

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/364154118>

Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica

Book · October 2022

CITATIONS

0

READS

1,854

2 authors:



Gustavo D. Buzai

Universidad Nacional de Luján

329 PUBLICATIONS 2,200 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Eloy Montes Galbán

National Scientific and Technical Research Council

72 PUBLICATIONS 108 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



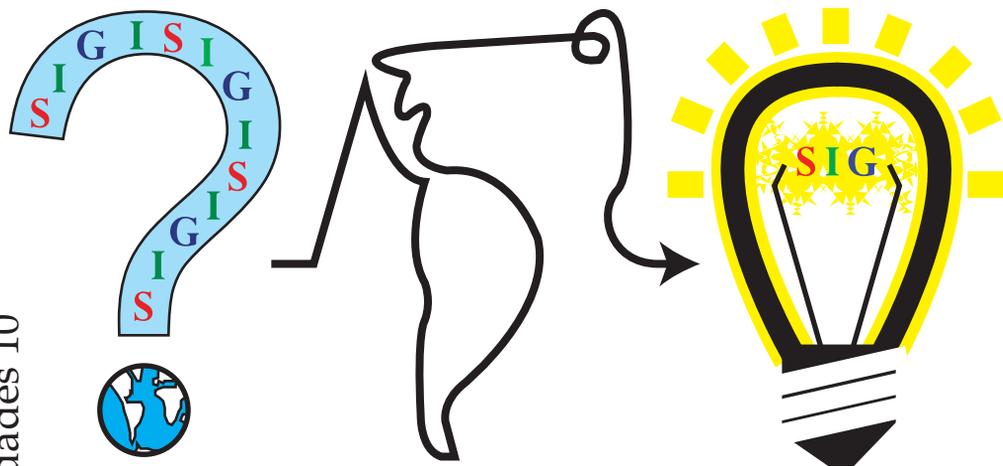
Geografía de la Educación [View project](#)



Territorial transformations in the province of Chaco: the forestry and agricultural dynamics in the transition of the XX-XXI centuries and their environmental, economic and social implications. [View project](#)

Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica

Gustavo D. Buzai
Eloy Montes Galbán
(*Compiladores*)



Colección Espacialidades 10



Instituto de Investigaciones Geográficas
Universidad Nacional de Luján
INIGEO

Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica

Gustavo D. Buzai
Eloy Montes Galbán
(Compiladores)

Buenos Aires - Argentina
2022

Buzai, Gustavo D.; Montes Galbán Eloy
Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica / Gustavo Daniel Buzai ; Eloy Montes Galbán. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Impresiones Buenos Aires Editorial, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48369-6-0

1. Geografía. I. Montes Galban, Eloy. II. Título.
CDD 526.0285

Fecha de catalogación: 2022

Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO)
Universidad Nacional de Luján
inigeo@unlu.edu.ar

INIGEO Luján: Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución
(6700) Luján, Argentina

INIGEO Buenos Aires: Ecuador 871
(1214) Buenos Aires, Argentina

Revisores

Gabriel Acuña Suárez, Claudia A. Baxendale, Osvaldo Cardozo, Karina Chichkoyan, Matías Guirado, Luis Humacata, Cecilia Hurinson, Rosa Cuesta Molestina, Noel Pineda Jaimes, Ernest Ruiz i Almar, Noelia Principi e Iliana Villerías Alarcón.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Primera Edición
Editado en Argentina

© INIGEO, 2022.



Esta obra se encuentra bajo licencia Creative Commons.
Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento – Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.

PENSANDO LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DESDE IBEROAMÉRICA

Gustavo D. Buzai – Eloy Montes Galbán

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
El proyecto de publicación: Hacia el libro <i>Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica</i> <i>Gustavo D. Buzai</i>	
<u>Construcción contextual</u>	
CAPÍTULO 1 – CIENCIA FUNDAMENTAL	23
Sistemas de Información Geográfica como base de la Geografía Global <i>Gustavo D. Buzai</i>	
CAPÍTULO 2 – HISTORIA ACADÉMICA	47
Sistemas de Información Geográfica en América Latina (1987-2021): Un análisis de su evolución académica basada en las CONFIBSIG <i>Gustavo D. Buzai, David J. Robinson</i>	
CAPÍTULO 3 – REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL	77
Un pensamiento latinoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica <i>Gustavo D. Buzai</i>	
CAPÍTULO 4 – BIBLIOMETRÍA	97
Importancia de los Sistemas de Información Geográfica en la producción del conocimiento científico: Un análisis bibliométrico <i>Eloy Montes Galbán</i>	

Pensamiento desde diferentes líneas temáticas

- CAPÍTULO 5 – GEOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA** 107
Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 50 años
Gustavo D. Buzai
- Hacia una Geografía emergente con Sistemas de Información Geográfica** 110
Adelmo Romero Méndez
- Geoinformación y geotecnologías digitales para la humanidad: De la evolución a la silenciosa revolución** 113
Antonio Moreno Jiménez
- Sistemas de Información Geográfica y de-construcción del espacio** 118
Patricia I. Lucero
- Sistemas de Información Geográfica y análisis espacio-temporal: investigación y docencia** 123
Carlos Garrocho
- Los Sistemas de Información Geográfica, la Geografía Aplicada y la profesionalización de la Geografía** 127
Ernest Ruiz i Almar
- CAPÍTULO 6 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN)** 135
Planificación territorial y Sistemas de Información Geográfica: Práctica y tecnología al servicio de objetivos y valores
Claudia A. Baxendale
- Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento del Territorio** 139
Luis Felipe Cabrales Barajas

Sistemas de Información Geográfica y el Análisis del Paisaje en el Ordenamiento Ambiental y Territorial	141
<i>Ricardo Remond, Eduardo Salinas Chávez</i>	
Hablando de la relación entre Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial	145
<i>Djamel Toudert</i>	
Sistemas de Información Geográfica y Territorio	148
<i>Omar Delgado Inga</i>	
Ideas básicas para una eficaz gestión de Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión ambiental	152
<i>Marcelo Sili</i>	
CAPÍTULO 7 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS URBANO-REGIONALES / GEOGRAFÍA URBANA	161
Modelización urbana con Sistemas de Información Geográfica	
<i>Gustavo D. Buzai</i>	
Modelos de cambio de uso de la tierra y Sistemas de Información Geográfica	165
<i>Noel Bonfilio Pineda Jaimes</i>	
Tecnologías de la Información Geográfica y dinámica urbana	169
<i>Montserrat Gómez Delgado</i>	
Sistemas de Información Geográfica y análisis espacial de la expansión urbana	172
<i>Luis Humacata</i>	
Modelos de crecimiento urbano	175
<i>Santiago Linares</i>	

CAPÍTULO 8 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS DE AMBIENTE Y POBLACIÓN / GEOGRAFÍA AMBIENTAL / GEOGRAFÍA DE LA POBLACIÓN	183
Los Sistemas de Información Geográfica en los estudios ambientales	
<i>Olga H. Mayorga</i>	
Geografía y SIG en el análisis espacial de riesgos desde un enfoque sistémico	187
<i>Noelia Principi</i>	
Los Sistemas de Información Geográfica y la vulnerabilidad social	190
<i>Salvador Villerías Salinas</i>	
Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y el impacto del cambio climático en la salud del Caribe	193
<i>José Seguinot Barbosa</i>	
Los SIG y el análisis de las diferencias de calidad de vida desde una perspectiva histórica y geográfica en la Argentina	199
<i>Guillermo A. Velázquez</i>	
CAPÍTULO 9 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ANÁLISIS ESPACIAL DE LA SALUD / GEOGRAFÍA DE LA SALUD	205
Sistemas de Información Geográfica en Salud	
<i>Marcela Virginia Santana Juárez</i>	
Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Salud	210
<i>José Seguinot Barbosa</i>	
La importancia de los SIG en las investigaciones de Geografía de la Salud	214
<i>Iliana Villerías Alarcón</i>	

La búsqueda de sitios candidatos para localizar centros de atención de salud (SIG+EMC)	217
<i>Gustavo D. Buzai</i>	
Acerca de la Importancia de los Sistemas de Información Geografía (SIG) en los Sistemas de Información en Salud (SIS)	220
<i>Liliana Ramírez</i>	
La Geografía en apoyo a las decisiones en salud pública	225
<i>Emmanuelle Quentin</i>	
CAPÍTULO 10 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS DE MOVILIDAD / GEOGRAFÍA DEL TRANSPORTE	231
Los nuevos enfoques de accesibilidad en ciudades con Sistemas de Información Geográfica	
<i>Carolina Rojas Quezada</i>	
Localización 3.0: el conocimiento geográfico en la base de la movilidad del futuro	234
<i>Oswaldo Cardozo</i>	
Big data, Sistemas de Información Geográfica y Transporte	239
<i>Javier Gutiérrez Puebla, Juan Carlos García Palomares</i>	
El uso de SIG en investigación y prevención de accidentes viales en México	242
<i>Luis Chias Becerril</i>	
CAPÍTULO 11 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CARTOGRAFÍA	249
Mapa y Sistemas de Información Geográfica: medio siglo para un reencuentro ...o del mito a un gran triunfo	
<i>Josep María Rabella i Vives</i>	

El impacto de los Sistemas de Información Geográfica en la Cartografía	256
<i>Mark Monmonier</i>	
Los Sistemas de Información Geográfica y la Cartografía Digital	260
<i>Fernando Paso Viola</i>	
Aplicaciones de la Cartografía Histórica y las Tecnologías de la Información Geográfica en la Historia Ambiental	264
<i>Marina Miraglia</i>	
Modelos geográficos aplicados a la gestión del territorio, combinación entre Cartografía y los SIG	267
<i>Rosa Cuesta Molestina, Martha Villagómez</i>	
La escala 1:1 y los Sistemas de Información Geográfica modernos	271
<i>José Ignacio Sánchez</i>	
Tecnologías SIG Web en la construcción de atlas interactivos	274
<i>Noelia Principi, Eloy Montes Galbán</i>	
CAPÍTULO 12 – TRATAMIENTO DE DATOS Y METODOLOGÍA	281
Los Sistemas de Información Geográfica y el enfoque computacional en la investigación científica	
<i>Joaquín Bosque Sendra</i>	
Sistemas de Información Geográfica y Big Data espacial	283
<i>Joaquín Bosque Sendra</i>	
El desafío de armonizar datos espaciales ambientales y poblacionales en los Sistemas de Información Geográfica (SIG): ¿puede la grilla estadística ser una alternativa?	287
<i>Heinrich Hasenack</i>	

¿Geografía cuantitativa o métodos cualitativos?: Hacia una metodología alternativa	291
<i>Armando García de León</i>	
Sistemas de Información Geográfica e inferencia causal	295
<i>Gustavo D. Buzai</i>	
CAPÍTULO 13 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EDUCACIÓN	301
Los Sistemas de Información Geográfica y la Educación Geográfica actual	
<i>Eloy Montes Galbán</i>	
La formación en Tecnologías de la Información Geográfica: Hacia una nueva etapa	304
<i>Liliana Ramírez</i>	
El modelo virtual formativo de las nuevas posibilidades de la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica	309
<i>José M. Santos Preciado</i>	
Geografía y geógrafos: Conflictos tecnológicos	313
<i>Paulo Fitz</i>	
Los geógrafos profesionales y el análisis espacial	316
<i>Manuel Fuenzalida</i>	
Los Sistemas de Información Geográfica en la escuela media: diagnóstico y perspectivas	319
<i>Luis Humacata</i>	
La importancia de las geotecnologías gratuitas en el proceso de enseñanza-aprendizaje escolar	323
<i>Roberto Barboza Castanho</i>	

CAPÍTULO 14 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ESPACIOS DIGITALES / CIBERGEOGRAFÍA	329
La Geografía y el ciberespacio <i>Gersón Beltrán López</i>	
Ciberespacio y la metáfora geográfica <i>Djamel Toudert</i>	333
Elementos teóricos para abordar la segregación digital territorial: reflexiones desde la Cibergeografía y el ciberespacio <i>Jeffer Chaparro Mendivelso</i>	336
El camino digital de la Geografía. Experiencia personal <i>Gustavo D. Buzai</i>	340
CAPÍTULO 15 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MÁS ALLÁ DE LA GEOGRAFÍA / METAGEOGRAFÍA	347
Los Sistemas de Información Geográfica en la Arqueología argentina <i>Sonia L. Lanzelotti</i>	
El uso de Sistemas de Información Geográfica en investigación y aplicación ecológica <i>Silvia D. Matteucci</i>	349
Los Sistemas de Información Geográfica, nuevos indispensables en la caja de herramientas sociodemográficas <i>Mariana Marcos</i>	354
Sistemas de Información Geográfica y Economía <i>Ignacio Mattarollo</i>	357

CAPÍTULO 16 – CIMIENTOS GEOGRÁFICOS CUANTITATIVOS	365
Geografía Científica, Fred K. Schaefer, 1953 <i>Ernest Ruiz i Almar</i>	
Automatización, Waldo Tobler, 1959 <i>Ernest Ruiz i Almar</i>	369
Matemática espacial, William Bunge, 1962 <i>Gustavo D. Buzai</i>	373
Revolución, Ian Burton, 1963 <i>Gustavo D. Buzai</i>	376
Matriz geográfica, Brian J.L. Berry, 1964 <i>Gustavo D. Buzai, Ernest Ruiz i Almar</i>	379
Sistema espacial, Peter Hagge , 1965 <i>Eloy Montes Galbán</i>	382
Moda en la ciencia, David Harvey, 1969 <i>Gustavo D. Buzai</i>	385
Espacialidad, Peter Gould, 1985 <i>Gustavo D. Buzai, Eloy Montes Galbán</i>	388
<u>Palabras finales</u>	
SÍNTESIS	395
Los Sistemas de Información Geográfica en el núcleo conceptual de la Geografía. Recorrido temático por las contribuciones <i>Gustavo D. Buzai</i>	
LOS COMPILADORES	413

Introducción

Proyecto de publicación: Hacia el libro *Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica*

Gustavo D. Buzai

El inicio de este libro puede fecharse el 12 de agosto de 2014 cuando Eloy y yo, luego de intercambiar algunos mensajes de correo electrónico, combinamos encontrarnos y conocernos en el bar La Ópera (Av. Callao y Av. Corrientes) de Buenos Aires. Eloy, geógrafo venezolano de la Universidad del Zulia (LUZ), iniciaba la realización de su doctorado en Geografía en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) en la ciudad de Resistencia (Argentina) y me solicitó esta reunión que sería posible en uno de sus tránsitos por esta ciudad. Le pedí a Claudia que me acompañara y compartimos mesa con variadas conversaciones geográficas durante un par de horas.



Fotografía del primer encuentro. Eloy Montes Galbán, Gustavo D. Buzai y Claudia A. Baxendale hace casi una década.

Uno de los intereses que tenía Eloy era sumarse a lo que en el sitio web del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG) habíamos denominado *Red GESIG*, un espacio de cooperación internacional formado, de hecho, entre colegas amigos de diferentes países y con los cuales nos encontrábamos periódicamente en diferentes lugares, principalmente en las ciudades sedes de la Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (CONFIBSIG), con mayor estabilidad, desde la edición realizada en Cáceres (España) en 2003. Habíamos logrado tal nivel de cooperación que merecía, de alguna manera, ser considerada como un espacio posible y así pude listar a todos aquellos colegas de diferentes instituciones con los cuales mantenía importantes relaciones académicas y de cooperación en diferentes instancias.

Tenía presente las diferentes conversaciones informales, intercambio de ideas y temas que se habían tratado en tantos años con tantos colegas y lamentaba que ello no estuviera plasmado en algún medio, sino que habían quedado en la tradición oral y mis recuerdos que, de ninguna manera, serían completos. La intención de Eloy, de hacer que su unidad académica de LUZ se incorporara a la *Red* me llevó a pensar que se podía tratar de darle mayor formalidad y visibilidad a muchos de estos intercambios tan valiosos.

En nuestro primer encuentro le solicité un par de cosas: que realizara un comentario bibliográfico del libro docente del GESIG, *Sistemas de Información Geográfica: Teoría y Aplicación* (Buzai et al., 2013) y que nos presentara un artículo para publicar en nuestra revista *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. Ambos requerimientos fueron cumplidos en tiempo y forma ese mismo año y pueden verse en Montes Galbán (2014a, b).

La vinculación permanente que mantuvimos luego del primer encuentro y pudiendo haber comprobado su idoneidad y compromiso con respecto al trabajo académico, me dio la pauta que podría avanzar otro paso y el 7 de Octubre de 2014, luego de un intercambio en la cual evaluamos algunas posibilidades de

difusión de la red, le propuse iniciar la edición del *boletín Red GESIG*. Luego de su respuesta favorable, demostrando una excelente predisposición, envié un mensaje de correo electrónico a los integrantes del grupo de investigación en UNLu para informarles que iniciaríamos este nuevo proyecto de publicación. Lo transcribo a continuación ya que en esas líneas quedaba plasmado sintéticamente el espíritu de este trabajo.

“Estimados GESIG. Ustedes saben que este año tuve un encuentro personal en Buenos Aires con el Lic. Eloy Montes Galván de la Universidad del Zulia (Venezuela). Luego nos visitó en la UNLu y creo que por el día que estuvo solamente conoció a Sonia Lanzelotti. Eloy es un colega joven como ustedes, con muchas ganas de hacer cosas y muchas ideas, además con una buena producción que abarca principalmente temas educativos en SIG. Les cuento además que se encontraba preparando un libro de QGIS 2.4 para sus clases universitarias y nuestro libro *Sistemas de Información Geográfica (SIG): Teoría y aplicación* le sirvió de buena referencia. Al darle nuestro libro en versión impresa le pedí que hiciera su comentario bibliográfico para GeoSIG 6 y ya lo envió, así que este año lo tendremos como colaborador de nuestra revista. El motivo de haberme pedido una entrevista con motivo de su viaje a la Argentina era interiorizarse por nuestra Red GESIG que aparece nombrada en nuestro sitio web, y yo le conté la informalidad del caso, que esta red es de cooperación académica informal entre colegas de diferentes países que mantenemos buenas relaciones de ayuda académica en los diferentes temas que iban surgiendo a través del desarrollo de nuestras investigaciones, así salieron publicaciones, cursos, organización de eventos, etc. Hace unos días Eloy se ofreció a trabajar para darle mayor visibilidad a la red y mediante unos idas y vueltas de correos electrónicos definimos realizar una publicación que tendrá como nombre *Red GESIG*, un pequeño boletín que puede ser disponibilizado a través del sitio <http://issuu.com> el mismo en el cual se encuentra compaginada *RED Sociales*, la actual revista del Departamento de Ciencias Sociales de la UNLu. La idea es realizar un boletín básico

cuatrimestral (3 por año) con temas de investigación y de reflexión, estos últimos estarán relacionados a una temática que se desarrollará en cada número y para la cual invitaremos a referentes internacionales en el tema, pero por supuesto junto a ellos podrán escribir todos los integrantes de la red. Hay mucho más pensado, pero por ahora simplemente quiero contarles esto para que todos estén al tanto. Consideré que Eloy puede actuar como director del boletín por los primeros dos años, es decir, ser el responsable de los primeros 6 números, para luego realizar un balance de situación y ver como seguimos. Serán los boletines: N°1 (abril 2015), N°2 (agosto 2015), N°3 (diciembre 2015), N° 4 (abril 2016), N°5 (agosto 2016) y N°6 (diciembre 2016). Temas propuestos temáticos tenemos muchos. Para el número 1 será Geografía y Sistemas de Información Geográfica, luego habrá SIG en la investigación científica, SIG y educación, SIG y Ciencias Sociales, Evolución de los SIG, Avances en Neogeografía, SIG y Geografía Física, SIG y SADE, SIG y métodos matemáticos, etc. etc. En síntesis, toda idea será bienvenida. El e-mail de Eloy es eloyead@yahoo.com. Les mando un cordial saludo y los tendré al tanto de cómo evoluciona este nuevo proyecto. Espero recibir ideas y luego textos (que serán cortos) para el boletín. Gustavo”.

Quienes colaboraron y fueron lectores del boletín Red GESIG pueden comprobar que los números publicados entre Abril de 2015 y Diciembre de 2019 cumplieron con el objetivo inicial y que la evaluación realizada a los dos años, luego de la publicación del boletín N° 6, no dejó dudas de que el trabajo debería seguir de la misma forma, con Eloy como director del boletín y mi participación en apoyo, como director del GESIG, a un proyecto de publicación que se desarrolló en un período de 4 años y 8 meses.

Durante ese lapso de tiempo publicamos 11 boletines temáticos en los cuales convocamos a referentes iberoamericanos sobre diferentes temas y todos, sin excepción, con la misma actitud de colaboración de siempre, nos enviaron sus aportes para avanzar desde un punto de vista teórico en el pensamiento y la discusión sobre los alcances del SIG. Los boletines publicados se

encuentran disponibles en <https://prodisig.wixsite.com/prodisig/boletin> y cada número estuvo destinado a uno de los grandes temas que merecían reflexión en las reuniones científicas internacionales.

Un hito importante sucedido mientras nos encontrábamos promediando la publicación de nuestros boletines fue la creación de la Red Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (REDISIG) (www.redisig.org) y a partir de ella formalizamos un importante espacio de cooperación. La propuesta fue realizada por Gustavo D. Buzai y apoyada por unanimidad, justifica su creación durante el plenario de la XVI CONFIBSIG realizado el día 29 de Setiembre de 2017. El acta constitutiva, con fecha del 21 de Noviembre de 2017, se encuentra firmada por Argentina (Gustavo D. Buzai y Claudia A. Baxendale), Chile (Manuel Fuenzalida Díaz), Costa Rica (Julio Moraga Peralta), Ecuador (Omar Delgado Inga), España (Antonio Moreno Jiménez y Rosa Cañada Torrecilla) y México (Marcela Virginia Santana Juárez y Noel Pineda Jaimes).

Dos años después, en Diciembre de 2019, con el objetivo cumplido, dimos por finalizado el proyecto de publicación y a partir de los aportes recibidos disponíamos de un material único y de gran valor al presentar innumerables reflexiones surgidas por profesionales usuarios de Iberoamérica.

