas informáticas (RUP y RUPAGG) brindadas por el US Census Bureau (INE, 2005), aunque para el último relevamiento no fueron utilizadas.

Fuera de las publicaciones en el marco del INE, se deben destacar los trabajos de (Calvo y Prats, 1992); (Calvo y Rios, 1998); y (Cabrera, 2011) que por su parte presentan un intento de construir proyecciones por un método basado en variables sintomáticas, tomando como base las proyecciones nacionales realizadas por el método de los componentes, pero aplicando el método de (Duchesne, 1988), o el método del parque habitacional para proyectar áreas cada vez más pequeñas. Dentro de los antecedentes de la propia línea de investigación cabe destacar el análisis realizado utilizando la luminosidad nocturna como variable sintomática para la estimación de población en áreas pequeñas (Detomasi, 2019), que incluso se realiza en una grilla regular, aunque para su evaluación se haya agregado a las unidades administrativas correspondientes.

El modelado del uso del suelo, implica la complejidad no sólo de las limitaciones naturales sino también de los impulsores humanos (Le et. al., 2010). Sin embargo, las generaciones pasadas de modelos de simulación tendían a ignorar los roles explícitos de los actores humanos, sin incorporar sus diversas acciones y decisiones, como en el modelado de la dinámica del paisaje urbano (Veldkamp y Verburg, 2004).

Por lo tanto, los Modelos Basados en Agentes (MBA) son considerados como la herramienta adecuada para expresar la co-evolución de los sistemas humanos y paisajísticos basada en las interacciones entre los actores humanos y su entorno (Verburg et. al., 2005 ; Parker et. al., 2003 ; Berger, 2001). Modelos que en los últimos años han comenzado a proliferar, son aplicados con éxito para simular sistemas complejos y sus comportamientos relacionados, ya sea en campos como la sociología, la economía, la ecología, etc. (Acosta-Michlik et. al., 2014 ; Tesfatsion et. al., 2017; Alves et. al., 2019).

Problema de investigación

En esta investigación se analiza el potencial del enfoque de los MBA (Epstein y Axtell, 1996 ; Grow y Van Bavel, 2017), en tanto metodología para realizar estimaciones y proyecciones de población en áreas pequeñas. Específicamente, se aplicó este tipo de modelado a la distribución de la población de Montevideo y su área metropolitana, en áreas pequeñas, para el período 1996-2050, tomando como orientación el proceso de transformación de uso del suelo.

Para esto, se modelaron los componentes demográficos (mortalidad, fecundidad, fertilidad, migración, divorcio y distribución espacial para cada año); y el cambio de uso del suelo, mediante la extensión de áreas urbanas, la red de transporte, la distancia a mercados de trabajo, bienes e insumos, las condiciones topográficas, la existencia de áreas de drenaje, grandes equipamientos, etc. Colocando el foco principal en el esfuerzo de la modelación es la identificación de los factores físicos y socio-económicos que determinan y condicionan la

presión sobre el cambio de uso del suelo en un territorio determinado (Polidori, 2004 ; Henríquez et. al., 2006), y en este caso de la representación de la dinámica demográfica.

Objetivo

El objetivo general del proyecto en el que se enmarca esta investigación, es evaluar la pertinencia de un MBA de la dinámica socio-demográfica, para estimar y luego proyectar, la distribución de la población de Montevideo y su área metropolitana, en áreas pequeñas, para el período 1996-2050, tomando como orientación el proceso de transformación de uso del suelo y la espacialización de series temporales socio-demográficas.

De acuerdo con este objetivo general, los objetivos específicos son: (1) Sistematizar la información y conocimiento existente en materia de las metodologías de estimación de poblaciones en áreas pequeñas; (2) Analizar las modificaciones en el uso del suelo urbano en áreas pequeñas para Montevideo y su área metropolitana. (3) Construir un MBA para la estimación de la distribución poblacional de Montevideo y su área metropolitana, a partir de las variaciones del uso del suelo urbano. (4) Estimar y proyectar según MBA la distribución poblacional de Montevideo y su área metropolitana en el período 1996-2025; (5) determinar los aportes que pueden extraerse de esta metodología de cara al desarrollo de futuras estimaciones similares y de aquellas que quieran integrar la perspectiva de las áreas pequeñas, para el caso uruguayo en particular, y de forma general para la región.

