

Parte IX

Tecnologías de *información geográfica*

Análisis de los cambios socio-productivos en el espacio rural del partido de Coronel Rosales en los últimos años a partir de un estudio multitemporal con imágenes Landsat

ANGELES, Guillermo ¹

GARABITO, Cristián ²

ALAMO, Matías Alejandro ³

MARINI, Fabián ⁴

Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar los cambios socio-productivos que se manifiestan en el espacio rural del partido de Coronel Rosales ubicado en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires en los últimos años, particularmente en el periodo comprendido entre las campañas 2004-2005 y 2012-2013.

En tal sentido es oportuno caracterizar al espacio rural como:

“...el ámbito territorial de baja densidad poblacional relativa con una infraestructura y equipamiento directamente vinculado a la valoración de las actividades productivas agro-silvo-pastoriles, en donde predomina una relación directa entre naturaleza y sociedad y donde existe una identidad específica construida históricamente...” (Sili, 2002: 73).

El espacio rural debe ser considerado desde una perspectiva social, política y científica como el área de población dispersa, en el ámbito rural o en conjunto, en poblados de menos de 2.000 habitantes cuya matriz económica tiene un predominio de actividades primarias.

Entonces coincidimos con Reboratti cuando afirma que:

“...el campo, no empieza ni termina en la tranquera del productor agropecuario. Pero también es verdad que no todo el espacio rural es escenario de este tipo de procesos, progresivamente nuestro campo se está dividiendo entre lo moderno y lo tradicional, en otros términos, entre incluidos y excluidos. Pero por causas distintas, ambos son fuente de emigración rural...” (2007: 105).

El mismo debe ser entendido como una construcción social que puede representarse como un conjunto de relaciones sociales y naturales, donde el poder juega un papel preponderante en la determinación de las vinculaciones que se concentran en dicho espacio. Estas relaciones de poder y conflicto lo atraviesan y le imprimen una dinámica propia, que se modifica permanentemente produciendo períodos de desterritorialización y reterritorialización, es decir la construcción de un nuevo territorio y la destrucción del territorio anterior.

Los procesos de cambios tecnológicos y concentración de la tierra han expulsado a decenas de miles de productores, familiares y trabajadores rurales. Paralelamente, esta situación está

¹ Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca angeles.geo@gmail.com

² Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca cm.gara@hotmail.com

³ Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca malamo74@gmail.com

⁴ Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave fmarini1@yahoo.com.ar

acompañada por un proceso de deterioro social que da cuenta, incluso de situaciones de pobreza e indigencia.

Junto a los pequeños y medianos productores que perdieron sus explotaciones, otra de las víctimas fundamentales de la crisis agraria son los trabajadores rurales: algunos pudieron conservar sus empleos, debiendo aceptar para ello salarios más bajos, jornadas más largas y precarización de sus condiciones de trabajo- y otros que se vieron desplazados del sector, transformándose en desocupados.

Las transformaciones y modernización de la agricultura han llevado a visualizar un quiebre y fragmentación en el espacio rural de nuestro país, en particular en la región pampeana donde se observan profundos cambios en la relación entre la producción agraria, su organización socio-espacial y el desarrollo rural. Este proceso de modernización trajo aparejado consecuencias muy importantes desde el punto de vista demográfico, tal es así el proceso de despoblamiento que viene sufriendo el medio rural⁵.

Así también, es importante mencionar la incidencia que ha tenido en el agro argentino, la instrumentación de políticas económicas de corte neoliberal llevadas a cabo a partir del año 1991. Estas produjeron un fuerte impacto en la población rural, que se evidencia con un marcado crecimiento de la pobreza rural, lo que conlleva a un aumento progresivo de despoblamiento rural, provocando la aparición de áreas deprimidas, relacionadas al vaciamiento del espacio rural y paralelamente, el incremento de la densidad poblacional de otros espacios determinados, generalmente ciudades medianas y pequeñas, generándose un desequilibrio territorial.

Características del Partido de Coronel Rosales

A los fines del presente trabajo es preciso caracterizar al partido de Coronel Rosales: Se encuentra en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Posee una población de 61.651 habitantes⁶, su cabecera es la ciudad de Punta Alta, limita al Oeste y Noroeste con el partido de Bahía Blanca, al Norte con Coronel Pringles, al Sudeste con Coronel Dorrego, haciendo de límite natural el arroyo Sauce Grande, y al Sur con el Mar Argentino.

Entre las localidades más importantes, además de su cabecera, se encuentran Villa General Arias, Pehuen-Co y Bajo Hondo.

Tabla N° 1 Evolución de la población en el partido de Coronel de Marina Leonardo Rosales. Años 1991-2010

	Población		
	Urbana	Rural	Total
Año 1991	56.427	3.116	59.543
Año 2001	57.296	3596	60.892
Año 2010	S/D	S/D	62.152

Fuente: Elaboración propia en base al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC

⁵ Entre los años 1988 y 2002 desaparecieron 87.688 explotaciones agropecuarias -EAPs.- a nivel nacional de las cuales 57.160 se encontraban en la región pampeana. INDEC, CNA 1988-2002.

⁶ En Censo Nacional de Población y Viviendas 2010, INDEC.

A partir de los datos demográficos provistos por la Tabla N° 1, destacamos un leve crecimiento de la población del partido de Coronel Rosales, entre el período intercensal comprendido entre los años 1991-2010, la población aumento 2.609 habitantes, significando un 4.41 % más. En relación a la población rural en el período intercensal 1991-2001 el partido creció un 15.4%, es decir 480 personas más.

Desde el punto de vista edáfico, se destaca la presencia de suelos molisoles de aptitud mixta agrícola-ganadera, entre los principales cultivos encontramos al trigo⁷, la cebada y la avena.

En otro orden, la ganadería es de bajos requerimientos para la cría y recría de ganado vacuno y ésta es representada -casi en su totalidad- por ganado vacuno, siendo las principales razas: Shorthorn y Aberdeen Angus-, existiendo también ovinos y en menor medida porcinos.

Los principales cultivos - Tabla N° 2- son el trigo, la cebada y la avena que representan el 85% del total de la superficie productiva del distrito que es de 104.612 hectáreas.

La actividad hortícola es complementaria, destacándose los cultivos de tomates, cebolla, acelga, pimientos y algunas variedades de zapallos, desarrollándose principalmente en la localidad de Villa General Arias.

Tabla N° 2. Evolución de los principales cultivos en el partido de Coronel Rosales. Campañas 2004-2005-2012-2013

	campana	campana	campana	campana	Variación %
Cultivos	2004/2005	2005/2006	2011/2012	2012/2013	
Avena	7500 Ha.	6400 Ha.	6.000 Ha.	3.500 Ha.	-53,30%
Cebada	18.000 Ha.	21.000 Ha.	28.561 Ha.	23.390 Ha.	23%
Trigo	43.000 Ha.	42.500 Ha.	20.160 Ha.	6.170 Ha.	-85,60%

Fuente: Elaboración propia en base a información del Proyecto Estimaciones Agrícolas de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

Entre la campaña 2004-2005 y 2012-2013 se experimentó una importante disminución del trigo, que mostro una caída del 85.60%, de la superficie implantada y la avena que disminuyó un 53.30% en las hectáreas sembradas. En cambio, la cebada alcanzo un incremento del 23%.

En tal sentido, es oportuno el comentario de un técnico de la Agencia de Extensión del INTA Coronel Rosales, quien señala al respecto: "...La producción agrícola en la actualidad del partido de Coronel Rosales se basa principalmente en trigo y cebada..."⁸.

Siguiendo con el análisis productivo, la actividad ganadera experimentó una disminución en la cantidad de cabezas de ganado en los últimos años. En tal sentido en el año 2011 el distrito poseía 36.671, la caída de vacunos entre los años 2002-2011 equivale a 2.525, representando un 6.12% menos del rodeo que existía en el año 2002⁹.

Otro de los indicadores que caracterizan el proceso que estamos describiendo es la desaparición de explotaciones agropecuarias -EAPs.- y la concentración de la tierra en el distrito, en Coronel

⁷ Para destacar la importancia histórica que tuvo este cultivo en el partido de Coronel Rosales en la campaña 2007-2008 se registraron un total de 42.500 hectáreas sembradas. Fuente Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires.

⁸ Entrevista a ingeniero agrónomo de la Agencia de Extensión Rural INTA-Coronel Rosales, en la localidad de Punta Alta, partido de Coronel Rosales, realizada por Matías Alamo, 14 de febrero de 2011.

⁹ Elaboración propia en base al Censo Nacional Agropecuario-2002, INDEC, El mensual ganadero. Sector de ganados y carnes. Bolsa de cereales y productos de Bahía Blanca. Diciembre-2011.

Rosales en el año 2002 había un total de 136 EAPs., para el año 2011, las mismas descendieron a 109 EAPs, en términos porcentuales representaban un 19.85% menos¹⁰.

En cuanto al número de unidades productivas, predominan aquellas que poseen entre 100 a 500 hectáreas de superficie promedio-en el año 2002 existían en este segmento 64 EAPs., que representaban el 47.05% del total-, dato que refleja una heterogeneidad en el uso del suelo propio de zonas próximas a centros urbanos.

Es oportuno citar un fragmento de la entrevista realizada a un productor agropecuario del distrito:

“...Ahora encuentras muchas tranqueras cerradas. Lo que pasa que hace años mermo la cantidad de agricultura, pero viste que estos pool o gente que se dedicó, agarro mucho campo. Hace el laboreo esta una semana, diez días y dejan todo cerrado. No dejan encargado porque siembran para cosecha y eso no lo necesitan. Vienen algunos días y listo... particularmente no hay nadie en los campos...”¹¹.

En tal sentido otro productor de la zona señala:

“...Si desaparece el productor desaparecen las comunidades y si desaparecen las comunidades el empleado mío no tiene donde llevar a los chicos a la escuela, no tiene una sala de primeros auxilios, no tiene una iglesia donde el chico tome la comunión. Tampoco una escuela con 20 alumnos sirve. Se van perdiendo las comunidades por ejemplo yo creo en los clubes. Eso es lo que paso fundamentalmente en Bajo Hondo, en diez años paso eso y al pueblo lo mantiene la escuela agropecuaria...”¹².

Desde esta perspectiva es importante considerar el concepto de unidad económica agropecuaria, en tal sentido debemos pensar en un predio que por su superficie, calidad de la tierra, ubicación, mejoras y demás condiciones de producción y racionalmente explotada por una familia rural le permita alcanzar un nivel digno de vida y una evolución favorable de la empresa agropecuaria. Algunos estudios elaborados por la Dirección de Estudios Económicos de la Bolsa de Cereales de Bahía Blanca en el año 2013, señalan que para que un productor agropecuario del área de estudio pueda tener una rentabilidad anual de 0.7% debe poseer una explotación agropecuaria con una superficie mínima de 1.200 hectáreas¹³.

Los indicadores citados anteriormente no hacen más que reforzar la idea de que el continuo despoblamiento y vaciamiento que está sufriendo el espacio rural analizado en la actualidad obedece fundamentalmente a los cambios en los modos de producción, en la concentración de la tierra y la pérdida de explotaciones agropecuarias, principalmente en las más pequeñas.

En la actualidad prevalece en las políticas de desarrollo rural, una visión productivista que dificulta el enfoque sistémico de lo rural. A esto debemos añadir el escaso alcance en cuanto a productores y la cobertura de los programas a nivel territorial y que las instancias de evaluación y monitoreo no se aprovechan como retroalimentación institucional por parte de los actores intervinientes.

¹⁰ Información provista por la Estación Experimental INTA Bordenave en diciembre de 2013.

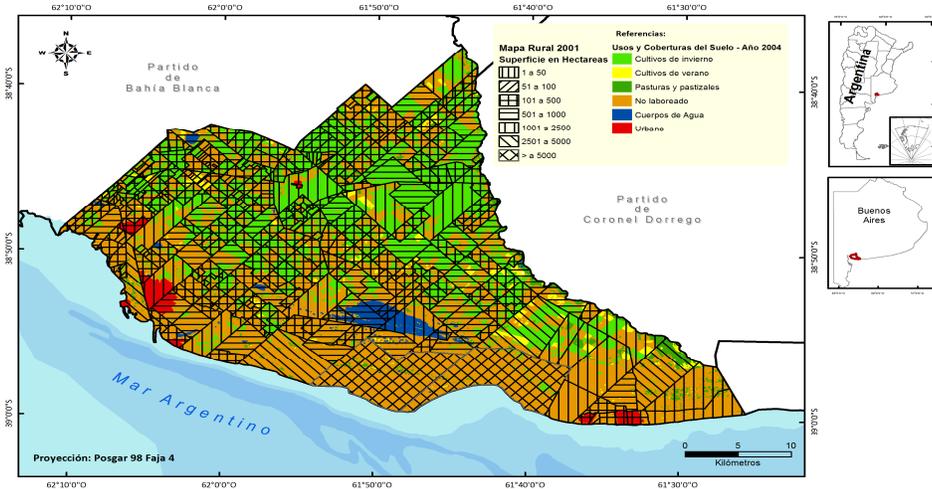
¹¹ Entrevista a productor agropecuario I del Partido de Coronel Rosales, en el establecimiento agropecuario realizada por Cristian Garabito y Matías Alamo, 23 de junio de 2012.

¹² Entrevista a productor agropecuario II del Partido de Coronel Rosales, en el establecimiento agropecuario realizada por Cristian Garabito y Matías Alamo, 30 de junio de 2012.

¹³ En FOCO, Gabriel. “Al SOB no le cierran los números”. En La Nueva Provincia, Bahía Blanca, 16 de febrero de 2013 (consultado: 15 de diciembre de 2013)

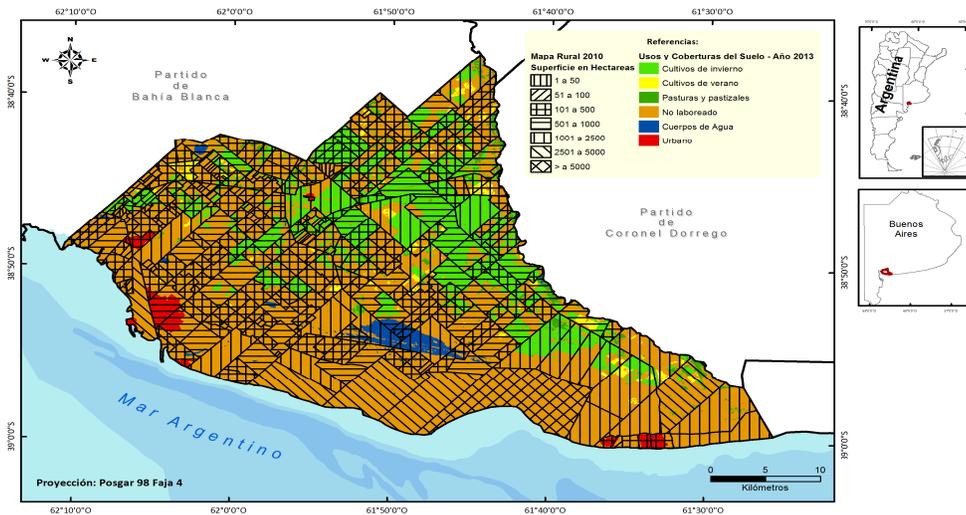
Con el objetivo de observar los cambios producidos en los usos y coberturas del suelo en el distrito entre las campañas 2004-2005 y 2012-2013 incorporamos los siguientes mapas temáticos.

Figura N° 1. Usos y Coberturas del suelo campaña 2004-2005 Partido de Coronel Rosales



Fuente: elaboración propia

Figura N° 2. Usos y Coberturas del suelo campaña 2012-2013 Partido de Coronel Rosales

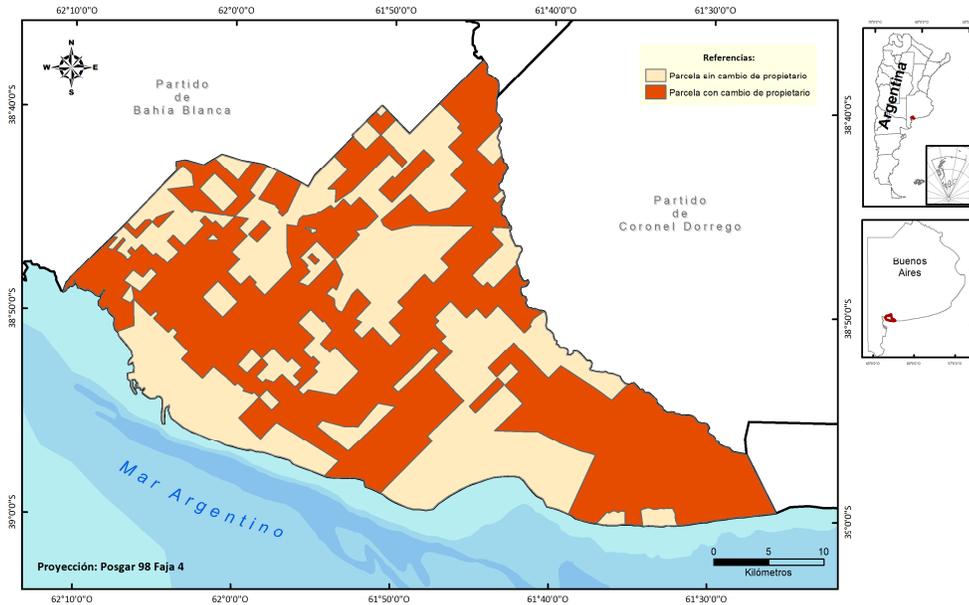


Fuente: elaboración propia

A partir del análisis y comparación de los usos y cobertura del suelo correspondientes a las campañas 2004-2005 y 2012-2013, los mapas nos muestran que en la campaña 2004-2005 la superficie del partido sin laborear alcanzaba las 61.177 hectáreas, equivalente al 58.48%, mientras que en la campaña 2012-2013 esta se incrementó en un 72.59% del total, representando 75.937 hectáreas. Al respecto es preciso señalar que esta situación se produce por diversos factores, entre los que se destacan, las condiciones climáticas adversas recurrentes en la última década, las situaciones económicas y financieras que atraviesan gran parte de los productores-

principalmente los pequeños y medianos- y la pérdida en los rendimientos y márgenes de ganancias en las explotaciones agropecuarias.

Figura N° 3. Cambios de propietarios en parcelas productivas del partido de Coronel Rosales. Año 2010



Fuente: elaboración propia

Otro de los aspectos que debemos destacar en nuestro estudio son los cambios de propietarios acaecidos en las parcelas productivas del distrito rosaleño, teniendo como referencia los mapas rurales de los años 2001 y 2010, al respecto observamos que un 56.6% del total, equivalentes a 73.460 hectáreas experimentaron cambios de propietarios, mientras que el 43.4% restante, representado por 56.394 hectáreas no registraron cambios.

Consideraciones finales

Con el presente trabajo intentamos exponer los cambios socio-espaciales que se manifestaron en el espacio rural del Sudoeste Bonaerense, particularmente en el partido de Coronel Rosales durante los últimos años.

Algunos de los aspectos más significativos que debemos resaltar, producto del análisis del presente trabajo, en el partido analizado se experimentan cambios demográficos en cuanto a la composición de su población urbana y rural, la población urbana aumenta y la población rural disminuye en el período intercensal 1991-2010.

Por otro lado observamos en los últimos años, como se manifiesta un creciente proceso de concentración de la tierra y desaparición de explotaciones agropecuarias –EAPs- se modificaron las formas y organización de la producción, Aun prevalece el uso mixto en las EAPs pero es notoria la pérdida de cabezas de ganado vacuno y hay una importante disminución de la producción agrícola como consecuencia de las adversidades climáticas de la última década y la falta de políticas de apoyo a los productores, principalmente a los pequeños y medianos.

En este sentido el Estado -en sus distintos estamentos- no debe estar ausente de esta problemática, y por el contrario le cabe el deber de gestionar y promover políticas productivas, de participación comunitaria para evitar el despoblamiento y la fragmentación territorial de estos espacios rurales. Es imprescindible que el Estado a través de los organismos pertinentes, avancen en la articulación y aplicación de los distintos planes y programas de desarrollo rural para alcanzar a mayor cantidad de productores agropecuarios.

Finalmente, consideramos que se debe promover el desarrollo rural, como un instrumento de desarrollo integral que garantice mejorar la realidad económica y social de todos los pobladores rurales, para lo cual se debe apuntar hacia una reforma agraria integradora, que garantice el impulso constante y el progreso sostenible del espacio rural y sus actores.

Bibliografía

ALAMO, Matías 2011: Transformaciones socio-productivas en el espacio rural del partido de Coronel Rosales en los últimos veinte años. El caso de Bajo Hondo”. Actas de las XIII Jornadas Interescuelas/Departamentos de Historia, Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Catamarca. San Fernando del Valle de Catamarca.

BOLSA DE CEREALES Y PRODUCTOS DE BAHIA BLANCA 2010: Proyecto Estimaciones Agrícolas. Bahía Blanca.

BOLSA DE CEREALES Y PRODUCTOS DE BAHIA BLANCA 2011: El mensual ganadero. Sector de ganados y carnes. Bahía Blanca.

BRONDOLO, Margarita y BAZAN, Sandra 2001: Geografía de Punta Alta y Partido de Coronel Rosales. El espacio geográfico potencialidades y restricciones. Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

FOCO, Gabriel. “AL SOB no le cierran los números”. En La Nueva Provincia, Bahía Blanca, 16 de febrero de 2013.

GARABITO, Cristian y ALAMO, Matías 2012: “Cambios socio-territoriales en el espacio rural del partido de Coronel Rosales en los últimos años.” En Ulberich, Ana, I Jornadas Nacionales del Ambiente: Trabajos completos. E-Book. Tandil. Universidad Nacional del Centro.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (INDEC) 1991, 2001 y 2010, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (INDEC) 1988, 2002 y 2008, Censo Nacional Agropecuario.

REBORATTI Carlos 2007: “Los mundos rurales”. En TORRADO, Susana. Compiladora: Población y bienestar en la Argentina del primero al segundo centenario. Edhasa. Buenos Aires.

ROMERO, Fernando 2012: Producción familiar rural y políticas en la Argentina reciente. Los programas de Desarrollo Rural en el Sudoeste Bonaerense. Acercándonos Editorial, Ediciones del CEISO. Avellaneda, Provincia de Buenos Aires.

SILI, Marcelo. 2002: “Del enfoque agrario al enfoque rural. Ideas y conceptos para construir una nueva a ruralidad”, Revista Universitaria de Geografía. Vol. 11 núm 1 y 2. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

Determinación del uso de suelo y dinámica temporal en el área rural de las pedanías de Achiras y San Bartolomé, Córdoba, Argentina. Aportes metodológicos

FINOLA, Ricardo Alfio ¹
CAMPANELLA, Osvaldo ²
MALDONADO, Gabriela Inés ³

Introducción

El presente trabajo se articula con dos proyectos de investigación que se encuentran vinculados temática y espacialmente. Por un lado, el trabajo de investigación titulado "Territorio usado y problemáticas ambientales. El proceso de organización espacial de las Sierras del sur de Córdoba", llevado a cabo en el Departamento de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). Por otro lado, al área de Actividad Económica vinculada al proyecto PID "Bases ambientales para el ordenamiento territorial del espacio rural de la provincia de Córdoba" financiado por FONCYT y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (Cód. PID-2009-00013) desarrollado en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC. En ambos grupos de trabajo se advierte sobre la necesidad de ahondar especialmente en los procesos socio-territoriales que explican la organización actual del espacio, sus problemas ambientales y riesgos.

Las pedanías de Achiras y San Bartolomé (departamento de Río Cuarto, Córdoba), se constituyen en el área de estudio del presente trabajo. El área es un espacio que registra una profunda transformación en la producción agropecuaria protagonizada por el proceso de *agriculturización*, asociado a un paquete tecnológico en el cual la incorporación masiva de agroquímicos caracteriza la forma de producción vigente.

Los Censos Nacionales Agropecuarios (CNA) disponibles actualmente no permiten realizar un estudio de detalle y actualizado, que muestre el avance de la frontera agrícola y el uso de agroquímicos, diferenciando en este proceso la dinámica interna por cultivo. El uso de técnicas de teledetección se constituyen entonces en una herramienta útil para superar las limitaciones encontradas en los registros censales, tanto por la fiabilidad de la fuente y el nivel de detalle que se puede alcanzar como por la posibilidad de realizar un análisis multitemporal, con cortes determinados por los objetivos de la investigación más que por la periodicidad del relevamiento censal. Luego, con base en los resultados obtenidos con el análisis de imágenes satelitales es posible calcular el Índice de Contaminación por Plaguicidas (ICP).

En el sentido de lo planteado, en esta instancia se presentan los avances metodológicos obtenidos en el estudio de los cambios en cuanto al uso de suelo destinado a soja, maíz y girasol, mediante técnicas de teledetección, en dos campañas agropecuarias: una cercana al CNA 2002 (campaña 2000-2001) y la segunda para el periodo 2008-2009⁴. Para esto, el trabajo se organiza en tres

¹ Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto alfiofinola@gmail.com

² Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto ocampanella@exa.unrc.edu.ar

³ Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET gimaldonado@hum.unrc.edu.ar

⁴ Si bien el último relevamiento censal agropecuario fue realizado en el año 2008 no ha sido incorporado en este trabajo ya que, por un lado, los datos relevados aún no se encuentran disponibles y, por otro, dado el contexto nacional dentro del cual se llevó adelante el censo agropecuario, numerosos referentes del tema advierten sobre la escasa confiabilidad de los datos debido a la poca predisposición de los involucrados a participar.

grandes apartados. El primero destinado a discutir brevemente las características del proceso de *agriculturización* que se expresa en el sur de la provincia de Córdoba. El segundo apartado se constituye en el eje principal de la presente propuesta, ya que está destinado a presentar los avances metodológicos desarrollados para la determinación y estimación de superficies destinadas a los tres tipos de cultivo mencionados, su evolución temporal comprendida entre las campañas 2000-1 y 2008-9 y el cálculo del ICP. Por último, en el tercer apartado, se discuten los resultados obtenidos.

Procesos de transformación agropecuaria en el sur de la provincia de Córdoba

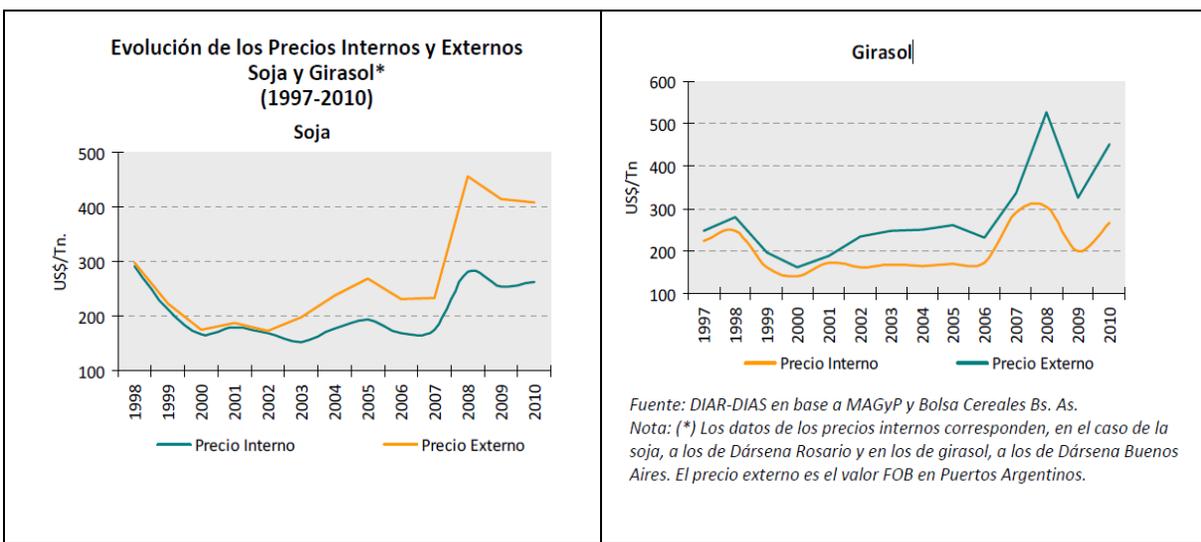
Desde la década de 1970 se registra en la pampa argentina un fuerte proceso de *agriculturización*, con un progresivo protagonismo de la soja que registra en los últimos quince años un incremento del 319% de superficie cultivada con dicha oleaginosa (Aizen et al., 2009), en la totalidad de la región. En la región pampeana en general y en el sur de Córdoba en particular, el proceso enunciado se debe fundamentalmente a tres factores: a) aumento de productividad; b) expansión territorial de su producción y, más recientemente c) crecimiento de la demanda externa e incremento del precio de *commodities* en el mercado internacional.

En cuanto al primer factor, la introducción de semillas transgénicas en el país en 1996, bajo la autorización del entonces Ministro de Agricultura de la Nación Felipe Solá, implicó un cambio en las características de la producción agrícola que involucra: provisión de semillas-siembra directa-agroquímicos. Es la conjunción de estos elementos, junto con la adaptabilidad de la semilla transgénica a distintas regiones, lo que permitió un fuerte incremento en la productividad (Satorre, 2005). Específicamente en el sur de Córdoba al año 2002, el 68% del total del maíz y soja -de primera y segunda- se cultivaban con siembra directa, y el 90% de las semillas cultivadas eran de origen transgénico. En cuanto a la aplicación de agroquímicos, el 93% de las explotaciones agropecuarias aplicaban al menos un tipo de agroquímico -fertilizantes, herbicidas, insecticidas o funguicidas- y el 75 % aplicaban al menos dos tipos de agroquímicos.

En cuanto al segundo factor enunciado -la expansión territorial de la actividad agrícola- la superficie sembrada se ha incrementado fundamentalmente por: 1) reemplazo de la actividad ganadera por el cultivo de soja u otras especies; y, 2) procesos de desmonte en áreas marginales dentro de la misma región. En el espacio de tiempo comprendido entre 1988 y 2002, la superficie destinada a agricultura en el sur de Córdoba se ha incrementado en un 20%. Parte de ese incremento se ha realizado a expensas de la superficie destinada a ganadería que se redujo en un 14%. En el mismo sentido, la expansión de las oleaginosas, para el año 2002, fue de un 264% de superficie con respecto a lo registrado 1988. En esta fuerte transformación del uso del suelo participaron el cultivo del girasol, de la soja y del maní, que avanzaron sobre superficies destinadas a ganadería y cultivo de cereales. En cuanto a los procesos de desmonte, entre 1988 y 2002 la superficie de bosques naturales y pasturas se redujo, en promedio, en un 5%.

Por último, en lo que respecta a la evolución de precios de *commodities*, en la Figura N° 1, se observa para dos de los cultivos analizados un claro incremento en su cotización, tanto a nivel de precios internos como externos.

Figura N° 1: Evolución de precios internos y externos de la soja y el girasol entre 1997 y 2010

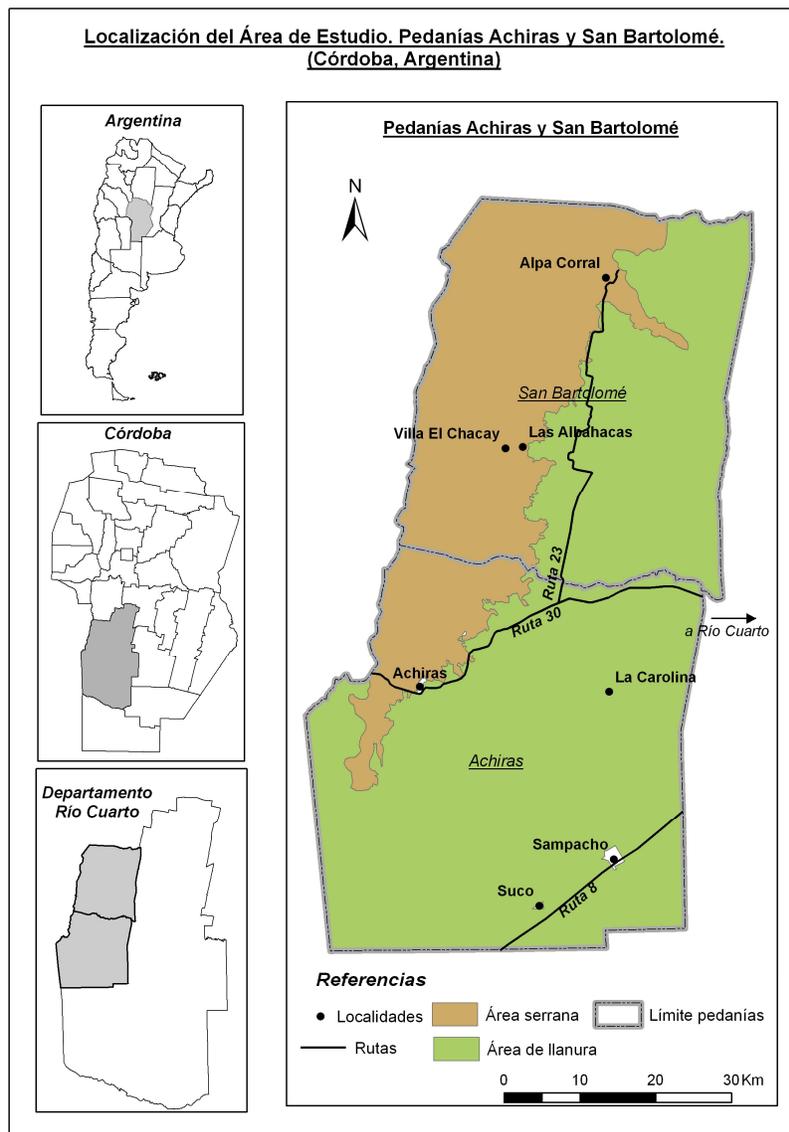


Fuente: Ministerio de Economía de la Nación (Argentina).

Ubicación del área de estudio

El área de estudio comprende el sector occidental del departamento Río Cuarto, sur de la provincia de Córdoba (Figura N° 2), y comprende las pedanías de San Bartolomé y Achiras. Este sector se comporta como un área de transición entre el ambiente de llanura, típicamente pampeano, que recibe de forma tardía los estímulos de producción agropecuaria pampeana, y el ambiente serrano con una historia de organización territorial significativamente distinta y con un impulso actual de promoción turística.

Figura N° 2: ubicación de las pedanías San Bartolomé y Achiras (Córdoba, Argentina)



Fuente: Elaboración Maldonado, G. I., 2013

Materiales y métodos

El primer objetivo de este trabajo fue estimar la superficie sembrada de los cultivos Maíz, Soja y Girasol en las campañas 2000-1 y 2008-9. Existen numerosas metodologías para estimar superficies sembradas de cultivos mediante el uso de datos de imágenes satelitarias (IS). A partir del análisis de la bibliografía consultada (Amos y Wachter, 2010, Gasparri, *et al* 2010, Jain, *et al* 2013, Zhong, *et al*, 2013) se diseñó un método específico para la situación particular enmarcada en el proyecto que da marco a este trabajo.

