

# SOLUCIONES ESPACIALES A PROBLEMAS SOCIALES URBANOS

APLICACIONES DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA A LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN MUNICIPAL

Santiago Linares  
(coordinador)



Autores: Gustavo Buzai | Adela Tisnés | Juan Pablo Celemín | Natasha Picone  
Inés Rosso | María Lorena La Macchia | Mauro Ortmann

Prólogo de Antonio Moreno Jiménez

# SOLUCIONES ESPACIALES A PROBLEMAS SOCIALES URBANOS

APLICACIONES DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
A LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN MUNICIPAL

Santiago Linares  
(coordinador)

Adela Tisnés

Gustavo Buzai

Inés Rosso

Juan Pablo Celemín

María Lorena La Macchia

Mauro Ortmann

Natasha Picone

Santiago Linares

Prólogo: Antonio Moreno Jiménez

Soluciones espaciales a problemas sociales urbanos: aplicaciones de tecnologías de la información geográfica a la planificación y gestión municipal / Adela Tisnés ... [et al.]; coordinación general de Santiago Linares; prólogo de Antonio Moreno Jiménez. - 1a ed. - Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2016.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-658-392-7

1. Municipalidad . 2. Relaciones Estado y Sociedad. 3. Geografía Cultural. I. Tisnés, Adela II. Linares, Santiago , coord. III. Moreno Jiménez, Antonio, prolog.

CDD 307.76

Este libro fue sometido a evaluación externa por la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

*Diseño de tapa, diseño interior y maquetación*

María Cecilia Aimaretti

ISBN 978-950-658-392-7

# ÍNDICE

PREFACIO	7
PRÓLOGO <i>Antonio Moreno Jiménez</i>	9
GEOGRAFÍA APLICADA	
CAPÍTULO 1. Geografía aplicada a la solución de problemáticas sociales <i>Gustavo D. Buzai</i>	17
APLICACIONES A SERVICIOS SOCIALES	
CAPÍTULO 2. Asignación territorial de recursos en políticas sociales <i>Santiago Linares</i>	33
CAPÍTULO 3. Determinación de recorridos óptimos en servicios sociales de transporte <i>Santiago Linares y Mauro Ortmann</i>	45
APLICACIONES A LA SALUD	
CAPÍTULO 4. Distribución espacial de la morbilidad según causas <i>Adela Tisnés</i>	55
CAPÍTULO 5. Análisis de determinantes ambientales y socioeconómicos <i>Adela Tisnés</i>	69
APLICACIONES A LA EDUCACIÓN	
CAPÍTULO 6. Utilización de modelos de localización-asignación para instalaciones educativas <i>Santiago Linares y Mauro Ortmann</i>	83
CAPÍTULO 7. Accesibilidad a escuelas públicas aplicando modelos de interacción espacial <i>Juan Pablo Celemín</i>	97
APLICACIONES CATASTRALES	
Capítulo 8. Actualización y análisis de la valuación fiscal del suelo urbano <i>María Lorena La Macchia</i>	109
Capítulo 9. Diagnóstico y regularización del uso de suelo comercial <i>María Lorena La Macchia</i>	117

APLICACIONES A OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS

Capítulo 10. Evaluación del consumo y suministro de agua corriente	129
<i>Inés Rosso</i>	
Capítulo 11. Optimización del programa de gestión integral de residuos sólidos urbanos	139
<i>Inés Rosso</i>	

APLICACIONES A LA GESTIÓN AMBIENTAL

Capítulo 12. Teledetección para mejorar la regulación térmica al interior de las ciudades	151
<i>Natasha Picone</i>	
Capítulo 13. Detección de áreas urbanas con peligro de inundaciones	161
<i>Natasha Picone</i>	
Consideraciones finales	171
<i>Santiago Linares</i>	
AUTORES	175

## ACCESIBILIDAD A ESCUELAS PÚBLICAS APLICANDO MODELOS DE INTERACCIÓN ESPACIAL

Juan Pablo Celemín

### LA INTERACCIÓN ESPACIAL COMO MODELO DE ACCESIBILIDAD

Existen en la literatura especializada una gran cantidad de experiencias documentadas donde se evalúan los desequilibrios espaciales con respecto a distintos tipos de equipamientos territoriales.