En línea con estos objetivos, las preguntas de investigación que orientan esta investigación, son: ¿Qué modificaciones en el uso del suelo urbano pueden aprovecharse para la estimación de población en áreas pequeñas? ¿Qué modelos pueden aplicarse a Montevideo y su área metropolitana? ¿Qué modelo ajusta mejor al caso de Montevideo y su área metropolitana en relación a las estimaciones y proyecciones oficiales a mayor escala? Específicamente en este trabajo se plantean los procesos de selección de fuentes y se genera una propuesta de la estructura de un primer MBA de paso anual, para la estimación intercensal desde 1996 a 2011, y con estos resultados los posibles ajustes a los parámetros para el segundo MBA para la proyección de población desde 2011 hasta 2050. O sea, se concentra en los objetivos específicos (3) y (4).

Material y métodos

En concreto para estructurar el MBA, se generaron 16 grillas hexagonales de 1 km² de área, donde se conjugó la información de corte socio-ambiental, precios de suelo (venta y alquiler) y usos del suelo, que constituye el tablero en el que se moverán los agentes del modelo. Estos agentes serán evaluados y accionaran sus funciones a saltos anuales, donde el paquete de condiciones socio-económicas que engloban las clases, se actualizan según estimaciones a partir de la *Encuesta Continua de Hogares* (ECH) de cada año.

Para la determinación de los precios del suelo se utilizaron los precios promedio del metro cuadrado de compraventas de propiedades que publica el INE dentro de los indicadores de actividad y precios del sector inmobiliario a nivel de barrios, analizado por (Veneri y Lanzilotta, 2016). Dado que la información disponible actualmente no cubre todos los datos, ni todo el período analizado, se utilizó una estimación por kriging (Cressie, 1988; Dubin, 1992) para completar la cobertura espacial y un modelo aditivo generalizado (GAM) para completar la cobertura temporal (Hastie y Tibshirani, 1986).

Por su parte, la asignación de los usos del suelo, se estimó para cada año a través de la categorización

automática de imágenes satelitales Landsat, mediante el algoritmo de WUDAPT (Bechtel y Daneke, 2012; Bechtel et. al., 2015; Ching et. al., 2018), como ya se ha implementado para Montevideo por (D'Angelo y Detomasi, 2017), para cada uno de los años, y escalado a la grilla de hexágonos recategorizado en rural, periurbano y urbano, y en el mismo procedimiento se ajusta la capacidad poblacional de las celdas, que denominaremos “plots” y que corresponden a cada hexágono de la grilla de Montevideo y su área metropolitana.

Para construir la capa de agentes, en este modelo familias, se tomó como base la distribución de viviendas del área de estudio, compiladas por el Departamento de Geografía de la Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo (DINEM) del Ministerio de Desarrollo Social (MIDES), quienes combinaron cuatro fuentes de datos complementarias: viviendas rurales relevadas por los Censos de 2011, ubicación de contadores de energía eléctrica, ubicación de contadores de servicio de agua corriente y visitas georreferenciadas de trabajo de campo del MIDES. Para mantener la confidencialidad de los datos, en todos los casos se registró únicamente el par de coordenadas (x, y) para cada hogar eliminando de la base toda otra información del registro (Detomasi y G., 2017).

Bajo el supuesto de que la cantidad de viviendas entre 1996 y 2011 nunca excede la cantidad de puntos georreferenciados de la capa descrita en el párrafo anterior, se sortearon aleatoriamente entre estos pares de coordenadas, los correspondientes a los hogares del segmento del censo 1996, con sus respectivas integraciones familiares. Éste supuesto se testeó explícitamente utilizando los marcos censales 1996 y 2004 (INE).

Por último, se han modelado los componentes demográficos de mortalidad (Cabella, 2012), fecundidad (Varela et. al., 2014), migración (Blanes et. al., 2018) y divorcio (Binstock y Cabella, 2011 ; Fernández Soto, 2017), partiendo de modelos lineales simples entre los valores obtenidos de los censos 1996 y 2011 a escala de barrios, y en el caso de la fecundidad y la mortalidad se ajustó la distribución de nacimientos y muertes, a partir de los casos georreferenciados de los registros administrativos de estadísticas vitales y natalidad para todo el período de los certificados de Nacido Vivo y Defunciones de Uruguay (MSP-INE); obteniendo así las tasas correspondientes a cada componente en forma de cubos de matrices, o sea para cada plot y cada año corresponde una matriz de tasas a edades simples para cada clase de evento.