El primer paso fue compilar IS con las siguientes condiciones: que se encontraran en etapas fenológicamente relevantes para los cultivos de interés; que estuviesen disponibles; que pertenecieran a la misma campaña de la cual se disponen de datos de verdades del terreno; que

tuvieran una proximidad temporal razonable al CNA 2002; y que tuvieran baja cobertura de nubes.

En base al criterio de búsqueda de imágenes satelitarias, en los sitios GLOVIS (del Servicio Geológico de los Estados Unidos)⁵ e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales, Brasil)⁶, se seleccionaron cinco imágenes multispectrales LANDSAT 5 temporalmente cercanas a momentos fenológicos críticos de los cultivos de interés para la campaña 2000-1 y cuatro para la campaña 2008-9. La totalidad de las imágenes obtenidas fueron georreferenciadas al sistema Gauss Krüger faja 4 elipsoide Campo Inchauspe. Para ello se utilizó, como imagen base, una imagen LANDSAT 7 ortogeorectificada descargada del sitio de la Universidad de Maryland⁷. Luego se crearon las ventanas del área de estudio y se ejecutó un proceso automático de corrección atmosférica, para extrapolar los niveles digitales a valores de reflectancia a nivel de superficie, reduciendo así los disturbios ocasionados por la atmósfera.

Según Zhong *et al.* (2013), la identificación de cultivos a partir de IS usando únicamente la métrica espectral es muy difícil, en especial si no se cuenta con datos de verdad del terreno, por lo que propone un método para identificar cultivos de soja y maíz a partir de la métrica espectral combinada con la métrica fenológica (variación del Índice de Vegetación Normalizada –IVN– (Chuvioco, 2006) en función de la fecha fenológicamente crítica del cultivo en análisis), entre otras variables.

Se comenzó con la campaña 2008-9 pues es la instancia temporal de la que se cuenta con suficientes datos de verdad del terreno como para crear un mapa de clases mediante una clasificación supervisada confiable. Paralelamente, se calcularon los IVN para cada una de las cuatro fechas y se generó un único archivo con los IVN de las cuatro fechas. En planilla de cálculo se graficó la variación temporal del IVN para cada cultivo de interés (métrica espectral).

Para la campaña 2000-1 se procesaron cinco imágenes. Sobre una de ellas, elegida por tener la menor cobertura de nubes, se realizó una clasificación no supervisada con un máximo de 35 clases. Mediante análisis visual de composiciones RGB con mejoramiento de contraste y filtrado, se procedió a descartar clases identificadas en la clasificación no supervisada que se asume que por su forma, asociación y posición geográfica no es ninguno de los cultivos de interés. En el mapa de clases resultante y de las clases aún no descartadas, se procedió a vectorizar muestras significativas para extrapolar los polígonos al archivo de IVN. Paralelamente se generaron los IVN para cada una de las cinco fechas y se generó un único archivo con los IVN de las cinco fechas. En planilla de cálculo se graficó la variación temporal del IVN para cada una de las clases candidatas no descartadas de la clasificación no supervisada (métrica espectral).

Con el fin de comparar cuantitativamente, a través de un coeficiente de similitud, las métricas fenológicas de ambas campañas se utilizó una herramienta de Análisis Espectral, ahora análisis de métrica fenológica, que compara las métricas fenológicas de coberturas objetivo con las clases candidatas, por ejemplo: maíz-verdad del terreno versus una clase no descartada. El valor del coeficiente de similitud varía entre 0 y 1 donde 0 indica ninguna similitud y 1 indica similitud completa.

A partir del análisis comparativo de las métricas espectrales se pudo determinar cuáles clases de la clasificación no supervisada pueden asignarse como cultivos de maíz, soja, girasol y otros. Un esquema de la metodología se puede ver en la Figura N° 3.

⁵ <http://glovis.usgs.gov/>

⁶ <http://www.inpe.br/>

⁷ <http://glcf.umd.edu/>

Como último paso, y exclusivamente para la campaña 2000-1, a fin de corroborar los resultados obtenidos, se compararon las superficies obtenidas para los cultivos de interés con los datos del CNA 2002 (Tabla N° 1). Como se puede observar hay una aceptable concordancia entre ambos resultados, lo que se constituye en una instancia de validación del método desarrollado.

Figura N° 3: Esquema metodológico de manipulación digital de las imágenes satelitarias para llegar a los mapas de cultivos objetivos.

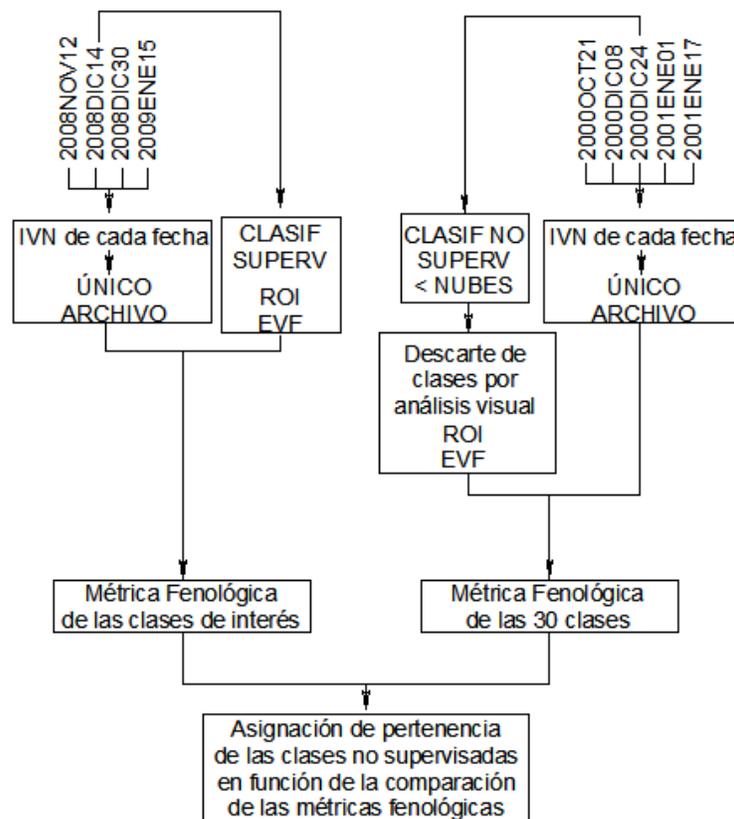


Tabla N° 1. Comparación de las superficies obtenidas para los cultivos de interés con los datos del CNA 2002

	CNA 2002	CAMPAÑA 2000-1
CULTIVO	[has]	[has]
MAIZ	32416	38667
SOJA	51435	49036
GIRASOL	S/D	7399
OTROS	N/C	329780

Cálculo del ICP

Se debe considerar que el término genérico “agroquímicos” refiere a las sustancias químicas industriales utilizadas en la actividad agropecuaria. Se componen por dos grupos principales: los fertilizantes y los plaguicidas (pesticidas o productos fitosanitarios). Estos últimos, a su vez, están compuestos por los herbicidas, insecticidas y fungicidas. Los plaguicidas, una vez liberados al ambiente, pueden contaminar las aguas tanto superficiales como subterráneas, el aire, el suelo y los alimentos⁸.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica los plaguicidas empleando el concepto de Dosis Letal diluida al 50% (DL50 oral y dermal). La metodología utilizada para el cálculo del ICP incluye la superficie sembrada de cada cultivo en el área de estudio, los paquetes de plaguicidas empleados, sus dosis de aplicación y la toxicidad, medida a través de la DL50 oral en ratas.

Con el ICP se pretende “*generar un índice relativo que valora el riesgo de contaminación por plaguicidas. Por tanto, en valor absoluto, el estimador no significa nada; su significado radica en su fuerza comparativa para identificar predios con distinto potencial de contaminación*” (Viglizzo, *et al.*)⁹ o la evolución de dicho potencial en el transcurso del tiempo. Este índice contempla: la toxicidad del cultivo (TC) (que tiene en cuenta la proporción de dosis letal que aporta el paquete de agroquímicos que se le aplica a un cultivo determinado); la superficie ocupada por cada cultivo (SupCult); y la superficie del área de estudio (SupPedania), en este caso de las pedanías San Bartolomé y Achiras.

$$TC = \sum (1000 / LD50 * DOSIS) \quad ICP = \sum (TC * SupCult / SupPedania * 100)$$

Los agroquímicos utilizados (cada uno con una toxicidad diferente) para el cálculo de este índice provienen de la receta fitosanitaria facilitada por el INTA a la Defensoría del Pueblo de la Nación (2010)¹⁰.

Las limitaciones en la existencia de información han obligado a que se aplique el supuesto de que cada cultivo emplea el mismo paquete de plaguicidas (y sus dosis de aplicación) en todo el territorio. Así mismo, aquí no se han considerado las formas de aplicación de los agroquímicos, las cuales determinan importantes diferencias en la exposición, especialmente para el caso de la fumigación aérea.

Resultados obtenidos

De acuerdo a la secuencia metodológica, el primer resultado obtenido fue el mapa de clases de la campaña 2008-9 que se muestra en la Figura N° 4. A partir de estas clases y de las demás imágenes de la misma campaña se obtuvo la métrica fenológica mostrada en la Figura N° 5. Siguiendo con la metodología, y mediante clasificación no supervisada, exclusión de clases no candidatas y creación de polígonos de extrapolación se generó la métrica fenológica de la campaña 2000-1 que se muestra en la Figura N° 6. A partir del análisis de esta métrica fenológica

⁸ Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química, 2005 (en Defensor del Pueblo de la Nación, 2010)

⁹ En Defensor del Pueblo de la Nación, Niñez y Riesgo Ambiental en Argentina. 2010

¹⁰ http://www.unicef.org/argentina/spanish/manual_imprenta-baja.pdf

y del mapa de clases no excluidas se pudo construir el mapa de clases para la campaña 2000-1 que se muestra en la Figura N° 7.

Figura N° 4: Mapa de los cultivos maíz, soja y girasol obtenido a partir de la clasificación supervisada de una imagen LANDSAT 5 de fecha 14 de diciembre de 2008

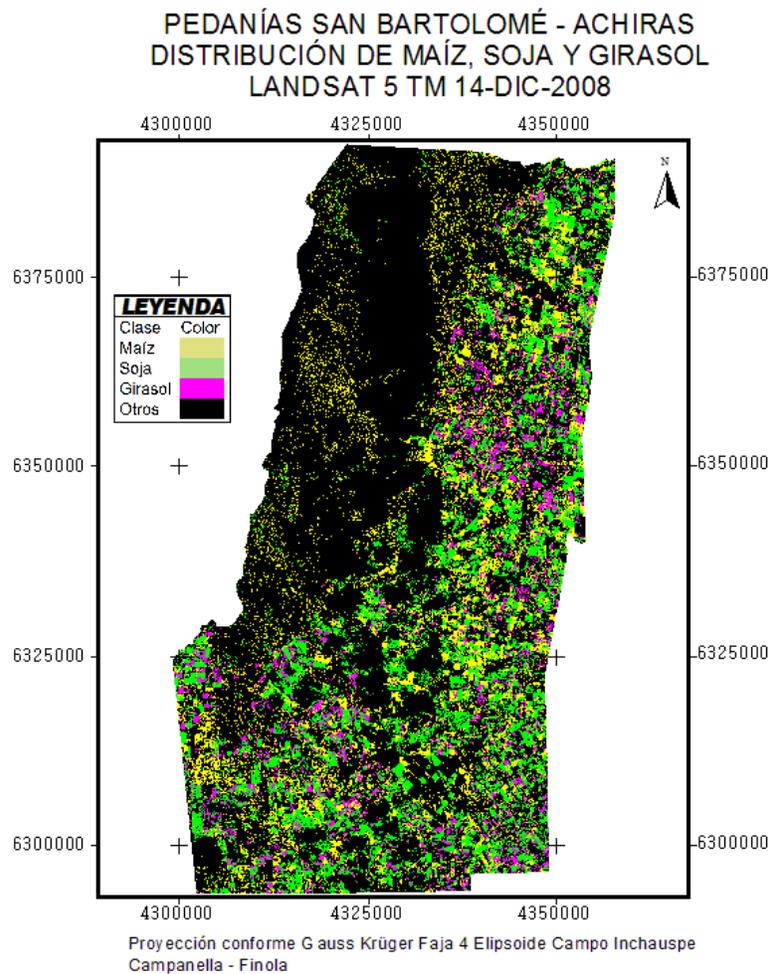


Figura N° 5: Métrica fenológica. Variación del IVN en diversas fechas fenológicamente críticas para los cultivos de interés de la campaña 2008-2009

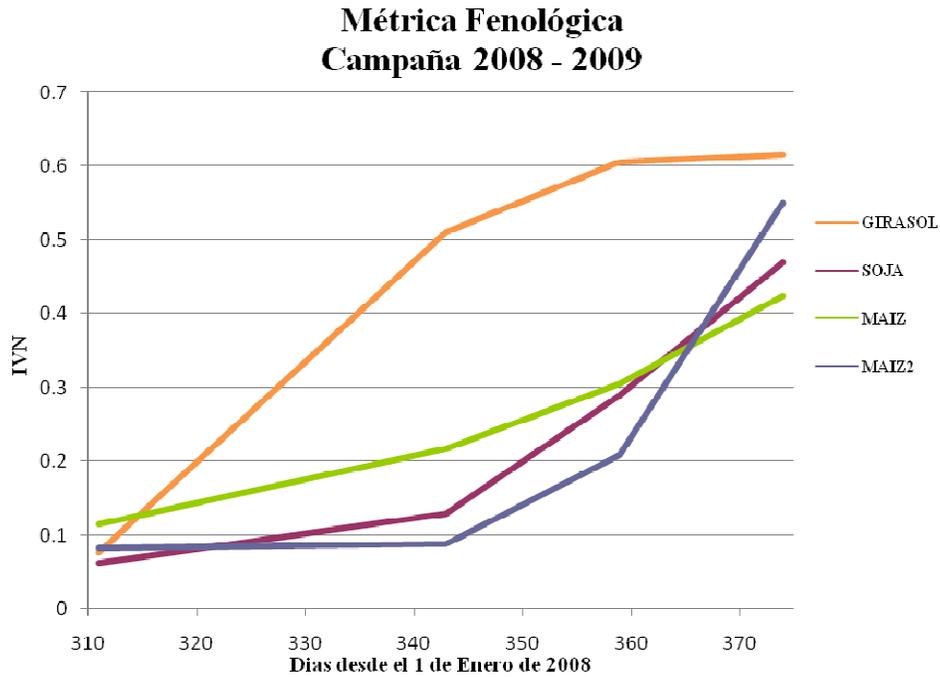


Figura N° 6: Métrica fenológica. Variación del IVN en diversas fechas fenológicamente críticas para las clases no supervisadas no excluidas de la campaña 2000-2001

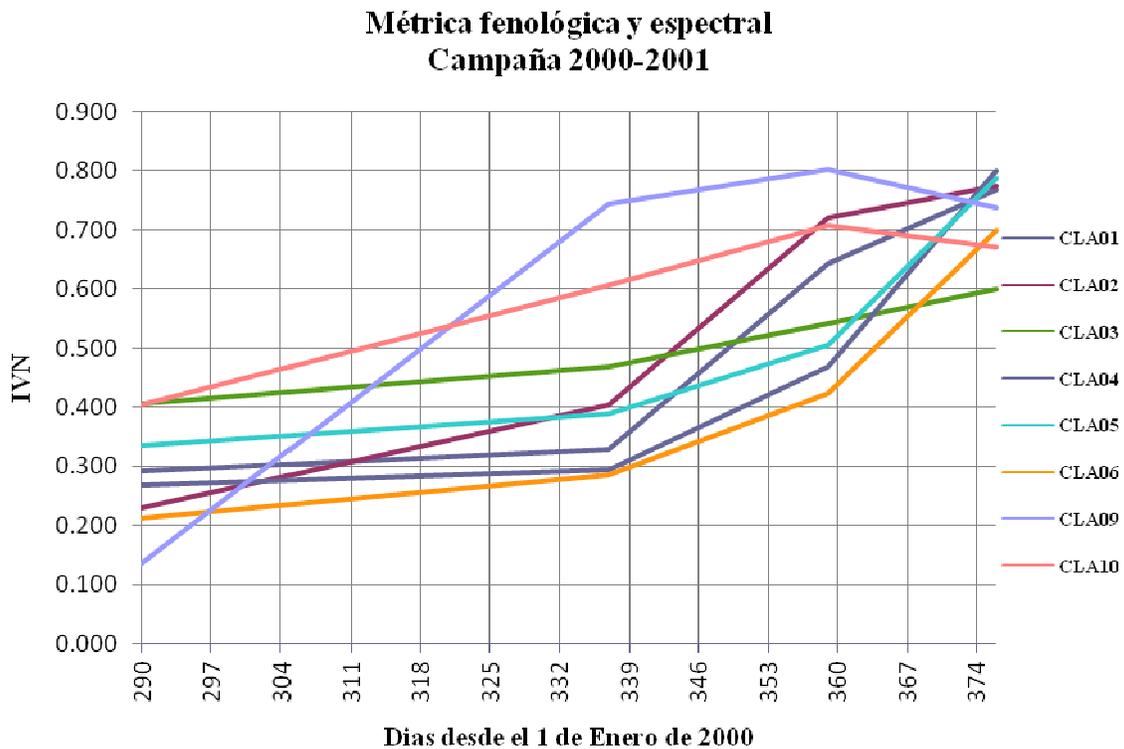
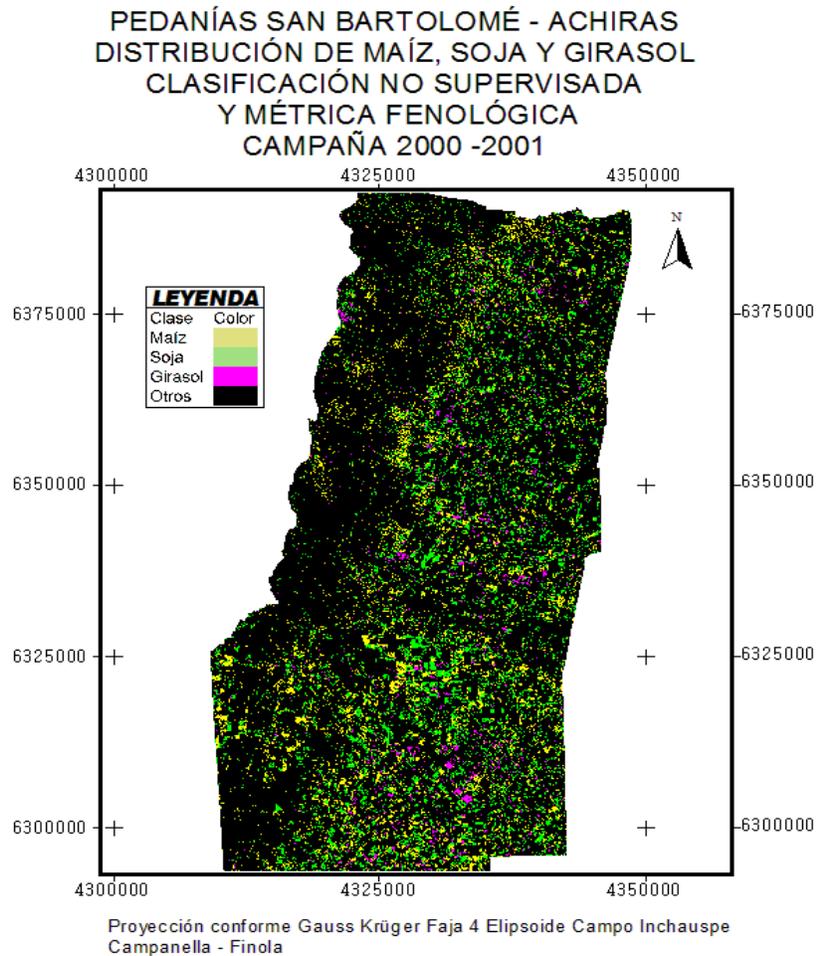


Figura N° 7: Mapa de los cultivos maíz, soja y girasol para la campaña 2000-2001, obtenido a partir de clasificación no supervisada y comparación de métricas fenológicas



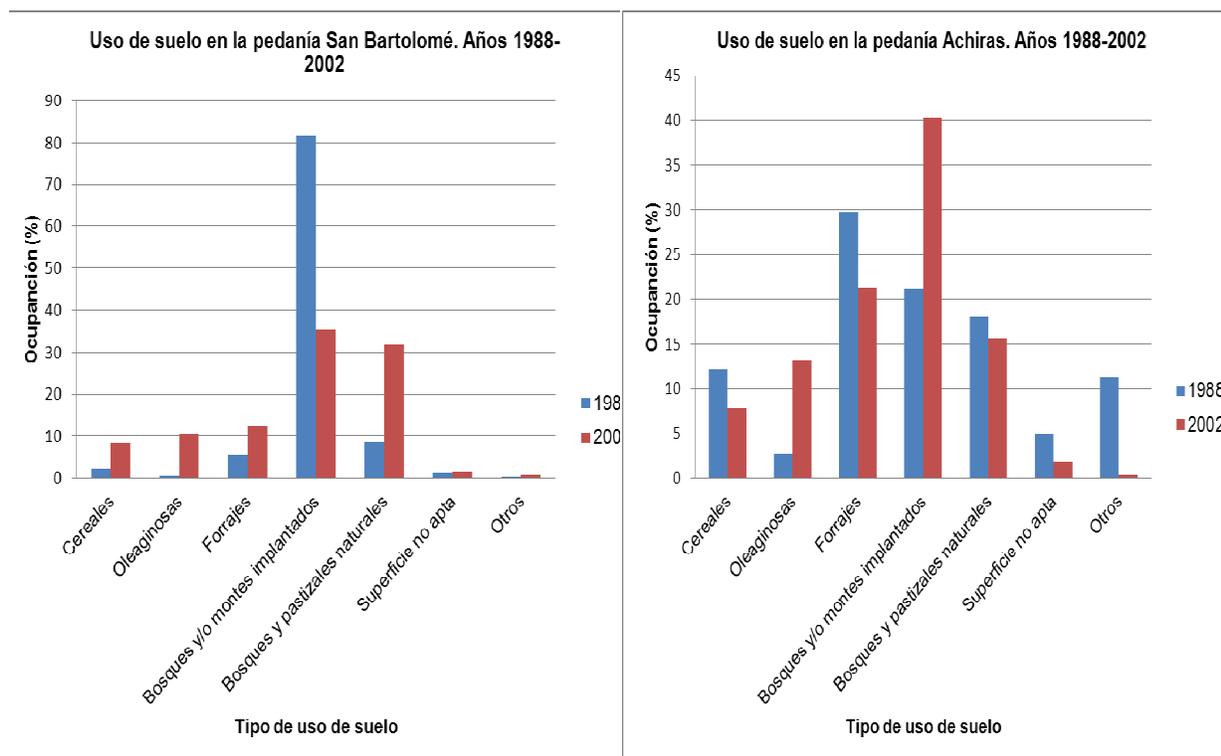
La Tabla N° 2 resume los resultados obtenidos para ambas campañas, en ella se muestra la superficie ocupada por cada cultivo de interés para cada campaña analizada y la variación tanto en hectáreas como porcentual. Así mismo se presentan datos referidos a toxicidad e Índice de Contaminación por Plaguicidas (ICP). De los resultados obtenidos se puede observar que para el área de estudio y en el periodo analizado, en ambas campañas predomina la superficie destinada al cultivo de soja, seguida por el maíz y el girasol. A pesar de esto, relativamente entre ambas campañas el cultivo que ha incrementado en mayor medida la superficie implantada es el girasol, el cual entre 2000-1 y 2008-9 creció un 209% su superficie, seguido por el maíz y la soja.

Tabla N° 2. Síntesis de los resultados obtenidos

CULTIVO	CAMPAÑAS		VARIACIÓN		Toxicidad (TC)	CAMPAÑAS		VARIACIÓN	
	2000 - 2001	2008 - 2009				2000 - 2001	2008 - 2009		
	[has]		[%]		[]	ICP		[%]	
MAIZ	38667	55595	16928	43.8	17.44	1.59	2.28	+ 0.69	43.39
SOJA	49036	61265	12229	24.9	52.24	6.03	7.53	+1.50	24.87
GIRASOL	7399	22861	15462	209.0	14.99	0.26	0.81	+ 0,55	211.5
OTROS	329780	285444	-44336	-13.4		N/C	N/C		
					ICP Total	7.88	10.61	+ 2.73	34.64

Si se incorporan a este análisis los resultados del relevamiento del Censo Nacional Agropecuario de 1988 (Figura N° 8), se puede observar que la superficie destinada a la agricultura en general registra una tendencia al incremento desde, al menos, 1988, tal como lo muestran no sólo los datos censales y la superficie relevada a través de la clasificación de imágenes, sino simplemente como se observa de forma clara en las Figuras N° 4 y N° 7 y en la Tabla N° 2. Si se considera que las pedanías bajo estudio poseen un 31% de la superficie ocupada por área serrana, a la que hay que agregarle la superficie pedemontana, se podría suponer que el proceso de *agriculturización* característico de la región pampeana llega al lugar con un cierto retardo e inicialmente avanza de forma más moderada. Por lo tanto, si bien se puede afirmar que existe un avance de la actividad agrícola en esta región en desmedro de otras actividades, el peso relativo de los Bosques nativos e implantados en San Bartolomé (50% de superficie serrana) y de Bosques nativos e implantados y forrajeras en Achiras (13% de superficie serrana) continúa siendo predominante aún en la actualidad, aunque se encuentra en franco retroceso.

Figura N° 8. Uso de suelo en las pedanías San Bartolomé y Achiras (Córdoba, Argentina) en 1988 y 2002



Fuente: Elaboración propia en base a los CNA 1988 y 2002.

Sin embargo, el proceso de *agriculturización* que, aunque con otro ritmo, sin duda avanza sobre las pedanías se encuentra acompañado por un alarmante incremento de la aplicación de agroquímicos el cual, entre los Censos Agropecuarios de referencia, aumenta en un 1204% en San Bartolomé y 994% en Achiras (Sosa *et al.*, 2013). Si bien no es posible estimar los valores absolutos de aplicación de agroquímicos de la manera en que se estima en los censos para las campañas analizadas con imágenes satelitales, sí es posible determinar el Índice de Contaminación por Plaguicidas a fin de actualizar en parte la información disponible, con base en lo presentado en la metodología expuesta.

En la Tabla N° 2 se ha consignado el dato de TC y los resultados obtenidos para el cálculo del ICP para los tres cultivos estudiados. Inicialmente, se puede observar en la comparación de los TC entre cultivos, que el que presenta un valor más elevado es el cultivo de soja, que triplica al del maíz y al del girasol. En lo que respecta a la variación temporal del ICP, es importante señalar que aunque el girasol relativamente ha incrementado mucho más su superficie de cultivo, dado el bajo ICP que registra como tipo de cultivo, en la comparación entre ambas campañas el ICP se eleva en 211 % pero solo un 0.55 en términos absolutos, mientras que, en el otro extremo, si bien el cultivo de soja relativamente ha registrado el menor incremento en superficie dada el alto valor de ICP propio de este cultivo, el crecimiento entre campañas de este índice es mayor que para el maíz y girasol, alcanzando el 1.50 de incremento en términos absolutos. Por último, es

importante destacar que el ICP total de las pedanías calculado para los cultivos analizados ha incrementado en casi un 35%.

Si se tiene en cuenta que esta área constituye la cuenca media de numerosos arroyos que drenan hacia la llanura, este incremento representa al menos un aspecto central a estudiar a fin de prevenir la contaminación por agroquímicos del agua superficial y subterránea.

Conclusión

El proceso de transformación que se registra en la región pampeana en sí y en la totalidad del espacio rural que limita con esta región es intenso. Si bien a raíz de trabajos de campo es posible notar la profundidad del cambio, los mayores obstáculos se encuentran al momento de intentar cuantificar dicho proceso. Tal como se mencionó al inicio, las estadísticas nacionales del sector agropecuario no han tenido ni tienen la periodicidad y actualización necesaria a fin de comprender, al menos, lo que acontece en relación al cambio de uso de suelo. Con la metodología propuesta en este trabajo se ha podido salvar dicho obstáculo, pero por supuesto, esta propuesta presenta sus potencialidades y limitaciones.

Inicialmente, una gran limitación es no disponer de datos de verdad del terreno. Para poder realizar una clasificación confiable es imprescindible que en estudios multitemporales, como el propuesto en esta instancia, se cuente con verdades del terreno para al menos una campaña. Luego, bajo el mismo nivel de importancia, es necesario que se conozca el área de estudio, a fin de poder interpretar rápidamente los resultados obtenidos y notar si existen errores en el proceso de clasificación. Por último, para un estudio que involucre los estados fenológicamente críticos de los cultivos a analizar, es necesario contar con imágenes satelitales con una relativamente buena resolución temporal. Salvadas estas limitaciones, este estudio presenta la potencialidad de trabajar con imágenes satelitales que resultan de libre acceso y cuya resolución espacial es suficiente para los objetivos planteados. De esta forma, se pueden determinar y analizar los cambios de uso de suelo en el espacio rural para una ventana temporal significativamente amplia, con resultados actualizados.

En lo que respecta al ICP, si bien este no incorpora la totalidad de agroquímicos que se utilizan en el área, sino que sólo considera una parte de éstos: los plaguicidas, la estimación de su valor entre los distintos tipos de cultivo y su evolución temporal es un buen indicador de la dirección hacia donde se dirige el proceso de transformación de uso de suelo agropecuario: con mayor o menor niveles de contaminación.

La preocupación del grupo de trabajo en abordar este tipo de estudios para las pedanías de San Bartolomé y Achiras radica en que, tal como se mencionó anteriormente, en el área pedemontana y de sierras se encuentran la zona de recarga de los acuíferos y las nacientes y cursos medios y altos de la totalidad de arroyos y ríos que atraviesan la región. Cualquier desestabilización del ecosistema y el incremento de la probabilidad de contaminación redundan en el incremento de situaciones de riesgo, en sentido amplio, para la totalidad del sur de la provincia de Córdoba.

Bibliografía

AIZEN, M.A.; L.A. GARIBALDI y M. DONDO. “Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina”. 2009

AMOS, P y S. WACHTER. “Remote Sensing Classification Procedure for Identifying Corn and Soybean Crops in Iowa with Landsat Imagery. Spatial Integration Laboratory for Urban Systems (SILUS)”. Wharton University of Pennsylvania and Unites States Geologic Service. A

collaboration between the Wharton GIS Lab and the Center for Science and Resource Management at USGS. [http://gislab.wharton.upenn.edu/Papers/Remote Sensing Classification Procedure for Identifying Corn and Soybean Crops in Iowa with Landsat Imagery.pdf](http://gislab.wharton.upenn.edu/Papers/Remote%20Sensing%20Classification%20Procedure%20for%20Identifying%20Corn%20and%20Soybean%20Crops%20in%20Iowa%20with%20Landsat%20Imagery.pdf). 2010.

CHUVIECO SALINERO, Emilio. "Teledetección ambiental. La observación de la tierra del espacio". 2da. Edición actualizada. Ed. Ariel Ciencia. España. 2006

DEFENSOR DEL PUEBLO DE LA NACIÓN. "Niñez y Riesgo Ambiental en Argentina". Publicación especial. 2010.

GASPARRI, N. I., PARMUCHI, M. G., BONO, J., KARSZENBAUM, H. Y MONTENEGRO, C. L. "Assessing multi-temporal Landsat 7 ETM+ images for estimating above-ground biomass in subtropical dry forests of Argentina". Journal of Arid Environments. Elsevier. 74. 1262 – 1270. 2010.

JAIN, M., MONDAL, P., DEFRIES, R., SMALL, C., GALFORD, G. "Mapping cropping intensity of smallholder farms: A comparison of methods using multiple sensors". Journal of Remote Sensing of Environment. 134. 210 -223. 2013

SATORRE, E. H. "Cambios tecnológicos en la agricultura actual". En: Oesterheld, M. (editor). La transformación de la agricultura argentina. Ciencia Hoy 15: 24-31. 2005.

SOSA, E. DEL C., MORICONI, L., CABRAL, A. C. y MALDONADO, G. I. "Definición de macroambientes en base a características socio-económicas en el suroeste de la provincia de Córdoba". En: Actas del IV Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XI Jornadas Cuyanas de Geografía. 23-26 de Octubre. Instituto y Departamento de Geografía. FFyL. Universidad Nacional de Cuyo. Publicación en Disco Compacto. 2013.

VAZQUEZ Patricia y ZULAICA Laura "Transformaciones agropecuarias e incidencias ambientales en el partido de Tandil (provincia de Buenos Aires, Argentina)". VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. FCE-UBA. 1-4 de noviembre. Buenos Aires. Publicación en disco compacto. 2010

ZHONG, LIHENG; GONG, PENG; BIGING, GREGORY S. "Efficient corn and soybean mapping with temporal extendability: A multi-year experiment using Landsat imagery" Revista: ELSEVIER, 140. 1-13. 2013

Agradecimientos

RANG, Sergio; Ingeniero Agrónomo matrícula profesional de la provincia de Córdoba 1421. Comunicación verbal y soporte digital.

El mapa social de Buenos Aires (2010)

GOICOECHEA, María Eugenia ¹

Introducción

Desde su conformación, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) observa cierta inequidad social entre el norte y el sur. Al sur de la Av. Rivadavia se han asentado principalmente los grupos sociales de bajos recursos y, en la actualidad, se localiza el 77% de la población residente en villas de emergencia y asentamientos precarios (INDEC, 2010). Por su parte, el norte de la CABA históricamente ha observado los valores más elevados del mercado inmobiliario y ha sido la zona residencial de los grupos sociales tradicionales.

En esta configuración socio-territorial intervienen características físicas y geográficas, como la presencia del riachuelo (que bordea todo el sur de la ciudad) y las dinámicas productivas asociadas a éste. Por un lado, la localización del puerto en el barrio de La Boca implicó, desde el primer período de metropolización de la ciudad (1860/1914), el asentamiento de los grupos sociales más pobres. Los grupos sociales más adinerados se fueron trasladando del centro a los barrios de Flores y Belgrano, a raíz de los problemas de contaminación ambiental propios de la actividad portuaria (malos olores, suelo contaminado), de las deficiencias de los terrenos (por ser zonas bajas e inundables) y de las epidemias de fiebre amarilla derivadas de los problemas sanitarios de la ciudad que comenzaba su proceso de densificación. Para 1930, en el sur de la ciudad comienza a observarse la influencia de la migración interna, con campesinos que venían atraídos por las oportunidades laborales que ofrecía la incipiente industrialización liviana. Progresivamente, la normativa de ordenamiento urbano fue acompañando este proceso de estructuración, formalizando y consolidando los usos del suelo residenciales hacia el norte y el oeste de la CABA; e industriales hacia el sur. La posterior desarticulación del tejido productivo industrial terminó por hacer del sur, el área degradada de la Ciudad.