Entre los diferentes métodos que existen para estimar la accesibilidad a un lugar, se destacan los procedimientos de interacción espacial porque incluyen a la dimensión oferta como factor de atracción.

La teoría de la interacción espacial tiene como antecedente el principio de la gravitación comercial, elaborado por Reilly a principios de los años treinta. En su estudio pionero, el autor partía de poner en duda que los consumidores acudieran sistemáticamente a la unidad comercial que les resultaba más cercana (la que minimizaba sus costos de transporte), tal como se derivaba de los razonamientos de la teoría microeconómica y como lo recogería poco más tarde la teoría de lugar central. Apoyándose en los argumentos de Newton sobre la ley de la gravitación universal, Reilly propuso que la magnitud de los flujos de consumidores entre localidades, se relaciona positivamente con la población residente en cada localidad, y negativamente con el cuadrado de las distancias que las separa. Es decir, que las localidades más grandes y accesibles atraen más consumidores que los asentamientos pequeños y más alejados (Garrocho, 2003:227).

Estos modelos de gravitación se estiman a partir de datos empíricos, que se fundamentan en la dinámica compensatoria de dos variables: una variable “masa” o de atracción (que es la población de las localidades que se atraen), y otra variable “fricción” de retraimiento, es decir, la distancia o tiempo de viaje que separa cada punto intermedio del espacio de las dos localidades de atracción (Chasco, 1996).

La interacción considera la configuración de un espacio relacional en el cual las ubicaciones, distancias y flujos horizontales sobre el espacio geográfico resultan fundamentales. El concepto de accesibilidad se torna básico al intentar medir de forma completa la estructura del espacio geográfico a través de la funcionalidad. Ésta puede ser medida a partir de realizar diferentes cálculos sobre la red de circulación o mediante el empleo de modelos derivados de la física social, como las fórmulas del potencial de población. Asimismo,

engloba una diversidad de comportamientos humanos, que van desde las migraciones, los desplazamientos por motivos de trabajo o de compras y la elección de servicios sanitarios o de ocio. En todos estos casos, siempre el individuo sopesa de alguna manera el beneficio que la interacción le reporta (la compra de bienes en un establecimiento, por ejemplo), con los costes que se derivan necesariamente de la superación de la distancia espacial entre su lugar de origen y el posible destino. En consecuencia, la funcionalidad apelará a los flujos, fundamentalmente económicos, que determinarán la conformación de un núcleo regional y su respectivo *hinterland* (Valenzuela, 2006:129).

Las entidades ubicadas sobre la superficie terrestre, difícilmente puedan ser reclamadas como objetos exclusivos de estudio de disciplinas particulares, por lo tanto la cuestión central de cada campo de conocimiento es su enfoque, y el enfoque geográfico es espacial, las teorías y metodologías de la Geografía están destinadas al estudio de las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales (Buzai, 2007:43). Trabajos como los de Harvey y Hagget son ejemplos de cómo la Geografía Cuantitativa usa y desarrolla modelos de interacción espacial y del uso de métodos estadísticos. En estas simulaciones, el espacio se toma como un ente abstracto donde ocurren interacciones ideales, que son contrastadas con las interacciones espaciales que se dan entre los objetos del mundo real. La geometría se vuelve parte integral del lenguaje de la Geografía, ya que las direcciones, flujos y distancias son esenciales para la explicación y el modelamiento en la ciencia espacial.

Esta nueva concepción fue adoptada más fácilmente en la Geografía Física que en la Geografía Humana, ya que los fenómenos naturales estudiados por los geógrafos físicos se adaptan con mayor facilidad a la cuantificación que el estudio de fenómenos sociales, donde las variables antropogénicas son difíciles de cuantificar (Ghul, 2005:34).

Los cálculos de interacciones pueden dar como resultado un espacio dividido en mosaicos de áreas de influencia. Asimismo muchos procedimientos desarrollados en esta línea son utilizados para estudiar las relaciones entre puntos de oferta y demanda dentro de análisis de la cobertura espacial de servicios.