Cabe destacar que para el procesamiento se ha utilizado software libre y abierto para todos los procesos, específicamente se usó lenguaje R (R Core Team, 2016), usando como interfaz Rstudio (RStudio Team, 2012), focalizándonos en varias de sus librerías complementarias, de igual modo liberadas (i.e. *demography* (Heather Booth et. al., 2019), *ech* (Mathieu y Detomasi, 2020) *sf* (Pebesma, 2018) y *stars* (Pebesma, 2020)).

Resultados esperados y conclusiones

Con los insumos ya presentados se estructuró el diagrama presentado en la Fig. 1, que muestra las clases de agentes (i.e. familias), sus relaciones (cada persona pertenece a una familia y cada familia puede estar compuesta por una o más personas), sus características (i.e. cada familia tendrá un tamaño que será un valor Integer) y sus funciones (i.e. cada familia puede reproducirse según edad, tasa_feminidad, tasa_fertilidad, etc), que son posibles de actuar en cada paso del modelado.

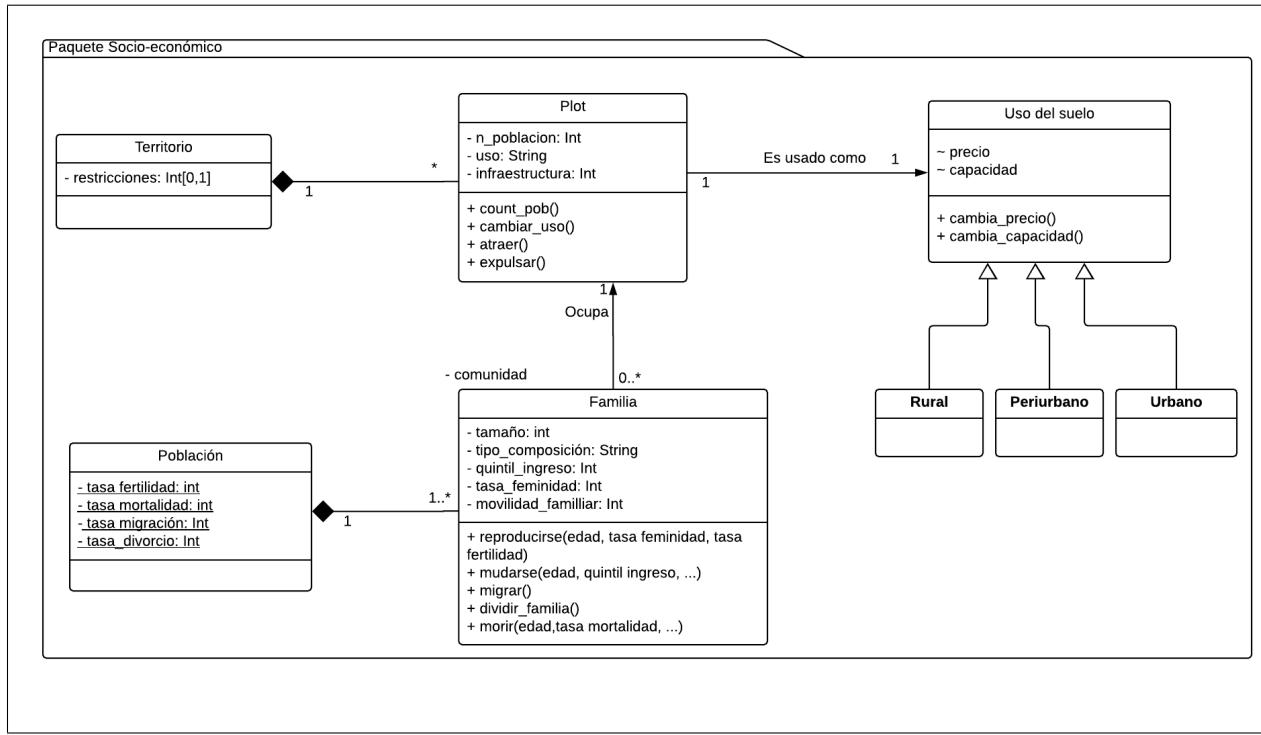


Figura 1: Diagrama de clases

En los siguientes diagramas de actividad tanto de los hexágonos (plot - Fig. 2) como de los agentes (Familia - Fig. 3) se representar la actividad en cada salto primero de los Plots (o sea los hexágonos) y luego de las familias, tomando las características de los estados anteriores de ambos y utilizando las funciones correspondientes.

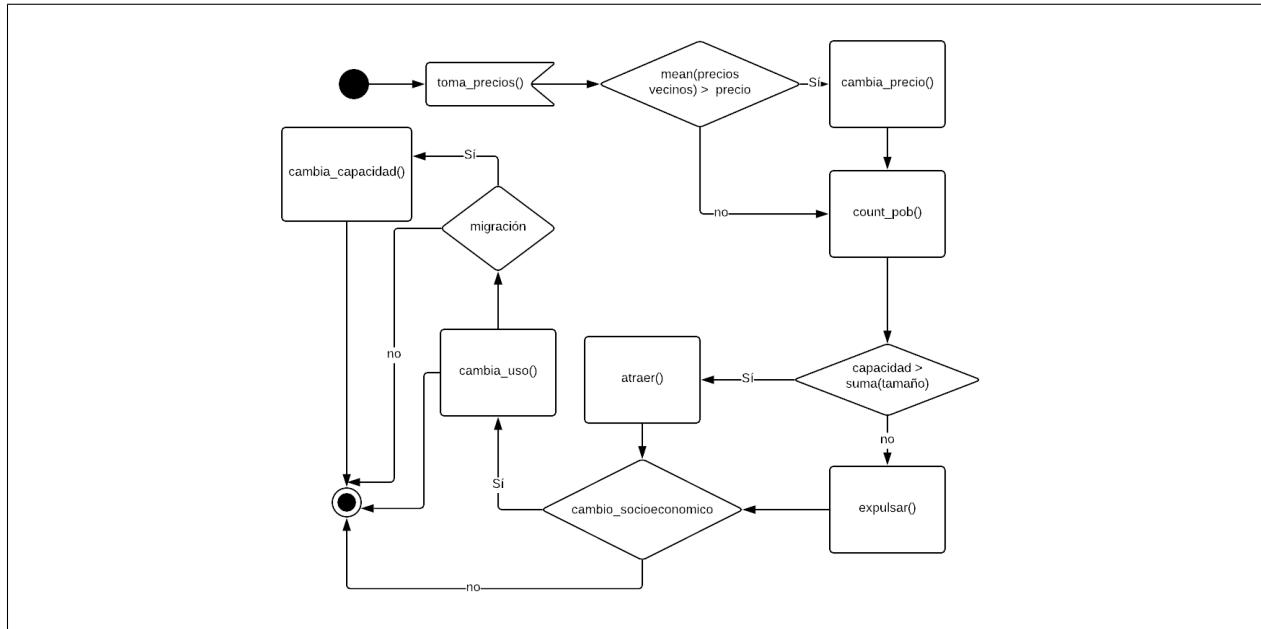


Figura 2: Diagrama de actividad del territorio

La clase “Persona” que interviene entre “Población” y “Familia”, corresponde un subagente de la familia, y según sus características demográficas y las tasas específicas de su espacio-tiempo evalúan su probabilidad de

aplicar sus funciones intrínsecas y que implican las funciones de los agentes familia.