Esta caracterización desigual entre el norte y el sur fue identificada no sólo por la bibliografía científica y académica (TORRES, 1978; HERZER, 2008; PÍREZ, 1995; OSZLAK, 1991); sino también por las autoridades públicas que señalaron los problemas de equidad (CEDEM, 2005; TORRES, 1999). Al respecto, el “Diagnóstico Socio-territorial de la Ciudad de Buenos Aires” (en adelante DSCABA) constituye uno de los documentos oficiales de mayor relevancia en el señalamiento del desequilibrio norte-sur. Elaborado en 1999 por el Arquitecto Horacio Torres en el marco de un convenio entre la Universidad de Buenos Aires y el GCBA, constituyó el punto de partida sobre el cual posteriormente se definieron los Lineamientos Estratégicos del Plan Urbano Ambiental, que definieron la política urbana de CABA para el nuevo milenio. Mediante este documento Torres identificó, para el año 1991, ciertos patrones de distribución socioeconómica de la población, marcados principalmente por dos Factores: el Nivel Socio-económico de la población y la relación centro-periferia. A partir de esos factores, el Mapa Social de la CABA para 1991 se configuraba con zonas de nivel alto concentradas en su mayoría en el eje norte (Centro-Norte y Belgrano-Núñez); en el eje oeste (Caballito-Flores) y, en el noroeste, en Villa Devoto - Villa del

¹ IMHICIHU. Universidad de Buenos Aires. CONICET megoicoechea@yahoo.com.ar

Parque. Mientras que las zonas de nivel bajo mostraban sus mayores concentraciones a lo largo de toda la franja sur paralela al Riachuelo (desde La Boca hasta Mataderos); en el Centro-Sur, incluyendo San Telmo; a lo largo de otros ejes menores (Chacarita-Puente Pacífico) y en importantes concentraciones de “villas”, aisladas, como en la zona portuaria frente a Retiro o formando parte de la franja sur (TORRES, 1999).

Sin embargo, desde finales de siglo pasado se identifican ciertas transformaciones en el orden económico mundial; en el campo de las políticas nacionales y locales y en las expresiones territoriales, que podrían representar cambios en los patrones de distribución de la población.

En el orden mundial, las medidas de desregulación de la economía implementadas desde 1970 y los procesos de globalización, han alterado la relación entre las principales ciudades latinoamericanas y la economía mundial. Los núcleos centrales de las regiones metropolitanas tendieron a englobar las principales actividades de servicios en detrimento de las industriales (DE MATTOS; 2007), implicando una nueva lógica de concentración espacial y de relación centro - periferia. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) no ha estado exenta de las transformaciones. Fue insertándose en el esquema económico internacional reconvirtiendo su perfil productivo hacia los servicios, en detrimento de la actividad industrial.

Consecuentemente, esta modificación del perfil productivo se ha venido reflejando en un cambio de la estructura económica en las condiciones y el tipo de empleo². También comenzaron a registrarse nuevas dinámicas urbanas e intensos cambios en la estructura tradicional de clases que ponen de manifiesto nuevas situaciones de polarización social y fragmentación socio-territorial. Destacadas investigaciones científicas analizaron esta nueva dinámica de las ciudades (CICCOLLELA, 2004; DE MATTOS, 2007; SASSEN, 1999; PRÉVÔT SCHAPIRA, 2000) señalando que los cambios en el modelo productivo implican otro tipo de necesidades de consumo y otro mercado de trabajo, donde todos los grupos sociales son necesarios para el sostenimiento de la sociedad globalizada. Con ello, el desarrollo de las *ciudades globales* viene atravesado por una dinámica urbana de polarización inherente, donde conviven en forma cada vez más estrecha sectores integrados a la economía mundial (a partir del consumo y la producción) con sectores desanclados del sistema.

Por otro lado, en el marco de este nuevo contexto global, se reconfigura el enfoque de la gestión urbana de la CABA donde las autoridades desarrollan estrategias de *city marketing*, a partir de las cuales procuran atraer, explícita y deliberadamente, capitales externos que impliquen nuevas fuentes de trabajo y el desarrollo de nuevas actividades inmobiliarias (HARVEY, 1989). Son Grandes Proyectos Urbanos de Obras de infraestructura o edificaciones que se desarrollan en zonas tradicionalmente degradadas y en desuso (propias del modelo productivo de manufactura), que pasan a ser consideradas áreas de oportunidad para una renovación urbana.

En este marco, el sur de la ciudad ha sido objeto de estas políticas, principalmente en Puerto Madero, en el Mercado del Abasto y en Barracas, entre otros. Pero, a su vez, volvió a ser escenario de intervenciones urbanas orientadas al desarrollo productivo de la zona. El Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA) viene realizando intervenciones territoriales para fomentar la localización y el crecimiento de nuevas industrias no contaminantes, asociadas a las actividades creativas y artísticas. En esta línea, en el año 2001 implementó el Centro Metropolitano del Diseño en Barracas y en el año 2005, el Polo Farmacéutico en Villa Lugano. No obstante, la aplicación sistemática de

² Según datos oficiales, entre 1974 y 1994 los puestos de trabajo de la industria cayeron un 41% y los establecimientos industriales, un 38% (Dirección de Estadísticas y Censos - GCBA, 2009).

este tipo de proyectos comienza a observarse a partir del año 2008, con la creación del Distrito Tecnológico en Parque Patricios (2008), el Distrito Audiovisual en Chacarita (2011), el Polo Logístico en Villa Soldati (2013), el Distrito de las Artes en La Boca (2013) y el Distrito del Deporte (2014) en la zona de Villa Riachuelo y Villa Lugano.

Consecuentemente, podría suponerse que estas nuevas tendencias conllevan a transformaciones en los patrones de distribución de la población. En otras palabras, al interior de las ciudades se observa un proceso de profundización de la polarización social, la exclusión y la fragmentación socio-territorial metropolitana: “La dualización de la ciudad avanza a causa de la marcada selectividad territorial de las inversiones de fin de siglo, que están construyendo un nuevo mapa del desarrollo metropolitano. Se trata de un mapa con micro-diferencias territoriales, a diferencia de los mapas con macro-diferencias que conocíamos” (CICCOLELLA, 1999).

En este marco, una hipótesis que emerge de este planteo refiere a la posible complejización de los patrones que organizan la estructura social urbana a partir de las transformaciones previamente enunciadas. Podría sugerirse que los cambios de escala mundial y local, tanto en el orden social, económico como político, han generado nuevas tendencias de ordenamiento urbano y alterado las pautas de distribución de la población. La clásica distinción socioeconómica norte – sur, que caracterizó a la Ciudad bajo el esquema de urbanización – industrialización (GERMANI, 1967), se estaría diluyendo y estaría dando lugar a distribuciones sociales más complejas. Bajo este supuesto, cabe preguntarse si es posible identificar nuevos factores de estratificación de los grupos sociales en el espacio urbano de la CABA que den cuenta de procesos de fragmentación en escalas territoriales cada vez menores.

El presente artículo procura analizar la distribución espacial de los grupos sociales en la CABA según radio censal, a partir de los datos provenientes del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010. El objetivo del mismo se orienta a identificar cómo impacta la dinámica de valorización estratégica de la ciudad; los cambios en el perfil económico y las transformaciones urbanas, sobre la población residente. Para ello, se tomará como referencia el DSCABA sobre la estructura socio-territorial de la Ciudad de Buenos Aires para 1991.

Un segundo objetivo de tipo metodológico remite a la incorporación de herramientas de análisis socio-territorial, con el propósito de complementar y enriquecer los estudios de análisis multivariado de datos para adaptarlos a los estudios urbanos. La metodología para ello implica recuperar las estrategias de Análisis Factorial Urbano trabajadas por Horacio Torres. Siguiendo algunos de los lineamientos planteados en dicho trabajo se proponen aplicar técnicas de Análisis de Componentes Principales y posteriormente, un Análisis de Clúster. El procesamiento de estas herramientas viene necesariamente complementado con interpretación cartográfica como aspecto asociado del análisis multivariado para las cuestiones territoriales.

Diseño metodológico

Con el propósito de avanzar en un estudio que permita corroborar la hipótesis planteada, se introducen los Mapas Sociales como herramienta de análisis socio-territorial que se integra a las técnicas de análisis multivariado. Desarrollados por Brian Berry y Philis Rees (1958) e introducidos a los estudios urbanos locales por Horacio Torres en 1970, los Mapas Sociales parten de la perspectiva teórica de reivindicar la naturaleza interactiva de las relaciones sociales y

las estructuras espaciales (Abba, 2011). Bajo este enfoque, se constituye como un modo de aproximación y reconocimiento de la estructura espacial urbana y se inscribe en el campo de la Ecología Factorial.

Dentro de los estudios que recuperan los Mapas Sociales, el mencionado DSCABA posee gran relevancia por su aporte en el ámbito científico y de las políticas públicas. En este sentido, a los fines de esta investigación, en la definición teórico-conceptual del presente trabajo se recuperan algunos de los aspectos más relevantes del DSCABA. Por un lado se opera con el sistema de variables identificadas por Torres y que refieren a: Densidad, Nivel Socio-habitacional, Tenencia, Tipo de vivienda, Origen, Nivel educativo (**Punto 1 del Anexo**). Por el otro, se procura replicar el mismo modelo de Análisis de Componentes Principales.

El presente trabajo opera con la información correspondiente al Censo 2010 que, a los fines del presente trabajo, proveyó la Dirección de Estadísticas y Censos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Para su procesamiento, se emplearon los programas informáticos SPSS, SPAD y ArcView.

Primeramente, fue necesario construir una Matriz de datos original (MDO) a partir de la información extraída del Redatam+SP. Para ello se realizó un conteo de atributos por radio censal de cada una de las variables que procuraron ser consideradas en el presente estudio; dando como resultado una base de datos con variables expresada en diferentes unidades de análisis: vivienda, hogares o personas. Luego, las variables de la MDO fueron reprocesadas para llevarla a una unidad de análisis común y, posteriormente, fueron estandarizadas; llegando a la Matriz de puntajes estándar Z (MDZ) (**Punto 1 del ANEXO**).

Una vez generada la MDZ, se aplicó el modelo de Análisis de Componentes Principales (ACP) con el propósito de identificar correlaciones entre variables y realizar una síntesis de estas, derivando Factores: nuevas variables que se construyen a partir del agrupamiento de las variables originales. Posteriormente, a partir de la técnica del Análisis de clúster (AC), se procedió a integrar los Factores y a identificar los radios censales que presentan similares características entre sí, estableciendo tipologías sobre los grupos sociales que los integran. Este procesamiento aplicado a los estudios urbanos se denomina “Regionalización”, ya que como resultado sobre la cartografía se obtienen zonas comunes que configuran regiones (BUZZAI, 2003). (**Puntos 2 y 3 del Anexo**).

RESULTADOS ALCANZADOS

a. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Tomando como punto de partida el criterio de Kaiser, del ACP se identificaron 3 factores que dan cuenta del 74,165% de la variación total de la matriz:

Cuadro N° 1. Varianza total explicada por los primeros 4 Comonentres Principales. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado

1	8,048	44,709	44,709	8,048	44,709	44,709	5,778	32,101	32,101
2	3,730	20,720	65,430	3,730	20,720	65,430	4,181	23,230	55,331
3	1,572	8,735	74,165	1,572	8,735	74,165	3,390	18,834	74,165

La introducción de herramientas SIG, permite la definición de un nuevo mapa social para la Ciudad de Buenos Aires, a partir de información sintetizada con los 3 componentes principales identificados. A continuación son caracterizados mediante el análisis de las saturaciones factoriales que se observan en la matriz de componentes, la distribución gráfica y la representación cartográfica.

Cuadro N° 2. Matriz de componentes rotados. SPSS. CABA 2010

	Componente / Factor		
	1	2	3
HAC5	,904	,280	,089
PPC	-,917	-,091	,201
HAC1	-,872	,213	,157
PRIM	,853	-,343	-,014
HAC6	,846	,192	,280
UNIV	-,834	,391	,183
NOAS	,751	-,002	,342
OEXT	,733	,290	,266
SECU	,684	-,374	-,375
INQT	,593	,397	-,338
PRVT	-,412	-,778	,171
HAC2	-,589	-,638	,017
CASA	,505	-,750	,069
INQO	,279	,757	-,479
DEPA	-,651	,632	-,014
RANCHCAS	,449	-,028	,519
Densidad	-,078	,570	,419
PRPV	,298	,185	,486

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 3 componentes extraídos

El factor 1 parecería estar refiriendo al nivel socio-económico de la población. Atendiendo a los valores de las cargas de las variables para cada Factor (Cuadro N° 2), llama la atención el peso que asume el Componente 1, ya que asume saturaciones cercanas al ,9 mientras que el componente 2 apenas en un caso alcanza el ,778 y el Componente 3, el ,519. Con ello se estaría observando que el patrón de estructuración socio-territorial más fuerte continúa siendo el Nivel Socio-económico. Se encuentra definido principalmente a partir de dos dimensiones asociadas: máximo nivel educativo alcanzado y condición habitacional (dada por la situación de hacinamiento y el tipo de vivienda). Por un lado, se identifican las variables UNIV (-,834) y HAC1 (-,872) (pudiéndose observar en el Gráfico 1, la marcada asociación entre ambos, ubicados en el extremo izquierdo del x). Por el otro, en el sentido opuesto se observan las variables PRIM (,853) y HAC5 (,904). Es el componente que define la distribución de las variables en cuadrantes opuestos, ya que la distribución de variables opuestas se extiende a lo largo de su eje (ej: PRIM – UNIV; HAC1-HAC5) (Gráficos N° 1 y N° 2).

Gráfico N° 1. Gráfico de Componentes en espacio rotado. Componentes 1 y 2

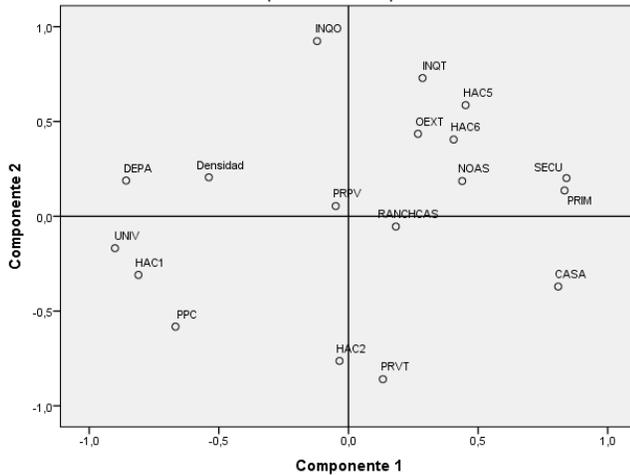
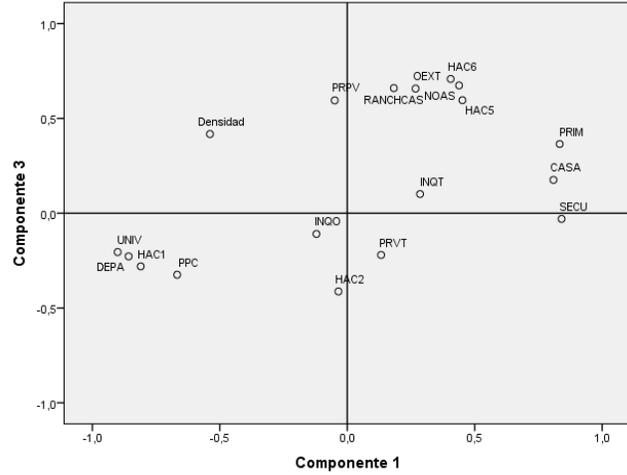
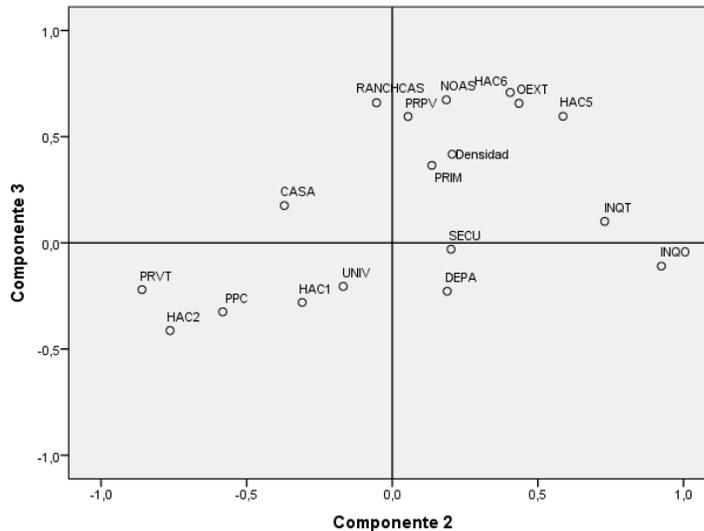


Gráfico N° 2. Gráfico de Componentes en espacio rotado. Componentes 1 y 3



El Factor 2 podría estar señalando un nivel de vulnerabilidad habitacional a partir de una escala de riesgo estructurada por la condición de tenencia de la vivienda, que podría ser el eje principal del factor (Gráficos N° 1 y N° 3). En un extremo, indicando mínimo riesgo, se ubica el atributo de propietario de la vivienda y el terreno (PRVT: $-0,778$), mientras que en el otro extremo, el atributo inquilino (INQO: $0,757$) estaría señalando el máximo riesgo. Por su parte, la condición de propietario solo de la vivienda se encontraría en un nivel neutral (PRPV: $0,185$). Asociada a esta escala se encuentra la variable referida al tipo de vivienda: Por un lado, CASA ($-0,750$) que correlaciona junto con PRVT; por el otro, DEPA ($0,632$) que se asocia a INQO. En este factor es posible identificar la noción de ortogonalidad respecto al Factor 1, ya que la vulnerabilidad frente a la tenencia de la vivienda parecería resultar independiente frente a las variables que remiten al Nivel socio-económico como en nivel educativo y la condición de hacinamiento. No obstante, el caso particular de HAC2 ($-0,589$) indica cierto nivel de carga negativa con el atributo de PRVT.

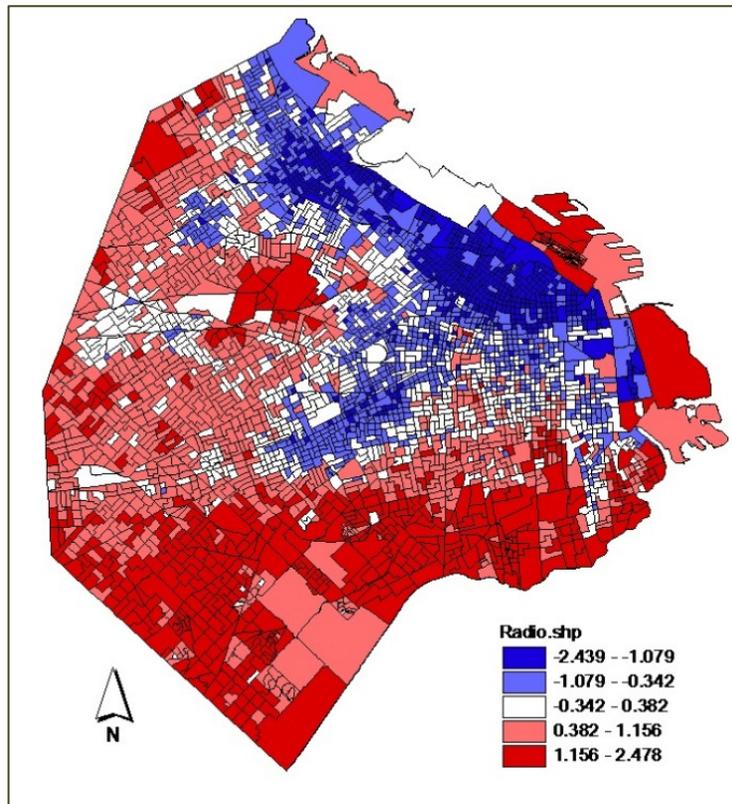
Gráfico N° 3. Gráfico de Componentes en espacio rotado. Componentes 2 y 3



Finalmente, el Factor 3 estaría reflejando los patrones de segregación residencial a partir de la condición socio-económica de la población. Las cargas más elevadas se observan en las variables: RANCHCAS (,519), PRPV (,486), SECU (-,375) y NOAS (,342). No obstante, la geo-referenciación resulta clarificadora al procurar “bautizar” dicho componente.

La posibilidad de geo-referenciar los resultados alcanzados con el Factor 1 (Mapa N° 1) permiten identificar las zonas de nivel socio-económico bajo, de las de nivel socio-económico alto, dando un mapa coincidente con el conocimiento general sobre el tema.

Mapa N° 1. CABA según Nivel Socio- Económico (Factor 1). Año 2010

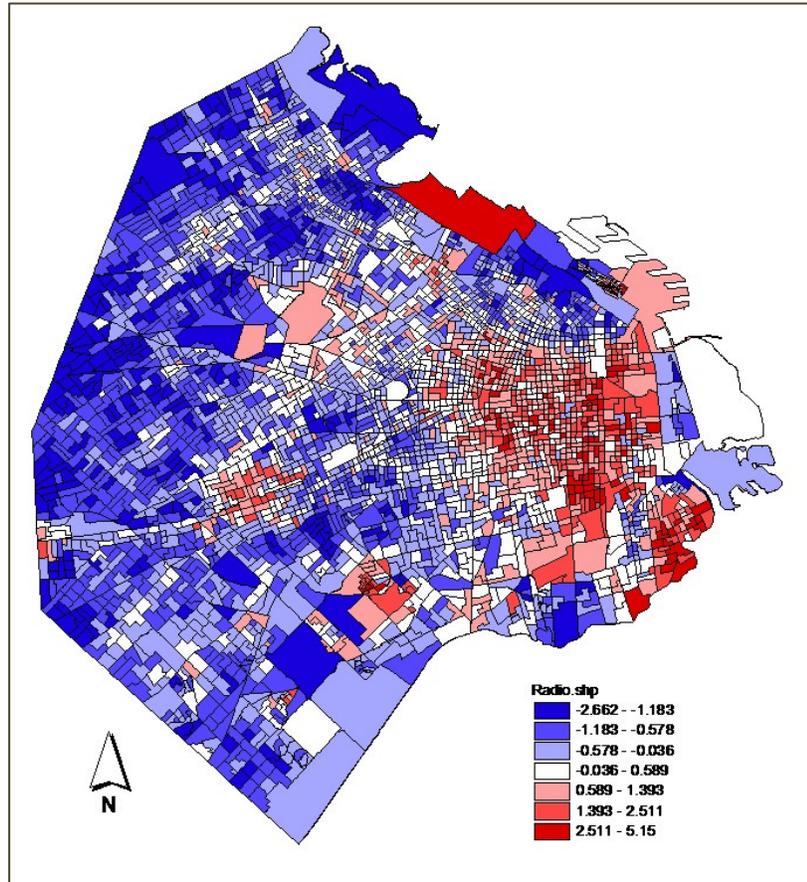


En relación a la hipótesis planteada, en principio es posible argumentar que la distinción socioeconómica norte-sur continúa vigente para 2010. Se observa que la zona sur de la ciudad presenta los mayores niveles de población con nivel socio-económico bajo, con radios de extrema pobreza en torno al camino de sirga, bordeando el riachuelo y en las principales villas de la ciudad. Asimismo, al norte de la ciudad se identifica un conjunto de radios de color rojo que corresponden a la zona de agronomía y al cementerio de la Chacarita; mientras que predominan los sectores de nivel socioeconómico alto y que conforman la cuña de riqueza que se extiende desde la zona de puerto Madero y Recoleta, hasta Belgrano (en color azul y celeste). Se distingue el radio correspondiente a la villa 31-31 Bis, ya que contrasta con su color.

En el caso del Factor 2, la verificación cartográfica permite concluir que se estaría tratando, también, de la estabilidad para residir en la ciudad. Se observa mayor distribución de casos en el centro de la ciudad (donde los valores de renta urbana son más elevados) y también en las zonas pobres de Flores y La boca (donde predominan los inquilinatos). Si bien hay cierta

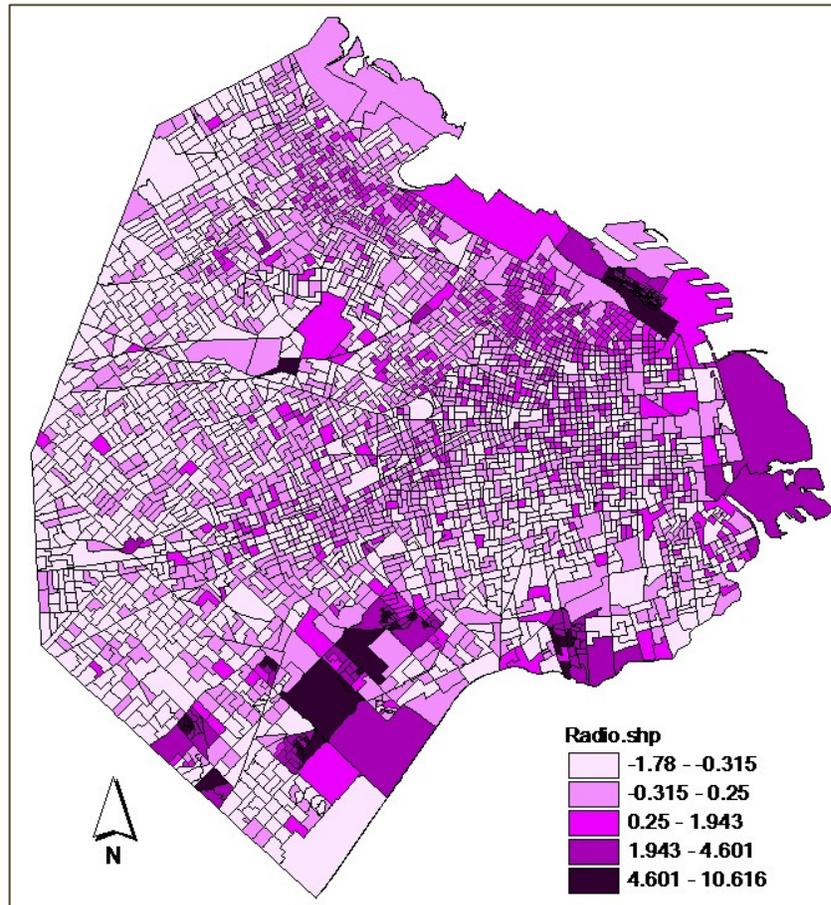
correspondencia con el Factor Centro - Periferia del DSCABA, para 2010 influye más la tenencia de la vivienda.

Mapa N° 2. CABA según nivel de vulnerabilidad habitacional (Factor 2). Año 2010



Finalmente, el Factor 3 se encuentra geo-rreferenciado a partir de una escala de colores donde los radios violeta más oscuro corresponden a las zonas de segregación socio- territorial. Al sur de la ciudad se identifican las áreas pertenecientes a las Villas 21-24, Piletones, 1-11-14, Ciudad Oculta, entre otras de menor escala. Al noreste se destaca la villa 31 y al centro-noroeste, el asentamiento de Fraga, lindero al Cementerio de la Chacarita. En la escala cromática, le suceden zonas de menor densidad poblacional pero de grandes problemáticas ambientales para la poca población que reside en ella, como la zona de la Reserva Ecológica y el Parque Indoamericano.

Mapa N° 3. CABA según nivel de Segregación Social (Factor 3). Año 2010



Análisis de Clúster (AC)

A partir del AC, se procuró encontrar una nueva estructura de distribución espacial que integre los factores encontrados y que permita responder al interrogante sobre si existen patrones alternativos a la estratificación de grupos según norte-sur. Las sucesivas pruebas de clasificación e interpretación geo-referenciada de los resultados permitieron determinar 8 grupos que podrían representar una delimitación de la ciudad con respecto a los 3 Factores que describen diversos aspectos socioeconómicos y habitacionales (Cuadro N° 3 y Mapa N° 4). Refiere a una caracterización de la CABA a partir de regiones de alta homogeneidad interna y máxima heterogeneidad entre sí. Se concibe así, un mapa social sintético que debe ser entendido, no como una sumatoria de imágenes estáticas, sino como un sistema de imágenes temáticas y procesualmente interrelacionadas entre sí (ABBA, 2011).

En líneas generales se identifica una composición de grupos sociales diferencial entre el norte y el sur de la CABA. Al igual que lo señalado por Torres en su Mapa Social de 1991, actualmente se continúan observando, a primera vista, 2 regiones que estarían correspondiendo a los estratos

de nivel socio-económico extremos. Podría deducirse de ello, que a 2010 aún persisten diferencias en la estructura social urbana: al sur predominan los grupos 1, 2 y 3 mientras que al norte, los grupos 4, 5 y 7. No obstante, más allá de esta primera delimitación, es posible identificar otras dinámicas que estarían influyendo en los patrones de urbanización y que estarían complejizando y fragmentando la ciudad. Por un lado, la determinación de la relación centro-periferia parecería estar avanzando en la configuración de estratos sociales, pudiéndose observar que el grupo 8 se extiende por el oeste, tanto en el norte como en el sur. Por otro lado, comienzan a observarse tendencias de gentrificación en la zona sureste de la Ciudad (con presencia de grupos 7 hacia los barrios La Boca, Barracas y San Cristóbal), así como también una extensión de los grupos 6, localizados en el micro-centro porteño.

Por un lado, los grupos 2 y 3 refieren a los sectores poblacionales segregados socio-residencialmente. La diferencia entre éstos se vincula sobre todo, con la densidad. En el grupo 2 predominan de sobremanera las Casillas y Ranchos (RANCHCAS, con una media en el estrato de 9,935). También se identifica con altos niveles de población migrante (3,707) y de Hacinamiento (HAC6: 5,421 y HAC5: 3,731). El grupo 3, por su parte, refiere a características de la población similares al grupo 2 (HAC6: 3,502 y OEXT: 3,300), pero al tratarse de una zona más urbanizada las condiciones de la vivienda son relativamente mejores. Hay ranchos y casillas (RANCHCAS: 1,853) como casas (1,736) e inquilinatos (1,176). Podría estar dando cuenta de complejos habitacionales y villas más consolidadas. En torno a los Grupos 2 y 3 se dispone el Grupo 1, que podría definirse como de zonas intersticiales entre las áreas degradadas y el resto de la ciudad (SECU: ,858; INQO: ,713 y HAC5: ,611). En la zona correspondiente a Barracas podría identificarse un foco de población diferente, correspondiente a los grupos 4 y 7, de mayor presencia en el norte. Las tendencias de extensión de la centralidad podrían estar influyendo en estos procesos, donde se desarrolla una zona de renovación urbana en torno a la Av. Montes de Oca. La región sudeste de la capital se asemeja a los patrones sociales y habitacionales de la pobreza en el micro-centro urbano, identificada por el Grupo 6. Predominan los inquilinatos y los problemas de hacinamiento (INQT: 3,450, INQO: 2,460 y HAC6: 1,259). Hay cierta presencia de población extranjera (OEXT: ,848) y nivel educativo medio y bajo (SECU: ,908 y PRIM: ,719).

Por el otro, se identifican los estratos emplazados al norte, que componen la “cuña de riqueza” de la Ciudad. El Grupo 5 refiere a la población con mejores condiciones habitacionales (HAC1: 1,067, DEPA: ,850 e INQO: -,302) y elevado nivel de instrucción (UNIV: 1,116). Linderos al Grupo 5, se observan los grupos 4 y 7. El estrato 4 remite a zonas prósperas, asociadas a las dinámicas territoriales de las áreas centrales. Predominan los Departamentos (,712) y sus habitantes son inquilinos de elevado nivel de instrucción (INQO: ,651 y UNIV: 0,463). La principal diferencia respecto al grupo 5 reside en la condición de tenencia de la vivienda. A la inversa, el Estrato 7 refiere a áreas más periféricas del norte y el oeste de la Ciudad en las cuales predomina la población propietaria (PRVT: ,558) que reside bajo buenas condiciones habitacionales (HAC2: ,541). Podría referirse a la población adulta mayor de la ciudad, ya que en su mayoría es población nativa (OEXT: -,435) ya que su estabilidad en la vivienda se combina con un nivel educativo medio (SECU: ,140).

Gráfico N° 2. Gráfico de Componentes en espacio rotado. Componentes 1 y 3

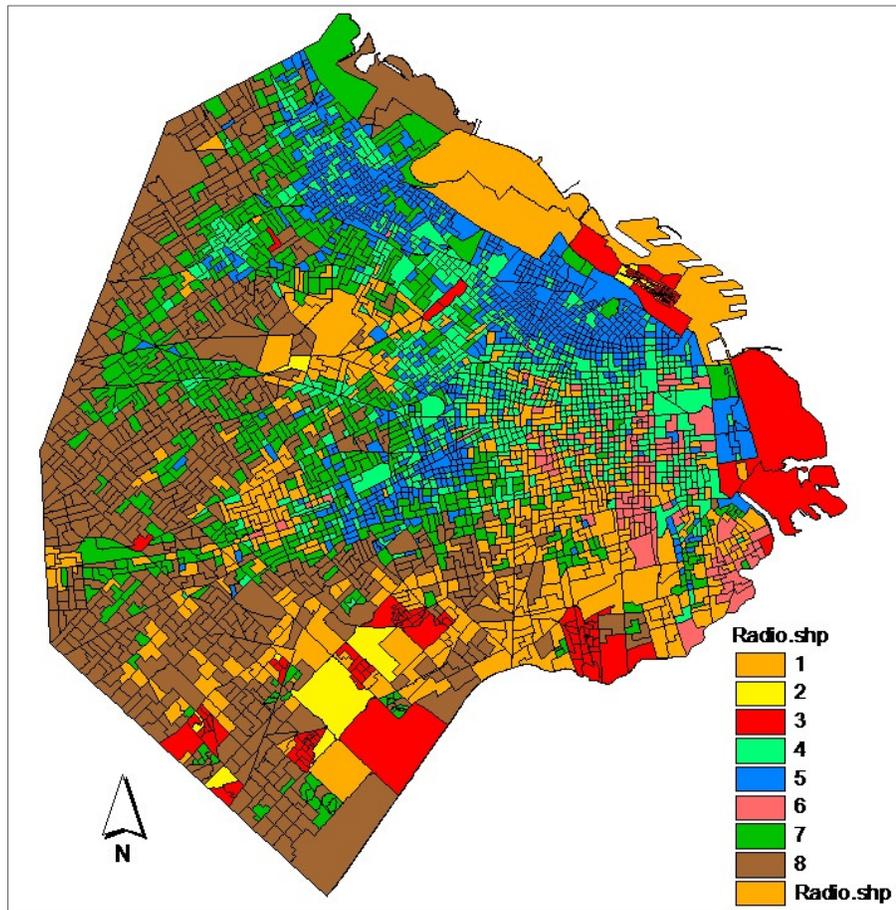
	Charac. variables	Category mean	Category Std. deviation	Test- value
Grupo 1	SECU	0,858	0,553	20,89
	UNIV	-0,804	0,553	-19,59
	PPC	-0,869	0,471	-21,15
	INQO	0,713	0,655	17,36
	HAC1	-0,685	0,589	-16,68
	PRIM	0,675	0,727	16,44
	HAC5	0,611	0,718	14,87
Grupo 2	RANCHCAS	9,935	6,611	39,83
	HAC6	5,421	1,607	21,73
	NOAS	5,058	2,295	20,28
	HAC5	3,731	0,800	14,96
	OEXT	3,707	1,920	14,86
	PRIM	3,190	0,578	12,79
	PRPV	2,679	1,847	10,74
Grupo 3	HAC6	3,502	1,502	39,20
	HAC5	3,425	1,116	38,34
	OEXT	3,300	1,899	36,93
	NOAS	3,205	1,715	35,87
	PRPV	2,203	1,580	24,66
	RANCHCAS	1,853	2,141	20,74
	CASA	1,736	0,770	19,44
	INQT	1,176	1,496	13,17
Grupo 4	DEPA	0,712	0,273	21,85
	INQO	0,651	0,635	19,96
	UNIV	0,463	0,572	14,21
	PRVT	-0,594	0,713	-18,22
	HAC1	0,305	0,550	9,36
Grupo 5	UNIV	1,116	0,553	35,69
	HAC1	1,067	0,694	34,13
	SECU	-1,160	0,653	-37,09
	PRIM	-0,919	0,380	-29,38
	DEPA	0,850	0,246	27,17
	CASA	-0,765	0,250	-24,45
	OEXT	-0,297	0,587	-9,49
Grupo 6	INQT	3,450	1,826	40,55

	INQO	2,460	0,767	28,92
	HAC5	1,685	0,816	19,80
	SECU	0,908	0,554	10,68
	OEXT	0,848	0,760	9,97
	PRIM	0,719	0,950	8,45
Grupo 7	PRVT	0,558	0,533	14,79
	HAC2	0,541	0,599	14,35
	INQO	-0,506	0,507	-13,41
	OEXT	-0,435	0,304	-11,53
	SECU	0,140	0,736	3,70
Grupo 8	CASA	1,375	0,648	38,76
	DEPA	-1,225	0,627	-34,52
	PRVT	1,026	0,489	28,91
	INQO	-0,894	0,477	-25,20
	HAC2	0,888	0,665	25,02
	DENS	-0,819	0,241	-23,08
	SECU	0,651	0,571	18,34
	UNIV	-0,609	0,562	-17,15
	PRIM	0,502	0,668	14,14

Asimismo, el norte estaría observando una lógica similar a la zona sur, viendo interrumpida su homogeneidad con un foco de radios censales del Grupo 1 en la zona de Chacarita.