La idea de realizar un libro con este material había surgido mientras el proyecto avanzaba favorablemente y en la segunda mitad del 2021 comenzamos a analizar las posibilidades de concretar su publicación. Junto a ello evaluamos la posibilidad de convocar a colegas que no habían estado presentes en los boletines publicados y que, sin dudas, merecían ingresar como autores, al mismo tiempo, que ampliarían la riqueza conceptual del material. Es así como procedimos a cursar nuevas invitaciones y es así como el libro contiene un total de 52 autores de 12 países (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, España, México, Puerto Rico y Venezuela). Estamos sumamente satisfechos por un resultado que consideramos muy original y que, por primera vez, se presentan abordajes de reflexión conceptual del SIG en Iberoamérica.

El libro presenta cuatro temáticas como marco inicial, aspectos científicos a través de la Geografía Global, históricos en un análisis de la evolución académica a partir de las CONFIBSIG, ideológicos con un análisis de la existencia de un pensamiento latinoamericano que pueda generar especificidad ante el SIG y de impacto a través del análisis de la intensidad en su uso disciplinario en el ámbito de la Geografía con focalización en publicaciones periódicas. Las líneas temáticas originales incorporan el pensamiento geográfico en las relaciones de SIG con la Geografía, ordenamiento territorial, urbano-regional, ambiente y población, salud, transporte, Cartografía, datos y metodología, educación, ciberespacio y finalmente, el intercambio de ideas realizado con Ernest Ruiz i Almar nos llevó a incorporar un análisis de los principales aportes clásicos de la Geografía Cuantitativa, tema incorporado en el último capítulo y en el que se analizan los cimientos sobre los que fueron construidos todas las reflexiones presentadas.

Para finalizar, en estas líneas aparece en secuencia el camino que recorrimos durante ocho años para llegar a este libro, una esperada culminación para el proceso de publicación y que, brinda un panorama global, de la discusión científica actual centrada en los SIG desde Iberoamérica.

Bibliografía

- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Principi, N. *et al.* (2013) *Sistemas de Información Geográfica: Teoría y Aplicación*, Luján, Universidad Nacional de Luján.
- Montes Galbán, E. (2014a) Diagnóstico socioespacial de dimensiones económicas en Venezuela a través del Valor Índice Medio, *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 6, 120-132.
- Montes Galbán, E. (2014b) *Sistemas de Información Geográfica: Teoría y Aplicación* (Gustavo D. Buzai, director, 2013), *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 6, Sección III, 1-3.

CAPÍTULO 1

CIENCIA FUNDAMENTAL

Sistemas de Información Geográfica como base de la Geografía Global

Gustavo D. Buzai

En el año 2024 los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cumplirán 60 años de edad, considerando como el inicio la creación del CGIS (*Canada Geographic Information System*). Durante este período, el desarrollo sostenido en la evolución del *software* hace que actualmente sea considerada una tecnología madura.

En los primeros veinte años transcurridos, hasta mediados de la década de 1980, el tratamiento computacional de datos se realizaba principalmente mediante el uso de *software* con finalidades específicas, orientados hacia las entidades gráficas o numéricas y los SIG ocuparon el lugar de tecnología para la integración al vincular la cartografía digital con los datos cuantitativos surgidos de los atributos de las unidades espaciales. La Geografía como ciencia aporta al desarrollo de *software* proporcionando procedimientos metodológicos que pudieron ser incorporados en el ambiente digital y el uso de las computadoras en Geografía generó un importante impacto. Considerando esta situación, Dobson (1983) muestra la aparición de una nueva rama disciplinar que denominó *Geografía Automatizada*.

Pensar en las capacidades técnico-metodológicas de los SIG llevó a poner atención a sus aptitudes paradigmáticas, principalmente en el apoyo al desarrollo de una visión sistémica de la realidad basada en la Geografía Cuantitativa. El impacto fuera de la disciplina logrado por el uso de la Geografía incorporada en las computadoras fue creciente en el ámbito científico, a tal punto que pudo ser definida una *Geografía Global* (Buzai, 1999) a partir de la difusión de teorías, métodos y técnicas geográficas hacia las disciplinas que, mediante el uso de SIG, incorporaron la dimensión espacial en sus estudios.

Este capítulo analiza un proceso de medio siglo de duración en el marco de la Geografía Humana de un siglo y para ello se presenta la base empírica de la disciplina y la aproximación para su estudio.

Al ubicarnos temporalmente en la etapa de una tercera globalización, correspondiente a un período de hipermodernidad tecnológica de una racionalidad informática (Maldonado, 1998), la generación y circulación de datos geográficos es fundamental y la perspectiva sistémica proporciona respuestas epistemológicas para su clara utilización empírica. Se transita el camino desde la ciencia pura a la ciencia aplicada.

La Geografía actual está compuesta de diferentes paradigmas, de ellos la Geografía Cuantitativa es la que genera elementos para considerarla una ciencia espacial, dándole especificidad al campo de estudio y poner a los conceptos del análisis espacial en una ubicación central de operatividad a través de a aplicación de los SIG.

Esta estructura conceptual y empírica está ingresando en una nueva etapa. Los SIG generan un impacto teórico-metodológico dentro de la Geografía (*Geografía Automatizada*) y fuera de la disciplina (*Geografía Global*), éste último comenzó en los ámbitos académicos (*MetaGeografía*) con continuidad en diferentes prácticas sociales (*NeoGeografía*), todo ello basado en el uso de las computadoras y las tecnologías de la información y las comunicaciones. Estos aspectos son los considerados en este capítulo inicial.

Base empírica y aproximación científica. Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) constituyen la base en la cual se apoya la Geografía actual y, dentro de ellas, los SIG son considerados responsables de una revolución tecnológica en la disciplina, aunque, en gran medida, generaron una revolución intelectual. La revolución tecnológica se asocia a la utilización de métodos basados en la informática, utilizados para el tratamiento de datos referenciados espacialmente, mientras que la revolución intelectual se relaciona a la forma en la que es pensada la realidad, es decir, la base empírica del mundo como contexto.

Esta base empírica se manifiesta como un paisaje global formado por la interacción de cuatro esferas que tienen diferentes velocidades de desarrollo. Las dos primeras del planeta físico-natural: la *geósfera*, de componentes abióticos (atmósfera, litosfera e hidrosfera) y la *biósfera*, de componentes bióticos (seres vivos: vegetales y animales). Las dos siguientes del mundo humano: la *tecnosfera* en la mediatización de la relación sociedad-naturaleza (herramientas y desarrollos tecnológicos), y la *noósfera*, formada por la sociedad humana en tanto interacciones de conocimientos.

Aunque el hombre pertenece a la biosfera, consideramos su separación de ella a partir de la cultura, ya que mientras la mayoría de los seres vivos intentan sobrevivir adaptándose a la naturaleza, la especie humana fue la única que intenta entenderla, y para realizarlo creó aspectos conceptuales que apoyaron el desarrollo de la ciencia. La ciencia, de acuerdo a Bunge (1981) puede definirse como un conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable, y por consiguiente, puede ser falible.

La ciencia surge a partir de intentar comprender el funcionamiento de la naturaleza ante la búsqueda de respuestas racionales que se aparten de las explicaciones mítico-religiosas basadas en la creencia del criterio de autoridad. Asimismo intenta separarse de toda cuestión emocional y valorativa en la construcción de conocimiento al considerar que la existencia es independiente de la conciencia. Es sistemática porque es un conocimiento que no se obtiene de manera aleatoria, sino que existen procedimientos específicos para su formulación. Busca la exactitud en cada aproximación a la realidad al ampliar la correspondencia entre los enunciados observacionales y la base empírica de que provee la realidad, y finalmente, puede ser verificable a partir de contrastar hipótesis que se formulan con la finalidad de aproximarnos a la verdad. En este sentido, es de destacarse, que la verdad en ciencia es siempre provisoria ya que no es posible verificarla, pero sí falsarla.

La Geografía basada en el uso de SIG, cuenta con estos sistemas como importantes auxiliares para la generación de hipótesis y, a partir de allí, resulta posible focalizarse en objetivos

exploratorios, descriptivos, clasificatorios o explicativos, con la posibilidad de realizar diferentes combinaciones entre ellos. Las hipótesis que se formulan por paralelismo u oposición pueden resolverse mediante el uso de técnicas del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*), las hipótesis de causalidad pueden resolverse mediante la aplicación de la Regresión Ponderada Geográficamente (GWR, *Geographically Weighted Regression*), mientras que las formulaciones *recapitulativa* o *interrogativa* se presentan como combinaciones de las anteriores (Buzai *et al.*, 2009).

En síntesis, cuando abordamos el análisis conceptual de la Geografía y el análisis empírico a través del contexto del sistema mundo en el ámbito de la Geografía, la relación entre ciencia y tecnología se presenta de manera muy estrecha.

Avalancha de datos y tercera globalización. Las cuatro esferas que forman la base empírica del planeta Tierra proporcionan una permanente fuente de estímulos. Muchos datos se obtienen de manera directa con nuestras posibilidades cognitivas y de manera indirecta a través del uso de instrumentos cada vez más sofisticados. Los siguientes datos resultan sorprendentes: cuando en el año 1967 se puso por primera vez en órbita el satélite artificial LANDSAT, utilizado para la exploración de los recursos naturales y finalizó su primera circunferencia orbital obtuvo un cantidad de datos equivalente a la que los geógrafos tenían hasta el siglo XV y en la segunda órbita elevó el volumen llegando a la que disponían hasta el siglo XIX (Stotman, 1999).

Es posible afirmar que esta avalancha de datos geográficos sobrepasaron las capacidades técnicas generalizadas, pero no las capacidades de la racionalidad, la cual puede afrontarlos mediante la integración que se hace posible a través la construcción de conceptos genéricos y de los procedimientos de clasificación a partir de captar la unidad en la diversidad de manera no contradictoria (Sagan, 1995; Rand, 2011).

Desde una perspectiva espacial, las primeras imágenes que mostraron de manera completa al planeta Tierra flotando en

la inmensidad del universo generaron un notable impacto. Las fotografías tomadas por el Orbiter-1 en 1966 y la titulada *Earthrise* tomada por el astronauta William Anders desde el Apolo 8 en 1968 son las primeras en mostrar a la Tierra apareciendo detrás del horizonte lunar. La segunda, en color, es considerada una de las fotografías más importantes de la historia de la humanidad.

Poder ver esa pequeña esfera flotando en la inmensidad del espacio generó un impacto conceptual y ético mayor de lo que se podría imaginar (Gould, 1987; Buzai, 2008). Una perspectiva que hizo tomar conciencia de nuestro pequeño hogar planetario (Sagan, 1980) y que en esa escala, las posturas etnocéntricas pierden sentido.

Esta consideración planetaria de una imagen en movimiento, una esfera brillante, azul por los océanos, marrón por los continentes y blanco por los hielos y las nubes, muestra desde un punto de vista empírico la mayor integración del sistema físico-natural y sobre el cual existen todas las relaciones humanas en diferentes escalas. Según Dollfus (1992) corresponden al Sistema Tierra y Sistema Mundo respectivamente.

Cuando se producen relaciones humanas a escala mundial se habla de globalización, concepto que tiene su base en la esfera terrestre (globo) y la presencia de datos que fluyen por sobre los 510 millones de km² de la superficie del planeta. Hemos identificado tres globalizaciones:

Globalización material: Los primeros datos que se masificaron por el globo fueron los que contiene el ADN humano. El primer proceso de globalización sucedió cuando fuimos la primera especie animal en poblar la totalidad de ecosistemas terrestres conectados (Wells, 2007; Buzai, 2018b). Fue un largo camino que comenzó hace 7 millones de años en el centro de África y finalizó hace 20 mil años en América y que cada individuo puede llegar a conocer a través del análisis de su ADN (Buzai, 2017).

Globalización conceptual: La segunda globalización está relacionada con la toma de conciencia universal de que habitamos

una esfera que flota en el espacio. Esto tiene su origen en la revolución científica iniciada en el siglo XV, período que se encuentra entre los trabajos de Nicolás Copérnico (1473-1543) e Isaac Newton (1642-1727). Este período fue definido inicialmente por Alexandre Koyré y autores como Boido (1996) lo asientan con centralidad en las investigaciones de Galileo Galilei (1564-1642).

Globalización digital: La globalización actual se encuentra fuertemente relacionada a la circulación de datos en el ciberespacio. Desde la cibergeografía podemos ver y explorar este espacio a partir de representar cartográficamente la circulación global de datos que se produce entre computadoras ubicadas en diferentes lugares del mundo. Es un espacio sobre el cual se aplican diferentes aspectos de la geopolítica y en el cual es posible ver diferentes centralidades y periferia (Buzai, 2013; Focás, 2013).

Actualmente, una perspectiva planetaria permite abordar aspectos del cambio climático global, las relaciones económicas y políticas internacionales, la lucha por el control del sistema de flujos de transporte y comunicaciones, una serie de temáticas que tomaron gran protagonismo en la actualidad. Estas presentan las más amplias vinculaciones en el espacio relacional mundial y, desde allí, la posibilidad de realizar diferentes cambios de escala hasta llegar a los sitios del espacio local.

La Geografía como ciencia, contempla una gran amplitud para sus estudios. Todos sus abordajes se encuentran localizados sobre la superficie terrestre en diferentes escalas de amplitudes que contemplan desde su superficie total hasta el metro cuadrado que ocupamos en este momento.

La realidad geográfica como sistema. Todo abordaje en escala planetaria lleva a pensar la realidad como una totalidad compuesta por entidades que se organizan en relaciones estructurales. Esta consideración surge al verificarse que las distribuciones espaciales no se producen de manera aleatoria, sino que existen comportamientos generales y regulares que permiten llegar a la formulación de leyes científicas que explican el comportamiento espacial de toda característica social. Desde

un punto de vista sistémico, y siguiendo el aporte que Johannes Kepler (1571-1630) realizó en Astronomía (Buzai, 2016a), la Geografía es definida como la ciencia que estudia las leyes que rigen las pautas de distribución en el espacio geográfico.

Considerar estas leyes científicas permite realizar predicciones acerca de las configuraciones espaciales futuras en lo que sería el camino de una Geografía con vocación prospectiva, una ciencia que se apoya en relaciones causales con la finalidad de obtener escenarios posibles y, de esta manera, modelar cualquier intervención que cambie la fricción espacial distribuida.

La investigación científica en Geografía apunta a estudiar entidades específicas y sus vínculos en el contexto de un espacio relativo. De esta manera se abordan recortes de la realidad como totalidades considerando su estructuración sistémica.

Un aporte central para el análisis está dado por la Teoría General de los Sistemas (TGS) formulada por Bertalanffy (1990) como construcción global que permite aprehender empíricamente la realidad a través de sus entidades y relaciones con el objetivo de encontrar similitudes estructurales entre diferentes tipos de sistemas. De esta manera se ponen en evidencia modelizaciones matemáticas que pueden describir comportamientos en diferentes aproximaciones, desde una célula a una galaxia (Buzai y Cacace, 2013), pasando por toda la escala humana.

Cuando se analiza la dimensión espacial desde un punto de sistémico, toda entidad se aborda como unidad dentro de una estructura mayor y de la cual forma parte. En este sentido, la TGS permite unir aspectos propios de la especialización científica a través del uso de la matemática como lenguaje de la ciencia y de la geometría como lenguaje de la forma espacial (Harvey, 1982). Actualmente los SIG combinan ambos aspectos y hacen operativo el lenguaje de la Geografía (Dangermond, 2004).

Las aplicaciones realizadas dejaron en evidencia que los modelos espaciales pueden mostrar utilidad en determinadas escalas y pueden emerger especificidades en diferentes contextos. En Geografía el análisis de autocorrelación espacial intenta

descubrir particularidades a partir de la utilización de los indicadores locales (LISA, *Local Indicators of Spatial Association*), los procedimientos de regresión múltiple incorporan la componente espacial (GWR, *Geographically Weighted Regression*) y los modelos clásicos del análisis urbano se deben transformar en el contexto que brindan los diferentes espacios culturales (Buzai, 2016b). Aunque estas aproximaciones no contradicen la existencia de comportamientos generalizados, muestran la necesidad de ser ampliados a partir de las especificidades escalares.

Las diferentes escalas hacen emerger diferentes comportamientos a partir de sus propias especificidades. La posibilidad de complementación llegó a través de la Teoría de los Sistemas Complejos (TSC) sistematizada, desde el ámbito de las ciencias sociales, por García (2006) en base a los trabajos realizados en Epistemología Genética por Jean Piaget (1896-1980).

La TSC demostró una importante capacidad en dos ámbitos dentro de la Geografía; en el análisis espacial de la realidad y en la construcción de conocimientos en base a sus capacidades epistemológicas (Piaget y García, 1983; García, 1977). Estas capacidades surgen ante la consideración de una realidad estratificada a partir de contar con estructuras semi-autónomas en cada nivel. Al aplicar conceptos de la TSC al análisis espacial sería posible realizar abordajes en tres niveles, uno *focal* en el que se resuelve la temática, uno *supra-focal* de amplitud contextual y uno *infra-focal* de mayor detalle. De esta forma se logra una importante estabilidad teórica, ya que teorías aptas en un nivel pueden no tener aptitud en otro, es decir, que una teoría puede no ser invalidada en la realidad total, sino solamente en un cierto nivel de análisis.

La TGS pone su atención en aspectos generales y la TSC incluye aspectos específicos. Ambas brindan la posibilidad de estudiar la realidad geográfica como totalidad en sus múltiples dimensiones y detalles (Buzai y Cacace, 2013). El nivel focal de la Geografía es espacial y su interés principal está puesto en la búsqueda de soluciones espaciales a problemáticas sociales.

Paradigmas en focalización espacial. Al analizar la evolución del pensamiento geográfico rescatamos el concepto de paradigma (Buzai, 1999) al momento de justificar el sustento filosófico que permiten estudiar la realidad. El modelo de evolución científica por cambios paradigmáticos tiene una gran correspondencia con el desarrollo de las ciencias físico-naturales y permite verificar, aunque con la necesidad de realizar algunos ajustes, las características que tuvo la Geografía como ciencia particular. La definición más usual de paradigma propuesta por Thomas S. Kuhn (1922-1996) establece que se trata de “realizaciones científicas universalmente reconocidas que durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, 1993:13). Esta aproximación social de la ciencia nos muestra la dificultad en el logro de objetividad ya que un paradigma no solamente es una determinada forma de mirar el mundo, sino que también cuando es dominante dentro de la comunidad científica, ésta le brinda legitimidad institucional.

La Geografía desarrolló a lo largo de su historia diferentes formas de aproximación a la realidad como paradigmas surgidos en períodos de ciencia normal ubicados entre momentos de crisis. Este modelo comenzó a utilizarse en el análisis de la historia del pensamiento geográfico a mediados del siglo pasado, en momentos en que estaba sucediendo la revolución cuantitativa (Haggett, 1990; Martin y James, 1993). El análisis del trabajo de Ian Burton incluido en el capítulo final (Buzai, 2022) presenta características de este momento histórico.

Inicialmente podemos mencionar la existencia de líneas de investigación independientes como prolegómenos a la gran especialización científica experimentada por la Geografía en el transcurso de la segunda mitad del siglo XIX. La acumulación de conocimientos brindó objetos de estudio específicos a una gran cantidad de disciplinas consideradas actualmente como Ciencias de la Tierra, muchas de ellas adquiriendo individualidad al separarse de la Geografía como ciencia de origen. El estudio de la atmósfera daba lugar al desarrollo de la Climatología, el de la

litosfera a la Geomorfología, el de la hidrosfera a la Oceanografía, y así gran cantidad de casos que dejaban en evidencia la imposibilidad de estudiar tal amplitud a través de una única ciencia. La pregunta crucial correspondía a poder determinar cuál sería el objeto de estudio material de la Geografía para ser definida como ciencia específica y desaparecer al fragmentarse en el interior de otras ciencias.

A finales del siglo XIX aparecería el primer libro sistematizado que da origen a la Geografía como ciencia humana, realizado por Friedrich Ratzel (1844-1904) quien siguió las pautas definidas por Carl Ritter (1779-1859) al incluir el estudio de las actividades humanas en el planeta. Por lo tanto, la Geografía, sin dejar sus componentes físico-naturales, incluyó definitivamente al hombre y sus actividades, convirtiéndose en la ciencia humana que evolucionó hasta hoy.

Surge una primera definición que considera a la Geografía desde un punto de vista ecológico como la ciencia que estudia la relación del hombre con el medio (Ratzel, 1882) y, a partir de allí, encontraba un lugar específico en el contexto de las ciencias. A pesar de que esta definición surgió hace más de cien años, en la actualidad la utilización de un SIG se realiza siempre con la finalidad de estudiar la relación entre un componente humano y otro físico-natural a través de la selección de variables.

La Geografía como ciencia humana permitió mantener cierta unidad en la forma de abordar aspectos geográficos por más de cien años. Los geógrafos muestran acuerdo en que sus programas de investigación se apoyan en el estudio de la relación mencionada, que puede ser actualizada a la relación entre un componente contextual físico-natural (medio, naturaleza, espacio geográfico) y un componente humano (hombre, población, sociedad).

Apoyándose en la obra de Bernhard Varenius (1622-1650) realizada a mediados del siglo XVII y desarrollando su estudio especial, que había quedado inconcluso, se puede considerar que los estudios realizados a inicios del siglo XX por Paul Vidal de la Blache (1845-1918) fueron el origen de la Geografía Regional,

perspectiva de análisis que sería central durante la primera mitad del siglo XX.

El objeto de estudio es la Región como una realidad objetiva, única e irreplicable. La región existe independientemente al investigador que la estudia y éste debería reconocerla para hacer operativo el marco espacial en el cual se analizan las manifestaciones paisajísticas de las combinaciones físico-naturales y humanas que se producen de forma específica.

Mientras las perspectivas geográficas de Friedrich Ratzel y Paul Vidal de la Blache se basaron filosóficamente en el positivismo de Auguste Comte (1798-1857), aparecería una propuesta racionalista a través del trabajo de Richard Hartshorne (1899-1992), postura de revalorización kantiana incorporada en los estudios de Alfred Hettner (1859-1941) y justificada por la clasificación de las ciencias realizada por Wilhelm Windelband (1848-1915) de la Escuela de Baden (Rey Balmaceda, 1972).

Tanto la postura regional como racionalista están de acuerdo que las diferentes porciones del espacio geográfico son únicas e irrepetibles, por lo cual la Geografía sería una ciencia idiográfica. La diferencia fundamental estaría dada por su posibilidad de construcción. Por lo tanto, para el nuevo paradigma la región pasaba a ser una construcción realizada racionalmente por el investigador. El método de superposición de mapas es central ya que permite poner límites en el espacio geográfico con la finalidad de definir áreas homogéneas en un proceso de regionalización. Los resultados se obtienen por divisiones lógicas que van desde lo general a lo particular en la búsqueda de homogeneidad en la combinación de categorías de diferentes variables.