En este contexto, el mapa adquiere una importancia aún mayor, ya que no sólo es una herramienta descriptiva que presenta la distribución de los fenómenos de interés, sino que es también en la representación cartográfica donde las relaciones espaciales cuantificables (por ejemplo, distancias, direcciones, patrones, redes, etc.) están presentes, convirtiéndolo en una herramienta analítica muy poderosa para el geógrafo. La técnica básica es la generación de mapas de isolíneas, mapas cuantitativos que representan las variaciones espaciales de magnitud a través de líneas que unen puntos de igual valor. Con ellos es posible comparar las distribuciones espaciales de los objetos de estudio con

los modelos teóricos desarrollados y adaptados por la disciplina.

Cuanto mayor sea el grado de detalle estadístico, mayor será la precisión en la delimitación de las regiones, determinando grados de predominio de las variables seleccionadas (Valenzuela, 2005). De esta manera, los estudios geográficos mediante tecnologías digitales permiten, sin lugar a dudas, poner su atención en la organización espacial a través de la gestión y la planificación, e intenta abordarla con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus funciones y llevar mayor equidad a sus habitantes (Buzai, 2007).

En definitiva, la perspectiva fundamental en cuanto al análisis de la interacción espacial en contextos regionales está relacionada a la consideración de tres dimensiones básicas: la población (o mediciones que sirvan para ponderar el *peso* relativo de las unidades espaciales), la distancia, y el tiempo de conexión entre ellas, donde los resultados exhiben fundamentalmente las formas y los patrones de distribución, expresados a través de distintas técnicas cartográficas.

Garrocho y Alanís (2006) establecen un modelo para medir la accesibilidad basado en la interacción espacial:

$$I_j = \sum \left( \frac{S_j}{O_{tot}} \right) C_{ij}^{-b}$$

Donde,

$I_j$ =indicador de accesibilidad desde la oferta,

$S_j$ =oferta del servicio en la unidad de servicio, es decir, la cantidad de aulas en dos turnos que dispone cada unidad educativa,

$O_{tot}$ =población demandante del servicio en la zona de estudio. En este caso la población comprendida entre los 5 y 14 años,

$b$ =fricción de la distancia que en este caso adquiere el valor de 0,4 tal como la utiliza Buzai (2006) para la localidad de Luján.

$C_{ij}$ =costos de transporte entre el origen “ $i$ ” (cada subzona residencial donde se localiza la población objetivo) y la unidad de servicio (destino) “ $j$ ”. Es la distancia lineal entre el centroide de cada polígono (radio censal) y los establecimientos educativos. Existen 738 radios censales que están compuestos por, aproximadamente, 300 viviendas cada uno.

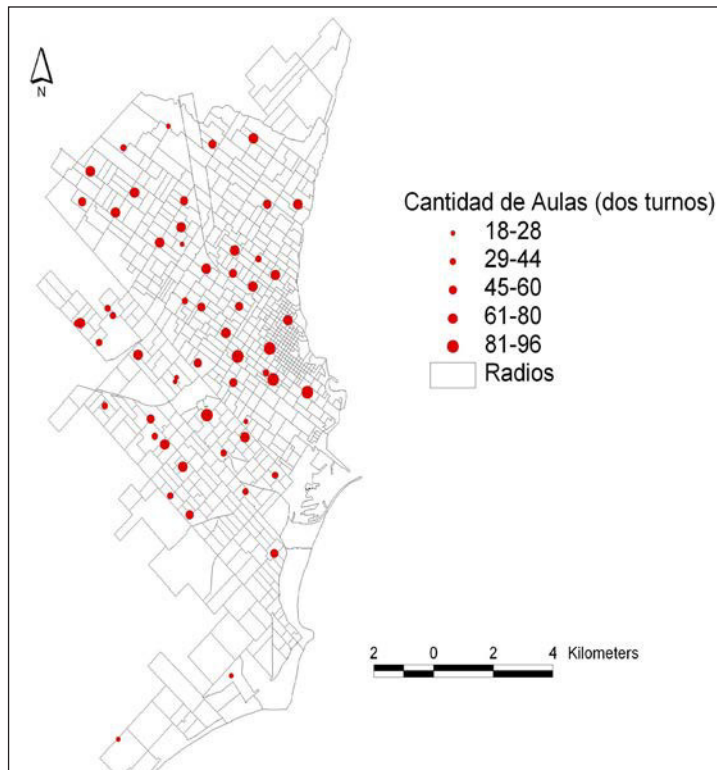
Inicialmente se seleccionaron las 55 escuelas públicas de gestión provincial (Figura 1) que se encuentran dentro del ejido de la localidad de Mar del Plata.