Finalmente, el grupo 8 estaría señalando las tendencias de la residencia en la periferia, donde hay menor densidad poblacional (DENS: -,819). Predominan las casas (1,375) en detrimento de los Departamentos (-1, 225) donde la población es propietaria y posee un nivel medio de vida (HAC2: ,888 y SECU: ,651).

Mapa N° 4. CABA según aglomerados (método WARD). Año 2010



Conclusiones

A diferencia de los patrones identificados por Torres para 1991 (que referían principalmente al nivel socio-económico y a la relación centro-periferia), a partir del Análisis de Componentes Principales de 2010 se identificaron nuevas dinámicas urbanas asociadas a la marginalidad, la vulnerabilidad en la residencia y los procesos de densificación y construcción en altura. El nuevo Mapa social se encuentra atravesado por fuertes dinámicas de segregación socio-territorial, en particular, a partir del intenso crecimiento de la población en villas y asentamientos. Es por ello que la vulnerabilidad en la tenencia de la vivienda y la condición de segregación de los hogares se introducen como nuevos factores a los otros dos ya previamente señalados por Torres. Las técnicas del análisis de Clúster permitieron complejizar la lectura de los patrones de distribución de la población en la estructura urbana de la CABA, identificando procesos de regionalización adicionales a la tradicional inequidad entre el norte y el sur. A partir de entonces, para 2010 fue posible identificar zonas que comienzan a evidenciar procesos de renovación urbana (como el área de Barracas donde se observa presencia de los estratos 4 y 7) así como una progresiva extensión de la centralidad hacia el sur, en concordancia con las propuestas de ampliar la zona de negocios e inversiones inmobiliarias del micro-centro porteño. Por su parte, el norte de la ciudad también se ve interrumpido por pequeñas regiones de grupos con características sociales opuestas a las predominantes en la zona, en el área del barrio de Chacarita y Barrio Norte.

En conclusión, en respuesta a la hipótesis planteada, es posible señalar nuevos procesos de mixtura social a una escala más reducida que la norte-sur. No obstante, un interrogante que emerge de ello invitaría a pensar si efectivamente esta mayor complejidad y micro-diferencias entre grupos sociales estaría representando avances respecto a los desafíos de integración social urbana.

En cuanto al segundo objetivo (de índole metodológica) propuesto, es posible señalar una especificidad implícita en las temáticas socio-territoriales que, ante ciertos procedimientos, llevan a inconsistencias desde el punto de vista estadístico. Un ejemplo de ello se observó en el Análisis de Cluster. La dificultad al delimitar la cantidad de aglomerados se debió al gran tamaño de la matriz y a la presencia de casos extremos que explican los problemas de segregación socio-residencias (como las villas y asentamientos).

Bibliografía

- ABBA, A., KULLOCK, D., NOVICK, A., PIERRO, N., SCHWEITZER, M. (2011) *Horacio Torres y los mapas sociales: la construcción teórica del caso Buenos Aires*. Buenos Aires: Cuentahilos.
- BERRY, B. (1958) A note concerning methods of clasification. In *Annals of the Association of American Geographers*.
- BUZAI, G. (2003) *Los mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- CEDEM (Centro de Estudios para el Desarrollo Económico) - GCBA (2005) El sur en la Ciudad de Buenos Aires. Caracterización económica territorial de los barrios de La Boca, Barracas, Nueva Pompeya, Villa Riachuelo, Villa Soldati y Villa Lugano. *Cuadernos de trabajo* N° 6. Buenos Aires.
- DE MATTOS, C. (2007) “Globalización y metamorfosis metropolitana en América Latina. Hacia una nueva forma urbana”. En de Mattos, C.: *Globalización y metamorfosis urbana en América Latina*, OLACHI, Quito.
- GERMANI, G. (1967) La ciudad como mecanismo integrador. En *Revista Mexicana de Sociología*, Vol. 29, N° 3. Universidad Nacional Autónoma de México.
- HARVEY, D. (1989): From Managerialism to Entrepreneurialism: The Transformation in Urban Governance in Late Capitalism. *Geografiska Annaler*. Series B, Human Geography, Vol. 71, No. 1, The Roots of Geographical Change: pp. 3-17.
- HERZER, H. (organizadora) (2008) *Con el corazón mirando al sur. Transformaciones en el sur de la ciudad de Buenos Aires*. Espacio Editorial. Buenos Aires.
- OSZLAK, O. (1991) *Merecer la ciudad. Los pobres y el derecho al espacio urbano*. Estudios CEDES Humanitas. Buenos Aires.
- PÍREZ, P. (1995) “Actores sociales y gestión de la ciudad” en *Ciudades* N°28, RNIU, México, octubre-diciembre, 1995.
- SASSEN, S. (2001) *La ciudad global. New York, Londres, Tokio*, EUDEBA, Buenos Aires.
- TORRES, H. (1977) Algunas notas sobre el análisis multivariado de la estructura espacial urbana. En *Documento de Trabajo*, N°6. Buenos Aires: Universidad de Belgrano.

TORRES, H. (1999) Diagnóstico socioterritorial de la ciudad de Buenos Aires y su contexto metropolitano. En *Serie Documentos de Trabajo N°1, Plan Urbano Ambiental*, GCBA.

ANEXO

1. Tratamiento de las variables incorporadas al estudio

Surgieron algunas dificultades al procurar replicar la Matriz de Datos Original (MDO) de la base censal de 1991 (con la cual trabajó Torres), para 2010 y fue necesario tomar ciertas decisiones metodológicas y realizar cálculos adicionales para generar algunas de las 33 variables que conforman el modelo Torres y que no estaban dispuestas de igual forma para 2010:

NOMBRE	ETIQUETA	DEFINICIÓN	NOMBRE EN 2010
A. Densidad, nivel socio-habitacional y hacinamiento			
DENS	DENS	Densidad (habitantes por Ha)	DENS
p1	PPC	Índice general de hacinamiento (ppc: coef. de personas por cuarto)	p1
p2	HAC1	Hogares con nivel 1 de hacinamiento	p2
p3	HAC2	Hogares con nivel 2 de hacinamiento	p3
p4	HAC3	Hogares con nivel 3 de hacinamiento	p4
p5	HAC4	Hogares con nivel 4 de hacinamiento	p5
p6	HAC5	Hogares con nivel 5 de hacinamiento	p6
p7	HAC6	Hogares con nivel 6 de hacinamiento	p7
B. Tipo de tenencia			
p8	PRVT	Propietarios de la vivienda y el terreno	p8
p9	PRPV	Propietarios de la vivienda solamente	p9
p10	INQO	Inquilinos	p10
p11	DEPE	Ocupantes en relación de dependencia	p11
p12	PREST	Ocupantes por préstamo	p12
p13	HECH	Ocupantes de hecho	p13*1
C. Educación			
p14	PUBL	Asistentes a establecimientos públicos de enseñanza	NO DISPONIBLE
p15	PRIV	Asistentes a establecimientos privados de enseñanza	NO DISPONIBLE
p16	NOAS	No asiste ni asistió a establecimientos de enseñanza	P16
p17	PRIM	Máximo nivel de educación alcanzado: primario	p17
p18	SECU	Máximo nivel de educación alcanzado: secundario	p18
p19	TERC	Máximo nivel de educación alcanzado: terciario	p19
p20	UNIV	Máximo nivel de educación alcanzado: universitario	p20
D. Origen			
p21	PAIS	Nacidos en el país	p21
p22	EPRV	Nacidos en esta provincia	NO DISPONIBLE

p23	OPRV	Nacidos en otra provincia	NO DISPONIBLE
p24	PLIM	Nacidos en un país limítrofe	p25
p25	OEXT	Nacidos en otro país (extranjero)	p25* ²
E. Tipo de vivienda			
p26	CASA	Casa tipo A	p26
p27	CASB	Casa tipo B	p26* ³
p28	CAST	Casilla	p28
p29	RANC	Rancho	p28* ⁴
p30	DEPA	Departamento	p30
p31	INQT	Inquilinato	p31
p32	NOHA	Local no habilitado para habitación	p32

NOTA:

*¹ No obstante, en la Base del Censo 2010 los ocupantes de hecho se identifican bajo la categoría “Otra Situación”.

*² En la Base del Censo 2010 los datos de Nacido en un país limítrofe y Nacido en otro país se encuentran integrados.

*³ En la Base del Censo 2010 los datos de Casa tipo A y Casa tipo B se encuentran integrados.

*⁴ En la Base del Censo 2010 los datos de Casilla y Rancho se encuentran integrados.

Por un lado, las variables referidas a Hacinamiento observan intervalos de cortes diferentes (Ej: HAC1 en 2010 comprende Hogares entre 0,51 y 1 ppc. y en 1991 entre 0,51 y 0,99 ppc.). Por otro lado, la variable PPC (Personas Por Cuarto) no se encontraba disponible en el censo 2010 y debió reconstruirse partiendo de los datos agrupados, presentes en las variables HAC (en escalas de 0,50 ppc; 0,51 a 0,99 ppc; 1 a 1,49 ppc;...; hasta 3 ppc). Para cada intervalo se buscó el punto medio y se ponderó por el peso de cada categoría, para los distintos radios censales. El peso de cada categoría se obtuvo dividiendo el absoluto de cada categoría por la frecuencia total de casos para el Radio Censal. El resultado final arroja un ppc. promedio para la ciudad de 1,04, que podría considerarse subvaluado en comparación con los valores de 1991 (en 1,14) y de 1980 (en 0,98) identificados en el DSCABA (Torres, 1999: 14).

Una vez construida la MDO, se procedieron a expresar en forma porcentual cada una de las variables para cada radio censal. Finalmente, para hacer posible la interpretación cartográfica de los resultados fue necesario estandarizar los valores de las variables calculando el puntaje z, que considera para cada radio censal, el valor de la variable que asume, la media aritmética y el desvío estándar. Con este cálculo, cada dato original se transforma en un puntaje que se desvía en valores positivos y negativos respecto de la media aritmética X. De esta manera se genera una nueva matriz de puntaje estándar (MDZ) con puntajes positivos y negativos que se distribuyen respecto del promedio (BUZAI, 2003: 115).

2. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Partiendo de un criterio teórico- conceptual, la aplicación del modelo de ACP para las variables seleccionadas por Torres presentó una serie de problemas en la matriz de correlaciones, ya que en primera instancia, resultó definida como “no positiva”. Ello se debió a que el sistema de variables exhaustivo para cada dimensión formaba una combinación lineal completa³. Al tratarse de información censal fue posible ignorar algunas de las condiciones que hacen al tamaño de la muestra y la normalidad. Sin embargo, una serie de consideraciones técnicas que debieron adicionarse a los criterios teóricos preestablecidos por Torres: 1) La coherencia en el sistema de

³ Para aplicar el ACP en el Diagnóstico de 1991, Torres utiliza el programa estadístico SPAD que no contempla coeficientes de adecuación muestral como el KMO o la Prueba de esfericidad de Barlett, en tanto se supone que las diferencias en los criterios de selección de las variables se derivan de esto.

variables. Fue necesario eliminar algunas de las variables que sumaban el total de casos de cada dimensión. 2) La correlación entre las variables. Evaluando la relación lineal entre las distintas variables y desestimando aquellas variables que no reflejan correlaciones de fuerza. Para ello se atendió al coeficiente de correlación parcial. 3) La medida de adecuación muestral, atendiendo al coeficiente KMO y la matriz de anti-imagen.

Atendiendo a dichos 3 criterios, de las 26 iniciales variables bajo estudio, finalmente se incluyeron 18 en el ACP. Fueron excluidas: HAC3, HAC4, DEPE, PREST, TERC, PAIS, HECH y NOHA. De la reducción de variables se logró alcanzar una nueva matriz de correlaciones adecuada para aplicar el análisis factorial. El coeficiente KMO alcanza el 0,719 indicando que se trata de una matriz con fuertes correlaciones parciales entre las variables, con lo cual la medida de adecuación muestral es considerada aceptable (criterio Kaiser). La prueba de esfericidad de Barlett también alcanzó resultados correctos. Para facilitar la interpretación de los factores, se procedió a realizar la rotación factorial de tipo varimax: “hacia la estructura más simple”. Esto permitió que los factores se aproximen al máximo a las variables en que están saturados y favorecer la ortogonalidad de los componentes.

3. Aplicación del Análisis de clúster (AC)

Al tomar como insumo del AC los resultados alcanzados mediante el ACP, fue posible obtener una matriz inicial más simple, cuyas variables iniciales a incluir (en este caso los Factores) sean continuas, comparables entre sí y que refieren a aspectos diversos correlacionados. Al tratarse de variables continuas, fue posible seleccionar la distancia euclidiana al cuadrado.

En cuanto a la selección del método de clasificación, se resolvió aplicar el método de clasificación jerárquico WARD ya que “ha sido muy aceptado en el ámbito geográfico al mostrar eficiencia en la generación de agrupamientos a través de clusteres pequeños” (BUZAI, 2003: 187). La gran cantidad de casos representó ciertas dificultades, tanto para el procesamiento como para la interpretación de los resultados. En principio, no fue posible analizar la similitud entre los radios censales siguiendo la matriz de distancias. El SPSS no permitía generarla, ya que implicaba construir una matriz de más de 3500 registros. En cuanto a la delimitación del número de grupos a obtener, la complejidad del dendograma limitó la comprensión de la sucesiva variación entre la inercia intragrupo e intergrupo. Finalmente, para la determinación final de la cantidad de regiones fueron fundamentales la verificación de la coherencia teórica de los resultados empíricos y la adecuación con la expresión geo-referenciada. De las sucesivas pruebas se determinó que la delimitación en 8 Grupos Sociales resultaba más representativa de las dinámicas señaladas a través de los factores: Nivel Socio Económico, Segregación Socio – Residencial, Relación Propietario- Inquilino e Intensidad de uso del suelo. Posteriormente, a partir del sistema informático SPAD se identificaron las variables que clasifican a cada grupo y que permitieron realizar la caracterización de las regiones geográficas.

El lugar de los Sistemas de Información Geográfica en la Geografía

LINARES, Santiago ¹

Tangencias entre los Sistemas de Información Geográfica y la Geografía

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) siempre tuvieron una relación especial con la Geografía, como lo tienen con otras disciplinas que lidian con la superficie de la tierra como la geodesia, arquitectura, ingeniería o agrimensura. Si bien los SIG no son un recurso exclusivo de los geógrafos, éstos se encuentran profundamente enraizados en la Geografía, tanto en el momento de su estructuración conceptual y metodológica, como en su desarrollo, evolución y aplicaciones.

Las incumbencias de la Geografía General y sistemática en la cartografía temática con SIG

En la búsqueda de los aportes metodológicos que la Geografía hace a los SIG, resulta interesante retroceder hasta lo que se denominó la “Geografía del mundo antiguo” (Holt Jensen, 1987: 13). Los griegos denominaron Geografía a la representación gráfica de la tierra, lo que nos lleva a identificar a la Geografía en sus inicios, con la Cartografía. El manejo de las representaciones sobre la Tierra, forma parte de la herencia grecolatina y constituye un factor importante en la aparición y desarrollo del proyecto moderno de Geografía. Con el transcurso de los siglos, grupos de geógrafos dedicados a la representación gráfica de la superficie terrestre van configurando las bases de la representación cartográfica como medio de comunicación de la información espacial. Se fue definiendo, poco a poco, lo que formalmente hoy se conoce como un «mapa topográfico», es decir, una representación generalmente parcial del relieve a una escala definida.

Un mapa topográfico generado a través de un SIG hereda la mayoría de las convenciones cartográficas propuestas mucho antes del advenimiento de la tecnología digital, como la escala, el norte, los sistema de coordenadas y proyección entre otros elementos, a la vez que sigue siendo un poderoso y efectivo medio de comunicar información geográfica tal como lo era siglos atrás, como así también, una de las principales fuentes de datos no digitales para la construcción de bases de datos geográficas.

A medida que aumenta el interés por la observación precisa del entorno (revolución científica del siglo XVII) para su clasificación, organización y comparación (prácticas intelectuales básicas), se desarrollan nuevos instrumentos de medición que harán posible cuantificar los fenómenos naturales como por ejemplo, la altitud, el gradiente térmico, el volumen de las precipitaciones, el valor de la humedad, etcétera (Ortega Valcarcel, 2000).

La abundante información espacial recopilada por la tradición de los geógrafos en su afán por describir en profundidad áreas, regiones y países en un contexto de exploraciones científicas, expansión colonial, nacionalismos y políticas imperialistas, va a resignificar el uso de la ancestral representación cartográfica general, empleando dos tipos de mapa que resalten ahora temas geográficos específicos: los de distribución espacial cualitativa y los de variaciones espaciales cuantitativas. Mapas cualitativos que representan frecuentemente temas específicos mediante

¹ Centro de Investigaciones Geográficas (CIG), FCH, UNCPBA. Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCs), CONICET slinares@fch.unicen.edu.ar

SIG pueden ser los de usos del suelo o zonas climáticas, mientras que los cuantitativos más comunes son los derivados de datos censales como densidad de población o tasas de escolarización.

Para representar las variaciones de magnitudes sobre el espacio geográfico se van a proponer varios métodos que permanecerán vigentes hasta la actualidad en las tecnologías SIG. Uno de ellos son las «isopleas» y se definen como mapas de líneas que unen puntos (elementos) que tienen el mismo valor². A partir del impulso dado a las cuantificaciones mediante herramientas gráficas surge el método de «coropleas», como propuesta de un método cuantitativo de representación gráfica de la distribución de cantidades en una superficie³.

Discípulos de Vidal de La Blache, como Emmanuel de Martonne, con su Geografía Física y Jean Bruhnes, con su Geografía Humana, darán inicio al análisis a través de mapas temáticos cuantitativos, tomando como base las propuestas de Levasseur (Martinelli, 2003).

También en las primeras décadas del siglo XIX se proponen los «mapas de puntos», en donde la densidad de distribución del elemento de que se trate está representado por puntos de tamaño uniforme⁴ (Raisz, 1978).

Con la Primera Revolución Industrial, surge una preocupación por analizar la movilidad de hombres y mercaderías por las vías de transporte, considerando las redes de circulación como un factor básico en la generación de riqueza y desarrollo, surgen así lo que hoy conocemos como «mapas de flujos»⁵ (Palsky, 1998). Este método encontró aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento, y los geógrafos lo emplearon inicialmente para el entendimiento de la articulación de los sistemas de ciudades en el espacio regional y nacional y, para el estudio de las migraciones⁶.

Por su parte, en 1851 Minard va a realizar otra contribución al emplear «figuras geométricas proporcionales» situadas sobre un fondo cartográfico eventualmente adaptado. Estas representaciones fueron aplicadas tanto para analizar fenómenos económicos como demográficos. Más tarde, se utilizará una variante de este método, el mapa con círculos divididos

² Esta técnica encuentra uno de sus orígenes en Edmund Halley, que en 1701 publicó un mapa en el que representaba las curvas isogónicas, con datos de declinación magnética. Sin embargo, será un siglo más tarde cuando esta técnica se generaliza y formaliza para el estudio de diversos fenómenos que se dan en la superficie terrestre, siendo pioneras las publicaciones de los geógrafos Dupain-Triel (1798) dando a conocer el primer mapa «isométrico» (curvas de nivel) de la historia (Martinelli, 2003) y el legendario Humblodt (1817. Sur les lignes isothermes. Annales de Chimie et de Physique. 5. 102-112.) que publica el primer mapa «isotérmico» del mundo (Bowler, 2002). Posteriormente surgen adaptaciones de estas técnicas para ser aplicadas a otros fenómenos estudiados por la Geografía, Oceanografía, Meteorología, Termodinámica, Magnetismo, Botánica, Ciencias Ambientales, Ciencias Sociales, Economía, Transporte y Sismología.

³ La primera versión de este mapa fue concebido por Dupin (1826. Carte figurative de l'instruction populaire de la France. Jobard) y se considera el primer mapa estadístico al representar las variaciones de instrucción popular en Francia. Aquí el autor hace corresponder un orden visual (de claro a oscuro) con una secuencia de datos agrupados en clases significativas de una serie estadística. El método coroplético encontró su apropiado ámbito de aplicación y bases conceptuales de interpretación en la Geografía. Son los trabajos más significativos los del profesor francés Levasseur (1870), quien instaura la noción de densidades demográficas y tasas relativas en la Geografía.

⁴ En 1830 el geógrafo francés Frère de Montizon realiza el primer mapa de densidad de puntos, referido a la población en Francia (Palsky, 1998). La representación mediante puntos resultó de utilidad indiscutible por parte de la Geografía, tanto para el estudio de la distribución de la población a diferentes escalas, como así también, para analizar poblaciones de animales bovina, equina, porcina, etcétera, con fines de detectar eventuales sobrecargas en las áreas pastoreo.

⁵ Es en este contexto que Henry Drury Harness (1837, Atlas to Accompany the Second Report of the Railway Commissioners, Ireland. H.M.S.O. Dublin), realiza el primer mapa de densidad de flujo, referido al transporte de pasajeros, en el que el ancho de línea es proporcional a un valor cuantitativo. Metodología que posteriormente Minard (1845. Carte de la circulation des voyageurs par voitures publiques sur les routes de la contrée ou sera placé le chemin de fer de Dijon à Mulhouse. Ecole des Ponts et Chaussées, Champs-sur-Marne) formalizará como «mapas de flujos».

⁶ Salvando las distancias técnicas que separan ese período con la actualidad, podrían considerarse a éstas iniciativas como pioneras del análisis de flujos mediante Sistemas de Información Geográfica, siendo la aplicación Flow Mapper un excelente ejemplo de ello (Disponible en: <http://www.csiss.org/clearinghouse/FlowMapper>).

proporcionalmente en sectores, según la presencia de cada componente en las unidades espaciales consideradas (Martinelli, 2003). Como ejemplo precursor puede citarse los mapas de población urbana mediante círculos proporcionales que realiza el geógrafo francés Reclus (1876)⁷. Este método trasvasa la estricta aplicación científica y técnica característica de los Atlas geográficos, para convertirse progresivamente en un medio generalizado de educación y divulgación de la información espacial en diferentes áreas del conocimiento.

Finalmente, el mapeo de atributos requiere el uso de un lenguaje de símbolos gráficos en dos dimensiones, reduciendo las posibilidades a implantaciones puntuales, lineales y/o zonales, los cuales se combinarán para representar la mayoría de los fenómenos espaciales. En el transcurso de los siglos XVIII al XX fueron afincándose convenciones para utilizar variables visuales específicas para representar las características de los elementos y discriminación de fenómenos sobre el espacio geográfico, esto quedará sistematizado por Bertin (1967) en una matriz de seis por tres y posteriormente ampliado por MacEachren (1994) en una matriz de diez por tres (Longley et al. 2013: 309) donde presentan las variables visuales (forma, tamaño, orientación, color, intensidad, grano, disposición, textura, foco y localización) según los tipos de implantación (punto, línea y área), destacando en cada caso las diferentes propiedades perceptivas (asociativa, selectiva, ordinal y cuantitativa). La mayoría de los SIG en la actualidad incluyen algoritmos genéricos para asignar símbolos y rótulos en relación a los atributos que almacenan los objetos geográficos, estos algoritmos genéricos se basan en las convenciones y reglas comunes de la semiología gráfica sistematizada por los autores anteriormente señalados.

Los aportes de la tradición ecológica y regionalista al análisis regional con SIG

El problema clave de la Geografía Positivista de corte determinista, a partir de los años 1870, influenciada por el darwinismo, es el de las relaciones que se establecen entre el hombre y el medio y, particularmente, el de los ajustes del hombre a las condiciones cambiantes del medio natural, así como las repercusiones de las acciones humanas sobre este medio.

Esta corriente tiene sus antecedentes en los aportes empiristas de Paul Vidal de la Blache (1913), para quién el objeto de estudio de la Geografía es la región y el método de análisis se basa en la descripción inductiva, al considerar a la región como una unidad objetiva, única, irrepetible y con cohesión funcional. Una vez definida, se convierte en el marco espacial en el cual se deben estudiar las manifestaciones paisajísticas de las combinaciones físicas y humanas, que se producían en su interior de una manera particular.

Uno de los procedimientos básicos de la geografía “ecológica” (Capel, 1983) y “regional” (Buzai, 2000), que se basa en interrelacionar los factores físicos y humanos para obtener divisiones formales de la superficie terrestre, es la superposición temática de mapas. Que se incluye como uno de los procedimientos de clasificación más difundidos en la actualidad para la obtención de regiones sistemáticas mediante tecnologías SIG.

Pero serán los aportes directos de una corriente transicional entre el empirismo y el racionalismo, representada por los trabajos de Max Sorre y una corriente definitivamente racionalista vinculada a las obras de Richard Hartshorne, quienes dejarán modificaciones metodológicas centrales para los estudios geográficos hasta la actualidad. Si bien estos autores consideran que la Geografía estudiaba aspectos únicos e irrepetibles, por lo cual constituye una ciencia de carácter ideográfico, la diferencia fundamental estaría dada por la característica constructivista que se

⁷ Reclus, E. 1876. *Nouvelle Geographie Universelle*.

separa del empirismo tradicional, en donde la región, deja de ser vista como una realidad objetiva, para pasar a ser una construcción racional realizada por el investigador (Buzai, 2007).

Maximilien Sorre (1947-48), en su libro *Les fondements de la géographie humaine*, propone metodológicamente la superposición (*overlay*) cartográfica y temática de datos naturales (suelo, vegetación, clima, etc.) y sociales (hábitos alimentarios, religión, producción, energía, etcétera) tomados de la observación en una misma área de estudio para llegar a la conformación del «hábitat», entendido como “una porción del planeta habitada por una comunidad que la organiza” (Moraes, 1995). Así, la propuesta de sobreponer e integrar múltiples capas de variables físicas, económicas, sociales y culturales, sienta las bases de una de las operaciones más requeridas de un SIG. Cómo son las «funciones locales» mediante operadores lógicos o «combinaciones» para los casos donde el modelo de representación sea raster o la función de «intersección» para aplicaciones en base al modelo vectorial.

Por su parte, Richard Hartshorne (1936) en su libro *The Nature of Geography*, propone la delimitación de unidades mínimas de estudio para el análisis. Estas piezas serán individuales y formarán el mosaico de una región. El método que propone se basa en tres fases:

“... por un lado, asumir arbitrariamente cada pequeña área unitaria como uniforme integralmente, luego delimitarla de sus vecinas y considerarla como unidad diferente y, finalmente, de manera arbitraria también, consideramos unidades idénticas a lo que en rigor serían unidades muy similares en carácter” (Estébanez, 1982: 66).

Hartshorne argumenta que el «carácter» de cada área sería dado por la integración desde abajo de las diferentes variables geográficas tomadas en conjunto, como por ejemplo: clima, producción agrícola, tecnología disponible, topografía, estructura agraria, relaciones de trabajo, tipo de suelo, destino de la producción, número de ciudades, tamaño del mercado consumidor, hidrografía, etcétera.

Es posible afirmar que la propuesta conceptual y metodológica de Hartshorne, representa el método convencional para la «construcción de áreas homogéneas» mediante Sistemas de Información Geográfica, objetivo de innumerables aplicaciones de estas tecnologías mediante la aplicación de las herramientas de agrupamiento en el análisis multivariado (*clusters*).

Los aportes de la Geografía cuantitativa a la modelización del espacio geográfico con SIG

La base de la Geografía Cuantitativa (también llamada en los países anglosajones como *New Geography*) es la búsqueda de aplicación del método hipotético-deductivo que caracteriza a las ciencias naturales en los estudios geográficos. Una referencia de esta perspectiva es el libro *Explanation in Geography* (Harvey, 1969), que propone una aplicación de los paradigmas de generalización y refutación, ampliamente utilizados por otras disciplinas como la Física, Química y Biología, para los estudios geográficos. La lógica subyacente en el método hipotético-deductivo es que existe una realidad externa a nuestra existencia, la cual puede ser capturada (aunque de forma aproximada) utilizando los principios de la lógica y de la matemática. Los fenómenos pueden ser explicados mediante teorías científicas, que deben ser posibles de experimentación, y por lo tanto, de refutación (Popper, 1975).

Al criticar la falta de teorías explicativas en la Geografía Idiográfica, los geógrafos adherentes a las ideas de Schaefer (1953) en su artículo *Exceptionalism in Geography* y la propuesta de Bunge (1962) en su obra *Theoretical Geography*, pasaron a utilizar teorías disponibles en otras disciplinas científicas. Con ello surgió la necesidad de construir modelos para lograr una

representación idealizada y estructurada de la realidad, es decir, del espacio geográfico real, que serán utilizados posteriormente para su análisis y explicación. Estos modelos, construidos de forma teórica, deben luego ser verificados y validados con los datos de campo a partir de técnicas estadísticas (Chorley y Haggett, 1967). En este contexto, el estudio de los patrones de distribución espacial de los fenómenos, como eventos puntuales, áreas o redes, pasa a constituir la base de los estudios cuantitativos del espacio, dando origen a las bases conceptuales y metodológicas de gran parte de las funcionalidades analíticas de las tecnologías SIG.

Se rescatan así los aportes clásicos que habían utilizado principalmente la geometría como lenguaje espacial aplicados a los estudios de la localización de los usos del suelo en el espacio rural y la aparición de una renta diferencial de ubicación como Von Thünen (1826), la localización de industrias frente a un triángulo de fuerzas producido por puntos de oferta y demanda de Weber (1909) y la Teoría de Los Lugares Centrales de Christaller (1933) como modelos de localización espacial óptima de núcleos urbanos a nivel regional, que será posteriormente ampliada por Losch (1939).

Sobre la base de los estudios clásicos, son numerosos los aportes que esta tradición de geógrafos realizan a las tecnologías SIG, como por ejemplo la proposición de «modelos gravitatorios» (Isard, 1960). Fueron aplicados inicialmente para la determinación de las áreas de influencia del comercio minorista y, posteriormente, a una amplia gama de fenómenos socioespaciales como estudios de migraciones, tráfico de pasajeros, transporte de mercancías e intercambio de información (Tocalis, 1978).

En el centro de estas cuestiones se hallan los «modelos de optimización» (Lee, 1973), a menudo importados de las matemáticas y de la investigación operacional, que intentan hallar la solución óptima a una situación problemática, relacionados generalmente con «teorías normativas» de la estructura espacial. Los algoritmos actuales de localización-asignación integrados en diversos programas SIG frecuentemente aplicados para optimizar la localización de establecimientos tanto del sector público como privado en función de la demanda correspondiente, provienen de esta tradición de investigaciones.

También, se proponen durante este período una serie de «modelos causales de predicción» mediante análisis de regresión simple (Clark, 1951) y múltiple (Weaver, 1954), que a pesar de sus conocidas limitaciones de simplificación y reduccionismo dieron los fundamentos básicos para el desarrollo técnicas que logran captar la heterogeneidad espacial como es el caso de la «regresión geográficamente ponderada» (Fotheringham, Brunson y Charlton, 2002). Todas estas posibilidades analíticas se encuentran estandarizadas en la actualidad dentro de las herramientas de modelado de relaciones espaciales de varios SIG.

A estos aportes le siguen los «modelos de simulación espacio-temporal» (Martin y Oeppen, 1975) enfocados en análisis y simulación de cambios en los usos del suelo a partir de: 1) el valor de las variables en el pasado, 2) los efectos de la difusión espacial para cada iteración y 3) las variaciones de los factores explicativos introducidos en el modelo.

Una contribución destacada será la noción de «autocorrelación espacial» propuesta por Tobler (1970), como expresión básica de la dependencia entre las observaciones en el espacio y las áreas circundantes y, la aplicación de «procesos estacionarios» al análisis espacial, que indica que las relaciones entre las medidas varían de acuerdo a la distancia.

Finalmente, se formalizan en este período los métodos y técnicas de análisis morfométrico como la compacidad de áreas o concentración y dispersión de puntos (Ebdon, 1977) y se reformularon y complejizaron las concepciones del espacio, pasando desde un «espacio absoluto» (isotrópico y cartesiano), definido a partir de las relaciones espaciales típicas como las direccionales y de distancia; a un espacio de las redes mediante la modelización de las conexiones topológicas,

como propone Garrison (1960) al introducir la «teoría de los grafos». Este concepto, sumado a los aportes de modelos de una serie de autores (Claeson, 1968) que rompen con la tradición corológica de la Geografía al unir espacio y tiempo, permiten modelizar de manera más aproximada los procesos que suceden en la realidad, entendiendo que los individuos se mueven en el espacio de forma distinta según su status económico y/o conocimientos técnicos. Estos aportes le otorgan el sustento teórico y conceptual necesario a las mediciones de accesibilidad, ampliamente difundidas en los Sistemas de Información Geográfica en la actualidad.