Apoyado en esta perspectiva surge una segunda definición que considera a la Geografía, desde un punto de vista corológico, como la ciencia que estudia la diferenciación de espacios sobre la superficie terrestre, también denominada diferenciación areal.

A pesar de que esta definición aparece en la primera mitad del siglo XX, podemos decir que desde los SIG y la Geografía

Aplicada todos los estudios realizados consideran poner límites en el espacio geográfico y, de esta manera, clasificarlo en regiones. Posteriormente, el contexto histórico de mediados del siglo XX, en el cual la II Guerra Mundial generó la demanda de desarrollos científico-tecnológicos ligados a las actividades militares, luego la necesidad de reconstrucción y posteriormente la *guerra fría* incluyendo la carrera espacial, generó un gran impulso a las ciencias físico-matemáticas y, con ello, un importante impacto de una perspectiva cuantitativa en las ciencias en general y en la Geografía en particular (Johnston, 1987).

El cambio de visión se encuentra orientado hacia una Geografía que se aparta de la búsqueda de singularidades y que se centra en la generalización. En el período de predominio del paradigma de la Geografía Cuantitativa (Burton, 1966, Buzai, 2022) aparecen los estudios de modelización en la búsqueda de leyes científicas. El abordaje geográfico es espacial, la región se construye y esta construcción se realiza mediante métodos cuantitativos aplicados en la sistematización que provee la *matriz de datos geográfica* (Berry, 1985, Buzai y Ruiz i Almar, 2022). La Geografía considerada como ciencia para la formulación de leyes correspondientes a las pautas de distribución espacial se sustenta en estos desarrollos.

Hemos presentado aquí tres definiciones operativas de la Geografía como ciencia y que sustentan los estudios de Geografía Aplicada. En todos estos trabajos se abordarán relaciones entre aspectos físico-naturales y humanos, se determinarán diferenciaciones areales y las regularidades encontradas permitirán la formulación de leyes y modelos. Estas definiciones combinadas son la base del objeto formal de estudio de la Geografía: la perspectiva espacial.

Perspectiva empírica de la Geografía. El hábitat humano, como el espacio utilizado por la humanidad para su existencia, genera el sistema mundo y el planeta le brinda el espacio absoluto del sistema Tierra (Dollfus, 1982). Ambos en conjunto representan la materialidad empírica de mayor amplitud para los estudios

geográficos y constituyen el dominio material de la Geografía como ciencia. Al considerar ambos sistemas en vinculación es posible comprobar la vigencia de la definición ecológica en la primera sistematización de la Geografía Humana (Ratzel, 1882) presentada en el punto anterior. La Geografía Aplicada estudia la relación entre las sociedades y el espacio geográficos, las diferenciaciones espaciales que ellas producen y las leyes del comportamiento espacial.

Cuando consideramos a la Geografía como ciencia de vocación empírica no significa avalar el empirismo como actividad objetiva que capta los hechos de la realidad a través de una experiencia pura, sino que es la razón humana la que se presenta con capacidad de lograr el conocimiento a través de la construcción de categorías que permiten modelar la realidad minimizando grados de arbitrariedad con generalizaciones no contradictorias. Esto resulta posible ante la consideración de que la realidad existe independientemente del observador y que la existencia tiene primacía por sobre la conciencia (Rand, 2011). En este sentido, de acuerdo a la clasificación de Soros (2010) la mente humana debe privilegiar su función cognitiva, intentando descartar la función de manipulación.

Desde una postura constructivista la realidad constituye una totalidad y en ella pueden ser definidos diferentes sistemas. Un sistema, a cualquier escala, será construido a través de los *datos* como estímulos generados por la realidad, los *observables* como datos interpretados, y los *hechos* formados por las relaciones entre observables.

De acuerdo a la TSC la realidad se encuentra estratificada en niveles de procesos, por lo tanto la construcción de conocimientos debe orientarse en niveles de análisis, en este sentido es posible apoyarse en marcos conceptuales específicos para cada escala. Esto constituye una perspectiva en tercera dimensión de la metodología de los programas de investigación propuesta por Lakatos (1978) en la definición del núcleo duro disciplinario. Entre los espacios infinitamente grande del universo e infinitamente pequeño de la realidad cuántica se

encuentra la escala humana, que puede considerarse un espacio de interacciones con gran complicación (de Rosnay, 1977), aunque la TSC brinda las bases para una importante simplificación a partir de la utilización de la escala como criterio demarcatorio.

El núcleo conceptual. El intento de delimitación del campo disciplinario implica definir los conceptos centrales que conforman su núcleo, en este sentido, existen propuestas para definirlo a partir de los denominados *Principios de la Geografía* considerados como la combinación entre contenidos y enfoques disciplinarios. Desde la Geografía Regional, Emmanuel de Martone (1876-1955) considera la localización, extensión, complejidad, dinamismo, conexión y globalidad territorial (Vilá Valentí, 1983) y desde una perspectiva cuantitativa Haggett (1977) considera el movimiento, redes, nodos, jerarquías y superficies (Montes Galbán, 2022). Desde una postura integral teniendo como eje el sistema mundial, Dollfus (1978) considera la localización, clasificación, redes, circuitos, límites, densidades y tiempos. Muchos de estos conceptos se hacen operativos en los SIG para llegar a una síntesis (Nyerges, 1991; Nyerges y Golledge, 1997; Buzai, 2010).

Las funciones de análisis geográfico de los SIG muestran la especificidad de la Geografía como ciencia espacial y la posición de esta tecnología como herramienta teórico-metodológica. Mediante los análisis previos llegamos a los de *Localización* (incluye ubicación en sitio y posición), *Distribución espacial* (incluye extensión, superficie, clasificación, límites, concentración y densidades), *Asociación espacial* (incluye superposición, clasificación, correlación), *Interacción espacial* (incluye redes, movimiento, conexión, nodos, jerarquías, fricción y circuitos), *Evolución espacial* (incluye dinamismo, cambio y tiempo) y *Síntesis espacial* (incluye la globalidad territorial y complejidad), siendo que los resultados de toda aplicación se encontrará sustentada en la combinación de estos principios.

Dinámica disciplinaria actual. A finales de siglo XIX hemos visto que la Geografía proporcionó objetos de estudio para la aparición de nuevas ciencias en un proceso que podría ser considerada una *explosión disciplinaria* (Buzai, 2001). Es el comienzo de un ciclo de onda larga de un siglo de extensión que, a finales del siglo XX, a través de los SIG, comienza a brindar conceptos y métodos a diferentes ciencias que comienzan a tener la necesidad de incorporar aspectos de la dimensión espacial en sus estudios.

Aparece la *Geografía Global* (Buzai, 1999), un paradigma geográfico, una manera de ver la realidad socioespacial basada en las tecnologías digitales que la Geografía a través de los SIG pone a disposición del resto de las ciencias en una instancia de trascendencia (*MetaGeografía*) y a través de los procedimientos espaciales incorporados en las computadoras personales y todo dispositivos móvil a las prácticas sociales (*NeoGeografía*) (Buzai, 2018c).

La Geografía Global es la Geografía estandarizada digitalmente desde mediados de la década de 1960 hasta hoy y que a través del uso computacional, particularmente de los SIG, impactó inicialmente en el ámbito científico para luego pasar a un uso social generalizado.

Como final de una onda larga de un siglo de duración se produce el segundo proceso de explosión disciplinaria (Buzai, 1999; Ruiz, 2010) de una ciencia consolidada que esta vez no corre riesgos de desaparición porque posee un núcleo disciplinario sólido centrado en los conceptos centrales del análisis geográfico.

La evolución paradigmática de la Geografía durante el siglo XX muestra una clara correspondencia con el modelo de ciclos económicos de Kondratiev, analizados por Berry (1991), al momento de verificarse una regularidad temporal en auge en la perspectiva positivista: ~1910 ligado a la Biología, ~1950 ligado a la Matemática y ~1990 ligado a la Informática, mientras que entre ellos se verifica el auge de la postura historicista que se produjo entre las posturas positivistas ~1930 y ~1970 ligados a crisis económicas de gran alcance. El péndulo entre el positivismo e historicismo fue analizado por Capel (2012), aunque actualmente la alternancia no existe ya que las perspectivas paradigmáticas vigentes comparten protagonismo en la disciplina.

En la Geografía actual no existe un paradigma dominante ya que ninguno de ellos permite acceder a la realidad de manera completa, ninguno puede considerarse *ser* la Geografía y, de esta manera, se elimina la posibilidad de favorecer una visión y un relato único. En este sentido, las posturas multiparadigmáticas son las que pueden aprovechar los abordajes en diferentes niveles de análisis hacia la posibilidad de comprender y actuar sobre la dimensión espacial de la realidad en la búsqueda de aproximaciones a la totalidad.

Considerando el avance conceptual basada en el uso de las tecnologías digitales, la Geografía permitió desarrollar líneas disciplinarias como la *Geografía Automatizada* (Dobson, 1983) basada en la relación de los SIG y los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE), y la *Cibergeografía* (Dodge y Kitchin, 2001; Toudert y Buzai, 2004) que aborda el nuevo espacio que se genera de forma material e inmaterial entre las pantallas de las computadoras conectadas en red. Fueron definidos campos interdisciplinarios como la denominada *Geoinformática* o *Geocomputación* cuando se relaciona a la Geografía con los medios computacionales (Longley *et al.*, 1998) y la *Geografía Global* como campo disciplinario que difunde conocimientos teórico-metodológicos de la Geografía hacia las ciencias y las prácticas humanas que ven en la necesidad de incorporar la dimensión espacial a través de los medios computacionales mediante el uso de SIG (Buzai, 1999). Finalmente hubo un avance hacia la definición de campos transdisciplinarios con las *Ciencias de la Información Geográfica* como la combinación de ciencias y técnicas relativas al manejo de datos espaciales (Goodchild, 1992), las *Ciencias Sociales Integradas Espacialmente* ante la combinación de ciencias que encuentran en el espacio geográfico el punto de anclaje para sus relaciones (Goodchild y Janelle, 2004) y las *Ciencias Geoespaciales* ante la amplitud de las nuevas tecnologías de automatización (Berry *et al.*, 2008).

Esta situación brinda nuevas posibilidades de reflexión que llevan a analizar el futuro de la Geografía como ciencia, aunque no deja dudas de la importancia que ha obtenido la dimensión espacial en el mundo actual a partir de las formas

operativas teórico-metodológicas que surgen a través de la Geografía Global tanto en una Meta-Geografía en el ámbito científico y una Neo-Geografía en el ámbito social con notable aporte para la conformación de la Geotecnósfera vinculada a lo que Burrough y McDonell (1998) consideran como Sociedad de la Información Geográfica (*GISociety*).

Consideraciones finales. La Geografía nació como ciencia cuantitativa dos siglos antes de Cristo a partir del trabajo de Eratóstenes (Buzai, 2018a), como ciencia aplicada comparte gran cantidad de aspectos conceptuales con la Astronomía (Buzai, 2016a) y actualmente, a través de las tecnologías informáticas reafirma la racionalidad de su origen.

El desarrollo geoinformático y particularmente el continua avance en la tecnología de los SIG permitieron sistematizar la tradición cuantitativa de la Geografía en el ambiente digital y a partir de allí impactar en el resto de las ciencias y las prácticas sociales.

Desde un punto de vista disciplinario aparece la estandarización digital y automatización de los procedimientos geográficos, lo cual permite que a través de las computadoras la dimensión espacial de la Geografía Cuantitativa impacte en el resto de las ciencias saliendo de la disciplina. El avance digital se dirige hacia las prácticas sociales, primero a través de las computadoras personales conectadas a Internet y finalmente a través de la totalidad de TICs en todo dispositivo móvil.

Dos caminos diferentes muestran la evolución del SIG a través de sus siglas. El énfasis en la S (Sig) durante las décadas de 1960-1970 ante la necesidad de la resolución de cuestiones computacionales, en la I (sIg) en 1980-1990 por el interés centrado en la información y la G (siG) a partir del 2000 ante la necesidad de teorías geográficas que lleven a interpretar espacialmente los resultados (Buzai, 2015).

El camino recorrido por la Geografía Humana (~100 años) y por los SIG como desarrollo teórico-metodológico-técnico (~50 años) llevaron a la posibilidad de difusión generalizada de conocimientos geográficos estandarizados digitalmente a través

de los SIG. La dimensión espacial se incorpora claramente en todo estudio científico y en las prácticas sociales, por lo tanto, la Geografía Cuantitativa, como paradigma que sustenta esta evolución, es el de mayor impacto hacia el exterior de la disciplina, difunde ampliamente la tecnología SIG a los contextos científico y social, permitiendo transitar la actual etapa de la Geografía centrada en la Geografía Global.

Bibliografía

- Bertalanffy, L. von (1990) [1968] *Teoría General de los Sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Berry, B.J.L. (1985) [1964] Los enfoques del análisis regional: una síntesis, en García Ramón, M.D. (Ed.) *Teoría método en la Geografía Humana anglosajona*, Barcelona, Ariel, pp.79-94.
- Berry, B.J.L. (1991) *Long Wave Rhythms in Economic Development and Political Behavior*. Baltimore: The John Hopkins Press.
- Berry, B.J.L., Griffith, D.A. & Tiefelsdorf, M.R. (2008) From Spatial Analysis to Geospatial Sciences, *Geographical Analysis*, 40, 229-238.
- Boido, G. (1996) *Noticias del planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*, Buenos Aires, AZ.
- Bunge, M. (1981) *La Ciencia. Su método y su filosofía*, Buenos Aires, Siglo Veinte.
- Burrough, P.A. & McDonell, R.A. (1998) *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press.
- Burton, I. (1966) The quantitative revolution and theoretical geography, *The Canadian Cartographer*, 7, 151-162.
- Buzai, G.D. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2001) Paradigma geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión, *GeoFocus*, 1, 24-48.
- Buzai, G.D. (2008) Consideraciones sobre el rol científico de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a dos décadas de "Pensamientos sobre la Geografía" de Peter Gould, *Huellas*, 12, 265-281.

- Buzai, G.D. (2010) Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica: sus cinco conceptos fundamentales, en Buzai, G.D. (Ed.) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*. Luján, Universidad Nacional de Luján, pp. 163-195.
- Buzai, G.D. (2013) Tehnological Dependency and the Internet: Latin American Access from Buenos Aires, 2001-2013, *Journal of Latin American Geography*, 13, 2, 165-177.
- Buzai, G.D. (2015) Geografía y pensamiento geográfico. Articulación de enfoques para la investigación aplicada basada en Sistemas de Información Geográfica, en Moncada Maya, O.; López López, A. (Eds.) *70 años del Instituto de Geografía. Historia, actualidad y perspectiva*. México, UNAM, pp. 300-319.
- Buzai, G.D. (2016a) La Geografía como ciencia espacial. Bases conceptuales en la investigación astronómica vigentes en la Geografía Cuantitativa, *Revista Universitaria de Geografía*, 25, 1, 11-30.
- Buzai, G.D. (2016b) Urban models in the study of Latin American cities, *Innsbrucker Geographische Studien*, 40, 91-108.
- Buzai, G.D. (2017) Geografía del ADN: cuando la información genética corrige el relato familiar. Una necesaria posdata a la experiencia Budapest, *Red Sociales*, 4, 5, 103-128.
- Buzai, G.D. (2018a) El mapa de Anaximandro: primer aporte geográfico a la racionalidad científica, *Boletín de Estudios Geográficos*, 108, 33-48.
- Buzai, G.D. (2018b) Geografía del ADN: desde la primera globalización hacia una regionalización mundial difusa, *II Congreso de Geografía Regional*. Luján, Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D. (2018c) Geografía Global: La dimensión espacial en la ciencia y la sociedad, *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 263, 3, 9-26.
- Buzai, G.D. (2022) Revolución, Ian Burton, 1963, en este libro, Capítulo 15.
- Buzai, G.D., C.A. Baxendale & Cruz, M.R. (2009) Fases de un proyecto de investigación en estudios de Geografía Aplicada basados en el uso de Sistemas de Información Geográfica, *Fronteras*, 8, 8, 31-40.

- Buzai, G.D. & Cacace, G. (2013) El concepto de espacio, *Si Muove*, 5, 34-38.
- Buzai, G.D. & Ruiz i Almar, E. (2022) Matriz geográfica, Brian J.L. Berry, 1964, en este libro, Capítulo 15.
- Capel, H. (2012) *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*, Barcelona, Ediciones del Serbal.
- Dangermond, J. (2004) Sepaking the Language of Geography – GIS, *ArcNews*, 26, 3, 1-7
- De Rosnay, J. (1977) *El Macroscopio. Hacia una visión global*, Madrid, AC.
- Dobson, J.E. (1983) Automated Geography, *Professional Geographer*, 35, 2, 135-143.
- Dodge, M. & Kitchin, R. (2001) *Mapping Cyberspace*, London, Routledge.
- Dollfus, O. (1978) *El análisis geográfico*, Barcelona, Oikos-tau.
- Dollfus, O. (1982) *El espacio geográfico*, Barcelona, Oikos-tau.
- Dollfus, O. (1992) Systeme Monde et Systeme Terre, *L'Espace Géographique*, 21, 3, 223-229.
- Focás, B. (2013) En el “cibermapa” el país limita con Estados Unidos, Italia y Francia (Reporte de la investigación de Gustavo Buzai), *Perfil*, Domingo 28 de junio, pp. 44-45.
- García, R. (1997) *La Epistemología Genética y la Ciencia Contemporánea*, Barcelona, Gedisa.
- García, R. (2006) *Sistemas Complejos*, Barcelona, Gedisa.
- Goodchild, M. (1992) Geographical Information Science, *International Journal of Geographic Information Systems*, 6, 1, 31-45.
- Goodchild, M. & Janelle, D. (2004) *Spatially Integrated Social Sciences*, Oxford, Oxford University Press.
- Gould, P. (1987) Pensamientos sobre la Geografía, *GeoCrítica*, 68, 1-39.
- Haggett, P. (1977) [1965] *El análisis Locacional en la Geografía Humana*. Barcelona, Gustavo Gili.
- Haggett, P. (1990) *The Geographer's Art*, London, Blackwell.
- Harvey, D. 1982 [1969] *Teoría, leyes y modelos en Geografía*, Barcelona, Ariel.
- Johnston, R.J. (1987) *Geography and Geographers. Anglo-American Human Geography since 1945*, London, Edward Arnold.

- Kuhn, T.S. (1993) [1962] *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1978) [1983] *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza.
- Longley, P., Brooks, S., McDonnell, R. & McMillan, B. (1998) *Geocomputation: A Primer*. New York, Wiley.
- Maldonado, T. (1998) *Crítica de la razón informática*, Buenos Aires, Paidós.
- Martin, G. & P. James (1993) *All Possible Words. A History of Geographical Ideas*, New York, Wiley.
- Montes Galbán, E. (2022) Sistema especial, Peter Haggett, 1965, en este libro, Capítulo 15.
- Nyerges, T.L. (1991) Analytical Map Use, *Cartography and Geographic Information Systems*, 18, 1, 11-22.
- Nyerges, T.L. & R.G. Golledge (1997) Asking Geographic Questions, *NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Science*, University of California, Santa Barbara.
- Piaget, J. & R. García (1983), *Psicogénesis e historia de la ciencia*, Madrid, Siglo XXI.
- Rand, A. (2011) *Introducción a la Epistemología Objetivista*, Buenos Aires, Grito Sagrado.
- Ratzel, F. (1882) *Anthropogeographie. Vol.1. Grundzüge der Anwendung der Geographie auf die Geschichte*, Stuttgart, Engelhorn.
- Rey Balmaceda, R. (1972) *Geografía Regional: Teoría y aplicación*, Buenos Aires, Estrada.
- Ruiz, E. (2010) Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada, *GeoFocus*, 10, 280-298.
- Sagan, C. (1980) *Cosmos*, New York, The Scott Meredith Library Agency.
- Sagan, C. (1995) ¿Podemos conocer el universo? En Gardner, M. (ed) *El escarabajo sagrado (I)*. Barcelona, Salvat, pp. 115-121.
- Soros, G. (2010) *The Soros Lectures at the Central European University*, New York, Public Affairs.

- Stotman, J. (1999) *Conferencia*, Congreso sobre la enseñanza de la Geografía frente a un mundo en cambio. Universidad Nacional de Cuyo. 19 al 24 de Abril. Mendoza.
- Toudert, D. & G. Buzai (2004) *Cibergeografía*, Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.
- Vilá Valentí, J. (1983) *Introducción al estudio teórico de la Geografía*, Barcelona, Ariel.
- Wells, S. (2007) *Nuestros antepasados*. Genographic Project, *National Geographic*, Barcelona, RBA.

CAPÍTULO 2

HISTORIA ACADÉMICA

Sistemas de Información Geográfica en América Latina (1987-2021): Análisis de su evolución académica basado en las CONFIBSIG

Gustavo D. Buzai, David J. Robinson

Con centralidad en el desarrollo tecnológico, se considera al *Canada Geographic Information Systems* (CGIS) de 1964 como el primer Sistema de Información Geográfica (SIG) y los principales análisis históricos lo toman como primer *hito* al estudiar esta evolución desde el punto de vista de los sistemas computacionales, los trabajos de Goodchild y Kemp (1990), Coppock y Rhind (1991) y Foresman (1998) constituyen claros ejemplos. Estudios que se centran en aspectos históricos del SIG en América Latina son los de Hasenack (1992), Batista Silva (1995), Sagres Editora (1997), Buzai (1999, 2022), Rosa (2009) y Buzai y Robinson (2010). Este último trabajo es la base que se utiliza y actualiza en este artículo.

El presente trabajo considera la evolución aplicativa de los SIG en el ámbito académico de América Latina en el período 1987-2021, considerando como hilo conductor el principal evento a nivel regional, la *Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica* (CONFIBSIG) la cual, con diferentes denominaciones según el país de realización, nos permite realizar un recorrido de 35 años que comienza con la incorporación tecnológica inicial y permite delinear un camino que llega a la actualidad como base para pensar el desarrollo futuro.