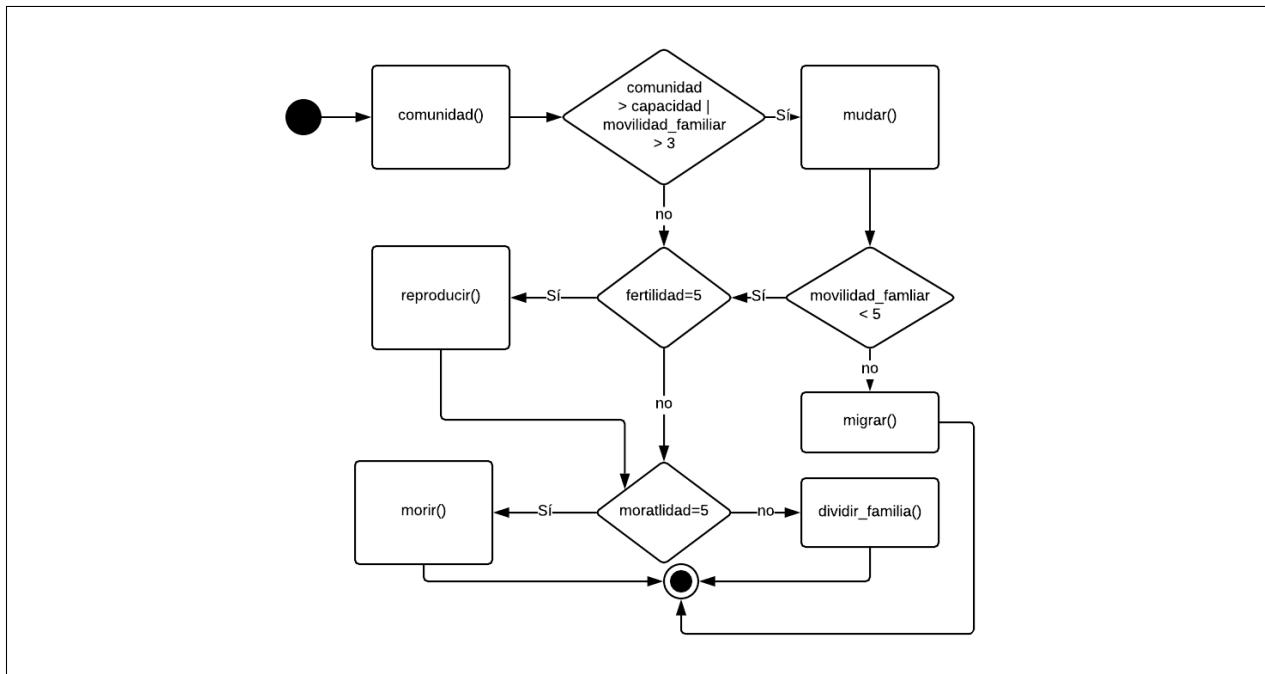


Figura 3: Diagrama de actividad de los agentes

Fuera de los aportes para el análisis histórico de la población de Montevideo y su área metropolitana para el período 1996-2011, la parte prospectiva tendría dos posibles fines, por un lado la estimación 2011-2020, y siendo consciente del cambio de dinámica tanto demográfica como socio-económica del presente año 2020 y la pandemia de la COVID19 y sus consecuencias a futuro, el MBA de proyección para el período 2020-2050 se ofrece como modelo nulo para futuros relevamientos censales.

Cabe mencionar que esta es una investigación que se encuentra en proceso. A la fecha, se tienen avances sustanciales en la estructura de los modelos, y en los próximos meses esperamos terminar las estimaciones y el análisis de los resultados.

Bibliografía

- Acosta-Michlik, L. et. al. (2014) An agent-based assessment of land use and ecosystem changes in traditional agricultural landscape of portugal. *Intelligent Information Management*. (6), 55–80. [online]. Available from: <https://doi.org/10.4236/iim.2014.62008>.
- Alves, R. et. al. (2019) Agentbased simulation model for evaluation urban freight policy to e-commerce. *Sustainability*. (11), 4020. [online]. Available from: <https://doi.org/10.3390/su11154020>.
- Bay, G. (1998) El uso de variables sintomáticas en la estimación de la población de áreas menores. *Revista Notas de Población*. 67/68181–208. [online]. Available from: http://www.cepal.cl/publicaciones/xml/1/5431/%20LCG2048_p7.pdf.
- Bechtel, B. et. al. (2015) Mapping local climate zones for a worldwide database of the form and function of cities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. (4), 199–219.