Los aportes de la Geografía crítica y humanística a la trascendencia social de los SIG

La excesiva reducción cuantitativista va a ser radicalmente criticada por nuevas corrientes de pensamiento en la disciplina, la Geografía Crítica y la Geografía Humanística. Los representantes de estas corrientes van a argumentar que, a pesar de los resultados obtenidos en el estudio de los patrones espaciales, las técnicas de la Geografía Cuantitativa no consiguen explicar los procesos socioeconómicos subyacentes a estas distribuciones, ni capturar el componente de las acciones e intenciones de los agentes sociales (Harvey, 1973)⁸.

Se propone así el «espacio social» como nueva concepción del objeto de estudio en Geografía recibiendo fuertes influencias de la Teoría marxista (Peet, 1977), que en principio se consideraba como un simple «reflejo de la sociedad», en la cual las explicaciones geográficas se buscan en la Economía, la Sociología y las Ciencias Políticas, pero que luego se reconsidera al «espacio como instancia o dimensión social», reafirmando y recuperando su lugar en la teoría social crítica (Soja, 1989) para explicar las diversas estructuras y relaciones en la organización espacial (Massey, 1985).

Hasta hace dos décadas atrás, se expresaban ciertas disconformidades con respecto a las aplicaciones de SIG y sus implicancias sociales, gran parte de las críticas realizadas han sido oportunamente compiladas en el libro editado por John Pickles en 1993 *Ground Truth: The social implication of Geographic Information Systems* y se referían a lo siguiente: 1) los medios de representación digital de la sociedad humana favorecen ciertas a personas e intereses económicos y políticos en detrimento de las minorías y de los menos poderosos, 2) la inmunidad de los usuarios de SIG que persiguen propósitos éticamente cuestionables o trasgreden la privacidad de las personas, 3) la duda sobre un área de conocimiento que es dirigida por la tecnología y el mercado en lugar de las necesidades de la humanidad, 4) el acceso restrictivo a las clases de altos ingresos a estas tecnologías producto del costo económico del hardware y el software manipulado por unas pocas empresas, 5) la sub-representación de aplicaciones de SIG en la investigación crítica bajo el supuesto de que las conexiones entre la sociedad, estructuras y contextos sociales particulares no son posible de representar digitalmente y 6) la visión de los SIG asociado al proyecto científico y técnico del positivismo lógico, por lo tanto, no enriquece la perspectiva crítica de la Geografía.

Es posible afirmar que estos cuestionamientos se han tomado en cuenta y parcialmente superados en la actualidad por diferentes esfuerzos realizados desde las diferentes latitudes donde se ejerce la Geografía, en favor de usos y aplicaciones de SIG socialmente comprometidas que busquen mayor justicia y equidad en la estructura social que caracteriza al modelo capitalista.

⁸ No se pretende realizar, en el contexto de este artículo, un análisis comparativo profundo entre la Geografía crítica, humanista y cuantitativa, sino considerar los aportes conceptuales más relevantes que cada corriente en Geografía realiza para un mejor desarrollo, aplicación y comprensión de los SIG como herramienta de análisis geográfico.

Con respecto al primer punto, el advenimiento del software libre, las herramientas SIG Web, Infraestructuras de Datos Espaciales y SIG colaborativos, están permitiendo el acceso y manipulación a un incalculable volumen de datos espaciales a toda la sociedad y con ello contribuyendo a la democratización de la información, como así también constituyen un medio de expresión de la opinión pública localizada, un empoderamiento de la información en favor de los derechos humanos y una posibilidad tecnológica de brindar ayuda a quienes más lo necesitan. A modo de ejemplo podríamos citar las fructíferas experiencias de mapeos colectivos mediante SIG como elemento integral de la autogestión y reivindicación de derechos humanos (Peluso, 1995; Sletto, 2010), o el surgimiento de ONG's solidarias como GISCorps (www.giscorps.org), que ofrecen asesoramiento técnico de SIG a la ayuda de víctimas de desastres en todo el mundo.

En segundo punto no atañe únicamente a los SIG sino a todos los actos de la humanidad, se refiere más a los principios de la conducta humana en donde las aplicaciones de SIG representan una minúscula porción. No obstante, es real que mediante la tecnología SIG es posible justificar acciones antiéticas que generen resultados que beneficien a un grupo de individuos y generen efectos perjudiciales en otros, basándose en la credibilidad metodológica que ostenta esta tecnología. Una aporte destacado para contraponer estas acciones lo realiza la Asociación de Sistemas de Información Urbana y Regional (*Urban and Regional Information Systems Association - URISA*) en el año 2003, quienes partiendo de que una acción es considerada ética si ella se encuentra dentro de las normas de comportamiento moral aprobadas por una sociedad específica, desarrollan un código de ética profesional para el área de SIG debidamente legalizado con el fin de asegurar que los especialistas que no cumplan con dicho código puedan recibir sanciones severas.

El argumento alarmista sobre la trascendental incumbencia del mercado y la tecnología en las agendas de investigación en Geografía que se menciona en el tercer punto definitivamente quedaron en el olvido, las ciencias de la computación y los ingenieros en sistemas son quienes efectivamente estarán en el centro de tales demandas. En las investigaciones geográficas como Ciencia Social el foco se mantendrá centrado en la resolución de problemas socioespaciales a favor del bienestar social y justicia espacial, y cualquier esfuerzo de desarrollo tecnológico se realizará como aporte metodológico para ello. Un ejemplo de ello lo constituye el denominado *Center for a Spatially Integrated Social Science (CSISS)*, quienes proponen abordar temas cruciales del mundo actual mediante tecnologías SIG, entre los cuales se incluyen: el cambio ambiental y el cambio climático, los estudios urbanos, las desigualdades económicas y sociales y, los estudios culturales y del sentido simbólico del espacio.

Con respecto al cuarto punto, el carácter restrictivo de los SIG fue disminuyendo drásticamente como producto de la generalización del uso de la PC asociado a la disminución de los costos de acceder a esta tecnología y a la proliferación de desarrollos de SIG gratuitos con capacidades analíticas semejantes a los comerciales como ocurre en la actualidad. Este último grupo de programas de dominios públicos y gratuitos, no solo cumplen con todas las funcionalidades de los SIG sino que también incorporan interfaces basadas en menús fáciles de usar y pueden ser implementados en una PC de escritorio como en dispositivos portátiles. A modo de ejemplo, solo el sitio www.freeGIS.org cuenta en la actualidad con 356 programas SIG para ser descargados, sin contar las bases de datos, documentación y proyectos disponibles.

El quinto punto resulta ser el que más incumbe a la actividad científica disciplinar en relación a su objeto de estudio, es decir, el espacio geográfico. Se ponía en evidencia, de alguna manera, ciertas deficiencias generales de los SIG en ese estadio determinado del desarrollo tecnológico, exigiendo esfuerzos para el desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento que incluyan la complejidad que supone la reconstrucción digital de la realidad social. En respuesta a tales

deficiencias se han realizado varios esfuerzos de superación, una de las propuestas para modelar digitalmente tal complejidad surge del *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA), y sería el uso de «ontologías» de los hechos geográficos. Una ontología es una teoría que especifica un vocabulario relativo a un cierto dominio, que define entidades, clases, propiedades, funciones y relaciones entre los componentes (Fonseca et al. 2002; Mark et al. 1999). Alternativamente, se proponen modelos de creciente sofisticación, que intentan simular los comportamientos de diferentes procesos socio-económicos y ambientales contemplando las incidencias desde múltiples escalas y factores. Un ejemplo de ello resulta el trabajo de Engelen et al. (2003), quienes presentan una estructura de modelo dinámico capaz de operar en dos niveles denominados macro escala y micro escala. En la macro escala, están representadas las variables ecológicas y socio-económicas que afectan al sistema como un todo. La micro escala representa la dimensión espacial del modelo. Estas escalas se integran entre sí mediante una base de datos geográfica, a partir de la cual obtienen los datos necesarios para las simulaciones. También Openshaw y Openshaw (1997) proponen resolver estos problemas académicos, teóricos y aplicados, mediante el aprovechamiento de la «inteligencia artificial» e «inteligencia computacional» como herramientas creativas y complementarias a los convencionales SIG, dando origen a la mencionada «Geocomputación». El sello distintivo de este enfoque es justamente enfatizar los procesos sobre las formas, lo dinámico sobre lo estático, y la interacción sobre la reacción pasiva.

La sexta y última objeción se refiere más a la filosofía del método científico positivista que a los SIG, no obstante, la evolución de estas tecnologías como herramientas para investigar la complejidad social estimularon a investigadores con posturas humanísticas a emplear crecientemente herramientas SIG en investigaciones cualitativas (Poon, 2005; Kwan y Knigge, 2006) como así también bien aprovecharlas para denunciar aspectos no revelados sobre las desigualdades inherentes al sistema capitalista (Sheppard, 2005). Estos últimos, mayoritariamente norteamericanos, desde hace una década vienen concretando una serie de encuentros y consolidando una línea de investigación que genéricamente denominaron *Critical GIS* (Schuurman, 1999) cuyos prometedores aportes representan una original contribución a los SIG desde el núcleo de la geografía crítica.

Debates sobre el lugar de los SIG en Geografía

Se originaron durante su proceso de consolidación diversos debates sobre el valor de los SIG como metodología aceptada para el análisis geográfico científico. Las opiniones a escala internacional sobre los SIG en el ámbito académico, van desde atribuirles la salvación de la Geografía, presentarlos como el triunfo del segundo neopositivismo, desestimarlos como una práctica no intelectual y hasta con ser una manifestación desesperada de los sobrevivientes maltratados del positivismo (Wright et al. 1997). Como ha sido mencionado en el apartado anterior, otros debates librados en este sentido están orientados hacia las implicancias sociales de los SIG, evaluando críticamente los beneficiados de sus usos y resultados, y revisando la responsabilidad de sus desarrolladores y usuarios (Smith, 1992; Pickles, 1993; Chrisman, 2005). Desde una mirada optimista y constructiva, muchos señalan que los SIG pueden llegar a convertirse en el catalizador que disuelva las dicotomías existentes entre la Geografía Regional y la Geografía General y entre la Geografía Física y la Geografía Humana (Abler, 1988). Inclusive, tras muchos años de corrientes de pensamiento divergentes en nuestra disciplina, los SIG aparecen como una herramienta integradora que permite abordar una gran diversidad de temáticas y problemas, independientemente de los enfoques epistemológicos de referencia.

En un esfuerzo de síntesis, podrían resumirse en dos las posiciones (sin pretender captar todos los matices de la discusión) que reflejan las distintas vinculaciones entre la investigación científica en Geografía y los SIG. Estas son: (1) los SIG vistos como una herramienta genérica limitada y (2) los SIG vistos como una herramienta para la investigación geográfica.

Hasta hace muy poco, la identificación de los SIG como una herramienta genérica limitada era la única posición con respecto a la vinculación entre éstos y la investigación en Geografía. En sus inicios se la consideraba solo por su capacidad para la producción cartográfica, para luego consolidarse como una herramienta con fines de inventario y descripción de atributos geográficos. A fines del año 1980 y principios del año 1990, comienza un período de proliferación y crecimiento exponencial de estas tecnologías (Foresman, 1998), siendo éste el período donde se inician las aplicaciones SIG que permiten alcanzar modelizaciones complejas del espacio geográfico.

Es decir, que desde sus comienzos los SIG fueron vistos como un aporte tecnológico, un programa informático para el manejo de datos geográficos, en donde se le asignaba poco énfasis a los componentes blandos como son los procesos, teorías, conceptos y recursos humanos. Incluso actualmente, la mayoría de aplicaciones de SIG se basan en el almacenamiento de información, recuperación y gestión de datos. Aunque no hay nada inherentemente negativo en el uso de los SIG de esta forma, la tecnología se puede utilizar para realizar tareas mucho más complejas, además de esas tareas básicas. La clave para utilizar el SIG en tareas más complejas radica en la comprensión de los principios básicos que otorga la Geografía y que subyacen a las herramientas de modelización y análisis espacial.

El crecimiento continuo de los SIG y su fructífera vinculación con la actividad científica ha logrado una revalorización de los componentes blandos, permitiendo así maximizar los niveles de «integración» y «resolución» en los análisis geográficos (Buzai y Baxendale, 2006) hasta alcanzar lo que en la literatura especializada se denomina «verticalización» de los Sistemas de Información Geográfica (Eastman, 2007). Ésta se caracteriza por la densificación de conceptos y métodos geográficos para describir, analizar, modelar, razonar y tomar decisiones mediante SIG. Afortunadamente existen avances intelectuales trascendentes que ayudan a esclarecer la manera en cómo conceptos y metodologías geográficas serían recuperadas durante las diferentes fases de un proceso de investigación científica basada en SIG, un aporte en este sentido lo realizan Buzai y Baxendale (2011) al demostrar pormenorizadamente los componentes al interior de cada una de las cinco fases secuenciales de un proceso de investigación: Conceptual, conceptual-metodológica, metodológica-técnica, validación y elaboración teórica y transferencia. Más que un aporte, podríamos decir que el capítulo que presentan los autores al respecto representa un ineludible manual de referencia para el diseño de proyectos de investigación en Geografía Aplicada basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica.

Reflexiones finales

Como puede observarse, en su estado inicial los SIG eran sistemas digitales limitados para la representación y la manipulación de conceptos geográficos. En la actualidad la evolución tecnológica no encuentra límites en su desarrollo y son los problemas de investigación geográfica y sus soluciones quienes están ayudando a definir el rumbo de esta tecnología. Una sistematización de problemas geográficos globales para los cuales los Sistemas de Información Geográfica podrían contribuir positivamente se detalla extensamente en el epílogo de la tercera edición de la obra clásica *Geographic Information Systems and Science* (Longley et al. 2013),

donde se enfatiza la lucha contra la pobreza y el hambre, difusión de enfermedades, acceso al agua potable, desastres naturales y sustentabilidad ambiental.

El análisis bibliográfico expuesto indica que considerar a los SIG como herramienta para la investigación geográfica significa un apoderamiento de las bondades de la modelización y análisis de datos de la informática a los problemas de investigación en Geografía, un aporte complementario o novedoso a los resultados obtenidos mediante otras metodologías de investigación y un aumento considerable de las posibilidades de difusión y generalización del análisis geográfico a otras áreas del conocimiento y a la solución de problemas socialmente significativos. Esta posición es, por tanto, la que otorga legitimidad a las investigaciones «sobre» y «mediante» SIG en la disciplina al aportar nuevos conocimientos, metodologías y soluciones a los problemas de investigación.

En la última década se han realizado numerosos esfuerzos para capitalizar los progresos intelectuales en el área disciplinar e identificar direcciones futuras de los SIG mediante una agenda de investigación mancomunada que consolide su desarrollo. Podrían citarse así al núcleo de geógrafos estadounidenses alineados con la *Geographic Information Science* (o *GIScience*)⁹ quienes proponen los siguientes campos de avance: conceptos teóricos, algoritmos matemáticos, programas informáticos, dispositivos físicos, bases de datos, nuevas formas de uso y nuevos temas donde aplicar las tecnologías geográficas; como así también, a la *University Consortium for Geographic Information Science* (UCGIS)¹⁰ que define una agenda oficial de investigación sobre tecnologías SIG, la cual pretende abordar dos grandes grupos de dificultades: 1) focalizado en la resolución de problemas antiguos de las tecnologías geográficas, problemas que no habían sido adecuadamente resueltos y que dificultan la extensión de estas tecnologías de manera general entre el conjunto de la población y, 2) centrado en nuevos problemas recientemente surgidos o, incluso, de previsible aparición en el cercano futuro, dado el desarrollo de la tecnología informática y el cada vez más amplio uso de las tecnologías geográficas.

Bibliografía

ABLER, Ronald: *Awards, rewards and excellence: keeping geography alive and well*. **Professional Geographer** 40 (2). pág. 135-140. 1988.

BATTY, Michael: *Modelling cities as dynamic systems*. **Nature**, 231, pág. 425-428. 1971.

BERTIN, Jacques. **Sémiologie graphique**. Paris-DenHaag: Mouton. 1967.

BUZAI, Gustavo y BAXENDALE, Claudia: **Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica**. Lugar editorial S.A. Buenos Aires. 2006.

BUZAI, Gustavo y BAXENDALE, Claudia: **Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica / Temáticas de base raster**. Lugar Editorial. Buenos Aires. 2011.

BUZAI, Gustavo: **La exploración Geodigital**. Lugar editorial S.A. Bs. As. 2000.

BUZAI, Gustavo: *Sistemas de Información Geográfica: aspectos conceptuales desde la teoría de la geografía*. **XI CONFIBSIG**. Luján. pág. 29-75. 2007.

CAPEL, Horacio: *Positivismo y antipositivismo en la ciencia geográfica. El ejemplo de la geomorfología*. **Geocritica**. VIII. 43. 1983.

⁹ Sitio web oficial: www.giscience.org

¹⁰ Sitio web oficial: www.ucgis.org

- CHORLEY, Richard y HAGGETT, Peter: **La Geografía y los modelos socio-económicos**, Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid. 1971.
- CHORLEY, Richard y HAGGETT, Peter: **Models in geography**. London: Methuen. 1967.
- CHORLEY, Richard y HAGGETT, Peter: **Socio-Economic models in geography**. Methuen. London. 1967.
- CHRISMAN, Nicholas: *Full Circle: More than Just Social Implications of GIS*. **Cartographica** 40 (4). pág. 23-35. 2005.
- CLAESON, Claes-Fredrik: *Distance and Human Interaction: Review and Discussion of a Series of Essays on Geographic Model Building*. **Geografiska Annaler. Series B, Human Geography**, Vol. 50, No. 2. pág. 142-161. 1968.
- CLARK, Colin: *Urban population densities*. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, 114. Pág. 490-496. 1951
- EBDON, David: **Statistics in Geography**. Blackwell, Oxford. 1977.
- EASTMAN, Ronald: *La verticalización de los Sistemas de Información Geográfica*. **XI CONFIBSG**. Luján. pág. 183-196. 2007.
- ENGELEN, Guy; WHITE Roger y DE NIJS Ton: *Environment Explorer: Spatial Support System for the Integrated Assessment of Socio-Economic and Environmental Policies in the Netherlands*. **Integrated Assessment**, Vol. 4, No. 2. pág. 97-105. 2003.
- ESTÉBANEZ, José: **Tendencias y problemática actual de la geografía**. Ed. Cincel. Madrid. 1982.
- FONSECA, Federico; EGENHOFER, Max; AGOURIS, Peggy and CÂMARA Gilberto: *Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems*. **Transactions in GIS** 6 (3). pág. 231-257. 2002.
- FORESMAN, Timothy: **The History of Geographic Information Systems: Perspectives from the Pioneers**. Prentice Hall. Upper Saddle River, Nueva Jersey. 1998.
- FOTHERINGHAM, Stewart; BRUNSDON, Chris y CHARLTON, Martin: **Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships**. John Wiley & Sons, Chichester, 2002.
- GARRISON, William: *Connectivity of the interstate highway system*. **Regional Science**, Volume 6, Issue 1, pág. 121-137, 1960.
- HARVEY, David: **Explanation in Geography**. Edward Arnold. London. (Trad. Español: Teorías, Leyes y Modelos en Geografía. Alianza, Madrid, 1983 (1969).
- HARVEY, David: **Urbanismo y desigualdad social**. Siglo XXI Editores. Madrid. pág. 234. 1999 (1973).
- HOLT JENSEN, Arild: **Geografía. Historia y conceptos**. Universidad de Bergen. Vicens Vives. 1987.
- ISARD, Walter: **Methods of Regional Analysis**. The MIT Press, Cambridge. Massachusett. 1960.

- KWAN, Mei-po y KNIGGE, LaDona: *Doing qualitative research using GIS: an oxymoronic endeavor?* **Environment and Planning A**, volume 38. pág. 1999-2002. 2006.
- LEE, Douglass: *Requiem for large-scale models*. **Journal of the American Institute of Planners**, 39. pág. 163-78. 1973.
- LONGLEY, Paul; GOODCHILD, Michael; MAGUIRE, David y RHIND, David: **Geographic Information Systems and Science**. John Wiley & Sons LTD, Chichester, England. (2nd Edition). 2005.
- LONGLEY, Paul; GOODCHILD, Michael; MAGUIRE, David y RHIND, David: **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Bookman, Porto Alegre (3ª Edição). 2013.
- MARK, David; FREKSA, Christian; HIRTLE, Stephen y LLOYD, Robert: *Cognitive models of geographical space*. **Geographical Information Science**. 13. 8. pág. 747-774. 1999.
- MARTIN, R. y OEPPEN, J. *The identification of regional forecasting models using space-time correlation functions*. **Transactions of the Institute of British Geographers**, 66: 95-118. 1975.
- MARTINELLI, Marcello: *Os mapas da Geografia*. **XXI Congresso brasileiro de cartografia**. Belo Horizonte: SBC, 2003.
- MASSEY, Doreen: *New Directions in Space*, en: **Social Relations and Spatial Structures** (GREGORY, Derek y URRY, John). MacMillan. London. 1985.
- MORAES, Antonio Carlos: **Geografia: Pequena História Crítica**. 14ª Edición. Hucitec. San Pablo, Brasil. 1995.
- OPENSHAW, Stan y OPENSHAW, Christine: **Artificial Intelligence in Geography**. John Wiley and Sons. Chichester. 1997.
- ORTEGA VALCARCEL, José: **Los Horizontes de la Geografía. Teoría de la geografía**. Ed. Ariel Geografía. Barcelona. 2000.
- PALSKY, Gilles: *Origines et évolution de la cartographie Thématique (XVII_XIX siècles)*. **Revista da Faculdade de Letras - Geografia I**, série, vol. XIV, Porto, pág. 39-60. 1998. Disponible en: <http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/1607.pdf>
- PEET, Richard: *The development of radical geography in the United States*. **Progress in Human Geography**, 1 (2). pág. 240-263. 1977.
- PELUSO, Nancy Lee: *whose woods are these? Territories in kalimantan, indonesia counter-mapping forest*. **Antipode** 274, pág. 383-406. 1995.
- PICKLES, John (Ed.). **Ground Truth: The social implications of Geographic Information Systems**. Guilford Press. New York. 1993.
- POON, Jessie: *Quantitative methods: not positively positivist*. **Progress in Human Geography** 29, 6. pág. 766-772. 2005.
- POPPER, Karl: **La lógica de La investigación científica**. Ariel. Barcelona. 1975.
- RAISZ, Erwin: **Cartografía general**. Editorial Omega, Madrid, 1978.
- SCHUURMAN, N. *Critical GIS: theorizing and emerging discipline*. **Cartographica** 36 (4). pág. 1-108. 1999.

SHEPPARD, Eric: *Knowledge Production through Critical GIS: Genealogy and Prospects*. **Cartographica** 40 (4). pág. 5-21. 2005.

SLETTO, Bjørn Ingmann: *Autogestión en representaciones espaciales indígenas y el rol de la capacitación y concientización: el caso del Proyecto Etnocartográfico Inna Kowantok, Sector 5 Pemón (Kavanayén-Mapauri), La Gran Sabana*. **Antropológica** Tomo LIII n° 113. pág. 43-75. 2010.

SMITH, Neil: *History and Philosophy of Geography: real wars, theory wars*. **Progress in Human Geography** 16. pág. 257-71. 1992.

SOJA, Edward: **Geografias Pós-Modernas: a reafirmação do espaço na teoria social crítica**. Jorge Zahar editor. Río de Janeiro. 1993 (1989).

TOBLER, Waldo: *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. **Economic Geography**, 46(2), pág. 234-240. 1970.

TOCALIS, Thomas: *Changing theoretical foundations of the gravity concept of human interaction*, en: BERRY, Brian (éd.): **The nature of change in geographical ideas**. pág. 66-124. 1978.

WEAVER, John: *Crop-combination regions in the Middle West*. **Geographical Review** 44. pág. 175-200. 1954.

WRIGHT, Dawn; GOODCHILD Michael y PROCTOR, James: *GIS: Tool or Science? Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as "Tool" Versus "Science"*. **Annals of the Association of American Geographers**, Vol. 87, No. 2. pág. 346-362. 1997.

Métodos de clasificación digital de imágenes satelitales para la determinación de usos de suelo agrícola en el partido de Tandil

ORRADRE, Martín Nazareno ¹

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica tienen una enorme importancia en el incremento de la capacidad organización y análisis frente al cambio del entorno.

La agricultura mundial está cambiando. La consolidación de economías de escala, el incremento de la competitividad global, con la inestabilidad de los mercados que conlleva, y las mayores exigencias de calidad por parte de los consumidores, traducidas en regulaciones internacionales y cumplimiento de estándares de calidad, plantean nuevos desafíos a la productividad de la agricultura.

Administrar, regular, controlar y planificar las acciones que se desarrollan en un territorio determinado constituye una tarea muy compleja. En este sentido, identificar las variables que intervienen en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema.

Paralelamente, resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo, es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido deseado, o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

No es suficiente comprender el fenómeno sobre el que hay que accionar, es necesario haber acordado un marco conceptual y metodológico que evidencie la problemática y permita definir un rumbo, disponer de los datos necesarios para abordar el problema, sistematizar y procesar estos datos en información utilizable, y además, contar con las herramientas que permitan manejar y actualizar esta información en el tiempo y el espacio pertinente.

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituye en este sentido una de las herramientas adecuadas de manejo de información, permitiéndonos plantear como objetivo que los SIG junto con el uso de imágenes satelitales, permiten analizar grandes extensiones de la superficie terrestre de manera rápida y automatizada a través de metodologías concretas.

Disponer de esa capacidad de comprensión y manejo de la complejidad, incluye el entendimiento de que también se ha modificado la dimensión del tiempo. La posibilidad de afrontar en forma dinámica y acelerada los fenómenos se presenta como otro de los importantes desafíos conceptuales y prácticos. Los SIG y la Teledetección se transforman en herramientas indispensables a la hora de administrar y hacer gestión, permitiendo monitorear diversas variables del entorno (ORELLANA et ál., 2006).

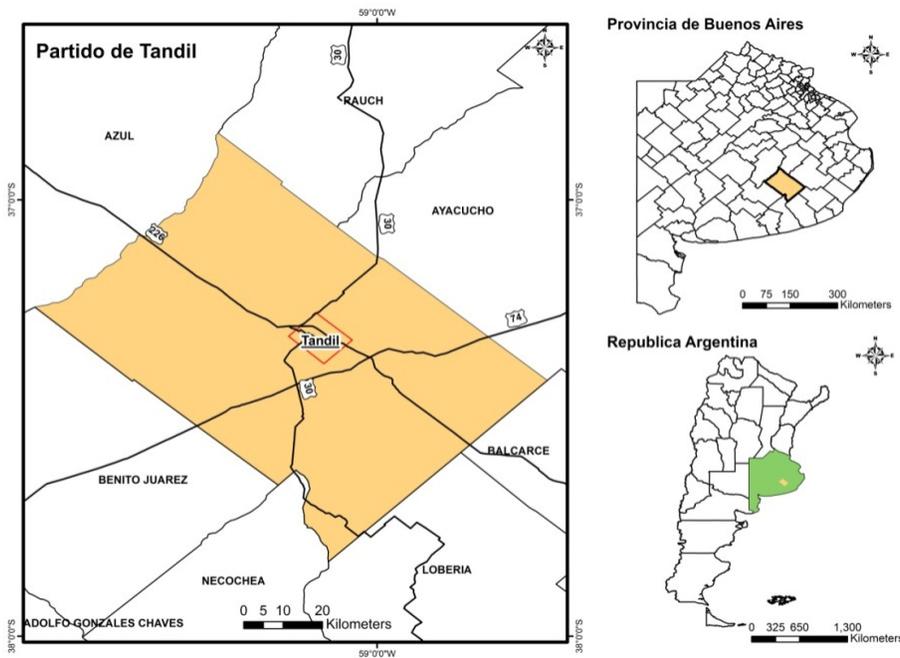
Área de estudio

Localizado en el sureste de la Provincia de Buenos Aires se encuentra el partido de Tandil (Figura N° 1), limitando al sur con los partidos de Lobería y Necochea, al norte con Azul y Rauch, al este Ayacucho y Balcarce y al oeste con Benito Juárez, posee una superficie

¹ Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires morradre@gmail.com

aproximada de 500.000 Hectáreas. La ciudad cabecera, con población de 116,916 habitantes (según Censo 2010), que lleva su mismo nombre, está conectada con el resto del territorio por tres rutas, una nacional 226 y las otras provinciales, 30 y 74.

Figura N° 1. Localización del partido de Tandil



Fuente: elaboración propia

Con respecto a las características físico-naturales, tomando como referencia la regionalización propuesta por Basky (2002) en su análisis sobre el desarrollo agropecuario de Pampeano, queda caracterizado el partido de Tandil dentro de las subregiones denominadas “Sierras y Piedemonte de Tandilia” y “Pampa Interserrana”:

Con respecto al primer grupo: dentro de las sierras de Tandilia, que se extiende desde Mar del Plata hasta Olavarría, y alcanza una altura máxima de 500 metros sobre el nivel del mar. En la zona central, entre Balcarce y Azul. El sistema de Tandilia en su conjunto, se caracteriza en su parte cuspidal por tener severas limitaciones para el uso agrícola producida por la rocosidad aflorante, pedregosidad en superficie, suelos muy someros, inclinación de los terrenos (pendientes pronunciadas) e inaccesibilidad, en tanto que los piedemontes constituyen los sitios más aptos para la agricultura a pesar de la moderada limitación producida por la escasa profundidad y del riesgo de erosión hídrica en las ondulaciones, que exige un manejo adecuado de atenúe ese peligro.

En cuanto a la Subregión Pampa Interserrana, se trata del sector de la llanura ubicada entre los sistemas serranos y la costa atlántica, comúnmente conocido como “pampa sureña”, y caracteriza por ser una región tradicionalmente agrícola, fundamentalmente triguera. Predominan lomadas extendidas con buen drenaje, y son subordinadas las áreas en las que el agua se estanca durante lapsos prolongados.

Considerando las características de los suelos dominantes la aptitud de las tierras de esta subregión fisiográfica es agrícola y agrícola-ganadera en la mayor parte de su extensión,

limitándose las áreas ganaderas a los sectores de problemas de hidromorfismo (presencia de agua en perfil durante lapsos prolongados).

Metodología

Las Tecnologías de Información Geográfica, tanto los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como la Teledetección, son herramientas fundamentales para realizar un estudio de los cambios en los usos del suelos agrícola a escala local, regional y nacional.

Cuando hablamos de Teledetección hacemos referencia a un Conjunto de técnicas utilizadas para determinar, a distancia, las propiedades y objetos que se encuentran en la superficie terrestre, a partir de las radiaciones que ellas reflejan o emiten en diversas longitudes de onda (CHUVIECO, 2010).

El producto o resultado de la teledetección es la obtención de información de la superficie terrestre representada en imágenes. La misma posee una serie de interferencias que hacen que la información que quiere obtenerse aparezca perturbada por una serie de errores o debe modificarse la imagen para poder ser comparada con otra información cartográfica auxiliar dentro de un SIG. Por ello, se realizó una corrección de cada una de las bandas, convirtieron los Niveles Digitales (ND) en Reflectancia Aparente, lo cual nos permitirá realizar un análisis multitemporal de imágenes, asumiendo que la superficie terrestre tiene un comportamiento lambertiano (CHUVIECO, 2010).

Este procedimiento, denominado “calibración radiométrica” (CHANDER et ál., 2009; CHUVIECO, 2010) que lleva cavo conociendo la información acerca de los parámetros de calibración de los sensores (L_{min} y L_{max}) que se encuentra disponible en el header de la imagen, o bien puede extraerse de Chander et ál., (2009).

Según Chander y Markham (2003) (citado en BRIZUELA et ál., (2007: 209) “señalan que cuando se comparan imágenes de distintas fechas es ventajoso transformar los valores de radiancia en reflectancia porque se remueve el efecto producido por ángulo solar y se compensan las diferencias en los valores de la irradiancia solar extra-atmosférica. La reflectancia combinada de la superficie y atmósfera se calcula mediante la expresión:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s}$$

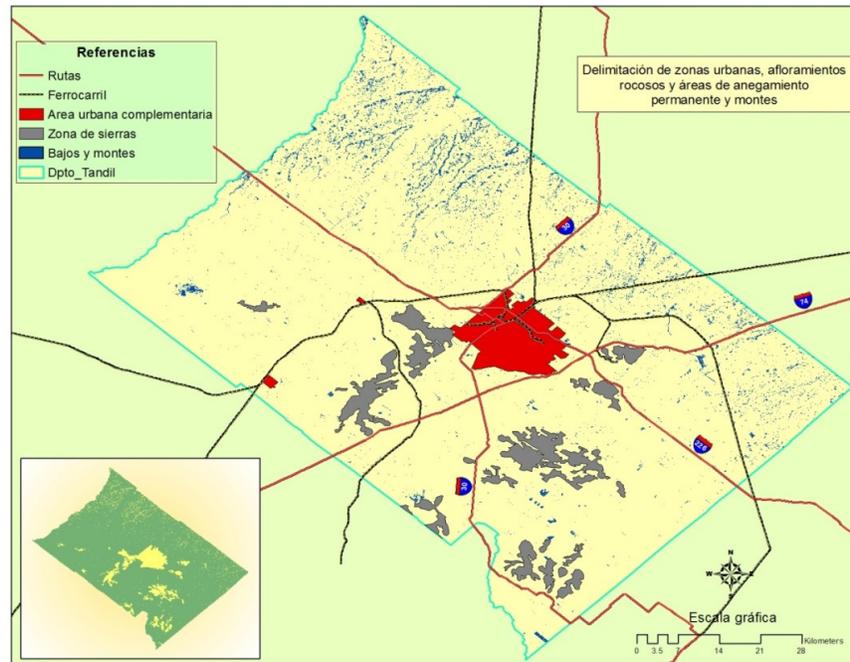
Donde: ρ_{λ} = Reflectancia planetaria adimensional; π = Radiancia espectral en apertura del sensor; L_{λ} = Distancia tierra-sol en unidades astronómicas; $ESUN_{\lambda}$ = Irradiancia solar exoatmosférica media; θ_s = Ángulo cenital solar en grados.

Una vez corregidas las imágenes se procedió a utilizarlas aplicando los métodos de clasificación digital. Tradicionalmente estos métodos se han dividido en dos grandes grupos: los supervisados, basados en la selección de áreas que caracterizan estadísticamente las cubiertas y usos de suelo de interés, y los no supervisados, basados en la identificación de grupos homogéneos espectralmente (clusters) que posteriormente se asignan a las cubiertas y usos de suelo. Un tercer grupo intermedio lo formarían los métodos mixtos (CHUVIECO, 2010).

En cuanto al método supervisado, requiere de un cierto conocimiento de la zona de estudio que permite delimitar sobre la imagen unas zonas o áreas representativas de las distintas categorías

que se pretenden discriminar. Este método concreto se aplicó en el presente trabajo para elaborar una máscara que permita extraer las zonas más bajas y con situación de inundación permanente o semipermanentes y los montes (Mapa N° 1), localizadas en sector Noroeste del partido, en el primer caso, y con distribución aleatoria en el partido, en el caso de los montes.