1987. El inicio en América Latina, hace 35 años

El año 1987 constituye una fecha clave para el análisis del comienzo de la temática de los SIG en América Latina. No quiere decir que previamente a ese año no existieran iniciativas en el uso

computacional del análisis espacial a partir de profesionales que de forma individual realizaron estudios de postgrado o cursos específicos principalmente en USA, Inglaterra, Canadá, Países Bajos y Francia, pero resulta claro que ese año comienza a experimentarse la incorporación generalizada de estas modernas tecnologías en diferentes proyectos de investigación, docencia, actividades públicas y privadas.

El punto de partida comienza cuando se realiza la *I Conferencia Latinoamericana de Informática en Geografía* entre el 7 al 9 de julio de 1987 en San José de Costa Rica y varios académicos de la región toman contacto inicial con las tecnologías digitales para la investigación geográfica. El evento fue auspiciado por la Unión Geográfica Internacional (UGI) (<https://igu-online.org/>) y las universidades de los países centrales participantes propiciaron la primera transferencia tecnológica hacia diferentes países de América Latina.

The Ohio State University (OSU) través del geógrafo Dr. Duane Marble distribuye gratuitamente para la actividad académica el sistema *raster* OSU MAP-for-the-PC (versión 2.0) y la empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) de Redlands, California, presidida por el geógrafo Dr. Jack Dangermond, brinda la posibilidad de realizar solicitudes para lograr las primeras donaciones de sus *software*. Es así como a finales de 1987 diferentes universidades de la región comenzaban a recibir gratuitamente el sistema vectorial PC Arc/Info (versión 3.2.1). A través de estos sistemas fue posible comenzar a ver los primeros resultados en proyectos de aplicación.

Durante este comienzo, desde la producción bibliográfica podemos decir que la totalidad de libros básicos sobre SIG comienzan sin excepción con la explicación de los modelos de representación espacial (raster-vector) y que el libro introductorio más citado fue el de Burrough (1986) siendo que en idioma castellano y de buen impacto en América Latina, muy tempranamente apareció un libro editado en Madrid, España que

presentaba de manera general aspectos específicos del uso de herramientas informáticas en Geografía (Autores Varios, 1988).

En líneas generales el uso de sistemas *raster* permitió realizar estudios del medio ambiente y cambios de usos del suelo al utilizar la lógica del modelado cartográfico (McHarg, 1969) hecha operativa desde un punto de vista computacional mediante técnicas cuantitativas del álgebra de mapas desarrollado por Tomlin (1990). El uso de sistemas vectoriales comenzó a aplicarse en cartografía y bases de datos catastrales aplicando los fundamentos de los trabajos tradicionales. Tendrían que pasar algunos años para comenzar a ver aplicaciones de análisis espacial modelístico a través del uso combinado de ambas estructuras.

Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (CONFIBSIG). Un estado del arte para a temáticas SIG en América Latina (1987-2019)

La CONFIBSIG constituye la reunión científico-tecnológica de mayor alcance de la especialidad en América Latina. En momentos de su realización queda delineado el *estado del arte* en cuanto a los desarrollos teóricos, metodológicos y de aplicación correspondientes a los avances realizados desde diferentes disciplinas que han encontrado en la Geografía como ciencia y, particularmente, en la geoinformación una dimensión fundamental para sus estudios.

El perfil de los asistentes está formado por investigadores, profesores, consultores, técnicos y alumnos que se aproximan hacia los más modernos desarrollos provenientes de diferentes centros de investigaciones e instituciones de diferentes países para conocer, analizar y discutir los nuevos modelos de soluciones a problemáticas espaciales en diferentes escalas. Se considera que las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y particularmente los SIG se convierten en herramientas teórico-metodológicas fundamentales al momento de apoyar decisiones

y acciones racionales que intenten encontrar caminos útiles para el desarrollo futuro.

La *Red Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica* (REDISIG) (www.redisig.org, sitio web administrado por la Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador) es la encargada de organizar las CONFIBSIG. Con antecedentes en la Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (SIBSIG) creada en 1999 por iniciativa del Dr. Ricardo Ponte Ramírez (Venezuela) se actualiza en red en 2017 por propuesta del Dr. Gustavo D. Buzai (Argentina) aprobada durante el plenario de la XVI CONFIBSIG en la ciudad de Cuenca (Ecuador).

Las CONFIBSIG se convierten en un espacio privilegiado de discusión para la búsqueda del mejor aprovechamiento de la tecnología de los *Sistemas de Información Geográfica* (SIG) a fin de brindar apoyo a diferentes disciplinas científicas abocadas a encarar problemáticas socioespaciales de nuestras realidades nacionales. Los eventos desde 1987 hasta 2019 fueron los siguientes:

Costa Rica (1987): I Conferencia Latinoamericana de Informática en Geografía.

Universidad Nacional, UNA (Heredia): 7 al 9 de julio de 1987

Coordinador: Dr. Merryl Lyew

Venezuela (1989): II Conferencia Latinoamericana sobre la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Los Andes, ULA (Mérida): 25 al 29 de Setiembre de 1989

Coordinador: Dr. Ricardo Ponte Ramírez

Chile (1991): III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfico

Pontificia Universidad Católica de Chile, PUC (Viña del Mar): 21 al 25 de Octubre de 1991

Coordinador: Dr. Carlos Patillo

Brasil (1993): IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica

Universidade de São Paulo, USP (São Paulo): 7 al 9 de Julio de 1993
Coordinador: Dr. Marcos Rodrigues

Argentina (1995): V Conferencia y curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional de Cuyo, UNCuyo (Mendoza): 24 al 28 de Abril de 1995
Coordinadora: Dra. Nelly A. Gray de Cerdán

Perú (1997): VI Conferencia Latinoamericana y Curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, UNMSM (Lima): 10 al 14 de Noviembre de 1997
Coordinador: Lic. Alfredo Giraldo Vega

Venezuela (1999): VII Conferencia Iberoamericana y VII Cursos sobre Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Los Andes, ULA (Mérida): 25 al 29 de Octubre de 1999
Coordinador: Dr. Ricardo Ponte Ramírez

Brasil (2001): IV Conferência Iberoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica

Centro Universitario La Salle, UNILASALLE (Porto Alegre): 7 al 12 de Octubre de 2001
Coordinador: Dr. Paulo Fitz

España (2003): IX Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Extremadura, UNEX (Cáceres): 24 al 26 de Setiembre de 2003
Coordinador: Dr. José L. Gurría Gascón

Puerto Rico (2005): X Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Puerto Rico, UPR (San Juan): 6 al 9 de Setiembre de 2005

Coordinador: Dr. José Seguinot Barbosa

Argentina (2007): XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional de Luján, UNLu (Argentina): 29 al 31 de Mayo de 2007

Coordinador: Dr. Gustavo D. Buzai

Costa Rica (2009): XII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional, UNA (Heredia): 17 al 19 de Junio de 2009

Coordinador: Dr. Julio Moraga Peralta

México (2011): XIII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM (Toluca): 25 al 27 de Mayo de 2011

Coordinador: Dr. Delfino Madrigal Uribe

Honduras (2013): XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional Autónoma de Honduras (Tegucigalpa): 3 al 5 de Julio de 2013

Coordinadora: Dra. María Cristina Pineda de Carías

Chile (2015): XV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, PUCV (Valparaíso): 9 al 11 de Setiembre de 2015

Coordinador: Dr. Manuel Fuenzalida

Ecuador (2017): XVI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad del Azuay, UDA (Cuenca): 25 al 29 de Setiembre de 2017
Coordinador: MSc. Omar Delgado Inga

Argentina (2019): XVII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional de Luján, UNLu (Buenos Aires): 13 al 17 de Mayo de 2019
Coordinador: Dr. Gustavo D. Buzai

2021. Postergación por la situación sanitaria mundial.

Próximos eventos. Sede confirmada y pre-candidaturas aprobadas

España (2023): XIX Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Extremadura, UNEX (Cáceres)
Coordinadora: Dr. Ana Nieto Massot

Costa Rica (2025): XX Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Nacional, UNA (Heredia)
Pre-candidatura formalizada por el Dr. Julio Moraga Peralta y el Dr. Antonio Solano Mayorga

México (2027): XXI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM (Toluca)
Pre-candidatura formalizada por el Dr. Noel Pineda Jaimes y la Dra. Marcela V. Santana Juárez

Brasil (2029): XXII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

Universidade Estadual Paulista, UNESP (Ourinhos)

Pre-candidatura formalizada por el Dr. Edson Pirolí

Cabe mencionar que durante la década de 1990 muchos países realizaron encuentros nacionales sobre SIG (Simposio Argentino de Sistemas de Información Geográfica, *Argentina*; Simposio Brasileiro de Geoprocessamento y GIS Brasil, *Brasil*; Semana Geomática, *Colombia*; y diferentes ediciones del GIS Day realizadas simultáneamente en diferentes países de América Latina e impulsadas por las filiales nacionales de ESRI). Considerando que las reuniones mencionadas tuvieron dispares continuidades y actualmente muchas ya no se encuentran en el calendario de eventos, las CONFIBSIG aparecen con central importancia al momento de analizar la evolución de la temática en América Latina ya que cuentan con el mérito de haber actuado como vínculo en la inicial transferencia tecnológica, contar con un área de influencia continental y mantener una importante continuidad hasta nuestros días, sólo interrumpida en 2021 por la emergencia de salud pública internacional.

Tendencias encontradas en las CONFIBSIG

Primera década (1987-1999): Comienzo orientado hacia la implementación y capacitación

Tomando el desarrollo internacional de los SIG podemos ver que experimentaron tres grandes etapas con diferentes orientaciones: décadas de 1960 y 1970 hacia los sistemas (Sig), 1980 y 1990 hacia la información (sIg) y luego del 2000 hacia la geografía (siG). Una evolución que se había vislumbrado a finales del siglo XX en el camino desde el *GISystem* (Sistemas de Información Geográfica), al *GIScience* (Ciencias de la Información Geográfica) al *GISociety* (Sociedad de la Información Geográfica)

(Burrough y McDonnell, 1998) que avanza de la tecnología digital a diversos aspectos conceptuales involucrados al momento de la aplicación.

Considerando la realización de software SIG los principales desarrollos de *software* en América Latina los ha conseguido Brasil. Podemos mencionar el sistema SAGA (*Sistema de Analise Geo- Ambiental, Universidade Federal de Rio de Janeiro, www.lageop.igeo.ufrj.br*) realizado bajo la dirección del Dr. Jorge Xavier da Silva y SPRING (*Sistema de Processamento de Informacoes Georreferenciadas, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, www.dpi.inpe.br/spring/*) con coordinación del Dr. Gilberto Câmara. Fueron desarrollados otros sistemas actualmente no utilizados, como el GEO-INF realizado en la UNESP (*Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro*) como complemento estadístico de OSU MAP-for-the-PC (Teixeira y Gray de Cerdán, 1990) o TelemapGIS del Instituto Cubano de Hidrografía, institución actualmente integrante de GEOCUBA (Batista Silva, 2005).

Actualmente hay una importante comunidad de usuarios de SPRING que tiene su núcleo en Brasil y seguidores en diferentes países. De todas formas son los SIG desarrollados en USA los que dominan las aplicaciones realizadas en esta década en la región. Principalmente sistemas *raster* IDRISI de Clark University y en sistemas *vectorial* ArcView GIS de ESRI.

Considerando la orientación de los trabajos presentados en el período surgen, con importante magnitud, dos líneas de presentaciones, la que corresponde a la *implementación* de SIG en organismos públicos y privados, y la que analiza la *educación* en SIG en diferentes niveles, con principal atención en el nivel superior. El volumen máximo de estas presentaciones se produce en 1993 durante la IV CONFIBSIG, donde la primera cuenta con el 37% de los trabajos presentados y la segunda el 11% (Buzai y Robinson, 2010).

Ambos aspectos presentaron las más grandes problemáticas para el uso masivo del SIG en América Latina. La implementación tuvo que luchar con muchas trabas burocráticas y de lógicas organizaciones, mientras que la educación (enseñanza de SIG) mostraba un claro retraso en la capacitación de necesarios recursos humanos.

En las CONFIBSIG hasta 1995 se mantiene el espacio tradicional de temáticas introductorias de los SIG junto a otros de orientación técnica como el manejo de datos (entrada y conversión) y aspectos de implementación. Teniendo en cuenta esta tendencia fueron organizados cursos internacionales pre-conferencia, los cuales estuvieron orientados a la capacitación en *software* específico. Durante el período se dictaron cursos introductorios a PC-ARC/INFO versión 3.2.1, OSU MAP-for-the-PC versión 1 y ArcView GIS versión 2 y se realizaron numerosas presentaciones de las cuales participaron instituciones como Clark University, Computervision, ESRI, GISoft, IBM y Sisgraph. En las últimas dos ediciones comenzaría a experimentarse un cambio hacia la mayor diversificación de aplicaciones dentro de las temáticas principales (aplicaciones humanas, físico-naturales y experiencias de enseñanza) que sería la característica dominante de la siguiente década.

Segunda década (1999-2009): Orientación hacia la diversidad de aplicaciones

Una vez superados diversos aspectos relativos al correcto funcionamiento de los *sistemas (software)* y correcto uso de la *información*, la década del 2000 se caracterizó por el uso masivo de la tecnología de los SIG orientados hacia una gran diversidad de aplicaciones.

Del análisis realizado de los ejes temáticos desde la VII a la XII CONFIBSIG surgen 24 grandes temáticas que permiten configurar las grandes líneas de los trabajos presentados en el período: Arqueología, atlas digitales, catastro, delitos, educación,

estudios costeros, estudios rurales/agrícolas/agrarios, medio ambiente/desarrollo sostenible/áreas naturales protegidas, geomorfología, gestión de proyectos, gestión urbana/aplicaciones municipales, infraestructura de datos espaciales (IDE)/Información geográfica, metodología/cartografía/fotogrametría, ordenamiento territorial, paisaje/patrimonio (natural y cultural), población/calidad de vida/pobreza, recursos naturales/hídricos, riesgos naturales, salud, servicios, teledetección, transporte, turismo y Web (aplicaciones).

El lector interesado en ampliar este tema puede recurrir a las publicaciones de las Memorias de las CONFIBSIG (REDISIG, www.redisig.org Publicaciones/Memorias) y ver los archivos de las principales revistas sobre temática SIG en idioma español y portugués: FatorGIS (Brasil: ya no se encuentra vigente el sitio web de Sagres Editora Ltda.), GeoFocus (España: www.geofocus.org), Geografía y Sistemas de Información Geográfica - GeoSIG (Argentina: www.revistageosig.wixsite.com/geosig) e InfoGeo (Brasil: www.mundogeo.com.br). Otras revistas orientadas a temáticas técnicas que incluyen presentaciones con SIG, podemos mencionar como ejemplos a Mapping (España: www.revistamapping.com) y Revista Cartográfica (México: <https://revistasipgh.org/index.php/rcar>). Teniendo en cuenta esta tendencia fueron organizados cursos internacionales pre-conferencia, los cuales en las últimas cuatro ediciones de las CONFIBSIG ya no quedaron ligados a *software* específico, sino que estuvieron orientados a temáticas de actualización en resoluciones específicas.

El principal curso de temática general sobre el *panorama actualizado de aplicaciones en SIG* fue realizado en la Universidad Nacional de Luján, Argentina 2007 (Dr. Joaquín Bosque Sendra, España, Dr. Gustavo D. Buzai, Argentina, Dr. Brent Hall, Canadá, Dr. Heinrich Hasenack, Brasil, Dr. Antonio Moreno Jiménez, España, y Dr. José Seguinot Barbosa, Puerto Rico).

Temáticas destacables específicas en el período incluye cursos realizados en la Universidad de Extremadura, España 2003

en la línea de la *localización óptima de instalaciones* (Dr. Joaquín Bosque Sendra, España, Dr. Antonio Moreno Jiménez, España, e Ing. Francisco Palm Rojas, Venezuela) y el uso de *SIG en Internet* (Dr. José Sánchez Martín, España, en la Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico 2005 los cursos de *análisis espacial con SIG* (Dr. Gustavo D. Buzai, Argentina y SIG en estudios urbanos por el Dr. Antonio Zárate, España) y en la Universidad Nacional, Costa Rica 2009 los cursos en *aplicación a cuencas* (Dr. Francisco Plata, México), *métodos cuantitativos y regionalización* (Dr. Gustavo D. Buzai, Argentina) y *teledetección Ambiental* (Dr. Heinrich Hasenack, Brasil).

Las temáticas muestran una orientación hacia el análisis y modelado espacial, incluyéndose el uso de Internet y la teledetección como técnica de captación de datos para ser utilizados en los SIG.

Tercera década (2009-2019): Orientación hacia el análisis espacial y modelización

La última década estabiliza las temáticas durante los eventos desde el 2013 al 2017 inclusive. Hace aparición el tema de Infraestructura de datos espaciales (IDE) y según las sedes se incorporan temas específicos entre la legislación, estudios costeros o aplicaciones en Arqueología.

Del análisis realizado de los ejes temáticos desde la XIII a la XVII CONFIBSIG surgen 15 grandes temáticas que permiten configurar las grandes líneas de los trabajos presentados en el período: Arqueología, catastro, educación/enseñanza, estudios costeros, medio ambiente/desarrollo sostenible/áreas naturales protegidas/cambio climático, gestión urbana/aplicaciones municipales, infraestructura de datos espaciales (IDE)/Información geográfica/Legislación sobre propiedad, metodología/cartografía/fotogrametría, ordenamiento territorial, población/calidad de vida/pobreza/ seguridad alimentaria estudios/socio-económicos, recursos naturales/hídricos, riesgos

naturales, salud, teledetección y transporte/movilidad.

Disminuyó la diversidad de aplicación y algunas tuvieron profundización, como por ejemplo la temática ambiental incluyó estudios de cambio climático, la de IDE incluyó la problemática de legislación sobre la propiedad de los datos geográficos, los estudios poblacionales incluyeron la temática de seguridad alimentaria y aspectos económicos. No se encontraron representados los temas correspondientes a Atlas digitales, delitos, estudios agrarios, geomorfología, gestión de proyectos, paisaje/patrimonio, servicios, turismo y Web.

De todas formas, la variedad temática sigue manteniendo una gran riqueza conceptual y metodológica en el marco integrador de una Geografía Aplicada basada en el uso de SIG. En este contexto los conocimientos obtenidos de investigaciones básicas son claramente aplicados con la finalidad de que los desarrollos teóricos sean de utilidad social en cuanto a la resolución de problemáticas concretas.

Estos ejes temáticos fueron apoyados por cursos internacionales pre-conferencia, los cuales en las últimas cuatro ediciones de las CONFIBSIG ya no quedaron ligados a *software* específico, sino que incorporan nuevas temáticas de aplicación.

Se destacan los cursos realizado por la Universidad Autónoma del Estado de México, México 2011 en *técnicas de evaluación multicriterio* (Dra. Montserrat Gómez Delgado, España) y *Servidores de mapas, Google Maps* (Dr. Alfonso Ramos Corona, México), en la Universidad Autónoma de Honduras, Honduras 2013 en *determinación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo* (Dr. Gustavo D. Buzai, Argentina), *zonificación con SIG* (Dr. Abner Jiménez, Honduras) y *SIG en estudios de cambio climático* (Dr. José Seguinot Barbosa, Puerto Rico), en la Universidad Alberto Hurtado, Chile 2015 en *estadística espacial* (Dr. Manuel Fuenzalida, Chile) e *inequidades ambientales* (Dr. Antonio Moreno Jiménez, España), en la Universidad del Azuay, Ecuador 2017 en *aplicaciones Lidar* (Dr. Chester Seller, Ecuador) y en la Universidad

Nacional de Luján, Buenos Aires, 2019 en *Clasificación y regionalización* (Dr. Armando García de León, México y Mg. Luis Humacata, Argentina), *SIG en salud* (Dra. Marcela Virginia Santana Juárez, México y Dr. Eloy Montes Galbán, Argentina) y *análisis espacial de usos del suelo* (Dr. Noel Pineda Jaimes, México y Dra. Noelia Principi, Argentina).

Las temáticas de los cursos muestra una principal consideración por el análisis y modelado espacial, incluyéndose variadas técnicas tanto las que corresponden al modelado cartográfico (evaluación multicriterio y LUCIS, *Land use conflict identification strategy*) hasta diversas aplicaciones en estadística espacial (análisis exploratorio y multivariado en regionalizaciones). Continúa la temática correspondiente al uso de Internet, esta vez con los servidores de mapas y se incorporan temas como el análisis espacial de la salud, cambio climático y nuevas posibilidades de la teledetección.

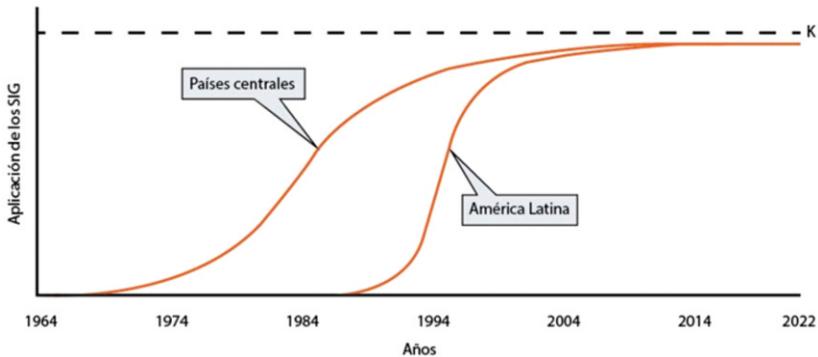
Cabe mencionar que en el período queda claro que la demanda de aplicaciones en SIG se cubre en su mayor parte con *software* desarrollado en USA –se suma con fuerza QGIS a los tradicionales IDRISI y ArcGIS (evolución de ArcView GIS) aunque sigan vigentes los principales sistemas brasileños que tuvieron inicio en la década anterior. Se verifica una tendencia hacia la producción de SDSS (*Spatial Decision Support Systems*) que no compiten en funcionalidad con los grandes SIG, sino que los complementan en procedimientos específicos mostrando el camino evolutivo de verticalización del SIG (Eastman, 2007). Existen importantes desarrollos de SDSS internacionales, de los cuales podemos mencionar a *Localiza*, complemento de IDRISI (versión 2) y a *EduPlan*, complemento de ArcView GIS, ambos utilizados para la resolución de problemas de localización óptima de equipamientos El primero ha sido desarrollado por el Ing. Francisco Palm Rojas (Venezuela) con dirección del Dr. Joaquín Bosque Sendra (España) en la Universidad de Alcalá de Henares, UAH, España, www.geogra.uah.es) (Palm Rojas, 2004) y el

segundo con dirección del Dr. Brent Hall (Canadá) a través del trabajo interinstitucional entre la University of Waterloo, UW, Canadá, www.uwaterloo.ca) y el Centro Latinoamericano de Demografía, CELADE, Chile, www.eclac.org/celade).