-
- Bechtel, B. y Daneke, C. (2012) Classification of local climate zones based on multiple earth observation data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. (5), 1191–1202.
- Berger, T. (2001) Agent-based spatial models applied to agriculture: A simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. *Agricultural Economics*. [Online] 25 (2-3), 245–260. [online]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1574-0862.2001.tb00205.x> (Fecha de consulta 13 Junio 2017).
- Binstock, G. y Cabella, W. (2011) *La nupcialidad en el cono sur: Evolución reciente en la formación de uniones en argentina, chile y uruguay*. Investigaciones 11. ALAP Editor (ed). Rio de Janeiro: Binstock, G. y Melo Vieira, J. (coord.).
- Blanes, A. et. al. (2018) *Las tendencias demográficas a nivel subnacional en uruguay: ¿Convergencia o divergencia?* E-investigaciones 5. ALAP (ed). Ludi Simpson y Leandro González (coord.).
- Cabella, W. (2012) *Análisis de situación en población en uruguay*. Montevideo: Trilce.
- Cabrera, M. (2011) *Estimación de Población en áreas menores con métodos que utilizan variables sintomáticas*. Montevideo: OPP – Comisión Sectorial de Población. [online]. Available from: http://www.opp.gub.uy/images/6._Estimacion_de_poblacion_en_areas_menores.pdf.
- Calvo, J. J. y Prats, O. (1992) *Canelones : Proyecciones de la población 1985-2010 por sexo y grupo de edad*. Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales, Montevideo.
- Calvo, J. J. y Rios, G. (1998) *Proyecciones de población y viviendas de la ciudad de Salto, 1996 - 2025*. Universidad de la República, Regional Norte – Unidad de Estudios Regionales, Salto.
- CELADE (1981) *América Latina. Situación demográfica evaluada en 1980: Estimaciones (1960-1980) y Proyecciones (1980-2025)*. Santiago de Chile: CELADE.
- CELADE (1984) *Métodos para proyecciones demográficas*. San José, Costa Rica: CELADE.
- Chávez Esquivel, E. (2001) Variables sintomáticas en las estimaciones poblacionales a nivel cantonal en Costa Rica. *Revista Notas de Población*. 7151–72. [online]. Available from: http://www.cepal.cl/publicaciones/%20xml/3/7223/LCG2114_p3.pdf.
- Ching, J. et. al. (2018) World urban database and access portal tools (wudapt), an urban weather, climate and environmental modeling infrastructure for the anthropocene. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
- Cressie, N. (1988) Spatial prediction and ordinary kriging. *Mathematical Geology*. (20), 405–421.
- D'Angelo, G. y Detomasi, R. (2017) *Montevideo wudapt level 0 training data*.
- Detomasi, R. (2019) Luminosidad nocturna: Variable sintomática o auxiliar dasimétrica para estimaciones de población en áreas pequeñas. Caso uruguay entre 1996 y 2011. Master's thesis thesis. Montevideo: Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias Sociales. Unidad Multidisciplinaria. [online]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/21814>.
- Detomasi, R. y G., B. (2017) Evaluación espacial de servicios de educación inicial: La densificación de la oferta para niños de tres años en la administración nacional de educación pública (anep). *GeoFocus*. [Online] (20), 49–61.