Mapa N° 1. Máscara para recortar imágenes



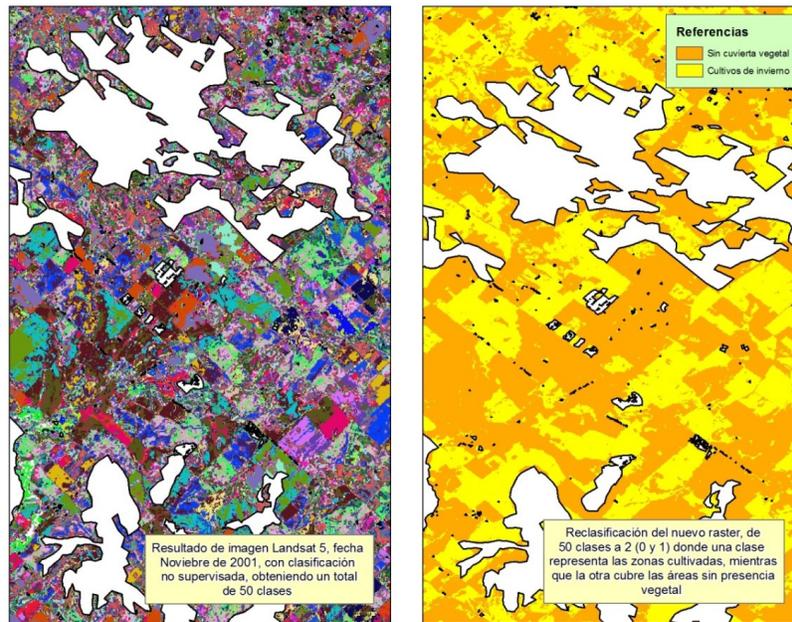
Fuente: elaboración propia, en base a cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

En lo que respecta al método no supervisado de clasificación trata de definir las clases espectrales presentes en la imagen. No implica ningún conocimiento previo del área de estudio por lo que la intervención humana se centra en la interpretación de los resultados.

Este método asume que los ND de la imagen se agrupan en una serie de conglomerados (o clusters) que se corresponden con grupos de píxeles con un comportamiento espectral homogéneo y que, por ello, deberían definir unas clases informacionales de interés.

Cuando se aplicó el módulo de clasificación no supervisada para el análisis de cada cultivo y/o cubierta vegetal se generaron nuevas capas raster (cinco capas en total, una por cada mes) con 30 clases cada una, según valor de radiancia de los píxeles. Aquí es donde se comienzan a conjugar ambos métodos de clasificación y concluyen en uno mixto, debido a que el conocimiento del área de estudio por parte de interprete permite unir grupos espectralmente homogéneos (CHUVIECO, 2010), reduciendo el número de clases para una mejor comprensión (Figura N° 2). Para ello se reclasificaron las imágenes en sólo dos clases de valores: 0 (sin cubierta vegetal) y 1 (con presencia de cubierta vegetal).

Figura N° 2. Ejemplo de clasificación no supervisada de la campaña fina 2001-2002, y posterior reclasificación de la misma capa agrupando píxeles según interpretación visual, muestras de campo y valores



Fuente: elaboración propia

En los casos de pastizales naturales y pasturas, y cultivos de verano, que estaban trabajados en función de dos imágenes satelitales cada unos, se realizó un nuevo procesamiento de unión para generar una sola capa raster.

Para validar las superficies de cada cultivo para el período 2001-2002 se utilizaron dos métodos:

1). Matriz de confusión (Cuadro N° 1): también llamada matriz de error o de contingencia. Dicha matriz muestra la relación entre dos series de medidas correspondientes al área de estudio (CHUVIECO, 2010).

Para elaborarla se tomaron muestras de establecimientos que fueron localizados y se conocía que cultivo u ocupación tenían a la fecha. Además se utilizaron las imágenes de alta definición QuickBird © DigitalGlobe Inc., disponible en ©2010 Google Earth y también las imágenes de Bing Maps Aerial disponible en ArcGIS 10.0, para localizar zonas con pastos naturales y áreas de laboreo agrícola.

Cuadro N° 1. Matriz de confusión

	Pasturas	Invierno	Verano	S-C	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Pasturas	2930	276	67	342	3615	81.1%	18.9%
Invierno	4	8252	7	180	8443	97.7%	2.3%
Verano	14	19	6794	738	7565	89.8%	10.2%
S-C	127	719	187	4838	5871	82.4%	17.6%
Total	3075	9266	7055	6098			
Exactitud productor	95.3%	89.1%	96.3%	79.3%			
Error omisión	4.7%	10.9%	3.7%	20.7%			

Fuente: elaboración propia.

La relación entre los píxeles correctamente asignados (diagonal) y el total expresa la fiabilidad total global de la clasificación, representado un 89,5%. Los errores de omisión en columnas indican tipos de cubiertas reales que no se incluyeron en el mapa de clases obtenido, siendo 4,7% para pasturas y pastizales, 10,9% para cultivos de invierno, 3,7% para cultivos de verano y 20,7% para las zonas sin presencia de cobertura vegetal permanente (Sin Cultivo, SC); mientras que los residuales en filas, es decir los errores de comisión, implican cubiertas del mapa que no se ajustan a la realidad, siendo 18,9% pasturas pastizales, 2,3% cultivos de invierno, 10,2% cultivos de verano y 17,6% sin cultivos.

2). Análisis de correlación con datos censales: mediante el empleo de los datos del CNA 2002, fue posible calcular la superficie cultivada del partido de Tandil, desagregada por Radio Censal, a fines de analizar la covariación con la superficie cultivada para el mismo momento mediante teledetección.

A fines de tener un diagnóstico cuantitativo de la correlación entre las superficies obtenidas por las diversas fuentes, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual es un índice que permite medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas. El resultado oscila entre -1 (Correlación negativa perfecta), 0 (No existe relación lineal entre las 2 variables) y 1 (Existe una correlación positiva). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y},$$

La utilización de este coeficiente, para el análisis de los datos, se debe a que el mismo es aplicable a variables con escalas de tipo de razón, es decir con origen natural en cero. El valor de r , del coeficiente de Pearson, tiene un carácter dinámico y permite medir la tasa de cambio de una variable con relación a otra, lo que convierte en un instrumento predictivo (SIERRA BRAVO, 1998).

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de dicho índice fueron de 0,73 para los cultivos de invierno, 0,57 para las pasturas implantadas y los pastizales naturales y, 0,69 para los de verano. En líneas generales son valores que oscilan entre el 0,7 son considerados con una fuerte asociación según Sierra Bravo (1998).

Un dato importante de remarcar, con respecto a la información recolectada por el Censo, al relevar cada EAPs², se la censó asignándole el departamento/fracción/radio donde está ubicado el casco de la explotación más allá que existen EAPs que poseen parcelas fuera de ese depto/fracción/radio. Los datos del CNA02 permiten identificar estos casos solo cuando las parcelas se van fuera del departamento al cual pertenece el casco del establecimiento. Esto significa que la fuente originaria de datos ya cuenta con un error, lo cual permite afirmar que los análisis asignados por teledetección podrían aumentar su fiabilidad aún más.

Se realizó un tercer análisis para la evaluación de la clasificación digital de las imágenes y fue la interpretación visual del usuario teniendo en cuenta la combinación en falso color de las bandas para detectar zonas cultivadas de no cultivadas (Infrarrojo cercano, rojo e infrarrojo medio)

² Explotación Agropecuaria (EAP) definida como unidad de organización de la producción que produce bienes agrícolas, pecuarios o forestales destinados al mercado; tiene una dirección ejercida por el productor que asume la gestión y los riesgos de la actividad productiva, con una superficie no menor a 500 m², integrada por una o varias parcelas ubicadas dentro de los límites de una misma provincia; utiliza en todas las parcelas algunos de los mismos medios de producción de uso durable y parte de la misma mano de obra (CNA02).

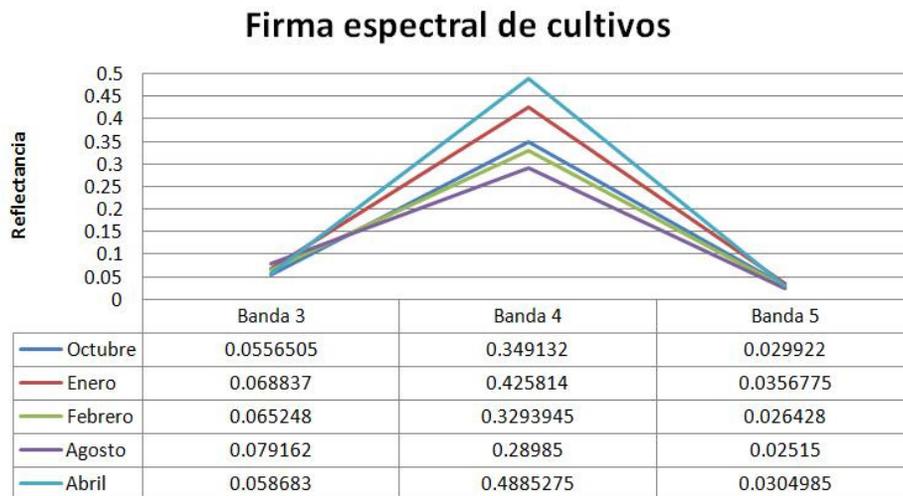
(CHUVIECO, 2010), donde con colores en el tono rojo se encontraban las zonas cultivadas, mientras que los celestes determinan presencia de suelo desnudo de vegetación.

Creación de firma espectral

“Las firmas espectrales son fundamentales para reconocer cubiertas de interés, o parámetros dentro de esas cubiertas (clorofila en la vegetación o turbidez en el agua, por ejemplo).” (CHUVIECO, 2010: 59).

Como se mencionó anteriormente, la campaña agrícola escogida para comenzar el análisis fue la coincidente con la del Censo Nacional Agropecuario 2002, por lo que, una vez realizadas todos los métodos de corroboración, tanto estadísticos coeficiente de Pearson (SIERRAS BRAVO, 1998), como los visuales según composición en falso color de las imágenes satelitales (CHUVIECO, 2010; FERNANDEZ COPPEL et ál., 2001) y la elaboración de la matriz de confusión (CHUVIECO, 2010); se procedió a extraer de cada una de las tres bandas que componen cada capa raster para el análisis de los diferentes cultivos (invierno, verano y pastizales naturales y pasturas), los valores correspondientes a la media y el desvío estándar.

Figura N° 3. Gráfico de la respuesta espectral de los cultivos en cada una de las bandas según el mes



Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenida la firma espectral de cada tipo de cultivo y ajustada para cada período según umbrales máximos y mínimos de cada banda para evitar la omisión de información, se procedió a la extracción de cada una de las áreas cultivadas en cada año seleccionado. Para ello se utilizó la herramienta *Raster Calculator* (Modulo de Análisis Espacial de ArcGis 10.0) colocando la fórmula con los valores de reflectancia máxima y mínima predeterminados que permitan extraer para cada banda (3, 4 y 5) los píxeles que cumplan con dicha condición.

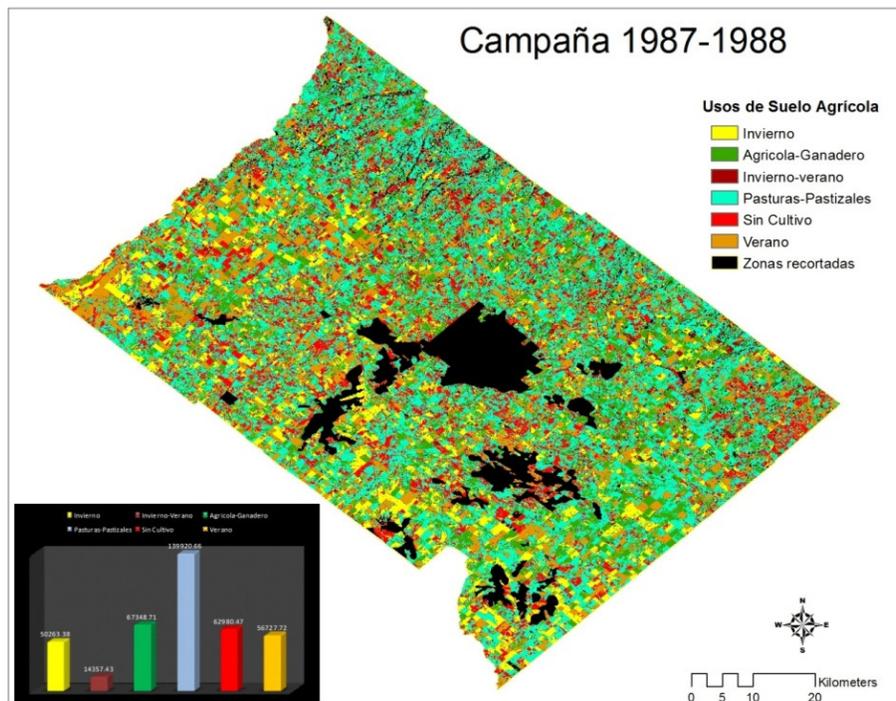
De esta manera se obtuvo como resultado un nuevo raster con 2 valores, 0 y 1, donde el uno representaba las zonas con cultivos, mientras que el cero representaba las zonas marginadas, sin presencia de cobertura vegetal.

Para cada campaña se obtuvieron 5 nuevos raster, cada uno con valores de 0 y 1, por lo que, el paso siguiente fue agruparlos todos en un nuevo archivo utilizando la herramienta *Combine* que nos permita evaluar las diferentes zonas que ocupa cada cultivo y detectar aquellas áreas donde se da la presencia de doble cultivo en la misma unidad de superficie. Este nuevo raster contó con 7 clases según tipo de cubierta, obteniendo como resultado una reclasificación en los siguientes grupos: Invierno (meses de octubre o noviembre); Verano (meses de enero y/o febrero); Pastizales y pasturas (meses de agosto y abril); Invierno-Verano (meses de octubre y/o noviembre, y también en el mes de febrero); Agrícola-Ganadero presencia de cultivos en los meses de cultivo convencional (invierno o verano) y fuera de estas fechas también hay cubierta vegetal; Sin Cultivo: sin presencia de cubierta vegetal permanente.

Resultados

Al explorar lo detectado mediante el análisis de las imágenes satelitales de la campaña 1987-1988 (Mapa N° 2), observamos como las pasturas implantadas y los pastizales naturales son los que más superficie abarcan con poco menos de 140 mil hectáreas; mientras que sucede lo contrario con el doble cultivo invierno-verano, ocupando la menor área de todos los usos.

Mapa N° 2



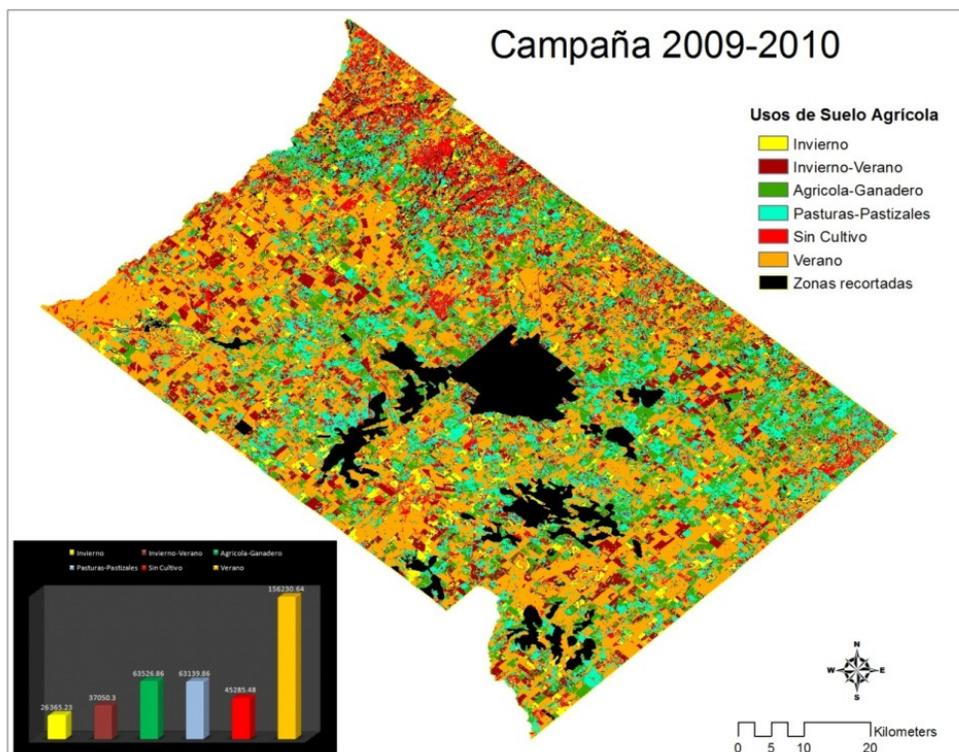
Fuente: elaboración propia.

Notamos como las zonas con cultivos exclusivamente de verano y los de invierno se desarrollan en una superficie muy similar en cuanto a cantidad de hectáreas, cerca de 50 mil en ambos casos, lo cual plasma en es este período una consolidación de los cultivos de invierno, principalmente el trigo, y la temprana incorporación de la soja como cultivos predominante dentro de los de verano. Un uso que se destaca en esta campaña es el mixto entre la agricultura y la ganadería, lo que permite afirmar que hasta la década de los ochenta aún tenía un importante predominio esta última actividad en la zona.

Por otro lado, la campaña 2009-10 (Mapa N° 3), se caracteriza por plasmar un evidente desplazamiento de la mayoría de los usos de suelos en función de la expansión de los cultivos de verano en más de 150 mil hectáreas, siendo el uso destinado a pasturas implantadas y pastizales el que fue reemplazado en un 53% de su superficie, mientras que el segundo uso fue el mixto de ganadería y agricultura, el cual se redujo considerablemente respecto a la campaña anterior en alrededor de 60 mil hectáreas.

Los suelos únicamente con cultivos de invierno representan la menor superficie utilizada, aunque hay una clara subsistencia de los dobles usos de cultivos de invierno y verano, unas 37 mil hectáreas que permiten conservar el volumen de dichos cultivos en producción.

Mapa N° 3



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La investigación y trabajo en la búsqueda de una metodología que nos permita analizar grandes extensiones de superficie de manera relativamente rápida y a bajo costo es lo que transforma a los sistemas de información geográfica y la teledetección en las herramientas fundamentales a la hora

de tener conocimiento sobre las transformaciones del territorio a los fines de poder realizar un aporte a las futuras planificaciones territoriales ajustando la toma de decisión hacia una utilización del recurso suelo de una manera más sustentables y eficiente.

Una limitante que se presentó a la hora de la clasificación de los suelos agrícolas fue la discriminación entre pasturas y pastizales naturales debido a que ambos se encuentran presentes todo el año, no tienen una fecha específica de floración, por lo que la elección de las imágenes y su procesamiento se trabajó con mucha intensidad y finalmente se resolvió, por el momento incluirlas en una sola categoría, pero será una tarea para seguir desarrollando en trabajos posteriores. Al igual que poder realizar la clasificación de cultivos al interior de cada clase, es decir poder detectar dentro de los cultivos de verano, cual es la superficie efectiva que pertenecen a soja, cuál a maíz, cual a girasol, entre otros. Lo mismo con los de invierno, poder discriminar trigo de cebada, por ejemplo.

Es por ello que se plantea para futuras investigaciones la incorporación de más bandas, del mismo grupo de satélites Landsat, o también la posibilidad de acceder a otras imágenes de mayor resolución espectral y/o espacial.

Bibliografía

BARSKY, O., (2002) “El desarrollo agropecuario pampeano”. INDEC - INTA - IICA. Grupo Editor Latinoamericano. Colección Estudios Políticos Sociales. Buenos Aires.

BRIZUELA, A.; AGUIRRE, C.; VELASCO, I., (2007) “Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos de Landsat 5 para análisis multitemporal”. TELEDETECCIÓN - Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional. Ed. Martín. ISBN: 978-987-543-126-3. Disponible en World Wide Web: <http://www.aet.org.es/congresos/xii/arg27.pdf>. Consultado 03 de Septiembre de 2013.

CHANDER G.; MARKHAM B. L.; HELDER D. L., (2009) “Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors”. Remote Sensing of Environment. vol. 113, Pág. 893–903

CHUVIECO, E., (2010), Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Editorial Planeta, S. A. Barcelona. (Edición actualizada). Pág. 591.

FERNANDEZ COPPEL, I. y LLORENTE, E., (2001) “El satélite Landsat”. Análisis visual de imágenes obtenidas del sensor ETM+. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia. Universidad de Valladolid.

ORELLANA, J.; BEST, S.; CLARET, M. (2006) “Sistemas de Información Geográfica”. En publicación: “Agricultura de precisión: integrando conocimiento para una agricultura moderna y sustentable”. PROCISUR/IICA 2006, Montevideo. Capítulo 7. Pág. 131-143.

SIERRA BRAVO, R., (1998) “Técnicas de Investigación Social. Teoría y Ejercicios”. Decimocuarta Edición. THOMSON TM. Madrid.

Estudio de la accesibilidad al transporte público en Tandil mediante análisis de redes: resultados preliminares

ORTMANN, Mauro ¹

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se perfilan como una herramienta de avanzada en la tarea de la planificación y gestión urbana. Entre sus posibilidades, nos ofrece la capacidad de obtener una representación gráfica del objeto de estudio además del modelado para su posterior evaluación con análisis de redes, lo cual tiende a una mayor efectividad a la hora de tomar decisiones que afecten a la producción del espacio.

Específicamente, el modelado espacial de las redes de transporte constituye una de las principales ventajas que ofrecen los SIG en el momento de analizar su infraestructura y flujos, la capacidad de conectividad entre los diferentes puntos de la ciudad, las áreas de cobertura del servicio, los costos de desplazamiento y la accesibilidad a determinados puntos de importancia como centros de oferta de empleo y negocios, educación, recreación, etcétera.

El presente trabajo surge con el objetivo de realizar una primera experiencia personal en la Geografía del Transporte a través de los Sistemas de Información Geográfica para Transporte (SIG-T) y el análisis de redes en la ciudad de Tandil.

Antecedentes

Según Torrego Serrano (1986), podemos distinguir a grandes rasgos dos momentos en el campo de la Geografía del Transporte, uno previo a principios de los años sesenta y otro a partir de esa fecha, que se remota hasta la actualidad. La primera etapa estuvo caracterizada por ser predominantemente descriptiva en su escasa producción, con una visión limitada del conjunto. Se destacaron obras de autores como Crozet (1930), Deffontaines y Chanett (1939), Blanchard (1942), Capot (1946), Cavailles (1948), Damangeon (1952), Ullman y Mayer (1954) y Cot (1958) en diversos temas como transporte ferroviario, marítimo, aéreo y urbano.

Durante la segunda etapa surgen autores como Berry (1959), Buchanan (1963), Dyckmann (1965), Gerondeau (1965), Meyer (1965), Garrison (1977) y Potrykowski y Taylor (1984) entre otros, quienes ponen de manifiesto la necesidad de abordar el transporte desde la perspectiva del planeamiento urbano. En este momento la Geografía del Transporte adquiere una mayor relevancia en la investigación geográfica, interesada en plantear los problemas de la densidad del tráfico y aportar posibles soluciones a los mismos. La implementación de la Teoría de Grafos² permitió analizar la estructura del sistema de transporte desde una nueva perspectiva, siendo pioneros en su uso Garrison (1960), Berge (1963), Kansky (1963), Haggett y Charley (1969) y Taaffe y Gauthier (1973) entre otros. Las aplicaciones existentes dentro del software SIG actual responden a la lógica de este campo de estudio.

¹ Carrera de Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires m.ortmann@hotmail.com

² La Teoría de Grafos es un campo de estudio perteneciente a las Matemáticas y las Ciencias de la Computación, que estudia las propiedades de los grafos, estructuras que constan de un conjunto de puntos o *nodos* interconectados entre sí a través de aristas o *edges*.

Metodología

Modelado del espacio geográfico

Normalmente, existen tres formas de considerar el desplazamiento a través del espacio geográfico: (1) considerando este espacio como una superficie continua o euclidiana, sin ningún tipo de elementos que puedan de alguna manera alterar el recorrido o presentar barreras. El procedimiento de cálculo de distancias euclidianas tiene la ventaja de su simplicidad, pero resulta bastante impreciso, ya que el peatón sigue el trazado de la red vial en su acceso a los diferentes equipamientos y no la línea recta (Gutierrez Puebla y GarcíaPalomares, 2007). (2) El espacio relativo, en el cual se incorporan diferentes tipos de costos (económicos, tiempo de desplazamiento, relieve) como parámetros para la construcción de un mapa de fricción, asociando cada pixel a un valor relativo al esfuerzo que deber ser realizado para atravesarlo (Buzai y Baxendale, 2008).

Por último, la evolución en los paradigmas y la implementación tecnológica creciente permitirían acceder a un nuevo tipo de modelización del espacio geográfico a través de (3) su organización en redes, conectando población, sistemas de transporte, comunicaciones o la asignación de recursos o energía y otorgándole la capacidad de flujo. Estas redes van a signar la manera en que se vincula la sociedad con los diferentes equipamientos al actuar como nexos de la actividad humana.

En el presente trabajo se realizó la digitalización de una capa que contenía segmentos a modo de representación de los ejes viales de la ciudad de Tandil, a la cual fue adjuntada en su tabla información relativa a los atributos del nombre de la vía, paridad según el sentido de digitalización, largo del segmento en metros, el tipo de vía y el sentido de avance.

Del mismo modo se procedió con los trayectos de las líneas de transporte urbano Transporte 9 de Julio S.A. (500), Transporte Ciudad de Tandil (501), Transporte La Nueva Movediza S.A. (502), Transporte Gral. Rodríguez S.A. (503), Transporte Villa Aguirre S.A. (504) y Transporte Gral. Belgrano S.A. (505), tanto en sus recorridos regulares como algunos especiales, es decir, no habituales restringidos a ciertas franjas horarias, días e incluso períodos anuales. Esta capa incluye datos referidos al código numérico de la línea, su nombre, el largo del itinerario, el color identificatorio, tipo de recorrido y sentido de avance.

Otro insumo de importancia lo constituyen las paradas distribuidas a lo largo de la ruta de desplazamiento de las diferentes líneas. A partir de ellas se crearon las áreas de influencia por funcionar a modo de nexos entre la red vial y la red de transporte.

Modelado de la demanda del servicio

Tradicionalmente, se utilizan los centroides geométricos de cada radio censal para el modelado de la población en evaluaciones multicriterio (EMC) o trabajos relacionados con modelos de localización-asignación. Estos centroides se encuentran asociados a los valores totales de población por cada unidad, la cual se toma como demandante potencial del servicio.

En el caso del presente trabajose continúa con el uso del método de interpolación picnofiláctica suavizada, propuesto por Tobler (1979), un procedimiento utilizado previamente para su desagregación en el empleo de modelos de localización-asignación en la planificación de instalaciones educativas (Linares y Ortmann, 2013).

Gracias a este método es posible desagregar espacialmente la información almacenada en las unidades censales partiendo de métodos geoestadísticos, llevando así la distribución de la

población o, como también es el caso, la distribución de un segmento de la población a una expresión continua en unidades espaciales de menor tamaño.

Es presentado por Linares (2012) en tres fases:

1. Desagregación de datos almacenados en unidades geográficas discretas a expresión geográfica continua mediante mapas de densidad.

En esta fase se produce el cálculo del cociente entre la cantidad de integrantes del segmento poblacional analizado por cada unidad censal y la superficie de dicha unidad espacial, mediante lo cual se obtiene una capa raster en la que se verán reflejados los valores de densidad por unidad de superficie, distribuidas equitativamente dentro de cada unidad censal discreta hasta alcanzar la totalidad de individuos sin discriminar diferencias en su interior. Es en esta etapa donde se establece el tamaño de las celdas de la capa raster de salida, la cual constituirá la mínima unidad espacial de análisis, quedandodefinidapor el tamaño de una manzana en la ciudad de Tandil, de aproximadamente 16900m².

2. Aplicación del método de interpolación picnofiláctica suavizada (Tobler, 1979) para modelar las distribuciones en el interior de cada unidad censal, eliminando las artificiales transiciones abruptas entre ellas.

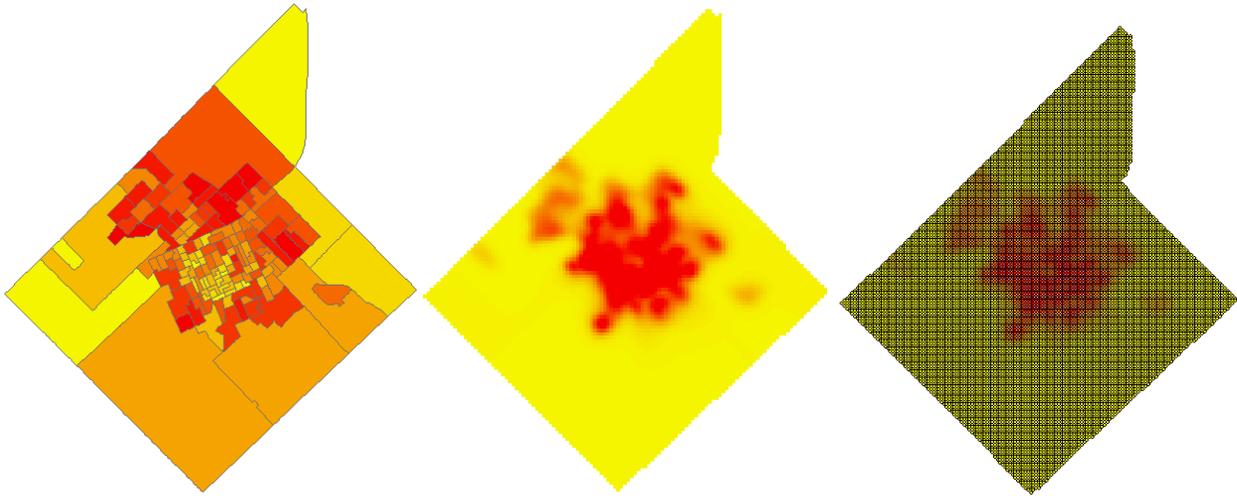
Durante esta etapase lleva a cabo internamente una sustitución del valor inicial de cada celda resultante en la fase anteriorpor el valor medio de ella y sus vecinas mediante el uso de funciones focales y ventanas móviles, proceso que debe respetar la condición «picnofiláctica» o de conservación de volumen de población en cada uno de los radios de origen.El procedimiento se realiza de forma iterativa, alternando operaciones de suavizado con la introducción de correcciones que aseguran que la suma de los nuevos valores calculados sea igual a la suma original de individuos que posee cada unidad espacial, deteniendo las iteraciones al alcanzar una variación mínima entre los valores de la superficie en todas las direcciones, utilizando la estadística focal y el cálculo de las desviaciones típicas entre celdas para cada iteración, considerandola superficie como suficientemente suavizada cuando el desvíono varía significativamente entre cada ejecución.

3. Transformación de las celdas en puntos de demanda.

Por último, se procede a la conversión de la capa raster resultante en la etapa anterior en una capa vectorial de puntos, para de este modo poder ser ingresado en el modelo de localización-asignación a manera de potenciales demandantes del servicio, en el cual cada entidad va a encerrar el valor de densidad del grupo poblacional obtenido a través del método de interpolación picnofiláctica suavizada (Figura N° 1).

De esta manera, la demanda va a estar representada en dos momentos, por (1) la población total de la ciudad de Tandil censada durante el año 2010, utilizadapara estimar la cantidad de usuarios del sistema de transporte y (2) por el segmento de habitantes comprendido en la franja etárea de entre 6 a 13 años como posibles demandantes del servicio para el desplazamiento hacia los establecimientos educativos primarios.

Fig 1. Población total de la ciudad de Tandil llevada a puntos mediante el método de interpolación picnofiláctica suavizada.

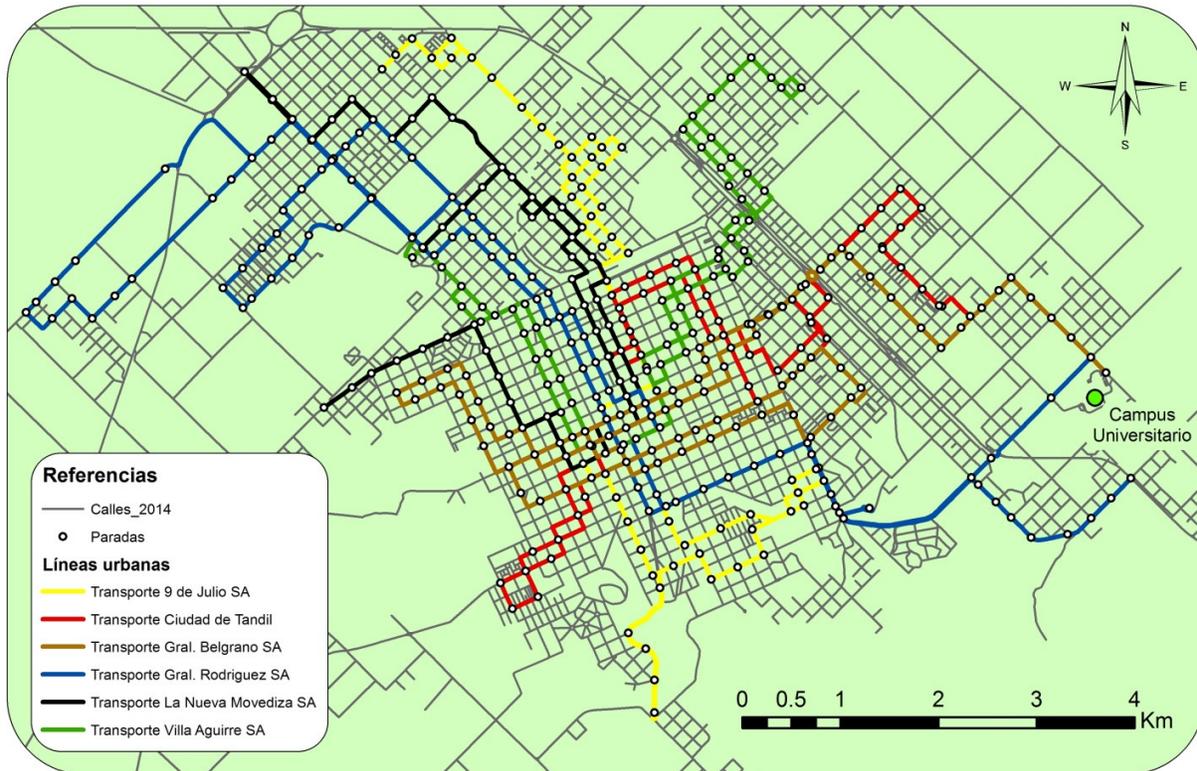


Fuente: Elaboración propia

Creación de la red multimodal de transporte

La red creada está organizada desde un primer momento en dos grupos, uno incluirá la capa de ejes viales con sus propiedades específicas de desplazamiento, y el restante grupo estará compuesto por los diferentes recorridos de las líneas de transporte. La red también incluirá las paradas situadas a lo largo del recorrido, las cuales actúan como nodos o puntos de transferencia entre los dos grupos. La razón de este tipo de estructura responde a la necesidad de interconectar dos modalidades de desplazamiento diferentes. El resultado final (Figura N° 2) es una red que combina la capacidad de moverse a pie por las calles de la ciudad y la posibilidad de acceder al transporte urbano para cubrir distancias más extensas.