Modelo de la evolución temporal (1964-2021)

El crecimiento en la difusión de *hardware* y uso de SIG ha seguido una curva logística que actualmente se encuentra en el límite de crecimiento (k) (Figura 1.1). Para el año 2021 tanto en los países centrales (América Anglosajona y Europa) como en América Latina se pueden utilizar las mismas computadoras y los mismos sistemas, sin embargo la figura nos indica como el camino para llegar hasta ese punto de confluencia tuvo diferente velocidad.

Figura 1.1: Línea evolutiva de la aplicación histórica de los SIG



El análisis del gráfico presentado muestra que las curvas de crecimiento tienen una evolución logística y si bien tienen un desfase de 23 años en el inicio, este se compensa mediante diferentes aceleraciones para confluir en una similar situación a partir del 2000. El mismo *hardware*, el mismo *software* y las mismas posibilidades de aplicación técnica, pero el camino ha generado marcados inconvenientes ante la rápida adopción tecnológica.

Perspectiva académica de la educación e investigación en América Latina

Educación

Inicialmente el principal país de América Latina en cuanto a avances en educación superior en SIG fue Brasil. El Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) en São José dos Campos, Estado de São Paulo (<https://www.gov.br/inpe/pt-br>) se considera pionero en el área de geotecnologías a partir de sus reconocidos programas académicos de postgrado. Actualmente a nivel universitario en Brasil se ofrecen más de veinte carreras de postgrado (Especialización, Maestría y Doctorado) en donde los contenidos de SIG ocupan una parte importante de la curricula dentro de la gran amplitud de lo que en este país se denomina Geoprocesamiento.

Cursos específicos en diversos temas relativos al uso de SIG han sido proporcionados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” de Colombia (<https://www.igac.gov.co/>). Durante gran parte de la década de 1990 estos cursos contaron con el apoyo del International Training Center (ITC) de Países Bajos (<https://www.itc.nl/>). Actualmente cuenta con una amplia oferta de cursos y una carrera de especialización en SIG en convenio con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, universidad pública de Bogotá.

En Argentina el inicio de la capacitación formal de posgrado se produce en el 2004 con dos carreras en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (Maestría en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) (www.unicen.edu.ar) y la Especialización en la Universidad Nacional de Luján (UNLu) (www.unlu.edu.ar).

Posteriormente y hasta la actualidad, fueron aprobados estudios superiores en los niveles de tecnicatura, licenciatura y maestría en universidades nacionales (Catamarca, Cuyo, Córdoba, General Sarmiento, La Plata, Litoral, Nordeste, Rosario,

San Juan y Tres de Febrero), provinciales (Autónoma de Entre Ríos) y privadas (Belgrano, Buenos Aires). La situación actual puede verse en el mapa nacional interactivo realizado por el Dr. Santiago Linares de la UNCPBA: (<https://smartgov.spacesur.com/maps/764/view>).

Cabe mencionar el impulso que ha tenido la temática en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) en Toluca (www.uaemex.mx) a través de la Facultad de Geografía, unidad académica que ha consolidado la Licenciatura en Geoinformática, ha puesto en marcha el NITGeo (Nodo de innovación Tecnológica Geoespacial) y cuenta con una de las más importantes bibliotecas especializadas. En el 2011 fue sede institucional de la XIII CONFIBSIG.

En esta última década un hito importante fue la llegada del consorcio de educación a distancia UNIGIS a América Latina (<https://americalatina.unigis.net/>). Las carreras de especialización y maestría en SIG tuvieron su origen en Inglaterra (Manchester Metropolitan University, University of Huddersfield y University of Salford). En nuestra región tuvo inicio en la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) en 1999 y a partir de allí fueron incorporando nodos en Argentina (Universidad de Belgrano), Brasil (Universidade Estadual de Rio de Janeiro), Chile (Universidad de Santiago de Chile), Colombia (Universidad Icesi), México (Centro Universitario de Estudios Superiores de Puebla-ATISoft), Paraguay (Universidad del Pacífico) y Perú (Universidad Nacional Federico Villareal).

Si consideramos el ámbito de la escuela media, la Argentina es el país que ha realizado los mayores esfuerzos para transferir la tecnología SIG a ese nivel de enseñanza. La Reforma Educativa de 1993 (Ley Federal de Educación N° 24195) lo ha contemplado explícitamente en sus contenidos de procedimientos y a partir de allí fueron desarrollados cursos de capacitación a través de la edición de bibliografía específica (Buzai y Durán, 1997). Con posterioridad al año 2000 se deben mencionar esfuerzos que apuntan al logro de la transferencia SIG

hacia el nivel primario a través de la producción de material didáctico específico (Kaufman, 2005). En Colombia también se ha generado este interés avanzado hacia la realización de un software educativo basado en Map Maker 3.5. (versión gratuita, www.mapmaker.com) a partir de trabajos educativos realizados por la Fundación Piedrahita Uribe (www.eduteka.org/SIG1.php). Finalmente, en el ámbito educativo deben ser mencionados especialmente los *atlas digitales*, ya que esta producción académica ha contado con usuarios en todos los niveles. Los productos del trabajo técnico, como la digitalización de las bases cartográficas y la sistematización de bases de datos alfanuméricas asociadas, pudieron ser distribuidos sin mayores inconvenientes a través de CDs que incluían también sistemas de visualización para la realización de las correspondientes consultas espaciales. En la década de 1990 fueron destacables los sistemas realizados por programaciones específicas con *software* multimedia o utilizando visualizadores como ArcView 1.0, ArcExplorer y *ArcExplorer Java Edition for Education* (AEJEE), estos últimos, productos de distribución gratuita de ESRI, actualmente no disponibles por sus desactualizaciones.

Existen libros que analizan el papel del SIG en el proceso educativo general (Buzai y Humacata, 2016; Pombo y Martínez Uncal, 2017) en donde la inteligencia espacial de los alumnos se pone en el centro del debate, tanto en la Geografía como en las ciencias que intentan incorporar la dimensión espacial para un más completo aprendizaje de sus temas. La experiencia muestra que no existen limitaciones para la incorporación de contenidos de SIG en múltiples ámbitos y niveles educativos.

Investigación aplicada

La temática SIG en América Latina cuenta con 35 años de existencia. En la primera década, junto a la preocupación por las primeras implementaciones, las aplicaciones estuvieron orientadas a la utilización de los SIG con fines *cartográficos*, es

decir que privilegiaron las representaciones espaciales al orientarse hacia una definición de SIG que lo considera como una base de datos computacional que contiene información espacial (Cebrián, 1988). La base cartográfica permitía realizar consultas espaciales a los datos incorporados en la base de datos alfanumérica y las superposiciones temáticas eran de tipo visual.

Rápidamente comenzaron a desarrollarse avances en cinco líneas: cartografía (ya mencionada), procesamiento digital de imágenes, análisis de redes, análisis en 3D y análisis espacial. Por lo tanto, estas temáticas comenzaron a tomarse como la base para evaluar las posibilidades de elección de sistemas, siempre de acuerdo a los objetivos de la investigación. De acuerdo a la clasificación de Phlipponneau (2001) podemos decir que cualquier combinación temática hace que las investigaciones sean potencialmente aplicables.

Los SIG de tipo *vectorial* mostraron buena aptitud para el trabajo en cartografía y redes, mientras que los de tipo *raster* lo hicieron para el trabajo con imágenes, 3D y análisis espacial a través del modelado cartográfico.

Se realizaron avances hacia la utilidad de un SIG para el análisis espacial considerando su definición de *sistema computacional para la toma de decisiones en materia espacial* apoyado en procedimientos geográficos de modelización. Se hacen operativos los conceptos centrales del Análisis Espacial (Localización, Distribución, Asociación, Interacción y Evolución espacial) a través de diversas técnicas de entre las que sobresalen el modelado cartográfico, las técnicas de evaluación multicriterio y el modelado espacial.

Cabe destacar que mientras el modelado cartográfico es un procedimiento metodológico tradicional que la Geografía ha utilizado para la construcción regional al utilizar mapas de diferentes variables y ver sus correspondencias espaciales para definir áreas homogéneas, las técnicas de evaluación multicriterio representan un avance hacia la definición de escenarios

potenciales y el modelado espacial avanza sobre el funcionamiento de un espacio relativo basado en las interacciones.

Resulta evidente que los SIG conjugan tres definiciones centrales que la Geografía provee al trabajo empírico, una de vertiente *ecológica* (estudio de la relación sociedad-naturaleza), una *corológica* (estudio de la diferenciación areal) y una *sistémica* (estudio de las leyes espaciales). Trabajando en diferentes escalas generan vínculos que permiten superar la dicotomía en la postura idiográfica y nomotética de la Geografía.

El impacto bibliográfico inicial en América Latina ha sido producido por libros editados en España. Cada país de habla hispana mostró tener conexiones más fluidas con editoriales españolas que con editoriales de la propia región (situación que aún puede ser explicada a través de la teoría de la dependencia y de los conceptos centro-periferia). Actualmente Internet y la posibilidad de divulgación de material en formato digital permite superar este inconveniente.

Los iniciales libros españoles introductorios (Bosque Sendra, 1992; Comas y Ruiz, 1993; Gutiérrez Puebla y Gould, 1994), que corresponden a la primera bibliografía recibida en idioma castellano, aún son citados aunque merecen actualización.

A partir de la década de 1990 podemos encontrar libros generales sobre SIG publicados por académicos de América Latina que han tenido importancia local con limitada circulación internacional (Gray de Cerdán y Teixeira, 1990; Teixeira, Moretti y Christofolletti, 1992; IGAC, 1995; Câmara *et al.*, 1996; Rosa y Brito, 1996; Buzai y Durán, 1997 y Teixeira y Christofolletti, 1997). A partir del cambio de siglo se destacan una serie de contribuciones generales de mayor actualidad (Miranda, 2005, Buzai y Baxendale, 2006, 2011, 2012; Fitz, 2008; Buzai, Baxendale, Humacata y Principi, 2016; Fuenzalida, Buzai, Moreno Jiménez y García de León, 2018; Buzai y Montes Galbán, 2021).

Complementando la bibliografía general existen obras que pueden destacarse de autores latinoamericanos orientadas a temáticas específicas como el medio ambiente y recursos naturales (Assad y Sano, 1998; Seguinot Barbosa, 2001; Roldán Aragón *et al.*, 2003; Xavier da Silva y Zaidan, 2004) o de aspectos humanos en escala urbana y regional (Moura, 2003; Moreno Jiménez y Buzai, 2008; Ramírez, 2009; Pombo, Martínez Uncal y Dillon, 2016; Moreno Jiménez, Buzai y Fuenzalida, 2017; Principi, 2019; Humacata, 2020) y el vínculo entre ambas temáticas a través del análisis espacial de la Salud (Medronho, 1995; Castillo Salgado *et al.*, 2002; Buzai, 2015).

A la bibliografía se le suman cientos de artículos publicados en las dos principales revistas especializadas con orientación académica de idioma castellano: GeoFocus editada por la Universidad Autónoma de Barcelona (España) con dirección del Dr. Xavier Pons Fernández y Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG) editada por la Universidad Nacional de Luján (Argentina) con la dirección del Mg. Luis Humacata. El acervo bibliográfico es complementado por las presentaciones realizadas a congresos, de los cuales la CONFIBSIG, a través del sitio web de la REDISIG (<http://www.redisig.org/es/memorias>), pone a disposición el archivo de publicaciones del evento continental.

Comentario final

La aplicación de SIG en América Latina ha recorrido un largo camino. En 35 años asistimos a una evolución continua desde la inicial transferencia tecnológica hacia su masiva generalización y desde su uso como base de datos computacional hasta el aprovechamiento de sus capacidades modelísticas en apoyo a la toma de decisiones, llegando a consolidarse como herramienta central de la Geografía Aplicada.

La gran cantidad y variedad de casos de aplicación mencionados en estas páginas muestran la amplitud que puede

alcanzar la tecnología SIG y de que manera su uso enmarca cada trabajo dentro de una clara focalización espacial. En este sentido, el estudio y análisis del espacio geográfico ha tenido un apoyo fundamental para convertirse en una dimensión central de toda investigación multidisciplinaria.

Desde un punto de vista material podría pensarse que la implementación y necesidad de actualización permanente en cuanto a hardware y software ha constituido el principal problema para el avance de la temática SIG en América Latina, sin embargo, a pesar de que se lo puede considerar un inconveniente permanente, en la actualidad no podríamos hablar, en general, de falta de recursos, sino principalmente de la ineficiente administración de los recursos existentes. Sin embargo es de destacar que últimamente la difusión del *software* de circulación libre mejora esta situación. El problema presupuestario comienza a tomar una menor importancia cuando incorporamos inconvenientes tales como las trabas generadas por la burocracia administrativa-política o la falta de disponibilidad de datos actualizados y confiables.

Consideramos que un concepto geográfico de *fricción* podría ser utilizado de forma integral para enmarcar todos estos inconvenientes, es decir que impedimentos varios pueden mostrar imágenes del subdesarrollo. El acceso y circulación de subsidios, bienes, servicios y datos/información se ven claramente afectados por gobiernos que pueden ejercer controles que resultan muy improductivos.

En este punto resulta necesario destacar que existen avances para la sistematización e intercambio cooperativo de datos globales en la región, la *Global Spatial Data Infrastructure Association* (GSDI, www.gsdi.org) apoya iniciativas para la creación de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) a nivel nacional ayudando a coordinar diferentes esfuerzos institucionales. Sin embargo, hasta el presente aún se debería avanzar mucho en esta línea, y el Instituto Panamericano de

Geografía e Historia (IPGH, www.ipgh.org) lo entiende así, al apoyar esta tarea.

Como consideración final, y ante los inconvenientes estructurales mencionados, podemos decir que el avance efectivo de los SIG en América Latina no podría basarse en la incorporación de nuevo hardware, el desarrollo de nuevo software, el camino hacia las IDE o el de la aplicación a temáticas de reconocimiento mundial (muchas veces importadas o simplemente de moda), sino que cobra particular importancia un uso que se encuentre orientado hacia el pensamiento y una visión crítica constructiva. El SIG como forma de pensar realidades en un nivel de focalización espacial (geografía empírica) que combine niveles supra-focales (decisiones político-económicas) o infra-focales (actitudes poblacionales-individuales) con la finalidad de poder actuar efectivamente a través de aplicaciones espaciales sin desconocer contextos de mayor amplitud dentro de una realidad específica, la realidad latinoamericana en general y de países específicos.

Este camino comienza por la educación y continúa con una evolución conjunta e influencias recíprocas entre la educación y la investigación. No solo la capacitación en SIG que hoy se puede considerar generalizada a todos los alumnos de Geografía, sino principalmente la educación en Geografía que incorpore al SIG como herramienta de focalización espacial en la consideración de contenidos curriculares que lleven a equiparar sus componentes geográficos y técnicos. Particularmente en el caso de América Latina orientando sus aplicaciones a estudios que ayuden a diagnosticar realidades, comprender situaciones, generar y evaluar escenarios futuros, planificar cursos de acción y apoyar la toma de decisiones que tienda a disminuir las crecientes desigualdades socio-espaciales.

Un correcto uso del SIG se encontraría asociado a un buen uso de la Geografía como ciencia, este sería el principal desafío que tiene el geógrafo de América Latina del siglo XXI.

Bibliografía

- Assad, E.D. & Sano, E.E. (1998), *Sistemas de Informacoes Geográficas: aplicacoes na agricultura*, Brasilia, Embrapa.
- Autores Varios (1988), *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y las Ciencias Sociales*, Madrid, Síntesis.
- Batista Silva, J. (2005), *Utilización de Sistemas de Información Geográfica en Cuba. X Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*, San Juan, Puerto Rico (versión CD).
- Bosque Sendra, J. (1992), *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Ra-Ma.
- Burrough, P.A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, Clarendon Press.
- Burrough, P.A. & McDonell, R. (1998), *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press.
- Buzai, G.D. (1999), *Sistemas de Información Geográfica en Argentina (1987-2000). I Encuentro Internacional Alexander von Humboldt*, Buenos Aires, Centro de Estudios Alexander Humboldt.
- Buzai, G.D. (2008), *Sistemas de Información Geográfica y Cartografía Temática*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (comp.) (2010), *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, GESIG, Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D. (2015), *Análisis Espacial en Geografía de la Salud: Resoluciones con Sistemas de Información Geográfica*, Lugar Editorial, Buenos Aires.
- Buzai, G.D. (2022), *Historia académica de los Sistemas de Información Geográfica en Argentina (1987-2010) y los congresos nacionales de Tecnologías de la Información Geográfica (2011-2021)*, *Pleamar*, 2, 1-10.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2006), *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial. (2da. Edición tomo 1, 2011, tomo 2, 2012).

- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Humacata, L. & Principi, N. (2015), *Sistemas de Información Geográfica. Cartografía temática y análisis espacial*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Durán, D. (1997), *Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Troquel.
- Buzai, G.D. & Humacata, L. (2016), *Implementación de Tecnologías de la Información Geográfica en la enseñanza de la Geografía*, Mercedes, MCA Libros.
- Buzai, G.D. & Montes Galbán, E. (2021), *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Geográficas.
- Buzai, G.D. & Robinson, D.J. (2010), Geographical Information Systems (GIS) in Latin America, 1987-2010: A Preliminary Overview, *Journal of Latin American Geography*, 9, 3, 9-31.
- Câmara, G., Casanova, M.A., Hemerly, A.S., Cayres Magalhaes, G. & Bauzer Medeiros, C.M. (1996), *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. 10º Escola de Computação*, Campinas, Universidade de Campinas.
- Castillo Salgado, C., Vidaurre, M., Gassibe, P., Gonzalez, R., Beas, A., Loyola, E., Martínez, R., Klarián, J.M., González, M., Escamilla, A., Hazlewood, M., Roca, A. & Nájera, P. (2002), *Sistemas de Información Geográfica en Salud. Conceptos básicos*, Washington, Organización Panamericana de la Salud.
- Cebrián, J.A. (1988), Sistemas de Información Geográfica, en Autores Varios, *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y las Ciencias Sociales*, Madrid, Síntesis, pp. 125-140.
- Comas, D. & Ruiz, E. (1993), *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica*, Barcelona, Ariel.
- Coppock, J.T. & Rhind, D.W. (1991), The history of GIS. In: Maguire, D.J.; Goodchild, M.F.; Rhind, D.W. (Eds.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, London, Longman. pp. 21-43.

- Eastman, J.R. (2007) La verticalización de los Sistemas de Información Geográfica, en Memorias de la XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica, Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján, pp. 183-195.
- Fitz, P.R. (2008), *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo, Oficina de textos.
- Foresman, T. (Ed.) (1998), *The history of GIS: Perspectives from the Pioners*, London, Taylor & Francis.
- Fuenzalida, M., Buzai, G.D., Moreno Jiménez, A. & García de León, A. (2018) *Geografía, Geotecnología y Análisis Espacial: Tendencias, métodos y aplicaciones*, Santiago de Chile, Universidad Alberto Hurtado – El triángulo.
- Goodchild, M.F. & Kemp, K.K (eds.) (1990), *NCGIA Core Curriculum in GIS*. National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, University of California. (History of GIS, UNIT 23).
- Gutierrez Puebla, J. & Gould, M. (1994), *SIG: Sistemas de Información Geográfica, Síntesis*, Madrid.
- Hasenack, H. (1992), Some Comments Concerning the Diffusion of GIS/technology in Brasil. *Unitar Advanced Seminar*, Frutillar Bajo, Chile.
- Humacata, L. (2020) *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones para el análisis de clasificación espacial y cambios de usos del suelo*, Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Geográficas.
- IGAC (1995) *Conceptos básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*, Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Kaufman, R. (2005), *GIS Sistemas de Información Geográfica. Propuestas Didácticas*, Buenos Aires, Laboratorio de Computación.
- McHargh, I. (1969), *Design with Nature*, New York, American Museum of Natural History
- Medronho, R.A. (1995), *Geoprocessamento e Saúde*, Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz.

- Miranda, J.I. (2005), *Fundamentos de Sistemas de Informacoes Geográficas*, Brasilia, Embrapa.
- Moreno Jiménez, A. & Buzai, G.D. (comp.) (2008), *Análisis y planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, UAM-UNLu-AECID.
- Moreno Jiménez, A., Buzai, G.D. & Fuenzalida (2017), *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones de diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*, Madrid, Ra-Ma.
- Moura, A.C. (2003), *Geoprocessamento na gestao e planejamento urbano*, Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Palm Rojas, F.J. (2004), Aspectos del desarrollo de Localiza. En: Bosque Sendra, J. & Moreno Jiménez, A. (eds.) *Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*, Madrid, Ra-Ma. pp. 153-172.
- Phlipponneau, M. (2001), *Geografía Aplicada*, Barcelona, Ariel.
- Pombo, D. & Martínez Uncal (2017), *Geotecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje por resolución de problemas: hacia una didáctica de la geografía crítica y activa*, Santa Rosa, EdUNLPam.
- Pombo, D., Martínez Uncal, C. & Dillon, B. (2016), *Geotecnologías aplicadas al análisis de la complejidad territorial de la Provincia de La Pampa*, Santa Rosa, EdUNLPam.
- Principi, N. (2019) *Análisis espacial de conflictos entre usos del suelo en la cuenca del río Luján*, Luján, EdUNLu.
- Ramírez, L. (2009) *Planificación territorial sanitaria y Sistemas de Información Geográfica*. Resistencia, Universidad Nacional del Nordeste.
- Roldán Aragón, I.E., Binnqüist Cervantes, G.S., Bernal Becerra, A., Chávez Cortés, M.M. & Ortega Hernández, M.S. (2003), *Sistemas de Información Geográfica aplicados al manejo de los Recursos Naturales*, México, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.
- Rosa, R. (2009), Sistemas de Informação Geográfica na América Latina: principios desafios. *GeoFocus* (Editorial), 9, 9-12.