-
- DGEC (1991) *Montevideo y resto urbano del país: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad 1975-2025*. Montevideo, Uruguay: DGEC - CELADE.
- Dubin, R. (1992) Spatial autocorrelation and neighborhood quality. *Regional Science and Urban Economics*. (22), 433–452.
- Duchesne, L. (1988) *Proyecciones de Población por sexo y edad para áreas intermedias y menores; método de relación de cohortes*. CELADE.
- Epstein, J. M. y Axtell, R. (1996) *Growing artificial societies: Social science from the bottom up*. Complex adaptive systems. Washington, D.C: Brookings Institution Press.
- Fernández Soto, M. (2017) La disolución de la primera unión y su relación con la fecundidad de las mujeres montevideanas. *Revista Latinoamericana de Población*. [Online] (21 - 11), 71–94.
- González, L. y Torres, E. (2012) 'Estimaciones de población en áreas menores en América Latina: Revisión de métodos utilizados.', en *Estimaciones y proyecciones de población en América Latina. Desafíos de una agenda pendiente*. Suzana Cavenaghi Rio de Janeiro: ALAP.
- Grow, A. y Van Bavel, J. (eds.) (2017) *Agent-Based Modelling in Population Studies: Concepts, Methods, and Applications*. The Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis 41. 1st ed. 2017. Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer.
- Hastie, T. y Tibshirani, R. (1986) Generalized Additive Models. *Statistical Science*. 1 (3), 297–318.
- Heather Booth, R. J. H. with contributions from et. al. (2019) R package version 1.22. *Demography: Forecasting mortality, fertility, migration and population data*. [online]. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=demography>.
- Henríquez, C. et. al. (2006) Monitoring and modeling the urban growth of two mid-sized Chilean cities. *Habitat International*. [Online] 30 (4), 945–964. [online]. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0197397505000378> (Fecha de consulta 8 Agosto 2017).
- INE (2005) *Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay (1996-2050) y departamentos (1996-2025). (Revisión 2005)*.
- INE (2014) *Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: Metodología y resultados (Revisión 2013)*.
- INE (1998) *Uruguay: Estimaciones y proyecciones de la población por sexo y edad: Total del país 1950-2050*.
- INE (1999) *Uruguay: Estimaciones y proyecciones de la población urbana y rural por sexo y edad 1985-2050*.
- Jannuzzi, P. de M. (2005) 'Population Projections for Small Areas: Method and Applications for Districts and Local Population Projections in Brazil', en 2005 IUSSP. [online]. Available from: <http://iussp2005.princeton.edu/download.%20aspx?submissionId=51422>.
- Le, Q. B. et. al. (2010) Land Use Dynamic Simulator (LUDAS): A multi-agent system model for simulating spatio-temporal dynamics of coupled human–landscape system. *Ecological Informatics*. [Online] 5 (3), 203–221. [online]. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1574954110000208> (Fecha de consulta 9 Agosto 2017).

-
- Mathieu, G. y Detomasi, R. (2020) *Ech: Caja de herramientas para procesar la encuesta continua de hogares*. [online]. Available from: <https://github.com/calcita/ech>. [online]. Available from: <https://github.com/calcita/ech>.
- Parker, D. C. et. al. (2003) Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers*. [Online] 93 (2), 314–337. [online]. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/1467-8306.9302004> (Fecha de consulta 13 Junio 2017).
- Pebesma, E. (2018) Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal*. [online]. Available from: <https://journal.r-project.org/archive/2018/RJ-2018-009/index.html>.
- Pebesma, E. (2020) R package version 0.4-1. *Stars: Spatiotemporal arrays, raster and vector data cubes*. [online]. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=stars>.
- Polidori, M. C. (2004) Crescimento urbano e ambiente – Um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade. Tesis de doctorado thesis. Puerto Alegre: UFRGS-PPGECO. [online]. Available from: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6191/000482158.pdf?sequence=1>.
- R Core Team (2016) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. [online]. Available from: <https://www.R-project.org/>.
- RStudio Team (2012) *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Boston, MA: RStudio, Inc. [online]. Available from: <http://www.rstudio.com/>.
- Tesfatsion, L. et. al. (2017) An agent-based platform for the study of watersheds as coupled natural and human systems. *Environmental Modelling & Software*. (89), 40–60. [online]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.11.021>.
- Texeira Jardim, M. L. (2001) Uso de variables sintomáticas para estimar la distribución espacial de población. Aplicación a los municipios de Río Grande do Sul, Brasil. *Revista Notas de Población*. 7121–50. [online]. Available from: http://www.cepal.cl/publicaciones/xml/3/7223/LCG2114_p2.pdf.
- Varela, C. et. al. (2014) *La fecundidad en el uruguay (1996-2011): Desigualdad social y diferencias en el comportamiento reproductivo*. Atlas sociodemográfico y de la desigualdad del uruguay 3. Trilce (ed). Montevideo:.
- Veldkamp, T. y Verburg, P. (2004) Modelling land use change and environmental impact. *Journal of Environmental Management*. 721–3.
- Veneri, F. y Lanzilotta, B. (2016) Variación geográfica del precio de la vivienda en montevideo: Análisis de determinantes y medición de efecto barrios. Estudio aplicado entre 2001-2014. *Jornadas de Economía BCU*.
- Verburg, P. et. al. (2005) Pixels or agents? Modelling land-use and land-cover change. *IHDP Newsletter*. 38–9.