Las escuelas más antiguas, localizadas en sectores céntricos, poseen mayor disponibilidad de aulas. La situación inversa se observa a medida que las instituciones educativas son ubicadas en la periferia. Un simple recorrido visual por la infraestructura educativa actual permite distinguir entre las escuelas más



añejas, de grandes dimensiones y algunas con más de una planta, de las de construcciones más recientes que suelen ser más pequeñas y desarrollarse en su totalidad en un único piso.

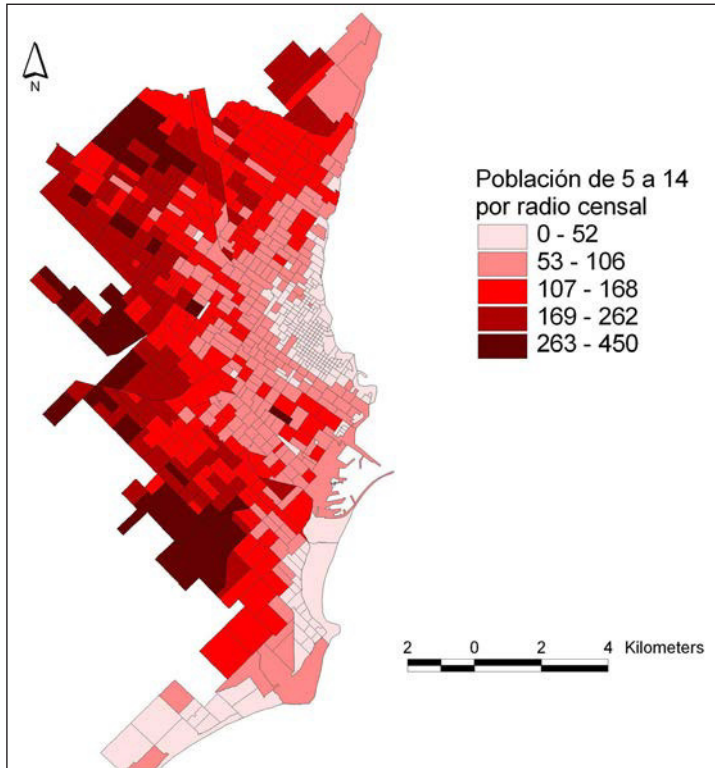
Figura 1. Cantidad de aulas en doble turno por escuela ( $S_j$ )



Fuente: elaboración personal

La Figura 2 muestra con claridad el recorrido descendente desde el centro hacia la periferia, de la población comprendida entre los 5 y 14 años de edad a escala de radio censal. En el centro predominan los habitantes considerados adultos mayores, mientras que la situación inversa se reconoce en los sectores de borde de la localidad. El progresivo envejecimiento demográfico que ha afectado a Mar del Plata en las últimas décadas ha posicionado a la localidad entre las más envejecidas de toda la República Argentina y América Latina.

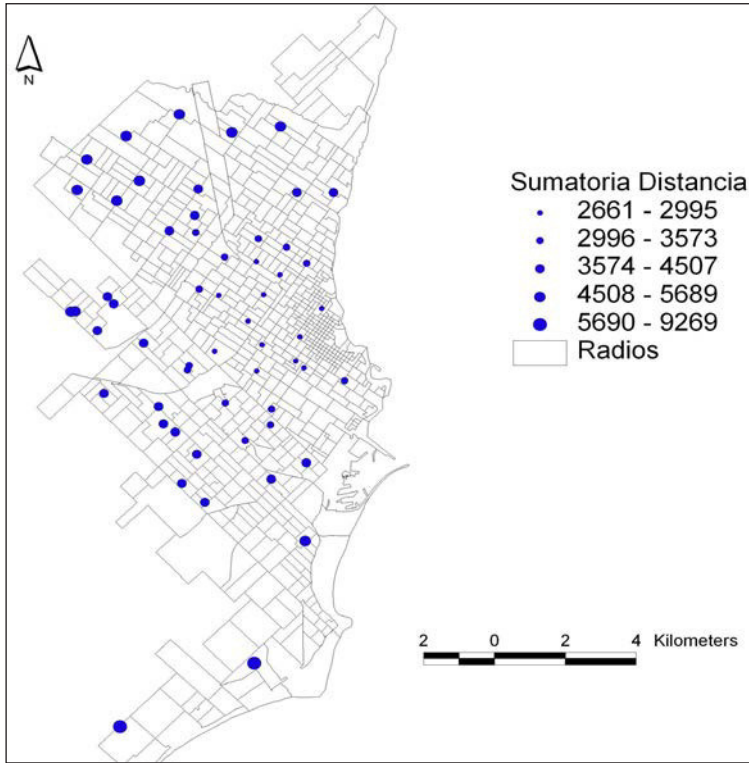
Figura 2. Cantidad de población entre 5 y 14 años por radio censal (*Otot*)