- Rosa, R. & Brito, J.L. (1996), *Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica*, Uberlandia, Universidade Federal de Uberlandia.
- Ruiz, E. (2010), El impacto de las tecnologías de la información geográfica en la Cartografía y la Geografía: reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica. En: Buzai, G.D. (ed.) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Luján, Universidad Nacional de Luján. pp.51-64.
- Sagres Editora Ltda. (1997), Si, nosotros tenemos geoprosesamiento. *Geoprocessamento en Argentina, Fator GIS*. 3, 9, 11-14.
- Seguinot Barbosa, J. (ed.) (2001), *Geonatura. Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a las Ciencias Ambientales y de la Salud*, Bayamón, Publicaciones CD Inc.
- Teixeira, A.L.A. & Christofoletti, A. (1997), *Sistemas de Informação Geográfica. Dicionario Ilustrado*, São Paulo Hucitec.
- Teixeira, A.L.A., Moretti; E. & Christofoletti, A. (1992), *Introdução aos Sistemas de Infomação Geográfica*. Rio Claro.
- Teixeira, A.L.A. & Gray de Cerdán, N.A. (1990), *GEO-INF+MAP. Aplicación de la tecnología SIG al desarrollo de regiones de tamaño medio*. Facultad de Filosofía y Letras, Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo.
- Tomlin, C.D. (1990), *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Clift.
- Xavier da Silva, J. & Zaidan, R.T. (2004), *Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicacoes*, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

CAPÍTULO 3

PENSAMIENTO LATIIONAMERICANO

Un pensamiento latinoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica

Gustavo D. Buzai

El presente capítulo tiene como objetivo brindar elementos que permitan analizar las características de lo que podría ser considerado un pensamiento latinoamericano en general y sobre SIG en particular. El desarrollo contempla estos dos aspectos centrales en el intento de identificar cuestiones estructurales que luego sean de utilidad como modelo en la búsqueda de analogías.

América Latina como sistema abierto pone su atención en medio siglo de una construcción estructural en las relaciones políticas, económicas y sociales que llevan a la incorporación de cosmovisiones y perspectivas filosóficas generadas en Europa. *SIG en América Latina: Un camino estructural* busca similitudes y presenta algunos hechos del desarrollo temático en una diferente escala de tiempo.

La confluencia genera una síntesis estructural entre ambos niveles y permite brindar una explicación sistémica centrada en la auto-similitud de las partes con el todo.

América Latina, sistema abierto

Cuando hablamos de América Latina estamos utilizando una denominación creada en Francia en el siglo XIX con el objetivo de eliminar conceptualmente los vínculos de España y Portugal con sus excolonias del continente americano. La propuesta fue exitosa ya que paulatinamente dejó de utilizarse el término Iberoamérica y, al mismo tiempo, con el avance de Estados Unidos sobre México a mediados de siglo puede decirse que el concepto asumió un claro sentido anti-imperialista (Gobat, 2013). Desde un punto de vista espacial se refiere a la amplia región donde predominan idiomas que derivan del latín, como el castellano, portugués y francés. La región norte del continente

americano, en contraposición, comenzó a denominarse América Anglosajona, aunque en muchas de sus áreas predominan idiomas como el español y el francés.

Llamar América Latina a nuestra región intenta presentar aspectos generales de identidad frente a otras identidades que espacialmente son definidas como diferentes regiones mundiales. Los estudios regionales fueron la base del análisis geográfico en los inicios de la definición de Geografía como ciencia humana y evolucionaron desde una tradición corográfica hasta las perspectivas sistémicas que lleva a analizar sistemas espaciales integrados (Méndez y Molinero, 1984).

Debemos destacar que las características específicas de América Latina fueron inicialmente impulsadas desde los países centrales y con posterioridad ampliamente adoptadas como una aceptación que brindó una posibilidad conceptual de lograr una identidad que permita eliminar los primeros lazos de dependencia. Considerando aspectos como los mencionados, Romero (1967) indica que sería posible cuestionar la existencia de América Latina como entidad real, pero cualquier respuesta que pueda darse no invalidaría que esta unidad tiene identidad cuando se la mira desde Europa, espacio central con la que ha mantenido vínculos e intercambios constantes, como región colonial y como espacio de puja entre intereses de las grandes potencias europeas.

En este sentido, reflexionar sobre la existencia de un pensamiento latinoamericano lleva a abordar la historia regional y esta, desde finales del siglo XV, con el inicio de la modernidad, no puede desvincularse de la realidad europea, ya que el sistema de ideas que se fue desarrollando en Europa llegó a nuestro continente como rigurosa europeización. Según Romero (1967) el pensamiento latinoamericano tuvo constantemente la necesidad de adecuarse a esquemas de origen externo.

Es sabido que la conquista española y portuguesa en el continente americano tuvo aspectos de aniquilamiento cultural, lo que Santos (2009) considera como *epistemicidio*, siendo que los conquistadores consideraron su superioridad basada en el

etnocentrismo e impusieron su cosmovisión con violencia en una situación de gran esfuerzo, ya que la región no constituía un vacío cultural y el significado lugar (Robinson, 1989), con particularidades culturales, ocupaba un lugar preponderante desde un inicio. Muchas conquistas se transforman en guerras culturales y, estas tensiones en las que intervienen con mucha fuerza aspectos religiosos, pueden entenderse dentro del concepto de choques entre civilizaciones (Huntington, 1996), definiéndose ocho regiones mundiales que resultarían una clave de actualidad.

Se considera que los desarrollos conceptuales locales surgen como reflejo de la relación de dependencia, siendo que la región colonizada llegó a ser una verdadera proyección de la península ibérica. La relación de dependencia puede medirse ante la permeabilidad de la *frontera decisional nacional* como sector de choque entre el sistema de poder externo con influencia en el sistema de poder interno (Rofman y Romero, 1974), lo cual geográficamente se encuentra ubicado espacialmente en las principales ciudades como centros de gestión (Buzai, 2000) que asumen una posición intermedia entre la metrópolis colonizadora y los espacios nacionales. Esta frontera tiene un inicio colonial de extrema permeabilidad y amplió diferencialmente su capacidad de respuesta a principios del siglo XIX ante el proceso de independencia.

Durante la era moderna, principalmente en el siglo XVI, otros países europeos comenzaron a interesarse por las colonias del continente americano. La reforma protestante y el comienzo de la revolución científica produjeron grandes cambios socio-culturales que hicieron diferenciar a las potencias del continente, por un lado España, Portugal e Italia quedaban definidos como países estancados y conservadores, mientras que Holanda, Inglaterra, Alemania y Francia aparecían con una mayor dinámica ante la libertad de pensamiento y de progreso junto a la revolución capitalista. En este sentido Europa comenzaba a formar una estructura centro-periferia, norte-sur, de mayor y menor desarrollo respectivamente.

La existencia de una España invertebrada fue planeada por Ortega y Gasset (1922), una nación con grandes problemas organizativos y de cohesión, carente de un auténtico feudalismo y de minorías dirigentes que generaron una débil estructuración nacional que durante los Siglos XIV y XV delinearon una situación de notable retraso respecto de los países que tomaban el centro de gravedad europeo.

De esta manera en el continente americano se generó una visión que anunciaba el cambio, “la emancipación precipitó las imágenes. España fue el pasado y Europa (...) fue el presente y el futuro” (Romero, 1967:33). Esta imagen de una Europa sin España fue la que impactó fuertemente en los grupos sociopolíticos dominantes del continente y, en esta línea, Francia fue considerado como modelo de cultura e Inglaterra como modelo económico. Este aspecto que quedó establecido de manera general en el Siglo XIX ante la masiva inmigración de poblaciones poco instruidas provenientes principalmente de España e Italia y que tenían como suma de objetivos individuales la búsqueda del progreso social lejos de sus lugares de origen que se presentaban como zonas fuertemente deprimidas.

Las ideas de la ilustración llegaron a través de los grupos dominantes locales impactando directamente en el ámbito urbano, mientras el ámbito rural mantenía relaciones socioeconómicas propias de la Edad Media. La ilustración fue un movimiento social y cultural europeo que se desarrolló desde finales del siglo XVI hasta la primera mitad del Siglo XIX y se centraba en lograr todo desarrollo a partir del uso de la razón en la construcción de conocimientos. En América Latina tuvo que amoldarse a una cultura española de cerramiento y monopolio económico, es por ese motivo que hubo un importante avance hacia al intento de una emancipación que seguía los ideales del liberalismo económico. Los principales hitos históricos de referencia estuvieron dados en la independencia de Estados Unidos (1775), la revolución francesa (1789-1799) y la crisis española luego de la batalla de Trafalgar (1805) con la invasión napoleónica de España que fuera apoyada por Inglaterra.

Resulta muy interesante y genera diversas hipótesis el denominado *Plan Maitland*, documento redactado por el escocés Thomas Mailand (1759-1824), general del ejército británico que delineó una estrategia para lograr la independencia de las colonias españolas en América y destruir el monopolio del comercio español en la región. Sus aspectos centrales fueron seguidos por el general José de San Martín (1778-1850) en su campaña libertadora realizada desde Buenos Aires hasta Quito y que, según Terragno (1998), posiblemente tuviera conocimientos del plan a través de la Logia Lautaro, fundada por militares, el venezolano Francisco de Miranda (1750-1816) y el escocés James Duff (1752-1839).

Queda claro que la independencia de la corona española generó en América Latina un amplio proceso de formación de diversos estados nacionales que se emanciparon de España y comenzaron un comercio internacional bajo la filosofía del liberalismo.

La teoría del positivismo liberal tuvo su surgimiento con la primera revolución industrial europea (1760-1840) y América Latina, si bien no participó del proceso técnico que llevó a la industrialización se vinculó al sistema mundial como proveedor de materias primas, principalmente alimenticias. El positivismo fue adoptado aceleradamente en América Latina por los grupos de poder que buscaban abrirse económicamente al mundo a través de una concepción teórica que buscaba el progreso social a través del orden (Comte, 1998) y encontró oposición de los sectores rurales ligados al caudillismo y el autoritarismo.

Los problemas sociales surgidos en Europa a causa de la industrialización y el acelerado crecimiento urbano fueron la base para el surgimiento del socialismo como doctrina revolucionaria cuyo objetivo consistía en brindar soluciones a la desigualdad social en apoyo a la clases bajas que constantemente ampliaba el sistema de producción capitalista.

La búsqueda de solución apuntaba a dos perspectivas opuestas, una individualista de salvación personal (anarquismo) y otra colectivista de salvación grupal (socialismo). Si bien estas

perspectivas filosófico-políticas ingresaban a América Latina a finales del siglo XIX tuvieron su auge medio siglo más tarde como respuesta crítica al proceso de industrialización por sustitución de importaciones.

Si consideramos el impacto de la ilustración, del positivismo liberal y del socialismo, queda claro que la importación de estas doctrinas se producía en una región que no tenía las características sociales y económicas del lugar de surgimiento. Todo lo contrario, según Romero (1967) el artesanado local descubrió nuevas e importantes posibilidades ante la expansión capitalista e intentaba aprovecharlo para mejorar su posición social. Las ideas políticas fueron importadas de una realidad desconocida y hubo, por parte de los asalariados, una importante resistencia al cambio... así se ingresó al Siglo XX.

Las líneas ideológicas europeas no serían útiles como modelo ante una realidad diferente ya que mientras en Europa tenían coherencia con su situación social, económica y política, en América Latina esta recepción de daba en otro contexto y a través de los grupos urbanos intelectuales ligados a la metrópolis y algo desvinculados a las masas poblacionales locales.

Las principales líneas ideológicas definidas en Europa durante el Siglo XIX, con centralidad en el iluminismo, el positivismo liberal y el socialismo son las que evolucionaron en América Latina durante el Siglo XX en una gran cantidad de combinaciones híbridas en la generación de ideologías difusas.

Según lo indica Romero (1967) resulta imposible realizar una clasificación de ideologías en América Latina durante el Siglo XX, ya que estas se van asimilando y amalgamando de forma diferencial a las cambiantes situaciones económico-políticas nacionales en una alternancia entre gobiernos democráticos y dictatoriales a lo largo del período. Las puntas del espectro político están dados entre los extremos que presenta una extrema izquierda y una extrema derecha y, es posible, como fue realizado por Christie (1970), ampliar la perspectiva bidimensional incorporando una segunda dimensión entre un extremo autoritarismo y una extrema libertad. En nuestro caso preferimos

cambiar el eje vertical por el continuo entre el nacionalismo y el globalismo que según Harari (2018) desde el punto de vista de la práctica política indica los mayores desafíos hacia futuro, al mismo tiempo que es un indicador de los niveles de apertura al contexto, luego fundamentales en todo análisis de los estados nacionales en vinculación ineludible en el interior del sistema mundo (Dollfus, 1992)., porque como lo indica García Canclini (2014) la globalización no es un sujeto, sino un proceso en el que los diferentes actores sociales pueden tomar acciones para orientarlo de manera socialmente creativa.

Figura 1.2 Espectro político



El eje horizontal muestra los extremos del continuo entre izquierda-derecha y el eje vertical el continuo entre nacionalismo-globalismo. A partir de ellos surgen cuatro cuadrantes: izquierda nacionalista, derecha nacionalista, izquierda globalista y derecha globalista.

En líneas generales, la postura político-filosófica de la derecha se apoya en el individualismo, liberalismo económico, respeto a la propiedad privada, búsqueda de igualdad de

oportunidades, tradicionalista conservador, mientras que la izquierda se apoya en la sociedad, el colectivismo, generación de propiedad pública, búsqueda de igualdad de beneficios y progresismo que propicia el cambio. Tal cual lo concibió Aristóteles la aristocracia puede transformarse en una oligarquía y la democracia en una demagogia, pero las clasificaciones resultan poco claras ya que se verifican aristocracias populistas y democracias que finalmente tienden a ser oligárquicas, principalmente a partir de la conformación de una oligarquía política.

El eje vertical muestra dos extremos del continuo entre nacionalismo-globalismo, desde un aislamiento extremo ante el cerramiento máximo de las fronteras nacionales hasta una integración extrema ante la máxima apertura. Generalmente las diferentes posiciones se atribuyen al tema económico, aunque finalmente impactan mentalmente en la cosmovisión general.

Dentro de este espectro formado por ambos ejes hay infinitas posibilidades de ubicación, siendo que la dificultad de clasificación se produce ante demarcaciones difusas. Por ejemplo en Argentina, desde mediados del Siglo XX, un mismo movimiento político, el peronismo (partido justicialista) adoptó diferentes ubicaciones en este espacio de relaciones, en ~1970 como nacionalismo de derecha en una importante lucha anticomunista, en ~1990 en un globalismo de derecha favoreciendo una economía dolarizada y la privatización de empresas públicas y finalmente en ~2010 en un nacionalismo de izquierda realizando un importante proceso de intervención estatal en los más diversos ámbitos económicos y sociales.

El pensamiento latinoamericano parecería ser que aún no pudo dejar de ser un diálogo con las teorías surgidas en el centro del mundo occidental. Esta situación lleva al sociólogo Santos (2009) a proponer dejar de realizar una teoría revolucionaria y reorientar esfuerzos para revolucionar la teoría. Es un trabajo arduo que resulta necesario ya que las teorías revolucionarias se desarrollan dentro de la concepción occidental y europeísta de la cual hay que desligarse en la búsqueda de un pensamiento libre y emancipador desde el sur.

Es innegable que el vínculo entre América Latina con los espacios centrales es permanente. El concepto de *emancipación*, los historiadores españoles lo utilizan principalmente como referencia a los procesos de independencia de sus colonias en América (Martínez Ruiz, 2011), aunque este concepto ha sido tomado por gobiernos nacionalistas de izquierda que lo utilizan a lo largo de la historia ante una permanente necesidad de emancipación que después de la independencia de las colonias, con posterioridad de España y Portugal, incluyó a Inglaterra, Estados Unidos y al capitalismo global desde un punto de vista actual y de mayor amplitud. Quizá en el futuro aparezca otros contextos para continuar la búsqueda de emancipación, que bien podría ser otro país, como China u otro contexto organizativo mundial como la dependencia hacia la inteligencia artificial que invadirá la vida de la humanidad crecientemente durante el Siglo XXI y la cual puede ser aplicado, como lo señala Han (2020), en un avance del control social global que atenta contra las democracias.

SIG en América Latina, un camino estructural

La evolución histórica de los SIG en América Latina es una temática que comenzamos a sistematizar hace poco más de una década y que permite delinear un trazado académico en su evolución, desde su comienzo en 1987 hasta la actualidad (Buzai y Robinson, 2010, 2021). Realizando un abordaje por analogía podemos detallar aspectos que encuentran correspondencia con la historia de la región en la evolución analizada desde hace medio siglo.

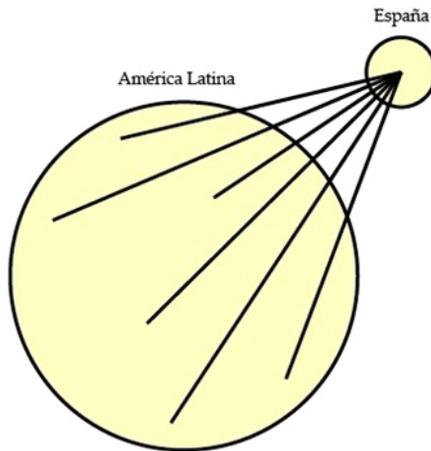
Los primeros SIG llegaron a nuestra región desde Estados Unidos ingresando por Costa Rica, esto corresponde a un comienzo particular en el que el país de origen presentaba su liderazgo tecnológico, sin embargo, luego de esta situación inicial y principalmente a causa de los vínculos idiomáticos la relación con España se forjaría a los pocos años ante algunas cuestiones estructurales que mostrarían vigencia.

Quienes iniciamos el estudio de los SIG en América Latina desde sus comienzos, hace 35 años, fuimos autodidactas y nos

tuvimos que enfrentar con programas computacionales y manuales que estaban en inglés, lo cual demandó un buen esfuerzo.

La aparición de los primeros libros de SIG en idioma castellano a principios de la década de 1990 fueron los de Bosque Sendra (1992), Comas y Ruiz (1993) y Gutiérrez Puebla y Golud (1994) y representan la reorientación hacia una nueva dependencia con España. En aquellos años la relación centro periferia pudimos apreciarla claramente en el campo de las publicaciones, ya que mientras las editoriales de Madrid y Barcelona llegaban a casi todos los países de América Latina, las editoriales de los países de la región tenían limitadas distribuciones locales e internacionales. La figura 2.2 muestra la dirección de estas relaciones.

Figura 2.2 Relaciones editoriales unipolares (~1990)
(Contempla publicaciones impresas enviadas por transporte/correo convencional)



Asimismo, la diferencia interna que decantó en Europa el ascenso económico, político y social de los países del norte y el estancamiento de los países de sur a partir del Siglo XVI generó una estructura centro-periferia que queda ejemplificarla a través

de uno de los textos presentados en este libro (Ruiz i Almar, 2022) en el cual el autor relata su experiencia de formación académica en la Universidad de Utrech. Siendo alumno de Geografía en Barcelona sabía que existían los SIG y fue en Holanda donde pudo tomar contacto directo con ellos de manera directa y por primera vez en una capacitación que fue de gran importancia en el desarrollo de su carrera académica.

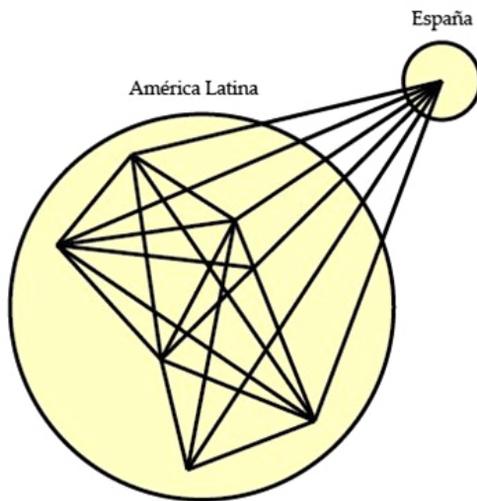
Pero si bien el centro de Europa en la temática SIG era el mundo anglosajón, el centro de referencia para América Latina siguió siendo principalmente España. A las primeras publicaciones mencionadas le seguirían los primeros programas de formación de posgrado en SIG que muchos colegas latinoamericanos fueron a buscar del otro lado del Atlántico. En este sentido el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares se convirtió en el principal punto de referencia para la capacitación en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

El pensamiento latinoamericano sobre SIG nuevamente, como lo mostró la historia, estuvo ligado a los avances que se producían en España y los españoles se nutrían inicialmente a partir de los avances en producción de software y bibliografía de los principales centros de investigación en Estados Unidos y el norte de Europa, de donde sobresalen Holanda e Inglaterra.

A partir de finales del Siglo XX internet se transformaría en un vehículo fundamental para modificar estas estructuras relacionales. Las editoriales de América Latina comenzaron a tener mayores vínculos entre los países de la región, llegaron a España y en menor medida al mundo anglosajón, siendo aquí la barrera idiomática muy férrea en sentido inverso. Sin embargo la configuración presentada en la figura anterior se había modificado estructuralmente (Figura 3.2) y así encontramos los vínculos en la actualidad. Llamativamente gran parte de la academia hispanohablante, por cuestiones burocráticas impuestas por los organismos de evaluación (que también están compuestos por sus propios científicos), en una situación de clara subordinación académica al centro, se encuentran abocados a

publicar en revistas en idioma inglés con indizaciones específicas y con altos valores monetarios que favorecen un negocio de millones de dólares anuales por parte de corporaciones internacionales dedicadas a la publicación de artículos científicos.

Figura 3.2 Relaciones editoriales multipolares (~2000)
(Contempla publicaciones de licencia abierta por Internet)



Analizando internet desde un punto de vista empírico, la cohesión actual de las regiones mundiales analizadas por Huntington (1996) ha sido corroborada por State *et al.* (2015) ante la circulación de correos electrónicos aunque previamente quedara comprobada una importante dependencia tecnológica en las conexiones ciberespaciales (Buzai, 2013). El choque de civilizaciones no estaría dado por el ámbito académico, sino por el uso del ciberespacio como nueva dimensión de las tensiones económicas y políticas a nivel mundial.

Es en este contexto que se sigue sosteniendo el concepto de emancipación, como constante en los discursos nacionalistas y regionalistas de nuestros países. El lema del 17 Encuentro de Geografías de América Latina (EGAL) realizado en 2021 en

Argentina lo incorporó al convocar a una acción que permita, mediante la tarea universitaria, ir *construyendo saberes emancipatorios desde y para los territorios*. Trabajar en contra del neoliberalismo para garantizar la justicia y la equidad social. En este sentido quisiera destacar la mesa 77 *Análisis Espacial e investigación cuantitativa con Tecnologías de la Información Geográfica* que se llevó a cabo en el evento, organizada por nuestro equipo de investigación y coordinada por Eloy Montes Galbán (Argentina), Santiago Linares (Argentina), Noel Pineda Jaimes (México), Liliana Ramírez (Argentina) y José Seguinot Barbosa (Puerto Rico), que presentó decenas de trabajos de aplicación en los cuales se demostraba desde un punto de vista aplicado las formas concretas de generar acciones que se dirijan a mejorar la justicia espacial de las sociedades.