Figura N° 2. Red multimodal de transporte de la ciudad de Tandil



Fuente: Elaboración personal

Aplicaciones

Área de servicio

Mediante el análisis de área de servicio es posible estimar la cobertura del sistema de transporte, incorporando todos aquellos segmentos de la red que sean atravesables, dentro de un rango de impedancia determinado.

Para ello, se configuró el análisis de ruta utilizando las paradas a modo de instalaciones por el hecho de actuar como nodos de transferencia entre los tipos de desplazamiento. Como parámetro de impedancia se utilizó la distancia, específicamente de 250 metros³ alrededor de cada parada sobre el trayecto de la red.

El análisis incluye todos los ejes viales alrededor de las instalaciones hasta el límite de impedancia mencionado, en torno a los cuales construye polígonos que definen el área de servicio.

³Se considera esta distancia como determinante respecto a la decisión de uso del servicio de transporte. Informe "Consecuencias sociales del servicio de transporte público en Tandil", Oliva, Rébori, Romero, Linares, Tisnés, Macías, Ferreira (2012).

Figura N° 3. Área de servicio del sistema de transporte de Tandil

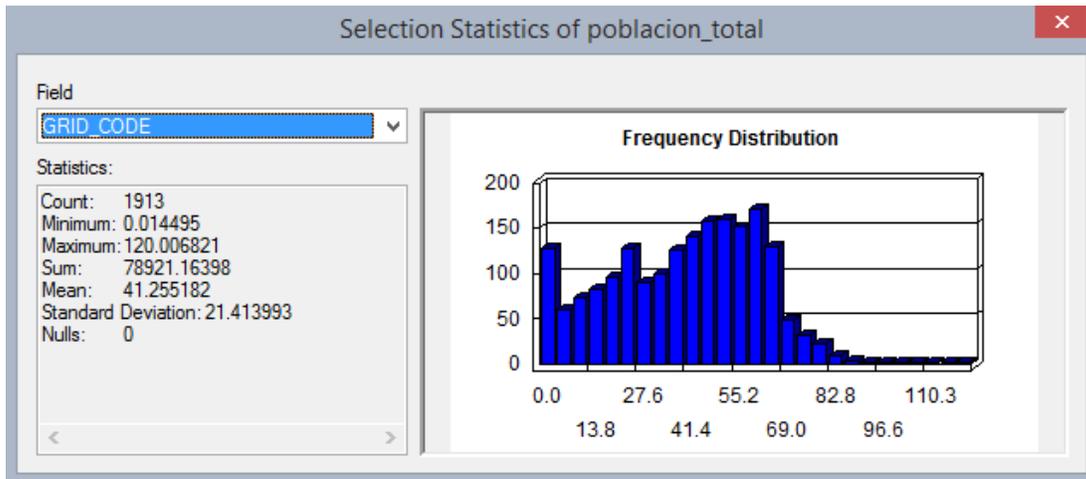


Fuente: Elaboración personal

En la Figura N° 3 se puede apreciar la escasa cobertura de las líneas denominadas especiales en los extremos S, E y O. Dos de estos recorridos de alargue pertenecen a Transporte Gral. Rodríguez S.A., al E y al O y el restante pertenece a Transporte 9 de Julio S.A. Cabe mencionar que la frecuencia es altamente deficitaria, con entre cuatro y nueve colectivos por día para cubrir estas zonas.

Por medio de una selección por localización, cruzando la capa de puntos de población total obtenida mediante el método de interpolación picnofiláctica suavizada y el área de influencia, se estimó la cantidad de usuarios que viven a 250 metros en torno a las paradas, abarcando 1913 puntos, los cuales representan aproximadamente 78921 personas, datos que se reflejan en las estadísticas de la Figura N° 4.

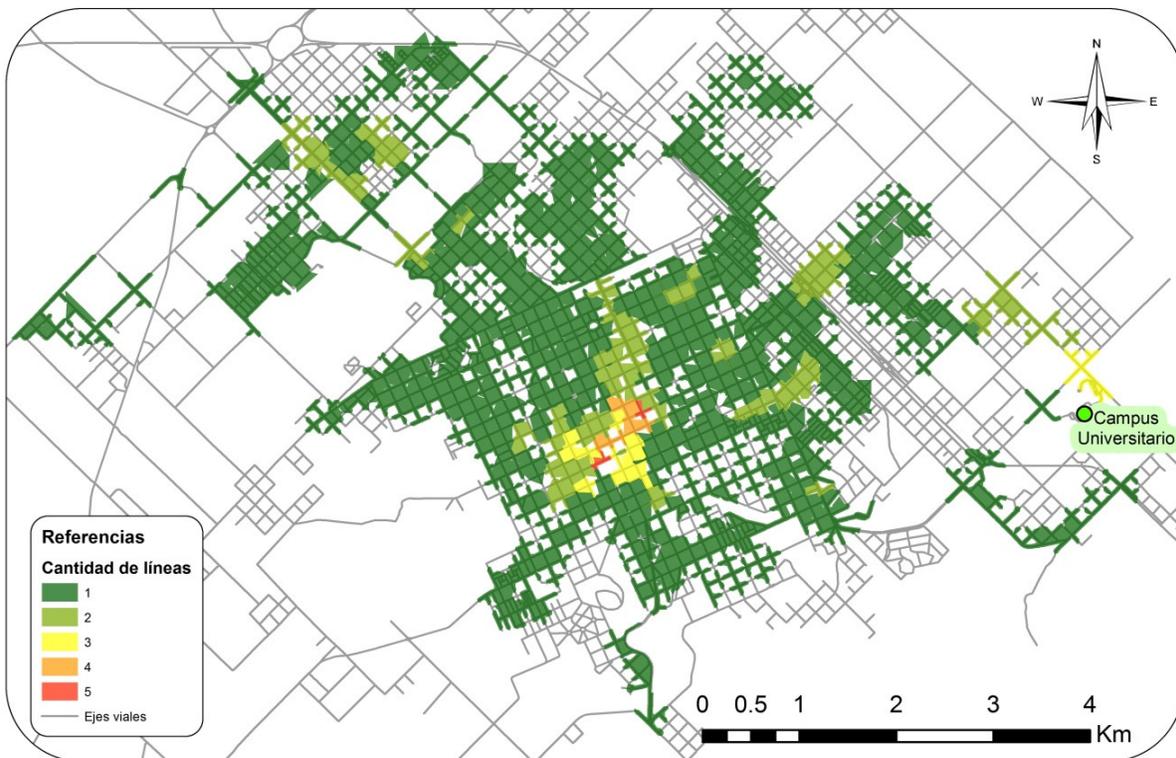
Figura N° 4. Estadísticas de la demanda cubierta



Fuente: Elaboración personal

Por último, a partir del cruce de información entre los polígonos de influencia y la digitalización de los recorridos, es posible determinar zonas en función a la cantidad de líneas de transporte que atraviesan los segmentos (Figura N° 5).

Figura N° 5. Influencia del servicio según cantidad de líneas



Fuente: Elaboración personal.

Accesibilidad a establecimientos educativos de enseñanza primaria

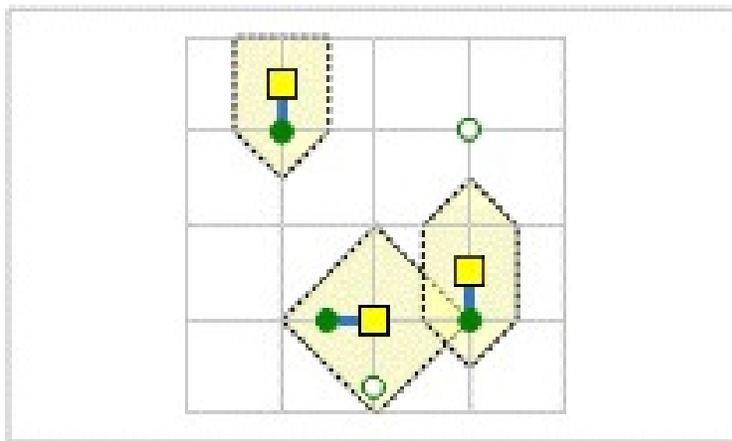
Los modelos de localización-asignación “intentanevaluar las localizaciones actuales de los centros de servicio con base en la distribución de la demanda y la generación de alternativas para lograr una distribución espacial más eficiente y/o equitativa. Además, buscan las ubicaciones óptimas de localización y determinan las mejores vinculaciones de la demanda, entendida en términos de asignación” (Buzai, 2001:112).

En esta aplicación el objetivo consistió en asignar demanda potencial a las instalaciones ya existentes con el fin de determinar los costos de desplazamientos entendidos en términos de distancia ponderada. Un mayor o menor grado de accesibilidad quedará determinado en parte por la distancia que los alumnos deben superar para concurrir a los centros de educación primaria.

En primer lugar se geocodificaron establecimientos primarios⁴ del área urbana y complementaria de la ciudad de Tandil, a los cuales se les adjuntó información relacionada a la matrícula, la cual será utilizada como referencia de la capacidad del establecimiento a la hora de realizar el análisis. A continuación se creó una nueva capa de análisis de localización-asignación. Como instalaciones, se seleccionaron los equipamientos educativos, con una capacidad estimada a partir de los datos de matrícula. La demanda potencial estuvo conformada por personas de entre 6 a 13 años, en edad escolar primaria, llevada a una capa de puntos a partir del método de interpolación picnofiláctica suavizada.

El modelo utilizado en el análisis de localización-asignación tiende a maximizar la cobertura de demanda hasta alcanzar su límite de capacidad, de manera que a cada instalación que forma parte del análisis se le asigne la mayor cantidad de demanda posible dentro de los límites de la infraestructura, sin que supere la capacidad de atención de la misma (Figura N° 6).

Figura N° 6. Modelo de maximización de cobertura con límite de capacidad



Fuente: <http://resources.arcgis.com/es/home/>

El resultado es efectivamente la asignación de la demanda a los establecimientos, vinculados a través de una capa de líneas. El modelo responde a su propósito al asignar demanda dentro de los límites de capacidad de cada instalación. El analista determina la proporción de población que es asociada a cada equipamiento en función de la proximidad con la misma; cuando el límite de

⁴Los datos fueron obtenidos en el sitio web “Mapa Escolar”, perteneciente a la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

capacidad es alcanzado, comienza a asignar demanda de sitios más alejados para el resto de las instalaciones.

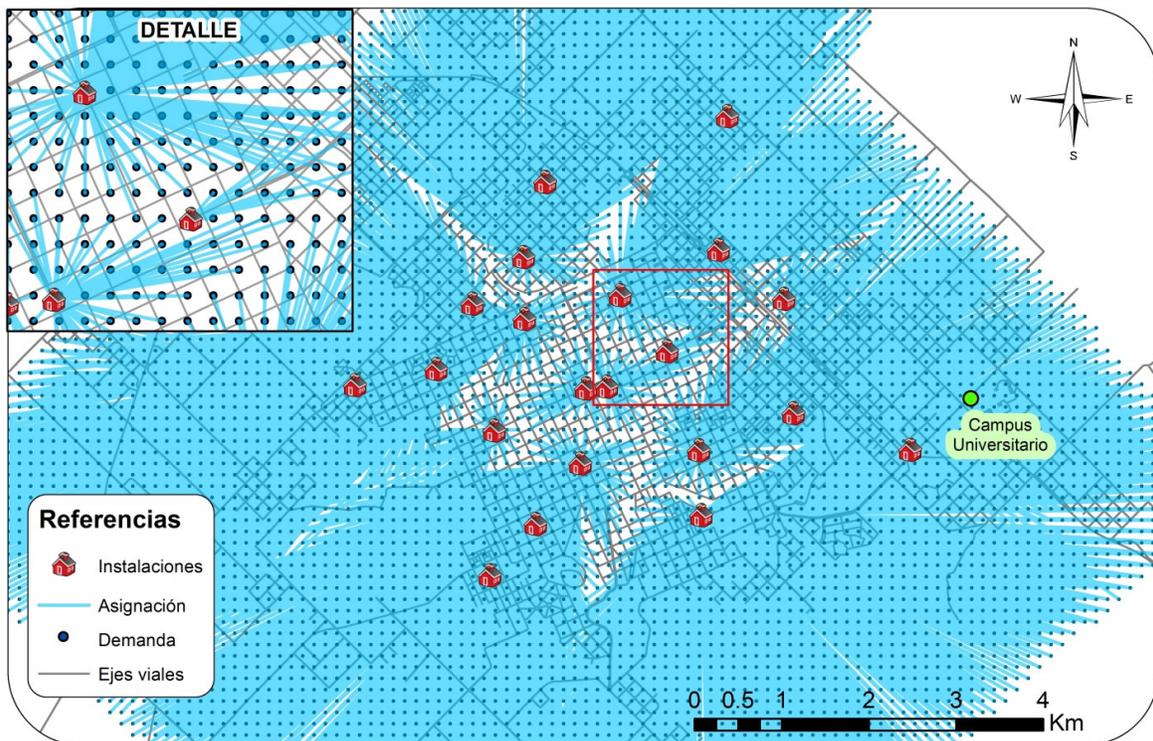
Por este motivo se observan casos -especialmente en la periferia del área urbana- para los cuales acceder a los centros de educación primaria implica un mayor costo de desplazamiento, lo cual obliga a los usuarios a utilizar el sistema de transporte para salvar la distancia. La distancia total ponderada constituye un parámetro efectivo a la hora de medir el costo de desplazamiento, el cual se obtiene al multiplicar la distancia de red existente desde una instalación hasta el punto de demanda asignado y la cantidad de demanda que representa ese punto. En la Tabla N° 1 se visualiza la suma de la distancia total ponderada en metros, es decir, el volumen total de desplazamientos necesarios para alcanzar la instalación, el promedio por cada punto de demanda y su respectiva desviación estándar para el análisis de localización-asignación realizado.

Tabla N° 1. Distancia ponderada por instalación, valores en metros

Instalación	Suma Distancia Ponderada	Promedio	Desviación Estandar
1	186362.09802	1242.414	1104.2917
2	175845.074223	1418.1054	1105.8287
3	269797.28078	1835.3557	1279.7428
4	96252.377089	1604.2063	1081.2438
5	590411.805083	445.9304	903.1017
6	113510.58676	189.817	445.7091
7	496973.000545	1737.6678	2018.8375
8	80708.505973	1281.0874	813.9836
9	491225.649879	1126.6643	1468.7131
10	29444.377462	267.6762	339.7609
11	11752.80678	1068.437	960.3449
12	455450.650805	1279.3558	1538.6635
13	563649.500015	259.5071	568.0256
14	21776.92872	907.372	617.5563
15	193710.458264	495.4232	632.613
16	141051.261428	1282.2842	1606.2837
17	58120.525934	785.4125	570.8713
18	56111.607051	1275.2638	735.4994
19	105874.93675	1997.6403	1152.7458
20	145813.354724	152.8442	502.2632
21	229998.104441	1144.2692	1124.5061
22	250239.395095	2295.7743	1817.0322

Fuente: Elaboración personal

Figura N° 7. Asignación de la demanda a las instalaciones educativas primarias



Fuente: Elaboración personal

Costo de desplazamiento entre puntos A-B

A partir de la creación de la red multimodal de transporte es posible simular desplazamientos entre determinados puntos utilizando el analista de ruta. Este tipo de ruta va a variar en función al parámetro de impedancia elegido, en este caso la distancia medida en metros.

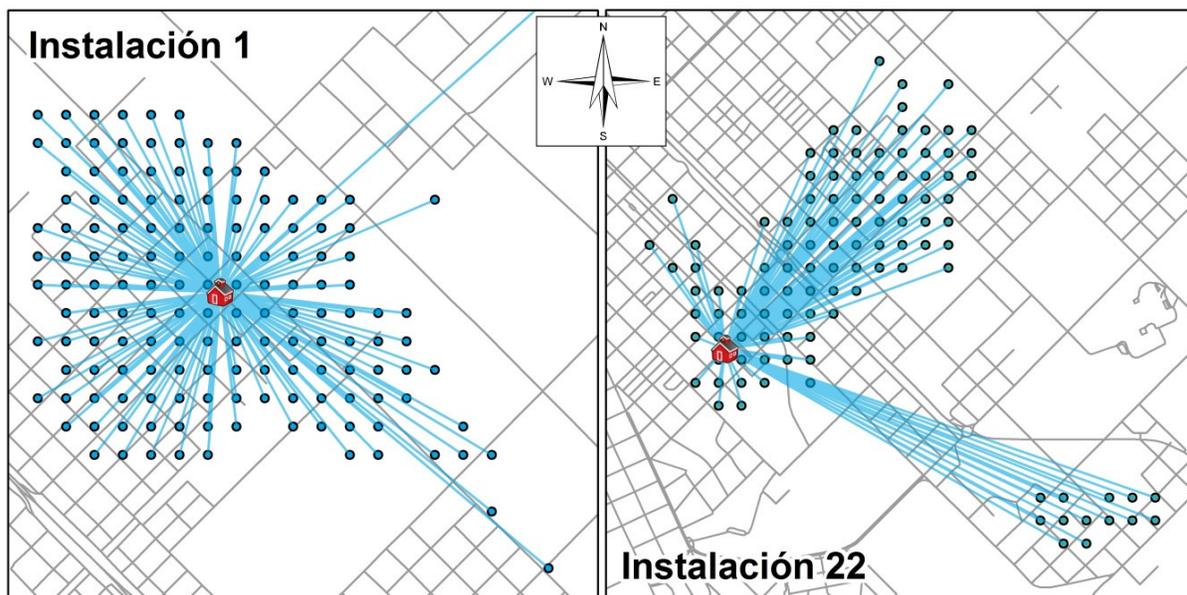
Como se observó anteriormente en el análisis de localización-asignación, gran proporción de la demanda está localizada a una distancia considerable de los equipamientos educativos. Sin embargo, el uso del sistema de transporte debería actuar de manera tal que permita a los usuarios superar esa distancia con un menor esfuerzo al desplazarse por la red.

Se tomaron dos instalaciones -1y 22-a modo de casos para evaluar la conexión que poseen los establecimientos con su potencial demanda (Figura N° 8).

Instalación 1

La distancia entre el punto de demanda potencial más alejado de la instalación es de 1946.1 metros a través de la red. Sin embargo, al utilizar el transporte esa distancia se eleva a 10094.9 metros (Figura N° 9).

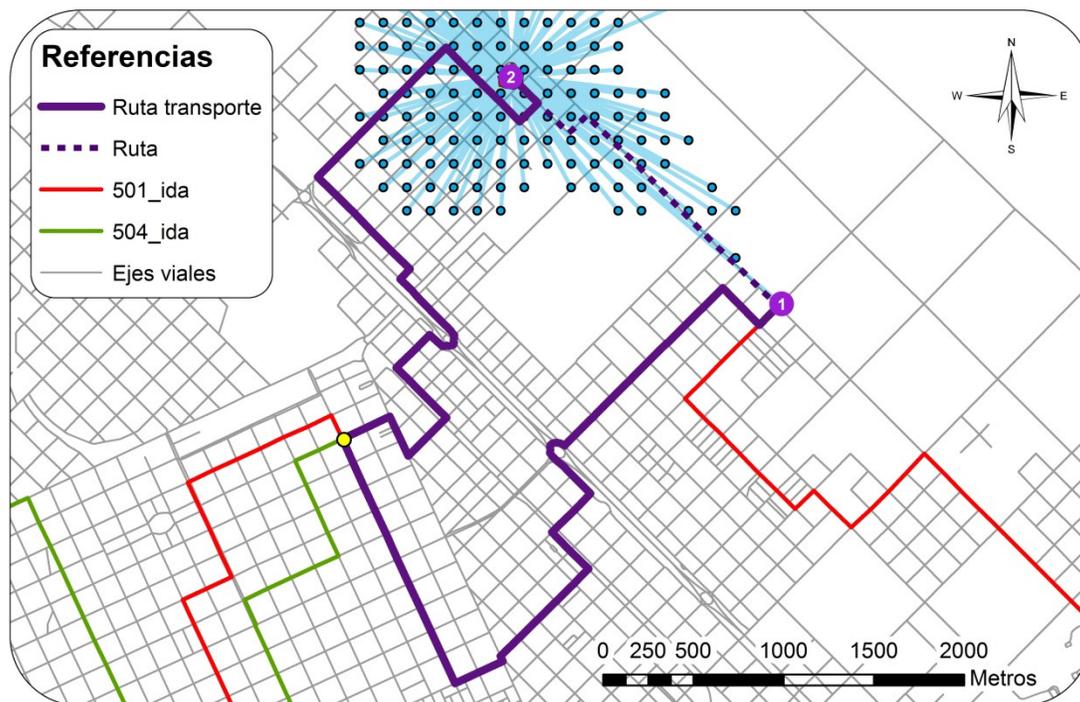
Figura N° 8. Conexión de las instalaciones 1 y 22 con su potencial demanda



Fuente: Elaboración personal

El punto amarillo representa la conexión necesaria para alcanzar el destino. Es importante aclarar que el costo económico se incrementa al tener que producirse inevitablemente el transbordo entre las líneas 501 y 504.

Figura N° 9. Rutas de conexión entre la instalación 1 y el punto de demanda potencial más alejado

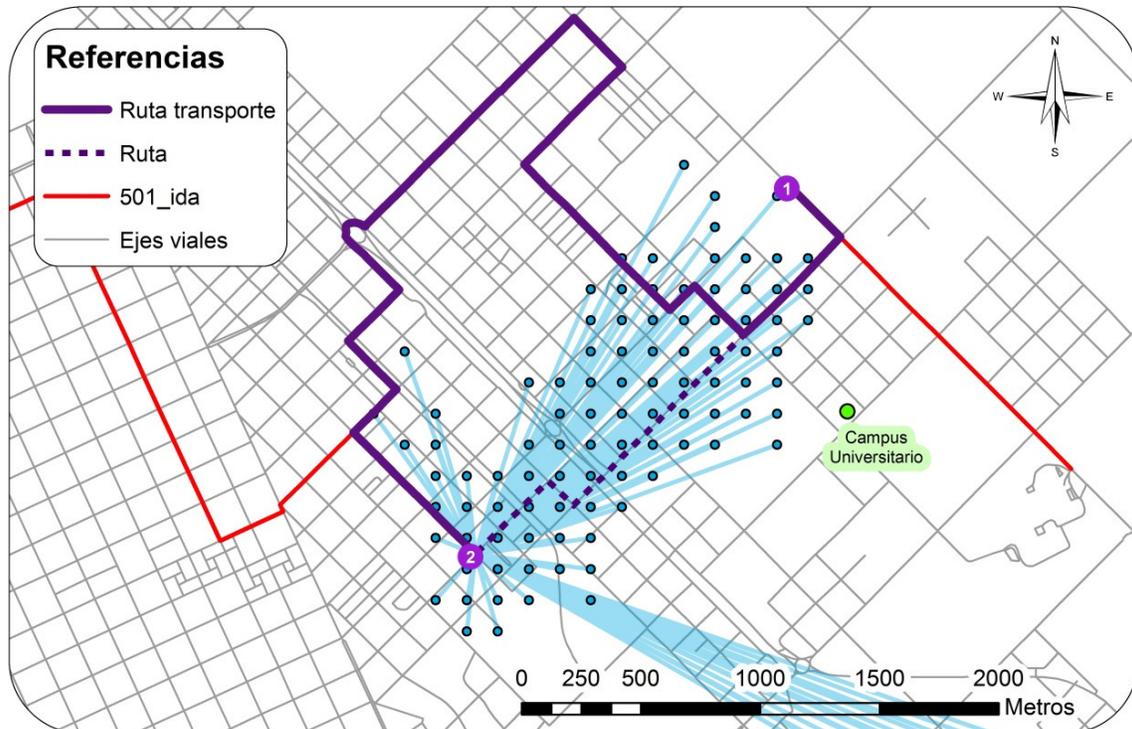


Fuente: Elaboración personal

Instalación 22

En este caso, la distancia hacia la instalación tiene un valor mínimo de 2466.9 metros contra 6312.8 metros que toma llegar a través de la línea de transporte número 501 (Figura N° 10). Cabe aclarar que del total de distancia, 1028.7 metros del recorrido debe realizarse por medio de desplazamiento pedestre por no existir línea de transporte que alcance el establecimiento educativo.

Figura N° 10. Rutas de conexión entre la instalación 22 y el punto de demanda potencial número 1



Fuente: Elaboración personal

Podemos observar que, al contrario de la afirmación inicial, en algunos casos el transporte urbano no sólo no disminuye la distancia sino que aumenta el esfuerzo económico y/o de desplazamiento necesario para superar la fricción.

Consideraciones finales

El objetivo de este trabajo consistió en poner de manifiesto el potencial de las Tecnologías de la Información Geográfica, específicamente en los SIG, al momento de generar modelos cada vez más precisos del espacio geográfico para el análisis de sus vínculos y flujos a través de las redes de comunicación y transporte. Esta modelización a partir del uso de Geotecnologías, proporciona una clara ventaja cuando es necesario tomar una decisión que afecte a la producción del espacio, especialmente en el ámbito público.

Para alcanzar el objetivo propuesto se creó una red multimodal de transporte que incluyó los ejes viales de la ciudad de Tandil y las líneas de transporte urbano, donde sus paradas constituyeron los nodos de transferencia. Se modeló la demanda de servicio en función de la población total y

los grupos escolares primarios, donde el primer conjunto fue evaluado a partir de la determinación del área de influencia del transporte y el segundo mediante análisis de localización-asignación con respecto a las instalaciones escolares primarias del área urbana y complementaria. Por último, se evaluó el costo de desplazamiento entre puntos A-B mediante dos ejemplos a través del analista de ruta.

Como se mencionó anteriormente, las aplicaciones realizadas en este trabajo permitieron evaluar el transporte desde diferentes procedimientos. El estudio de las redes de comunicación conforman un campo muy amplio que requiere una profundización adecuada al objeto de estudio, y si bien los análisis y resultados obtenidos necesitan ser expandidos en próximas experiencias, se considera que este primer acercamiento en la utilización del análisis de redes para el estudio de la accesibilidad al transporte urbano fue positivo, ya que demostró cómo los Sistemas de Información Geográfica pueden aportar valiosas soluciones a los problemas en la planificación urbana.

Bibliografía

BONFATI, F. A., CARDOZO, O. D. y PARRAS, A. M. (2006). “Metodología de Análisis del Transporte Público de Pasajeros con Sistemas de Información Geográfica (SIG)” Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006, UNNE. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/01-Sociales/2006-S-049.pdf>

BUZAI, G. D. (2001). “Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: análisis espacial de Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS) en la ciudad de Luján, Argentina. Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía. N° 20, Bogotá, Colombia, Julio-Diciembre 2001. ISSN 0121-215X.

CARDOZO, O. D., GÓMEZ, E. L. y PARRAS, A. M. (2009). “Teoría de Grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al Transporte Público de Pasajeros en Resistencia (Argentina)”. Revista Transporte y Territorio N° 1, Universidad de Buenos Aires, 2009. ISSN 1852-7175. pp. 89-111. Disponible en: www.rtt.filo.uba.ar/RTT00105089.pdf

FISCHER, M. M. (2003). “GIS and Network Analysis”. Como aparece en *Handbook 5 Transport Geography and Spatial Systems*. Hensher D., Button K., Haynes K. and Stopher P. (eds); Pergamon, 2003. Disponible en: <https://www.jyu.fi/ersa2003/cdrom/papers/433.pdf>

GUTIERREZ PUEBLA, J. y GARCÍA-PALOMARES, J. (2007). “Sobreestimaciones del cálculo de distancias en línea recta con respecto al de distancias viarias en el análisis de cobertura de las redes de transporte público”. XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. Universidad Nacional de Luján. CD ROM. Pp. 20.

GRAHAM, S. y O’SULLIVAN. (2007). “A Brief Guide to Running the SpatialSeg Program in ArcGIS 9.2. Measuring Spatial Segregation Project. National Science Foundation”. Penn University. Disponible en: <http://www.pop.psu.edu/services/GIA/research-projects/mss>

INSAURRALDE, J. A. y CARDOZO, O. D. (2010). “Análisis de la red vial de la provincia de Corrientes por medio de la Teoría de Grafos”. Revista digital del Instituto y Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades N° 13, UNNE, Enero-Junio 2010. ISSN 1668-5180. Disponible en <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo13/contenidos/vialrcia2.htm>

LINARES, S. (2012). “Medidas de segregación socioespacial y sistemas de información geográfica. Presentación de la aplicación SpatialSeg”.

LINARES, S. (2012). “Dificultades metodológicas al medir la segregación: El problema del tablero de ajedrez y de la unidad espacial modificable”. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Estudios Geográficos (PROEG). Universidad Nacional de Luján, Argentina. (ISSN 1852-8031). Disponible en: <http://www.gesig-proeg.com.ar>

POTRYKOWSKI, M. y TAYLOR, Z. (1984). “Geografía del Transporte”. Editorial Ariel, Barcelona.

SANTOS PRECIADO, J. M., AZCÁRATE LUXÁN, M. V., COCERO MATESANZ, D., GARCÍA LÁZARO, F. J. y MUGURUZA CAÑAS, C. (2011). “Los procedimientos de desagregación espacial de la población y su aplicación al análisis del modelo de la ciudad dispersa. El caso de las aglomeraciones urbanas de Madrid y Granada”, GeoFocus (Artículos), nº 11, p. 91-117. ISSN: 1578-5157

TORREGO SERRANO, F. (1986). “Geografía de los transportes” Anales de Geografía de la Universidad Complutense, núm. 6. Ed. Univ. Complutense.

VALDIVIA LÓPEZ, M., ÁVILA SÁNCHEZ, H. y GALINDO PÉREZ, C. (2008). “Fricción de la distancia, autocorrelación espacial de la productividad e impacto de la longitud por carretera en la dinámica de la convergencia de la región centro de México (1993-2003)”. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 71, 2010, pp. 72-87.

La salud de los adultos mayores en Tandil 2010-2013. Un análisis espacial de la morbilidad urbana

TISNÉS, Adela ¹

SALAZAR ACOSTA, Luisa María ²

Introducción

Las ciudades intermedias han sido vastamente definidas, aunque no por eso, existe una definición unívoca de ellas, sino más bien no hay precisiones acerca de los parámetros que las definen (cantidad de población, estructura urbana, cantidad y calidad de servicios, etc). Son, por lo general, “los otros espacios urbanos” definidos frecuentemente “en negativo” al identificarlos como aquellos que no son ni grandes metrópolis ni pequeños pueblos (Bellet y Llop, 2004). El caso particular de estudio, la ciudad de Tandil, corresponde, a una localidad de tamaño intermedio de acuerdo a su cantidad de habitantes: 120.000 personas aproximadamente en el año 2010 (INDEC, Censo 2010).

Una de las características principales de la población de estas ciudades intermedias argentinas, de la región Pampeana puntualmente en este caso, en consonancia con la población mundial en el siglo XXI, será el envejecimiento. Entendido este como un proceso que alcanzará a los países desarrollados y a la mayoría de países de América Latina, y que está caracterizado por el aumento poblacional de los adultos mayores, a medida que la proporción de niños y jóvenes disminuye. El grado de avance y el estado actual de este proceso en cada uno de los países, es diferente, pero además, al interior de los países (en cada ciudad, por ejemplo), los procesos de envejecimiento son diferentes, si se analiza la población según indicadores socioeconómicos. Es posible intuir que en Argentina, el proceso de envejecimiento será rápido, ya que la velocidad de los cambios sociales, económicos y puntualmente demográficos ha sido acelerada. Pero debido a que los cambios demográficos poseen ritmos de cambio y evolución diferentes a las realidades económicas (niveles de pobreza muy elevados, educación deficitaria, acceso a salud, desempleo, niveles de urbanización, etc), la situación de vejez estará asociada a una serie de problemáticas complejas: inestabilidad económica, aumento de las enfermedades crónicas y discapacitantes, relaciones intergeneracionales y la necesidad de adaptaciones sociales, económicas y familiares.

La ciudad de Tandil, no escapa a esta realidad, aunque el ritmo y la profundidad del proceso no alcanza de manera pareja a toda la población. Existe un elevado porcentaje de adultos mayores en situación de vulnerabilidad: viviendo en una situación riesgosa definida por circunstancias específicas que pueden ser sociales, económicas, culturales, familiares, genéticas, de género, y de edad³.

¹ Centro de Investigaciones Geográficas CIG-IGEHCS/CONICET/FCH/UNCPBA atisnes@fch.unicen.edu.ar

² GREDES, Universidad Nacional de Salta salazarluisamaria@hotmail.com

³ Aunque el envejecimiento demográfico está relacionado con el aumento de la proporción de adultos mayores, un tema no menor tiene que ver con la edad a la que comienza a considerarse a las personas como adultas mayores. Decidir un margen inferior de edades a partir de la cual las personas son incluidas dentro de ese grupo, parecería no ser tan simple cualitativamente hablando. Esto tiene que ver básicamente con una parte esencial en el análisis del envejecimiento y es la manera en que los adultos ingresan a la ancianidad. Entendida la ancianidad no como el mero hecho de cumplir determinada edad, sino más bien como un momento a partir del cual, las capacidades biológicas, mentales, físicas, comienzan a verse deterioradas, disminuidas o desmejoradas.

Regionalización socioeconómica de la ciudad

Este trabajo es parte inicial de una investigación más amplia y profunda que busca analizar el estado de salud de los adultos mayores de la ciudad, las principales causas de morbi-mortalidad y los problemas asociados a la accesibilidad de los pacientes a los centros de atención médica.

En esta primera parte se describe de manera analítica la metodología con la que se comienza a abordar la problemática descripta.

Salud en la vejez

El concepto de envejecimiento como dependencia se genera en razón de la aparición y acumulación de padecimientos crónicos, incurables y progresivos, dentro de una polipatología que no es inmediatamente fatal, sino que tiene serios efectos no letales con consecuencias de deterioro funcional, mala calidad de vida, demanda de atención médica y necesidad de cuidados de largo plazo. Es el caso de las enfermedades del corazón, la diabetes, los cánceres y las enfermedades cerebrovasculares, que además son las principales causas de muerte en esta etapa de la vida. Debido a enfermedad e incapacidad a partir de la vejez, se originan dependencias que significan cargas sociales, económicas y emocionales para la persona, la familia y la sociedad. Esta situación era poco problemática cuando los volúmenes de población envejecida eran menores, pero ahora, y sobre todo a futuro, las dificultades se multiplican ante las perspectivas de envejecimiento y cambios epidemiológicos con las consecuencias mencionadas. Ante la necesidad de prevenir y controlar estas enfermedades para mitigar sus efectos, se genera una creciente necesidad de adaptar y reforzar los sistemas de salud, las instituciones de seguridad social y las familias.