Fuente: elaboración personal

Como es esperable, las escuelas situadas en la periferia tienen mayor cantidad de kilómetros acumulados para alcanzar los centroides de todos los radios censales. En contraparte, las ubicadas en el centro cuentan con una localización privilegiada que les permite sumar menos distancia (Figura 3).

Figura 3. Sumatoria de la distancia lineal entre los establecimientos educativos y el centroide de cada radio censal. En miles de km. ( $C_{ij}$ )



Fuente: elaboración personal

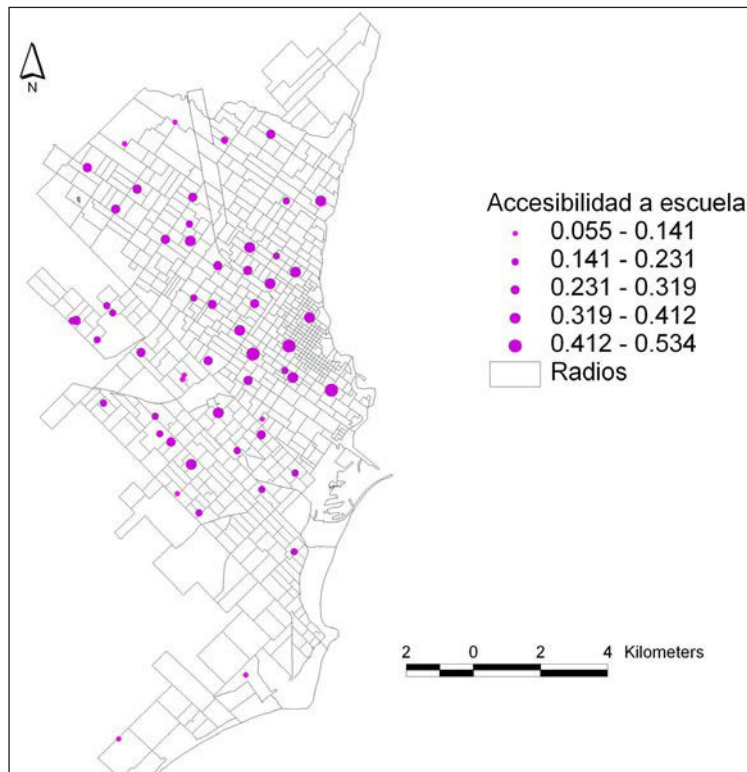
## RESULTADOS

La aplicación del modelo en base a las variables comentadas con anterioridad permite reconocer como las escuelas céntricas son las más accesibles de toda la ciudad (Figura 4). Más allá de las valoraciones que se presentan en la leyenda, lo destacable del producto cartográfico es la proporcionalidad. Consiguientemente, a modo de ejemplo, una escuela representada con un círculo cinco veces más grande que otra es, también, cinco veces más accesible.

No obstante, las escuelas más accesibles se ubican en una zona con poca demanda, es decir que existe poca población entre 5 y 14 años en ese sector, pero cuentan con una infraestructura mayor a partir de la cantidad de aulas disponibles y la menor distancia desde los radios censales hasta cada una de ellas. La situación inversa se registra en la periferia donde abunda la población demandante, pero las escuelas son más pequeñas y las distancias mayores.

De esta manera quedaría demostrado como la distribución homogénea de las escuelas en toda la ciudad no necesariamente garantiza una buena accesibilidad. Por tanto, estas particularidades, junto con la estructura de la red de transporte público y las situaciones particulares de cada familia hacen que diariamente miles de niños y niñas deban trasladarse largas distancias para concurrir a establecimientos educativos.