Por otro lado la construcción de saberes emancipatorios surge como un objetivo ambicioso y es instado enfáticamente por Santos (2009) en *Una epistemología del Sur*, quien nos interpela a realizar acciones para revolucionar la teoría a fin de dejar atrás la cosmovisión occidental y eurocéntrica y recuperar saberes que cuestionen la forma predominante en la construcción de conocimientos. Dice que los planteos revolucionarios no son útiles porque están realizados en el interior de la cosmovisión que se debería eliminar para descolonizar el saber (Santos, 2010), en Geografía podemos tomar al principal referente del marxismo en Geografía, David Harvey, quien se nutre de fuentes y contextos anglosajones con procedimientos europeizantes y que posiblemente ante el fracaso empírico del socialismo del Siglo XXI actualmente dice considerarse “anti-capitalista”, término que prefiere al de socialista, comunista, anarquista o a cualquier otro (Harvey, 2019). Entonces existe una gran limitante, las teorías revolucionarias no son realmente revolucionarias porque surgen en un contexto de pensamiento inadecuado y el planteo de Santos (2009) difícilmente consiga su objetivo ya que es inverosímil la eficacia de su expresión al momento de utilizar un lenguaje europeo que lleva a que el mismo título de su trabajo incorpore el concepto de *Epistemología*, del griego que etimológicamente

significa episteme (conocimiento) y lógos (estudio), en síntesis, desde su segunda palabra no pudo desligarse de un concepto occidental y eurocéntrico para describir esta realidad.

Ante estas circunstancias queda claro que el pensamiento desde América Latina se encuentra en permanente diálogo con Europa, con Estados Unidos y por las conexiones que posibilita Internet, con el mundo. Desde un punto de vista científico, una aproximación a la apertura global, a través del flujo ilimitado de conocimientos permitiría ampliar el área de influencia desde nuestra posición hacia el mundo como nunca antes sucedió en la historia.

Consideraciones finales

Desde la teoría sistémica podríamos decir que podemos encontrar una similitud estructural que se mantiene a través del tiempo desde el contexto histórico global hacia las temáticas específicas, en este caso el desarrollo de un pensamiento latinoamericano sobre SIG.

Este pensamiento producido en América Latina lleva consigo las mismas características y rasgos estructurales que delinearon las relaciones de la región en el sistema mundo y las diferencias entre posturas más o menos críticas parecen esfumarse al mismo tiempo que los SIG permiten generar investigaciones que lleven a buenos diagnósticos para brindar soluciones específicas a los problemas de desigualdad socio-espacial.

En síntesis, podemos afirmar que existe un pensamiento latinoamericano sobre SIG, pero, como en todos los casos, ese pensamiento no es cerrado sino que pertenece a un sistema abierto y, en su última etapa de desarrollo, los centros urbanos se nutren de la disponibilidad de las culturas mundiales (Steger, 1978) contribuyendo en mayor o menor medida al desarrollo temático que a través de la Geografía Global (MetaGeografía y NeoGeografía) (Buzai, 2018). De esta manera los SIG se encuentran con centralidad en gran cantidad de prácticas humanas y, de esta manera, la Geografía se reconoce ampliamente como una de las ciencias con mayor impacto social.

Bibliografía

- Bosque Sendra, J. (1992) *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Rialp.
- Buzai, G.D. (2000) *Características y evolución espacial de los centros de gestión metropolitanos: Buenos Aires (1960-2000), de la modernidad a la posmodernidad*, Luján, Departamento de Ciencias Sociales.
- Buzai, G.D. (2013) Technological Dependency and the Internet: Latin American Access from Buenos Aires, 2001-2013, *Journal of Latin American Geography*, 12, 3, 165-177.
- Buzai, G.D. (2018) Geografía Global. La dimensión espacial en la ciencia y la sociedad, *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 263, 3, 9-26.
- Buzai, G.D. & Robinson, D.J. (2010) Geographical Information Systems (GIS) in Latin America, 1987-2010: A Preliminary Overview, *Journal of Latin American Geography*, 9, 3, 9-31.
- Buzai, G.D. & Robinson, D.J. (2022) Sistemas de Información Geográfica en América Latina (1987-2021): Análisis de su evolución académica basado en las CONFIBSIG, *Anuario de la División Geografía*, 16, 1-15. (Capítulo 2 en este libro).
- Christie, S. (1970) *The Floodgates of Anarchy*, London, Kahn & Averill.
- Comas, D. & Ruiz, E. (1993) *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*, Barcelona, Ariel.
- Comte, A. (1998) [1944] *Discurso sobre el espíritu positivo*, Barcelona, Altaya.
- Dollfus, O. (1992) Système Monde et système Terre, *L'Espace Géographique*, 21, 3, 223-229.
- García Canclini, N. (2014) *Latinoamericanos buscando lugar en este siglo*, México, Paidós.
- Gobat, M. (2013) The Invention of Latin America: A transnational History of Anti-Imperialism, Democracy, and Race, *The American Historical Review*, 118, I5, 1345-1375,
- Gutiérrez Puebla, J. & Gould, M. (1994) *SIG: Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Síntesis.
- Han, B.C. (2020, 22 de marzo) La emergencia viral y el mundo de mañana, *El País*, (*Ideas*). Obtenido del sitio web:

- <https://elpais.com/ideas/2020-03-21/la-emergencia-viral-y-el-mundo-de-manana-byung-chul-han-el-filosofo-surcoreano-que-piensa-desde-berlin.html>
- Harari, Y.N. (2018) *21 lecciones para el Siglo XXI*, Barcelona, Debate.
- Harvey, D. (2019) Reflexiones sobre una vida académica, en Benach, N. & Albet, A. (Eds.) *David Harvey. La lógica geográfica del capitalismo*, Barcelona, Icaria, 273-300.
- Huntington, S. (1996) *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*, New York, Simon & Schuster.
- Martínez Ruiz, E. (2011) España y América Española a finales del Siglo XIX. El pórtico de la emancipación, *XLIII Jornadas de Historia Marítima (Número monográfico)*, 64, 11-29.
- Méndez, R. & Molinero, F. (1984) *Espacios y Sociedades. Introducción a la Geografía regional del mundo*, Barcelona, Ariel.
- Ortega y Gasset, J. (1922) *España invertebrada*, Madrid, La lectura.
- Rofman, A. & Romero, L.A. (1974) *Sistema socioeconómico y estructura regional en Argentina*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Romero, J.L. (1967) *Latinoamérica. Situaciones e ideologías*, Buenos Aires, Ediciones del Candil.
- Ruiz i Almar, E. (2022) Los Sistemas de Información Geográfica, la Geografía Aplicada y la profesionalización de la Geografía. En este libro (Sección Geografía y Sistemas de Información Geográfica).
- Santos, B. de S. (2009) *Una pistemología del sur*, México, Siglo XXI.
- Santos, B. de S. (2010) *Descolonizar el saber, reinventar el poder*, Montevideo, Ediciones Trilce.
- State, B., Park, P., Weber, I. & Macy, M. (2015) The mesh of civilitations in the global network of digital communication, *PloSone*, 10, 5, e0122543
- Steger, H.A. (1978) Metrópolis e ideologías. Síntesis y fragmentación de las grandes aglomeraciones urbanas, en Hardoy, J.E., Morse, R. & Scaedel, R. (Comp.) *Ensayos histórico-sociales sobre la urbanización en América Latina*, Buenos Aires, SIAP, 331-347.

- Robinson, D.J. (1989) The Language and Significance of Place in Latin America, in Agnew, J. & Duncan, J. (Eds.) *The Power of Place*. Abingdon, Routledge, 157-184.
- Terragno, R. (1998) *Maitland & San Martín*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

CAPÍTULO 4

BIBLIOMETRÍA

Importancia de los Sistemas de Información Geográfica en la producción del conocimiento científico: Un análisis bibliométrico

Eloy Montes Galbán

Hace 35 años el geógrafo Peter Gould, afirmaba que no había "...ninguna duda de que la revolución de la informática es en muchos sentidos la base de cualquier (r)evolución actual" (1987: 11). Esta afirmación tiene más vigencia que nunca a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en diferentes campos de la investigación geográfica actual.

Muy a pesar de que en la comunidad geográfica existen detractores que mantienen una resistencia a las innovaciones tecnológicas y, en consecuencia, a los aportes realizados por la revolución cuantitativa en Geografía durante décadas, las evidencias apuntan a un crecimiento excepcional del uso e implementación de las Geotecnologías en general y particularmente de los SIG en variadas áreas temáticas de la Geografía, al respecto Pereira (2020) afirma que el contexto histórico de la evolución del análisis espacial y su integración con SIG indica que el desarrollo tecnológico ha contribuido a difundir su uso, ampliando sus respectivas escalas de análisis, y conectando distintas áreas de investigación.

Existen algunos antecedentes generales de investigaciones bibliométricas dentro de la temática: como la evolución de las publicaciones sobre análisis espacial (Pereira de Queiroz, 2020), la producción científica latinoamericana en el área de la Ciencia de Información Geográfica (López Vázquez & Bernabé Poveda, 2020), tendencia de los estudios geográficos en América Latina (Córdova Aguilar, 2021). Sin embargo, no hay antecedentes concretos que exploren el impacto de los SIG en los estudios desarrollados en la región, por lo que en este caso, el foco de atención estuvo dirigido a los trabajos que para su desarrollo requirieron aplicar análisis espacial con SIG.

El presente estudio buscó constatar la afirmación en cuanto a que, los SIG tienen un impacto destacado en la investigación científica realizada actualmente en América Latina. Para lo cual se llevó a cabo un estudio bibliométrico que implicó la búsqueda y extracción de palabras clave presentes en los artículos publicados durante los años 2020 y 2021 en nueve (9) de las revistas de Geografía de mayor impacto en la región¹. El análisis bibliométrico permite proporcionar información sobre las influencias de la investigación, las temáticas de especialización, así como los patrones de comunicación y la difusión del conocimiento (Van Raan, 1996).

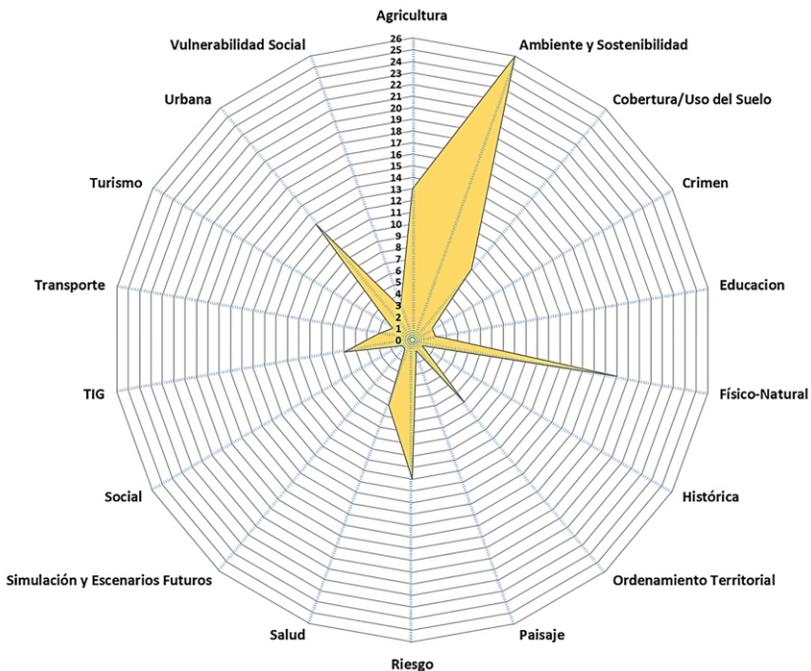
La selección de las revistas se basó en dos criterios principales: 1) revistas con larga trayectoria en la disciplina que admitieran artículos de todas las temáticas geográficas y, 2) que se encontraran registrada en alguno de los siguientes índices de referencia internacional: Scopus – Elsevier, SciELO - Scientific Electronic Library Online y Latindex Catálogo - Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

En una primera interpretación de los resultados generales obtenidos, se pudo concluir:

¹Cuadernos de Geografía (Colombia), Espacio y Desarrollo (Perú), Estudios Socioterritoriales (Argentina), Investigaciones Geográficas (México), Raega - O Espaço Geográfico em Análise (Brasil), Revista de Geografía Norte Grande (Chile), Revista Geográfica (IPGH-OEA, México), Revista Geográfica de América Central (Costa Rica) y Revista Geográfica Venezolana (Venezuela).

que dentro de las más de cuarenta temáticas definidas a partir del análisis del total de artículos, se puede afirmar que los SIG tienen una presencia importante, ya que del total de artículos (450), se identificó el uso y aplicación de los SIG en el 27,77% (125). En la figura 1.4, se observa una nube de palabras clave construida a partir de las 3.767 palabras clave extraídas, en esta representación visual el tamaño es mayor para las palabras que aparecen con más frecuencia. Esta tendencia se observa también en algunos eventos, como por ejemplo el congreso anual organizado por la Asociación Americana de Geógrafos (AAG), la cual registra a los SIG como la palabra clave más frecuente después de lo Urbano en su encuentro 2020 (Chang Seong *et al*, 2020).

Figura 2.4 Artículos con aplicación de SIG por categoría temática (2020-2021)



Fuente: elaboración propia, 2022.

En un análisis pormenorizado de los resultados, cuando se analizaron solo los documentos que contenían la aplicación de los SIG en el estudio, se definieron 18 temáticas de aplicación, dentro de las cuales destaco con un 20,8% los trabajos vinculados al ambiente y la sostenibilidad, seguido por las aplicaciones en la temática físico-naturales con 14,4%, agricultura y urbana con 10,4% y los estudios de riesgo con 9,6%, las restantes temáticas se encontraron con valores inferiores al 7%.

Si bien es cierto que, el tema de mayor interés dentro de la comunidad académica y científica está marcado por el contexto global, ya que es notoria la inclinación por las aplicaciones en ambiente y sostenibilidad, los principales resultados develan una tendencia investigativa cada vez más diversa en cuanto a las posibles aplicaciones de los SIG, mostrando interés por tópicos emergentes como salud, crimen, turismo y vulnerabilidad.

La dinámica del mundo contemporáneo permite concluir que solo tendrán éxito aquellos países que entiendan que la educación, ciencia, tecnología e innovación son el camino para lograr un desarrollo integral, y dentro de esta ecuación será fundamental incluir todos aquellos elementos que contribuyen a la producción y difusión del conocimiento geográfico digital (Montes Galbán, 2021) es por ello, que la premisa de la comunidad académico científica de la Geografía en América Latina debe ser mantener una constante difusión de la posibilidades de aplicación que brindan la teoría y metodología geográfica a través de investigaciones basadas en los SIG en la resolución de problemas territoriales que afectan a la región.

Bibliografía

- Centro de Investigación en Geografía Aplicada - Pontificia Universidad Católica del Perú. (2022). *Espacio y Desarrollo*. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo>
- Centro de Investigaciones Geográficas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2022). *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*. Obtenido de <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-socioterritoriales/>

- Chang Seong, J., Sue Hwang, C., Stanescue, A., Lee, Y., & Lee, Y. (25 de February de 2020). *What will be presented at the 2020 AAG meeting?* Obtenido de American Association of Geographers: <https://www.aag.org/>
- Córdova Aguilar, H. (2021). ¿Hacia dónde va la Geografía en América Latina? *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú* 6, 13-28. Obtenido de <https://cgp.org.pe/web/boletin/boletin-06/>
- Davies, J. (2022). *Word Cloud*. Obtenido de <https://www.jasondavies.com/wordcloud/>
- Departamento de Geografía - Universidad Nacional de Colombia. (2022). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg>
- Escuela de Ciencias Geográficas - Universidad Nacional. (2022). *Revista Geográfica de América Central*. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/indexadores>
- Gould, P. (1987). Pensamientos sobre la Geografía. *GeoCritica*, 68, 1-34. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/geo68.htm>
- Instituto de Geografía - Pontificia Universidad Católica de Chile. (2022). *Revista de Geografía Norte Grande*. Obtenido de <http://revistanortegrande.uc.cl/index.php/RGNG>
- Instituto de Geografía - Universidad Nacional Autónoma de México. (2022). *Investigaciones Geográficas*. Obtenido de <http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig>
- Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales - Universidad de Los Andes. (2022). *Revista Geográfica Venezolana*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/regeoven/>
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia. (2022). *Revista Geográfica*. Obtenido de <https://revistasipgh.org/index.php/regeo/index>
- López-Vázquez, C., & Bernabé-Poveda, M.-Á. (2020). La situación de la producción científica latinoamericana en el área de la Ciencia de Información Geográfica. *Revista Cartográfica*, 100, 173-193. Obtenido de <https://www.revistasipgh.org/index.php/rcar>
- Montes Galbán, E. (2021). El papel de la Geografía, Cartografía y las TIG en la producción y difusión del conocimiento geográfico digital (Nota editorial). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 21, 1-3. Obtenido de <https://revistageosig.wixsite.com/geosig>

- Pereira de Queiroz, A. (2020). Spatial analysis: a bibliometric approach (1950–2019). *Earth Science Informatics*, 1-13. doi:10.1007/s12145-020-00546-6
- Universidade Federal do Paraná. (2022). *RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise*. Obtenido de <https://revistas.ufpr.br/raega>
- Van Raan, A. F. (1996). "Advance bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises", *Scientometrics*, 36, 3.

CAPÍTULO 5

GEOGRAFÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 50 años

Gustavo D. Buzai

Este año los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cumplen medio siglo de existencia. Se presentan como una tecnología de sólida madurez al haber transitado un largo camino desde la puesta en funcionamiento del CGIS (*Canada Geographic Information System*) en 1964.

Luego de varios años en que esta tecnología se encontraba reservada para los grandes centros de investigación, es a inicios de la década de 1980 cuando los SIG comienzan ser utilizados ampliamente en el ámbito geográfico a partir de las nuevas versiones de *software* utilizados en el ambiente de las computadoras personales, las cuales comenzaban a poblar masivamente el ámbito académico-universitario.

Hasta ese momento el tratamiento computacional de datos geográficos se hacía mediante el uso de *software* con finalidades específicas, siendo que los SIG comenzaban a brindar la posibilidad de combinar cartografía digital (representación gráfica) con los datos alfanuméricos (atributos) al ocupar el centro de la *Geoinformática*.

El entorno computacional generaba un notable impacto, tal es así que Dobson (1983) propone una nueva rama en la disciplina que denominó *Geografía Automatizada* y en los siguientes años se generaron interesantes debates en torno a sus aptitudes para el análisis de la realidad espacial.

El análisis teórico se encontraba dirigido a estudiar la capacidad paradigmática de los SIG, los cuales, en el ámbito de la Geografía presentaron una visión de la realidad apoyada por paradigmas existentes como el racionalismo y el cuantitativismo, mientras que para el resto de las ciencias brindaban la posibilidad de incorporar la dimensión espacial en sus estudios.

Pudo definirse la aparición de una *Geografía Global* como la Geografía que ingresó en las computadoras para impactar en múltiples ciencias. No representó un paradigma de la Geografía, aunque sí un paradigma geográfico de alcance multidisciplinario. Durante sus 50 años, los SIG experimentaron dos claras etapas de desarrollo en relación a los datos geográficos: una de integración entre 1964–1988 y una de difusión entre 1989–2014. En la primera las bases de datos gráficas (cartografía) y alfanuméricas (atributos), realizadas inicialmente con *software* específico, se vincularon a través de los SIG y la aparición de los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) los hicieron evolucionar por mejoramiento de capacidades puntuales (verticalización); y en la segunda etapa los resultados pudieron difundirse ampliamente a través de la circulación material de los CD-DVD y a la circulación inmaterial en el ciberespacio. Internet permitió la mayor difusión mundial de bases de datos geográficas para su tratamiento y análisis.

A partir del año 2000 se han afianzado aspectos de gran interés aplicativo: la aparición de *software* libre que puede obtenerse por Internet, datos geográficos masivos provenientes de diferentes fuentes, aplicaciones en dispositivos móviles y sistemas digitales de uso popularizado basados en la localización. Todo esto junto a una posibilidad de uso que elude toda capacitación formal y llegar a lo que Turner (2006) definió como Neogeografía.

Los SIG, vinculados a la Geografía, tuvieron un largo recorrido de permanente construcción conceptual a partir de generaciones de geógrafos que, en la mayoría de los casos, trabajaron fuera de las posturas teóricas dominantes y de manera silenciosa sentaron las bases de la actual revolución. Las perspectivas sistémicas y cuantitativas en Geografía propiciaron un notable impacto a través de la *Geografía Global* al llevar la dimensión espacial al conjunto de las ciencias a través de un alto nivel de científicidad (Moreno Jiménez, 2013) y de la *Neogeografía* al llevarla tecnológicamente al conjunto de las prácticas sociales. Resulta muy interesante apreciar que el positivismo, una postura

filosófica que intentó captar la realidad objetiva separando el binomio sujeto-objeto es finalmente el principal sustento de acercamiento entre la ciencia y la sociedad a través del uso tecnológico, y al mismo tiempo, permite la mayor participación ciudadana directa que cualquier postura geográfica haya podido lograr.

La *Tecnosfera* (esfera tecnológica) de alcance mundial contiene todos los artefactos que le permiten a la humanidad vincularse con el medio que lo rodea y, desde inicios del siglo XXI, aparece una *Geotecnósfera* formada por elementos técnicos basados en la localización y que ponen al espacio geográfico como *pivote* de las relaciones sociales.

Actualmente toda persona puede interactuar con sustento tecnológico ante las posibilidades que le brinda la Web 2.0, utilizando una gran diversidad de datos geográficos, participando como voluntario geógrafo para generar otros o realizar interpretaciones basadas en la localización, y en poco tiempo más, la difusión de la Web 3.0 permitirá el uso de datos geográficos masivos obtenidos por los propios objetos que brindarán informaciones útiles al instante.