Principales causas de enfermedad

En la medida en que la esperanza de vida va aumentando y las personas fallecen cada vez más ancianas, varía, de manera conjunta, el perfil de las causas de enfermedad, y por ende, de defunción. Esta situación se pone de manifiesto al analizar las principales causas de morbilidad por grupos de edad en adultos mayores de 60 años de la Argentina⁴.

Según las bases de datos sobre mortalidad de la Organización Panamericana de la Salud, las principales causas de morbilidad proporcional en los varones son las insuficiencias cardíacas, las enfermedades isquémicas del corazón, seguidas por las enfermedades cerebrovasculares, y la influenza y neumonía.

Relevancia del Conocimiento de la Morbilidad

El término morbilidad es un término de uso médico y científico y sirve para señalar la cantidad de personas o individuos considerados enfermos o víctimas de una enfermedad en un espacio y tiempo determinados. La morbilidad es, entonces, un dato estadístico de altísima importancia

⁴ No podría definirse de manera generalizada una edad en la cual comience la vejez, ni tampoco es posible afirmar que no haya diferencias entre la población de 60 años en adelante. No es lo mismo tener 60 años, que tener 85, sin embargo, para muchos de los análisis, esas dos edades, pertenecen a un mismo grupo. A pesar de estas salvedades, el uso de fuentes de datos cuantitativas invita a tomar una decisión que se traduce en definir de manera general, y más allá de las especificidades, el comienzo de esta etapa. En esta investigación se analizará la población según sexo de 65 años y más.

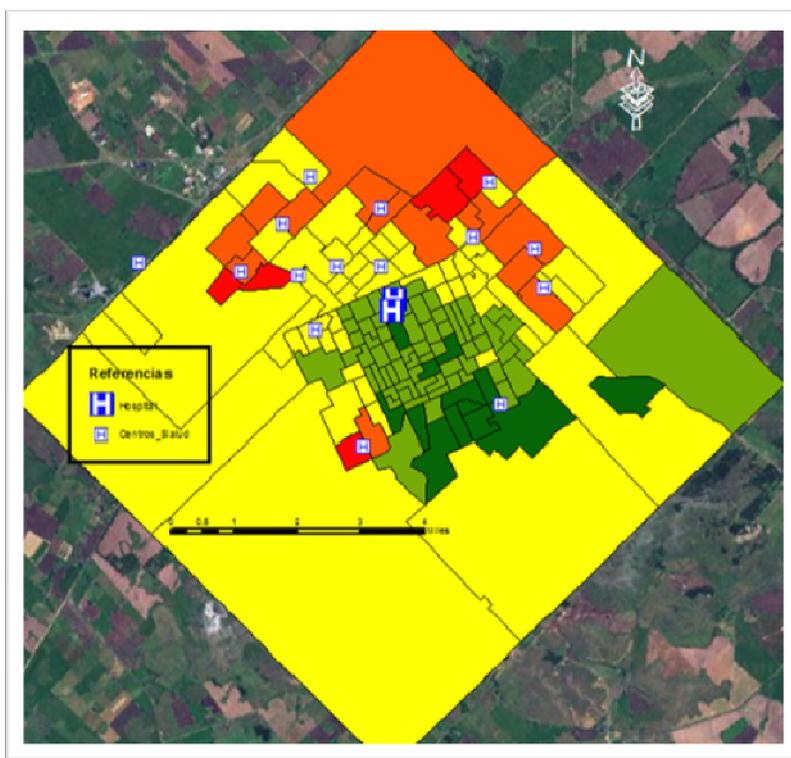
para poder comprender la evolución y avance o retroceso de una enfermedad, así también como las razones de su surgimiento y las posibles soluciones.

Para que el sector salud cumpla eficazmente las funciones que la sociedad le ha encargado, es preciso una planificación permanente de sus acciones. Un paso fundamental en todo proceso de planificación es la estimación y medición de la cantidad y magnitud de los problemas objetivo – problemas de salud, en este caso. Por lo tanto, un aspecto clave en el proceso de análisis de una situación de salud, es la medición de los problemas de salud, representados concretamente por los enfermos y muertos, como signos evidentes y tangibles de tales problemas. Resulta crítico para la planificación en salud, tener una medición constante de la morbilidad y la mortalidad, como índices claros de las necesidades de atención en salud de las poblaciones.

Análisis de la morbilidad urbana en adultos mayores

La información sobre morbilidad proviene de las bases de datos generadas en los centros de atención pública de la ciudad de Tandil (que se encuentran distribuidos espacialmente como puede observarse en el Mapa N° 1), originadas por la implementación progresiva en estos centros de un sistema de Historias Clínicas digitales⁵.

Mapa N° 1. Distribución espacial de los Hospitales Municipales y los Centros de Atención Primaria de la Salud



Fuente: elaboración personal

⁵ El acceso a las Historias Clínicas digitales se obtuvo luego de la firma de un convenio Marco entre la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y el Hospital de Niños 'Dr. Debilio Blanco Villegas' de esta ciudad.

Para esta investigación se analizaron un total de 15060 atenciones en total, de personas mayores a 60 años, considerando que hubo historias clínicas que se atendieron más de una vez en el período seleccionado (2010-2013).

En primer lugar, se procedió a la geocodificación de cada uno de los domicilios de las personas que se atendieron en los Hospitales o los Centros de Atención Primaria (CAP's), dando como resultado un mapa de puntos.

Dado que los indicadores sociales y demográficos se registran en unidades político administrativas o unidades espaciales creadas para eventos puntuales (radios censales, por ejemplo, creados para los operativos censales), y los eventos de salud con que se trabaja se registraron según el domicilio de residencia de las personas, es que en primer lugar, y para poder caracterizar a la población que asistió por alguna enfermedad a los centros de salud de la ciudad, es que se cuenta la cantidad de eventos (personas que se atienden en un centro asistencial) que suceden en cada uno de los radios censales. Para esto, se trabaja conjuntamente con la capa geográfica de polígonos que representa los 145 radios censales definidos para el Censo 2010 y la capa de puntos generada en el punto anterior. Mediante la herramienta 'spatial join' disponible en el ArcTool Box de ArcGis 10.1, se genera una nueva variable en la capa de radios, con un valor en cada uno de los radios que representa el número de personas atendidas en alguno de los centros asistenciales de la ciudad.

Por otro lado se busca analizar las causas de enfermedad en los adultos mayores de la ciudad de Tandil y la posible asociación entre esas enfermedades y variables de tipo sociodemográfico.

Selección de variables, creación de las dimensiones y regionalización socioeconómica de la ciudad

Claramente, lo más eficiente para una regionalización socioeconómica, sería el dato sobre el nivel de ingreso de la población que, por razones diferentes no es accesible en Argentina. Por este motivo, se apela a datos indirectos. Se utilizará para esto, información obtenida del Censo 2010. Para construir este ordenamiento por status socioeconómico, se suele usar el procedimiento de asignarle puntuaciones a los individuos. En la práctica, las puntuaciones se le asignan al hogar y se establece que cada miembro del hogar adquiere el status asignado al hogar. La puntuación que obtiene cada hogar es el resultado de la acumulación de puntos según diferentes variables, que se combinan entre ellas con distintos grados de importancia.

La selección de variables a ser ingresadas en el procedimiento para obtener clusters, se hizo a partir de la aplicación de la herramienta 'grouping analysis' disponible en el ArcTool Box de ArcGis 10.1. Se eligieron variables que reflejaran de la manera más clara posible, las diferencias existentes en las unidades espaciales mínimas consideradas, que en este caso son los radios censales.

Las variables censales seleccionadas fueron:

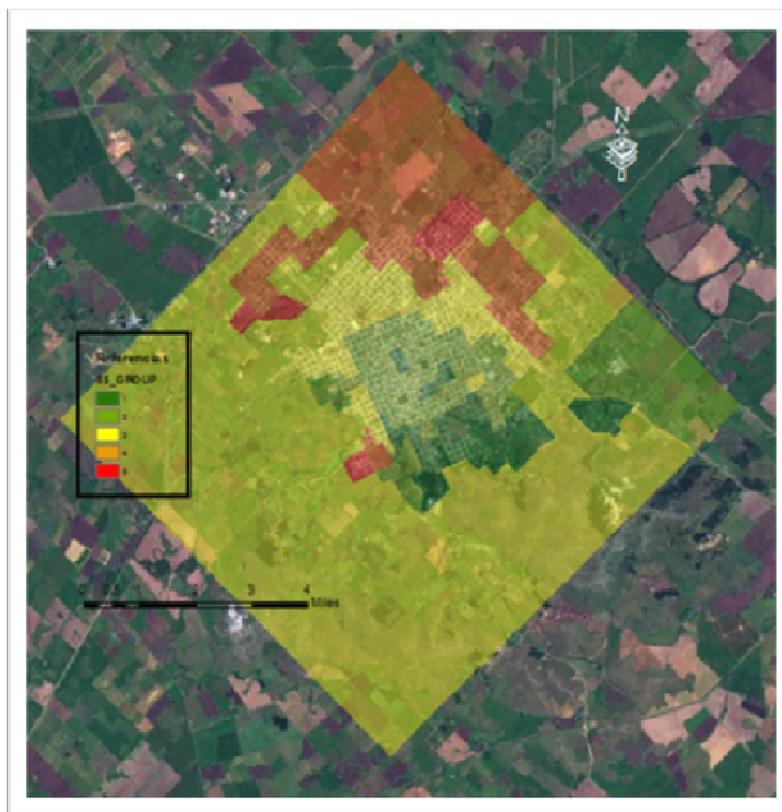
- Posee baño/letrina: Si (V_26)
- Total de habitaciones para dormir:4 (V_45)
- Más de 3 habitantes por cuarto (V_73)
- Total de personas en el hogar 6 o más (V_81)
- Hogares con NBI (V_84)
- Usa Pc, No (P_12)
- Material predominante de los pisos: cemento o ladrillo fijo (H_05)

- Material predominante de la cubierta exterior del techo: chapa de metal (sin cubierta) (H_06)

Esta selección estuvo orientada a describir lo más exhaustivamente la situación habitacional y socio- económica de la población en el año 2010. A partir de estas variables se confecciona una matriz de datos originales (MDO) (Buzai, 2002) con una dimensión de 154 x 8. El siguiente paso es la confección de una matriz de datos estandarizados (MDZ), matriz que poseerá un nuevo conjunto de columnas completamente comparables, producto del cálculo de una nueva columna de valores “z” por cada variable considerada (Buzai, 2002); (Agresti y Finlay, 1997, citado en Buzai, 2002). Sobre esta matriz de datos estandarizados, originada sobre la información proveniente de las variables seleccionadas para los 145 radios censales de la ciudad, se aplican los procedimientos de análisis espacial de la morbilidad.

Luego, se aplicó un ‘linkage analysis’ de clasificación, en este caso ‘grouping analysis’ buscando encontrar cadenas de asociación estadística en base a criterios de homogeneidad. Definido un número de grupos a crear, buscará una solución en la que todas las entidades dentro de cada grupo sean lo más parecidas posible (homogeneidad intragrupos), y a su vez, que todos los grupos creados, sean lo más diferentes entre sí como sea posible (heterogeneidad intergrupos).

Mapa N° 2. Regiones Socioeconómicas. Tandil 2010



Fuente: Elaboración personal sobre la base del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas; INDEC 2001

Quedan entonces conformados cinco clusters o regiones con cierto grado de homogeneidad en su interior. Puede observarse en el mapa representado en el Mapa N° 2, que la distribución de los radios censales agrupados según caracterizaciones socioeconómicas no muestra continuidad espacial, conformando un esquema de núcleo, formado por el cluster de más alto nivel socioeconómico, y anillos periféricos, que descienden en nivel, a medida que se alejan del centro. El cluster de nivel socioeconómico medio-alto, forma un anillo que envuelve al de nivel alto, mostrando un desarrollo más notable sobre el sur y el este. El estrato medio tiene una disposición semicircular, ubicada más bien hacia el norte, sumando el radio del sur de la ciudad y el que se ubica más al este. Los clusters medio bajo y bajo se ubican en el norte de la ciudad, salvo las excepciones observadas en los radios 2003 y 2004 ubicados en el sur-oeste de la ciudad.

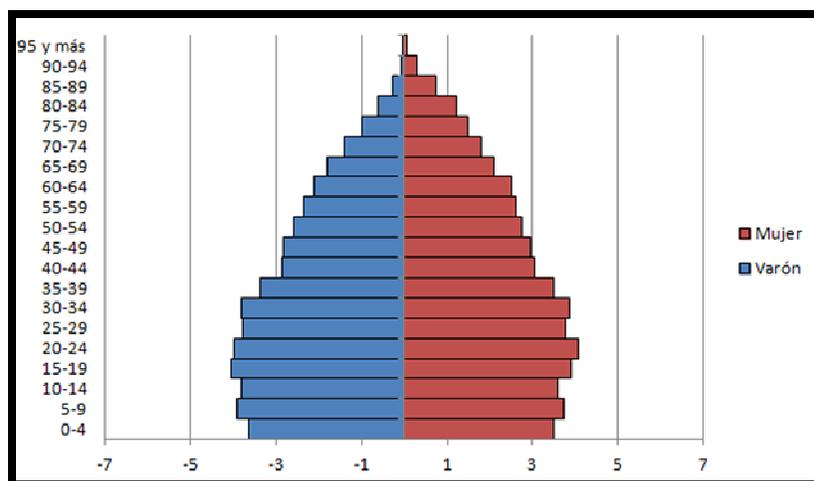
En la cuestión relativa a la determinación de regiones a considerar, se resolvió utilizar la medida obtenida de la ganancia absoluta (definida como la fracción entre distancias intra e inter grupos) y normalizada (dada por el incremento en el número de grupos), y la medida del índice de bondad de ajuste. La medida que resultó ser la más útil fue la ganancia normalizada, que respondía directamente a los fines de la clasificación; esto era identificar lugares que simultáneamente eran muy similares entre sí y diferentes del resto. El resultado obtenido como óptimo fue de 5 regiones socioeconómicas.

La principal característica de esta metodología es que parte de reconocer la heterogeneidad de la pobreza, que permite distinguir grados de intensidad de la privación y diferencias de composición al interior de los hogares identificados como pobres.

Breve presentación de la población de Tandil.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda, la población total de Tandil es de 123871 personas, siendo un 48,36% varones y un 51,64% de mujeres. Si se analizan algunos indicadores de envejecimiento, puede observarse, como se mencionaba al principio de esta investigación, que la población de esta ciudad muestra valores que suponen un interesante grado de avance de este proceso. El Gráfico N° 1, muestra la pirámide poblacional con claros indicios de envejecimiento. Una base retraída y en decrecimiento; una cúspide que comienza a ensancharse, mostrando una proporción de adultos mayores en crecimiento.

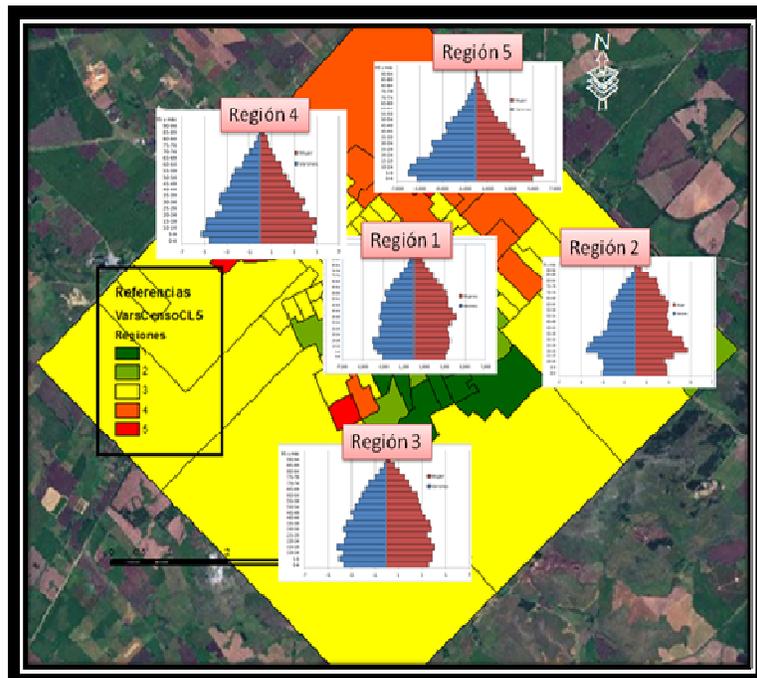
Gráfico N° 1. Pirámide poblacional. Tandil 2010



Fuente: elaboración personal en base a datos Censo Nacional de Población y Viviendas, 2010

Indicadores analíticos como el índice de envejecimiento⁶, arrojan valores que confirman numéricamente la tendencia. Este índice llega a 58,40 para el año 2010. Esto indica que, por cada 100 jóvenes menores de 15 años hay 58,40 adultos mayores. Los valores presentados, corresponden a la población total de la ciudad. Sin embargo, si este análisis se replica sobre las regiones socioeconómicas definidas previamente, puede observarse que no toda la población se comporta de similar manera. Las regiones Socioeconómicas 1 y 2, que representan la mejor situación socioeconómica (según las variables seleccionadas según los criterios adoptados y mencionados previamente), tienen asociadas una pirámide poblacional notablemente envejecida, con una base retraída y una cúspides abultadas (Mapa N° 3).

Mapa N° 3. Regionalización socioeconómica y pirámides de población



Fuente: elaboración personal en base a datos Censo Nacional de Población y Viviendas, 2010

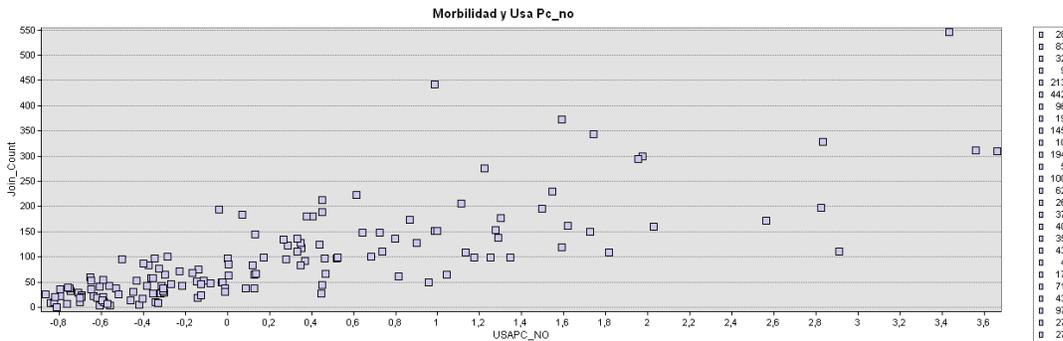
La región Socioeconómica 3, posee asociada una pirámide que muestra un leve nivel de rejuvenecimiento, dado que la base se encuentra algo más ensanchada y la cúspide más retraída. Esta tendencia se acrecienta en las regiones Socioeconómicas 4 y 5.

El hecho de aplicar los procedimientos necesarios para obtener regiones, que en este caso son agrupaciones mayores de unidades espaciales más pequeñas, tiene que ver con varias cuestiones. En primer lugar, dado que son unidades más grandes, es posible hacer recuento de eventos (morbilidad) y de población (cantidad de habitantes) que tengan como resultado valores más elevados que en caso de trabajar con radios censales. Por lo tanto, la estabilidad estadística que se obtiene al aplicar tasas o indicadores sobre las regiones está más garantizada. Es real que un análisis de correlación pudo hacerse utilizando las variables existentes a nivel de radio censal, y confirmando la hipótesis supuesta: a mayor tasa de morbilidad, menor nivel socioeconómico. El

⁶ Un índice que permite observar el balance entre las generaciones jóvenes (comprendidas entre 0-14) y las adultas mayores (65 y más), es el índice de envejecimiento. El Índice de envejecimiento se define como el número de personas envejecidas por cada 100 jóvenes. En términos numéricos, es el cociente de la población envejecida entre la población joven, multiplicado por 100.

Gráfico N° 2 presenta la relación mencionada, utilizando en este caso una de las variables incluidas para la regionalización (Usa Pc_No) y la tasa de morbilidad para adultos mayores.

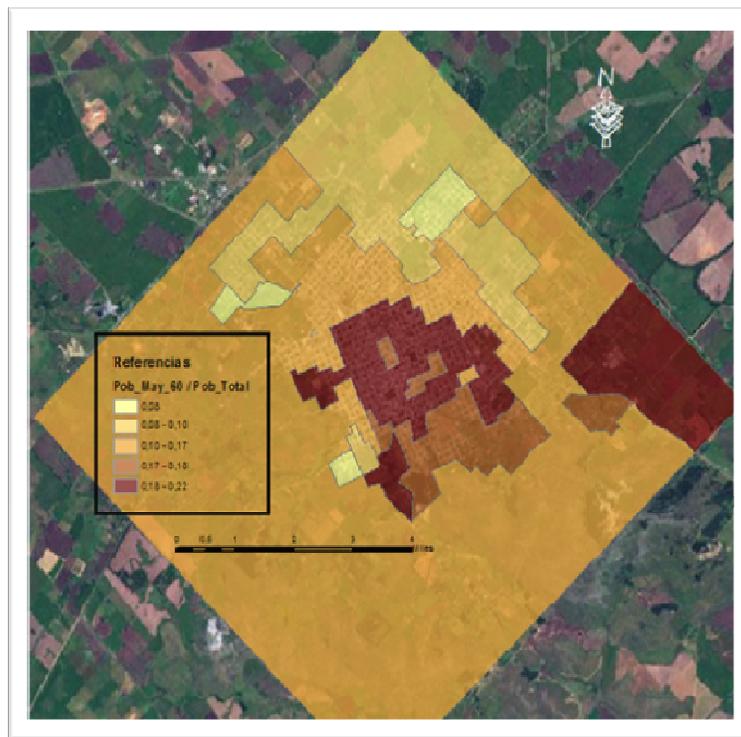
Gráfico N° 2. Correlación entre variables: tasa de morbilidad y ‘Usa Pc_No’



Fuente: elaboración personal a partir de datos Censo 2010 y Hospital de Niños DBV

Sin embargo, cuando se quieren calcular tasas de morbilidad general o, más aún, tasas de morbilidad específica, debemos procurar trabajar con una cantidad de casos estadísticamente significativos. Puede observarse en el Gráfico N° 2, y complementando la información suministrada en el Mapa N° 2, que es en las regiones más favorecidas socioeconómicamente donde se registra mayor proporción de adultos mayores (Mapa N° 4).

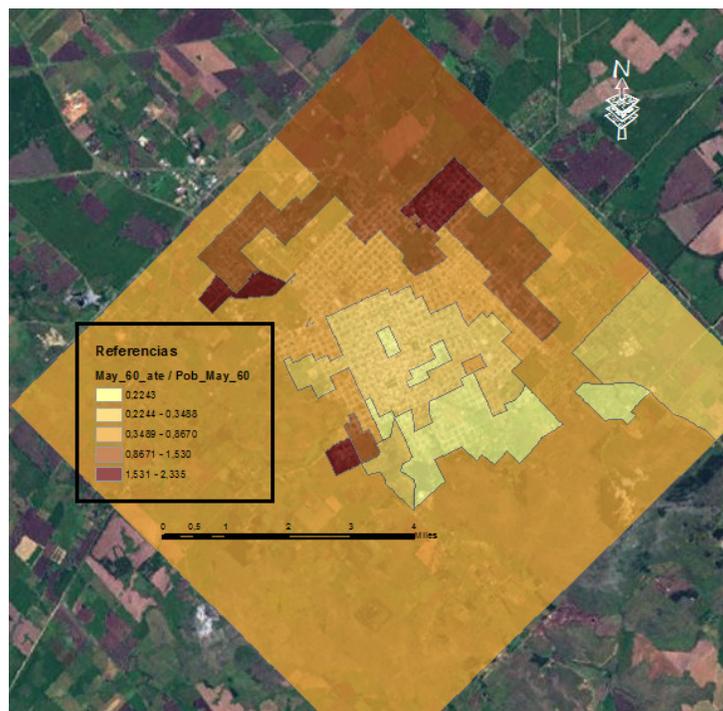
Mapa N° 4. Tasa de envejecimiento en regiones socioeconómicas. Tandil 2010



Fuente: elaboración personal en base a datos Censo Nacional de Población y Viviendas, 2010

Podría pensarse en este sentido, que la demanda sanitaria en el Hospital Ramón Santamarina y en los Centros de Atención Primaria de la ciudad, proveniente de la población mayor a 60 años, provendrían de estas regiones (las que mayor tasa de envejecimiento poseen). Sin embargo, sucede una situación inversa (Mapa N° 5).

Mapa N° 5. Tasa de morbilidad (en HRS y CAP's). Tandil 2010



Fuente: elaboración personal en base a datos Censo Nacional de Población y Viviendas, 2010

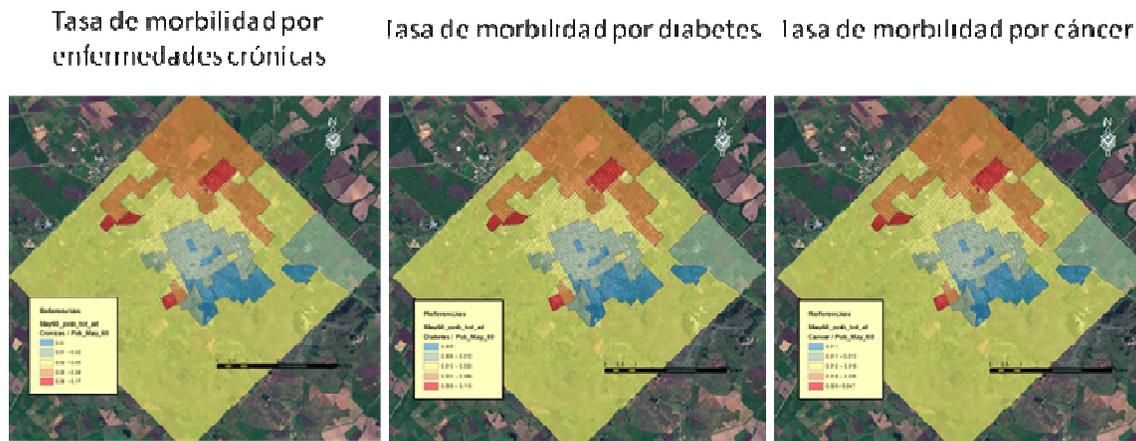
Las tasas de morbilidad más elevadas en el espacio, de pacientes que acuden al Hospital Ramón Santamarina y a los CAP's se ubican en las regiones socioeconómicas más desfavorables. Esta situación debe pensarse también en relación a dos cuestiones. Por un lado, del total de pacientes de los centros asistenciales de salud, un porcentaje no posee obra social (32% de la población que asistió), y por lo tanto, encuentra en el Hospital o los CAP's, como únicas alternativas de atención de la salud. El restante porcentaje, es población que tiene cobertura social, y en un elevado porcentaje a la cápita de PAMI (que distribuye a sus beneficiarios en todos los centros de salud públicos y privados de la ciudad, según una cápita determinada). Sin embargo, no deja de ser un dato relevante la desigual distribución de los domicilios de los pacientes.

Las tasas de morbilidad en cada región socioeconómica definida, son:

	CL1	CL2	CL3	CL4	CL5
MEDICINA PREVENTIVA / PROMOCION SALUD	21,07	186,47	72,51	31,20	107,43
HIPERTENSION ARTERIAL	13,17	173,67	56,45	22,07	94,29
DIABETES2	8,34	87,75	24,48	8,32	37,14
HIPOTIROIDISMO/MIXEDEMA	7,46	38,39	18,06	11,56	27,43
TRASTORNOS METABOLISMO LIPIDICO	6,58	60,33	19,40	8,32	37,14
EVALUACIÓN CARDIOLÓGICA DE RUTINA	6,15	27,42	11,10	5,08	15,43
BRONQUITIS AGUDA	2,19	69,47	21,54	4,85	43,43
SIG/SINTOMAS LUMBARES	2,63	58,50	15,52	6,01	45,14
DOLOR ABDOMINAL GENERAL / RETORTIJONES	1,32	45,70	14,72	6,59	40,00

En primer lugar, y en todas las regiones, la tasa más elevada está representada por la medicina preventiva y promoción de la salud. Este caso no se computa como una enfermedad, sino más bien por una consulta de rutina, y de carácter preventivo. Luego, en todos los casos, la hipertensión arterial es la enfermedad que presenta una tasa más elevada en segundo lugar. En tercer lugar, se encuentran las causas hipotiroidismo y los trastornos del metabolismo lipídico. Luego, si se analiza la distribución de las tasas de morbilidad específicas, según causa, se puede observar que el patrón de comportamiento es muy similar. Esto es, las regiones socioeconómicas más desfavorecidas son las que también presentan una tasa de morbilidad por cáncer, enfermedades infecciosas, diabetes, más elevadas (Mapa N° 6).

Mapa N° 6. Tasas de morbilidad específica urbana. Tandil 2010-2013



Fuente: elaboración propia con datos provenientes de Hospital de Niños Debilio Blanco Villegas

Sabiendo que la población objeto de análisis es aquella que se atiende en los centros de salud públicos de la ciudad, y habiendo constatado que existe una alta correlación entre la tasa de morbilidad y la desfavorable situación socioeconómica, es que se contextualiza este análisis. Debe mencionarse que, del total de adultos mayores de 60 años que viven en la ciudad de Tandil, se está trabajando con un 21,56%, que corresponden a quienes se atendieron por algún motivo en los Centros de Salud públicos de la ciudad.

Conclusiones preliminares

Surge pensar en un desequilibrio espacial en los sentidos mencionados, viene a acrecentar algunas problemáticas referidas a la distribución de servicios sanitarios en relación a la demanda. Los adultos mayores constituyen una población con un alto grado de vulnerabilidad. Puntualmente en esta investigación, la esta situación se ve agravada ya que estamos haciendo referencia a personas que están expuestas a una realidad socioeconómica desfavorable. Pero además, y como se observaba anteriormente, el hecho de padecer, una elevada proporción de ellos, enfermedades crónicas los expone a una doble vulnerabilidad.

Resultará de gran importancia la utilización de la información obtenida en este tipo de estudios, ya que sirven como insumo para la futura programación de políticas relativas al sector inactivo o envejecido de la población. Es cierto que las mencionadas políticas no se encuentran determinadas únicamente por particularidades de carácter demográfico. Claramente, no es posible generar acciones inherentes al envejecimiento que se hallen aisladas ya que cada acción genera sus repercusiones en todos los sectores de la sociedad, como así también, en toda la estructura de edades, la cual se manifiesta de forma diferente en las distintas poblaciones. De cualquier modo, los determinantes poblacionales constituyen un aporte imprescindible para la formulación de políticas concretas.

Bibliografía

AGRESTI, A.; FINLAY, B. *Statistical Methods for the Social Sciences*. Prentice Hall. New Jersey. 1997

BELLET, C. y LLOP, J. M. (2004). Miradas a otros espacios urbanos: las ciudades intermedias. *Scripta Nova*, Vol. VIII, N° 165, pp. 1-30. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-165.htm>

BUZAI, G. D.; Baxendale, C. *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Lugar Editorial. Buenos Aires, 2006.

BUZAI, G; BAXENDALE, C. *Análisis Linkage de los patrones de localización sociohabitacional urbana: el caso de Luján*. Anuario de la División Geografía 2002. Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Luján, 2002

CARO, E “Vulnerabilidad Sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas”. Brasilia, Brasil, ONU, LC/R.2086, 2002

DE PIETRI DE, GARCÍA S, RICO O. Modelos geoespaciales para la vigilancia local de la salud. *Rev Panam Salud Pública*; 23(6):394-402, 2008

EDELMAN L. Using Geographic Information Systems in Injury Research, *Journal of Nursing Scholarship*; Fourth Quarter; (39): 4 p. 306, 2007

ELWOOD S. Grassroots groups as stakeholders in spatial data infrastructures: challenges and opportunities for local data development and sharing. *International Journal of Geographic Information Science*; 22: 71 – 90, 2008

ELWOOLD S. Geographic information Science; new geovisualization technologies-emerging questions and linkages with GISciencie research, *Progress in Human Geography*; 33 (2): 256 – 263, 2009

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, Censo 2010

MENNIS, J, PEUQUET D. A conceptual framework for incorporating cognitive principles into geographical database representation. *Int. J. geographical information science*; 14 (6): 501-520, 2000.

MURAD A. Creating a GIS-based epidemiological application for Jeddah city. *Keynes M. International Journal of Healthcare Technology & Management*; 9: 540, 2008

PÉREZ L, SUÁREZ T. Geomarketing en salud para ubicar oferta de servicios médicos de valor. *Salud Uninorte*; 24: 2, 2008

Comentarios de la coordinación

En esta novena parte denominada Tecnologías de la Información Geográfica se expusieron siete trabajos, de los cuales tres se centraron en aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección al espacio rural, específicamente al análisis de los cambios de uso del suelo agrícola en la Región Pampeana, en los Partidos de Tandil y Coronel Rosales para la Provincia de Buenos Aires, y en las pedanías de Achiras y San Bartolomé para Córdoba.

Otros tres trabajos enfocaron las aplicaciones de estas tecnologías a problemáticas urbanas, como la distribución y análisis espacial de la morbilidad de los adultos mayores y su contrastación con la disposición de los establecimientos del sistema público de atención a la salud; análisis del sistema de transporte público y sus disfuncionalidades con respecto a la accesibilidad espacio-temporal, conectividad de los barrios y movilidad de la población y, el último se centró en un análisis de los procesos actuales de crecimiento, reestructuración urbana y desigualdades socioespaciales mediante técnicas de análisis multivariado.

El trabajo restante trató sobre las tangencias que existen entre los aportes teóricos y metodológicos de la geografía y los procedimientos embebidos en los Sistemas de Información Geográfica.

Realizando un análisis sintetizador sobre las contribuciones recibidas, se destaca la preocupación tanto por aspectos de rigurosidad metodológica y procedimental, como es habitual en esta área del conocimiento geográfico, también la recuperación teórica y conceptual disciplinar que antecede a todas aplicaciones empíricas, como así también el esfuerzo por la transferencia y aplicación significativa de los resultados, vislumbrando una tendencia de aplicaciones humanitariamente comprometidas en pos de una sociedad más justa, aplicaciones que en este sentido se encuentran alineadas al lema y desafío que se prepusieron desde la organización de las III Jornadas Nacionales de Investigación y Docencia en Geografía Argentina.

Finalmente, no quisiéramos dejar de mencionar la transversalidad que el campo de las Tecnologías de la Información Geográfica posee, pudiendo observar numerosos trabajos con usos intensivos de estas tecnologías en los diferentes ejes propuestos para las jornadas.

*El presente libro se terminó de editar
en el Centro de Investigaciones Geográficas
CIG-IGECHS-CONICET/UNCPBA
en el mes de junio de 2014*