Figura 4. Accesibilidad a las escuelas ( $I_j$ )



Fuente: elaboración personal

## CONSIDERACIONES FINALES

Los cálculos de accesibilidad espacial, a través de variables que indiquen la interacción entre poblaciones de diferentes áreas en las que puede dividirse el espacio geográfico, ocupan un lugar preponderante en el análisis espacial del territorio. Existe en la actualidad una amplia valorización del análisis espacial cuantitativo aplicado al tema redes. Sean de transporte o de comunicaciones, cumplen un papel fundamental para la estructuración del espacio geográfico

y generan las condiciones de accesibilidad y conexión necesarias que permiten favorecer todo plan de acción para el desarrollo regional (Buzai, Baxendale, 2005:317).

En este caso queda claro como las escuelas más accesibles son aquellas que tiene menos demanda de su entorno inmediato. Así las instituciones educativas periféricas aparecen relegadas a pesar de estar situadas en lugares con mayor cantidad de alumnos. Asimismo, se plantea que una buena distribución de las escuelas (tal es el caso de la ciudad en cuestión), no necesariamente tiene correlación con la accesibilidad ya que otros factores, más complejos, también entran en consideración.

La aplicación de estos procedimientos, a pesar de su simpleza, se destacan en la planificación por su capacidad de prever escenarios de demanda de servicios futuros. No obstante, como todo modelo, son representaciones simplificadas de la realidad y pueden ser mejorados al incorporar otras variables (tal es el caso de la red de transporte) y aspectos cualitativos vinculados a las situaciones de cada familia, con sus respectivas movilizaciones, contexto social y económico, etc. Está en nuestra intención aplicarlos en futuros estudios e incorporar en el modelo a las escuelas municipales y privadas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Buzai, G. (2007). Sistemas de Información Geográfica: aspectos conceptuales desde la teoría de la geografía. En: Buzai, G. (comp.). *Memorias XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján, Argentina, pp. 29-75.
- Buzai, G.; Baxendale, C. (2006). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Lugar editorial, Buenos Aires.
- Celemín, J. P. (2009). Interacción espacial en la Región Sanitaria VIII, Provincia de Buenos Aires (Argentina) en los años 1991, 2001 y 2010. *12do. Encuentro de Geógrafos de América Latina*. Organizado por la Universidad de la República del 3 al 7 de abril de 2009 en la ciudad de Montevideo, Uruguay.
- Chasco Irigoyen, C. (1996). Aplicación de los modelos de gravitación comercial para la determinación de áreas de mercado. *Revista Investigación y Marketing*. Madrid, España, 52:44-48.
- Garrocho, C. (2003). La teoría de interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades comerciales y de servicios. *Economía, Sociedad y Territorio*. Zinacantepec, México, 14:203-251.
- Garrocho, C. y Alanís, J. (2006). Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, Sociedad y Territorio*. Zinacantepec, México, 22:349-397.
- Gulh Corpas, A. (2005). La comisión corográfica y su lugar en la geografía

- moderna y contemporánea. En: Barona Becerra, G.; Gómez López, A.; Domínguez, A. (Org.). *Geografía Física y Política de la Confederación Granadina*. Universidad del Cauca. Colombia, pp. 27-41.
- Moreno Jiménez, A. (2003). Modelado y representación cartográfica de la competencia espacial entre establecimientos minoristas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Madrid, España, 35:55-78.
- Sabuda, F. (2008). Diferenciación sociocultural de los hogares. Aportes para el análisis territorial de la vulnerabilidad educativa en el Partido de General Pueyrredon. *Territorio y calidad de vida, una mirada desde la geografía local*. Mar del Plata y Partido de General Pueyrredon. EUDEM, Mar del Plata.
- Sánchez Moral, S. (2004). El estudio econométrico de la concentración espacial de la industria: ejemplo de aplicación en Madrid, Toledo y Guadalajara. *Anales de Geografía*. Madrid, España, 24:207-227.
- Valenzuela, C. (2006). Contribuciones al análisis del concepto de escala como instrumento clave en el contexto multiparadigmático de la Geografía contemporánea. *Investigaciones Geográficas*. Boletín del Instituto de Geografía. México DF, 59:123-134.