En síntesis, la Geografía es una ciencia que permanentemente muestra su gran riqueza conceptual y metodológica. La línea paradigmática expuesta muestra que la *Geografía Cuantitativa* (1950) ingresó en las computadoras y, con la incorporación de los SIG (1964) generó la *Geografía Automatizada* (1983), ésta se difundió llevando la dimensión espacial al resto de las ciencias en una *Geografía Global* (Buzai, 1999) que a partir de las aplicaciones móviles de uso masivo llevaría la dimensión espacial a la sociedad mundial con la *Neogeografía* (Turner, 2006; Ruiz, 2010). La *Geotecnósfera* (Buzai y Ruiz, 2012) contiene la totalidad de desarrollos técnicos para el tratamiento de datos basados en la localización.

Al finalizar el siglo XX, Burrough y McDonnell (1998) habían vislumbrado cambios evolutivos en la sigla SIG: *GISystem / GIScience / GISociety*. Hoy, a 50 años de su aparición podemos ver que se ha completado el camino para que la Sociedad de la

Información Geográfica basada en la relación Geografía y Sistemas de Información Geográfica sea una realidad.

Bibliografía

- Burrough, P.A. & McDonnell, R. (1998) *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press.
- Buzai, G.D. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Ruiz, E. (2012) Geotecnósfera. Tecnologías de la información geográfica en el contexto global del sistema mundo, *Anekumene*, 4, 88-106.
- Dobson, J.E. (1983) Automated Geography, *The Professional Geographer*, 35, 2, 135-143.
- Moreno Jiménez, A. (2013) Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico, *Investigaciones Geográficas*, 60, 5-36.
- Ruiz Almar, E. (2010) El impacto de las tecnologías de la información geográfica en la Cartografía y la Geografía: reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica, en Buzai, G.D. (Ed.) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Luján, Universidad Nacional de Luján, pp. 51-64.
- Turner, A.J. (2006) Introduction to Neogeography. *O`Reilly Short Cuts*. Dec.15:1-54.

Hacia una Geografía emergente con Sistemas de Información Geográfica

Adelmo Romero Méndez

En la Geografía digital actual el desarrollo teórico explicativo, desde el realismo científico, sistémico, empírico y cuantitativo, es muy factible. La literatura sobre las nuevas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) empieza a encontrar nuevos horizontes convergentes y emergentes interdisciplinarios. Desde lo teórico, metodológico y

geotecnológico se publican y aparecen resultados y soluciones a problemas geoespaciales con importantes niveles de socialización.

Sin embargo, continúa siendo poco común entre geógrafos, las reflexiones, discusiones y aportes teóricos; de allí provienen las debilidades teóricas en la geografía, con escasos avances sobre sus fundamentos epistémicos indispensables para su desarrollo y actualización científica.

Sobre la base de las siguientes afirmaciones se sustenta la presente reflexión: “Como la realidad ya se da en la aprehensión, no es un logro de la ciencia, mientras lo postulado solo puede ser erróneo en un proceso de verificación. En la medida en que el error es posible por la verdad, los fracasos de la ciencia, en lugar de ser una prueba a favor del antirrealismo, son un indicio que apoya al realismo” (Vargas, 2018).

Por otro lado, al igual que en otras disciplinas que surgen interrogantes que guían la fascinante exploración de todos los ámbitos científicos... Bunge (2004) ¿Cómo emergieron las moléculas, la vida, la mente, las normas sociales, el Estado? ¿Por qué convergieron la fisicoquímica, la biofísica, la bioquímica, la neurociencia cognitiva o la socioeconomía? En la Geografía están surgiendo nuevos horizontes convergentes y emergentes.

El auge y desarrollo de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en general y las aplicadas a la geografía en particular (Tecnologías de la Información Geográfica) constituyen un gran avance, pues, están al servicio de muchas otras disciplinas científicas afines, que comparten aspectos solapados parcialmente en sus objetos de estudio. Se aportan nuevos conocimientos geoespaciales a las ciencias naturales, humanas y sociales. Como ejemplo de estos avances, está la reciente creación de carreras profesionales, para satisfacer las nuevas y crecientes necesidades del mercado de trabajo, basadas en las TIG y especialmente en los SIG, a saber: Ingeniero Geógrafo, Analista GIS, Especialista en Tecnologías de la Información Geográfica, Especialista en Geomática, Estudios Sociales Integrados Espacialmente, Especialista en Cartografía Digital, entre otros.

El análisis espacial (geométrico) y geográfico de los problemas, logrado a través de los SIG, es un aporte científico de gran relevancia para uso multiprofesional y multidisciplinar, es tiempo de asumirlos y promoverlos, y terminar con el desperdicio científico de la masiva información de carácter esencial que le asigna la espacialidad a la realidad geográfica. La inteligencia espacial, nata en el hombre, se hace indispensable para las aplicaciones fecundas de los SIG; pero esta tarea es solo elemental, ya que se puede apuntar a la generación de nuevos conocimientos que permitan el desarrollo de hipótesis o conjeturas y así aproximar la generación de teorías, necesarias en la búsqueda de las leyes que subyacen en la realidad. La geografía, gracias a los SIG, (apoyada en la matemática, la lógica y la estadística) está demostrando tener una gran validez, utilidad y prestigio científico que antes no tenía.

Cabe señalar las utilidades crecientes de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) por la capacidad para integrar cada vez mayor número de aplicaciones: Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GPS, GLONASS, GALILEO y COMPASS), Sistemas de Cartografía Digital, el Procesamiento Digital de Imágenes de Satélites, Diseño Asistido por Computador, Sistemas Manejadores de Bases de Datos, entre otras aplicaciones auxiliares que orientan al geógrafo a pensar y a desarrollar hipótesis o conjeturas de orden analítico espacial, generadoras de nuevos conocimientos: desarrollos teóricos, metodológicos, experimentación virtual, simulación, modelaje y hasta posibilidades de carácter tecno-científico del mundo real y material, es decir, conocimientos geográficos necesarios y válidos para resolver problemas de orden geoespacial, cada vez más agudos y crecientes.

Los SIG con su capacidad para integrar y cruzar datos, obtenidos (a través de las TIG) sobre el mundo real, y modelados en las bases de datos alfanuméricos, muchos de los cuales fueron diseñadas o adquiridos en el mercado, a los fines de cada proyecto de planificación, investigación, educación, o aplicación y obtenidos a través de las antes señaladas aplicaciones tecnológicas multiprofesionales.

Toda esta dinámica está contribuyendo a potenciar y desarrollar la “inteligencia espacial” subyacente e ignorada hasta hace pocas décadas y de gran necesidad en la acción y en la educación a todos los niveles: El espacio geográfico es el principal recurso de la sociedad, este, los contiene a todos, es finito y cada vez más escaso. La inteligencia espacial y la pregunta sobre el necesario ¿Dónde? y el ¿Por qué allí?, están rescatando ese tipo de inteligencia y capacidad ociosa, subyacente en la producción científica del mundo actual.

La geografía, de estas dos décadas iniciales del siglo XXI, está dando algunas muestras de ciertas convergencias y emergencias disciplinarias reales y muy necesarias, en procesos analíticos de integración de conocimientos, por la integración existente con múltiples disciplinas científicas afines que potencian a la geografía. Estas disciplinas afines y auxiliares pueden y deben combinar los resultados que obtengan en sus investigaciones, e integrarlos sistemáticamente, para explotar esos conocimientos de orden geoespacial que subyacen. Existen ejemplos y demostraciones en la generación de nuevos conocimientos geográficos y nuevas propuestas en especialidades de mayor complejidad y especificidad analítica, para la profundización en Geografía, gracias a la investigación y desarrollo de los SIG.

Bibliografía

- Bunge, M. (2004) *Emergencia y convergencia*, Barcelona, Barcelona, Gedisa.
- Vargas, E. (2018) El "realismo científico" a la luz de Xavier Zubiri, *Ideas y Valores*, 67, 167, 177-198.

Geoinformación y geotecnologías digitales para la humanidad: De a evolución a la silenciosa revolución

Antonio Moreno Jiménez

A quienes se preocupan por observar y meditar sobre el devenir histórico no escapa la constatación de que ciertos

fenómenos contemporáneos que van apareciendo y sucediéndose, cada vez con mayor celeridad, están provocando cambios de un calado tal, que calificarlos como simple evolución resulta hartamente insuficiente, por lo que deviene como alternativa más plausible el término de revolución. Despojando al concepto de la carga dramática que a veces le acompañó, no cabe duda de que las asombrosas innovaciones acaecidas en las tecnologías, singularmente la informática y la telemática, están catalizando en las últimas décadas una transformación de las bases sobre las que se desenvuelve la humanidad de alcance absolutamente revolucionario. Su contribución para solventar problemas y satisfacer necesidades de la sociedad les están granjeando un papel central en la totalidad de las esferas de la vida humana, sea en la economía, la política, la cultura, la seguridad, la movilidad, la salud, la afectividad, etc.

En ese conglomerado tecnológico cabe reconocer que, al igual que otros, también los componentes que conciernen a la espacialidad humana están mostrando una trayectoria similar, si nos atenemos al revulsivo que están desencadenando. Dos de tales elementos merecen ser identificados como principales: la geoinformación y las geotecnologías digitales. Las primeras conciernen a los datos sobre los lugares, sean entes, eventos, procesos, etc. Las segundas atañen a las formas de manejar esa información. La electrónica subyacente ha hecho realidad un espacio digital, virtual o ciberespacio construido sobre tales geotecnologías en el que las facetas locativas, relacionales y temporales de la vida pueden asentarse, fluir y ser operadas, superando las limitaciones del espacio físico o absoluto y también del relativo (sustentado en medios mecánicos) ¡Gozamos ya de presencia (virtual) multilocalizada! En ese medio, la información digital, como trasunto y expresión representativa de la realidad en sus más diversas manifestaciones, se nos pone al alcance de nuestra mente, pensamientos o deseos, viabilizando la ejecución de operaciones y actividades con una agilidad y asequibilidad extraordinarias ¡Es el empoderamiento otorgado por la tecnosfera digital!

El manejo solvente de unas geotecnologías y una geoinformación digital tan amistosas como nos proporciona la geotecnosfera actual (Buzai y Ruiz, 2012) está catapultando a la especie humana a un fascinante escenario y sorprendente cada nuevo día.

En la ciencia y el mundo académico, por ejemplo, ha emergido una praxis investigadora notoriamente distinta a otras previas por la forma de plantear y resolver las incógnitas y por su impresionante capacidad para el progreso del conocimiento: es el que se ha dado en llamar científicidad o paradigma geotecnológico (Buzai, 2011; Moreno, 2013) el cual está permeando a numerosos campos del saber con idéntica productividad resolutoria. En él, la conformación de un auténtico laboratorio geodigital, donde converge la representación virtual del territorio y un cada vez más vigoroso arsenal de herramientas de geoprocésamiento, soporta eficazmente el abordaje de ambiciosas hipótesis y audaces experimentos, nunca antes imaginados. Las actividades de formación geográfica, por su parte, están disponiendo de un magnífico entorno en el que desplegar variados y más efectivos modelos de enseñanza o estrategias didácticas, merced un recursos excelentes, tanto para el análisis, como para el reconocimiento de lugares (por ej. a través de las visitas virtuales), que facilitan la adquisición de saber y de competencias (e. g. el desarrollo del pensamiento espacial) con un grado de motivación y eficacia inusitadas.

Pero si durante varias décadas la complejidad y escasa asequibilidad de las geotecnologías y de la geoinformación digital restringió sus beneficiosas utilidades a círculos muy pequeños, tales como investigadores o profesionales altamente cualificados, en la última década la situación ha cambiado drásticamente merced a varios factores combinados: la disponibilidad gratuita de geodatos digitales a través de servidores, redes (de cable e inalámbricas) y servicios y aplicaciones informáticas que los gestionan está poniendo al alcance de la ciudadanía y de las organizaciones, mediante la pléyade de dispositivos móviles de uso individual o compartido,

una gigantesca cantidad de oportunidades “localizables” con una facilidad, rapidez, coste y comprensión extraordinarias. Se podría decir, sin riesgo de exageración, que la satisfacción de la práctica totalidad del abanico de necesidades humanas (desde las básicas a las superiores, al decir de Maslow, 1943) está siendo transformada radical y muy positivamente mediante el acceso a ese cosmos virtual del que los componentes espaciales forman parte esencial. Ello se está manifestando en nuevas formas de gestionar las actividades y relaciones sociales (familiares o de amistad), económicas (producción y distribución de bienes y servicios, transacciones), políticas (empoderamiento ciudadano y participación en la gobernanza pública), etc. gracias a la conectividad virtual permanente a través de esas redes.

El espacio digitalmente creado ha permeado la actividad cotidiana de ciudadanos y organizaciones de una manera natural y sin necesidad de estímulos publicitarios, catalizando y mejorando las decisiones con un grado de acierto y de eficiencia que se ha convertido en un elemento imprescindible e indisolublemente integrado en el discurrir de la vida humana. Frente a las dificultades con las que ciertas innovaciones se han popularizado, ahora los componentes de geodatos y geoservicios en el cosmos digital están coadyuvando a una revolución de nuestra existencia, que implica nuevas formas de vida. Para los profesionales que piensan y trabajan sobre los fenómenos espaciales, como los geógrafos, y que observamos con cierto asombro este desbocado “consumismo de geoinformación” (Moreno, 2004) y de servicios implicando el espacio digital, el desafío ahora estriba en imaginar y generar nuevas utilidades asociadas a la dimensión espacial del hombre que vayan al encuentro de los intereses legítimos individuales y colectivos. El frente es vasto y excitante, pero suscita unos interrogantes sobre los que el mundo académico y profesional habría de pensar estratégicamente: ¿Qué nuevos análisis, soluciones y utilidades del conocimiento y las tecnologías geográficas habrían de priorizar las comunidades científicas como frentes de trabajo en esta tesitura? ¿Están las estructuras que educan a los ciudadanos y

les han de proporcionar una cultura, pensamiento y competencias espaciales movilizadas para la generalización social de ese nuevo horizonte? Sean cuales fueren las respuestas, la necesidad de acciones estratégicas en esas dirección nos parece urgente y prioritaria de cara a desplegar las espléndidas posibilidades que esta sociedad de la geoinformación (Moreno, 2010; Buzai, 2014) nos ha de deparar, progresando hacia nuevas cotas en el desarrollo humano.

Bibliografía

- Buzai, G.D. (2011) La geotecnología: ¿Nuevo paradigma de la geografía o paradigma geográfico de la ciencia? *Revista Catalana de Geografia*, XVI, 42, 10p.
www.rcg.cat/articles.php?id=187
- Buzai, G.D. (2014) Neogeografía y sociedad de la información geográfica. Una nueva etapa en la historia de la geografía", *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*, 1, 1-12.
- Buzai, G.D. & Ruiz, E. (2012) Geotecnósfera. Tecnologías de la información geográfica en el contexto global del sistema mundo, *Anekumene*, 4, 88-106.
www.anekumene.com/index.php/revista/article/download/74/66
- Maslow, A.H. (1943) A theory of human motivation, *Psychological Review*, 50, 4, 370-396.
<http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>
- Moreno Jiménez, A. (2004) Nuevas tecnologías de la información y revalorización del conocimiento geográfico, *Scripta Nova*, VII, 170, 62, 18p. www.ub.es/geocrit/sn/sn-170.htm
- Moreno Jiménez, A. (2010) GeoFocus: diez años en el camino hacia la sociedad de la geoinformación, *GeoFocus (Editorial)*, 10, 1-6.
http://geofocus.rediris.es/2010/Editorial1_2010.pdf
- Moreno Jiménez, A. (2013) Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones Geográficas*, 60, 5-36.
http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/34742/1/Investigaciones_Geograficas_60_01.pdf

Sistemas de Información Geográfica y de-construcción del espacio

Patricia Iris Lucero

El espacio geográfico es el objeto de estudio de nuestra ciencia humana, por lo tanto, debiera ser entendido desde su concepción más compleja como una construcción social (Lefebvre, 2013; Santos, 1996; Blanco, 2007; entre otros). Dentro del amplio espectro de nociones propuestas, el espacio geográfico definido según Michel Lussault acerca una visión holística y al mismo tiempo centrada en la base material y social que integran su composición, al expresar que se trata de “el conjunto de fenómenos que expresan la regulación social de las relaciones de distancia entre realidades distintas”, y la espacialidad, en su acepción como “el conjunto de usos del espacio por los operadores sociales”, manifestando “la sustancia de la organización y el funcionamiento de las sociedades” (Lussault, 2015: 19-20).

Para las geógrafas y los geógrafos queda la misión especial de de-construir la estructura del espacio geográfico, bucear en su genealogía, e imaginar sus escenarios futuros, con el fin de conocer y explicar, sobre la base teórica de los sistemas complejos (García, 2006), su conformación dialéctica con la sociedad, su proceso de transformación a través de los eventos desestructurantes, y sus tendencias.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) colaboran en este reconocimiento de un objeto complejo cuyas partes o componentes se relacionan con al menos alguno de los demás componentes, pues permiten descubrir y comunicar las distancias construidas por los individuos y los grupos sociales, y su interpretación a partir de los cinco principios contenidos en los análisis del enfoque cuantitativo de la disciplina: localización, distribución, asociación, interacción y evolución (Buzai y Baxendale, 2006 y 2011).

De tal manera, se provoca el acercamiento a una de las magnitudes de la realidad geográfica, concebida en diversas

escalas espaciales, cada una de ellas mostrando el modelo de organización que le es propio, su situación particular, y también otorgando la posibilidad de pensar en la interespacialidad de las disposiciones que coexisten en cada espacio y tiempo concretos.

En el juego de distancias sociales y distancias espaciales, la Geografía tiene la palabra ineludible. Desde la idea del lugar hasta la escala del mundo, los conceptos geográficos interactúan y deben ser examinados. En tal sentido, los SIGs intervienen midiendo las posiciones en el marco de una modelización de los objetos materiales y sociales.

La mirada geográfica tiende a superar el alcance vivencial de las personas, ir más allá del lugar conocido, para delimitar una extensión de los sucesos sociales con cierta homogeneidad y su diferenciación con aquellos de cierta heterogeneidad, solamente aprehensible en las manos de los mapas, rigurosamente creados y con el apoyo técnico de los SIG. Tal como plantean Denis Wood, John Fels y John Krygier, los mapas ejecutan su trabajo al ingresar en el ámbito social como funciones discursivas. Ellos alcanzan a vincular las cosas en el espacio y reúnen en un plano común las proposiciones presentadas sobre el territorio. Entonces adquieren la forma de las categorías de los objetos seleccionados, que están donde los mapas dicen que están. Por lo tanto, los mapas tienen un papel en el discurso, en la charla, que da forma a nuestro mundo, afectando el comportamiento de las personas que se unen a los demás a través del territorio que habitan mutuamente (Wood *et al*, 2010).

En la base de tales ideas se encuentra el principio de Tobler que plantea que en el espacio geográfico “todas las cosas están relacionadas, pero las cercanas están más relacionadas que las distantes” (Tobler, 1970: 236). Desde aquí surge la función de poner límites en el espacio para buscar los patrones de distribución espacial y su explicación. En general, la utilidad de los análisis espaciales concretados en los mapas temáticos elaborados concierne a la identificación de las configuraciones espaciales, a la medición de relaciones territoriales entre hechos o fenómenos, y al análisis de procesos en los que intervienen diversos agentes o elementos físicos y/o humanos.

La Ecología Humana, devenida en Ecología Urbana, y la Ecología Factorial Urbana, se adentraron en el estudio de las áreas naturales en los momentos iniciales, y de las áreas sociales útiles para el análisis geográfico. Esta última idea fue expuesta por Eshref Shevky y Wendell Bell “en alusión a la forma en que agrupamos un conjunto de unidades en unidades más extensas basadas en su semejanza respecto a características sociales (...) Defendemos la hipótesis de que los individuos que viven en un tipo determinado de área social difieren sistemáticamente respecto a actitudes y comportamientos característicos de individuos que viven en otro tipo de área social” (citado en Zorbaugh, 1974: 389).

El enfoque cuantitativo de la Geografía incorpora técnicas específicas con el fin de delimitar las áreas homogéneas en función de variables numéricas, es decir, sobre atributos medibles que conformar los datos observados. La utilidad de las clasificaciones reside en su capacidad de identificar una tipología areal, y hasta una regionalización.

Los SIGs constituyen las plataformas electrónicas que admiten la integración de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis espacial. Por tanto, se convierten en las herramientas informáticas fundamentales para la confección de los mapas temáticos.

Entre los procedimientos empleados para la clasificación de las áreas y la conformación de las regiones, se destacan aquellas que integran diferentes atributos espaciales en un sentido vertical, como los Puntajes de Clasificación Espacial, y los procedimientos contemplados en el concepto de Autocorrelación Espacial, a través del cual se logra una mirada horizontal de asociación de las unidades espaciales vecinas (Anselin, 1993; Gamir Orueta *et al.*, 1995; Buzai, 2003 y 2014; Buzai y Baxendale, 2006 y 2011; Lucero, 2015).

Ambos tratamientos fueron empleados en mi tesis doctoral en la búsqueda del Mapa Social Urbano (Lucero, 2016), con el propósito de mostrar la magnitud de las disparidades intraurbanas y su evolución a lo largo de dos períodos

intercensales. Para tal fin se emplearon distintas medidas, algunas sostenidas por los tratamientos de asociación entre las variables seleccionadas, y otras incluidas en el estudio de la autocorrelación espacial a partir de los índices sintéticos estimados en los procedimientos iniciales. La técnica particular de Autocorrelación Espacial adquiere una significación especial para la Geografía debido a que se vislumbra como un fundamento propio de las estructuras espaciales, permitiendo la diferenciación de las áreas por correlación de los indicadores en un estudio de vecindad que contiene las distancias física y social.

Sobre esta idea de de-construir analíticamente el espacio construido para darle una nueva visión integrada e interpretativa, surge la necesidad del estudio sistemático y el empleo del pluralismo conceptual y metodológico (García Ballesteros, 1986). En tal sentido, los métodos que contempla la Geografía Cuantitativa o Teorética o Automatizada o Global (Buzai, 1999) con el empleo de los SIGs, contribuyen a esa mirada compleja aportando los mapas temáticos útiles para el reconocimiento del espacio geográfico desde el nivel focal. A partir de estas elaboraciones que permiten pensar los espacios geográficos, y junto a los enfoques críticos y humanísticos, se logra completar la explicación de cada recorte de nuestro planeta Tierra.

Bibliografía

- Anselin, L. (1993) The Moran Scatterplot as an ESDA tool to assess instability in local association, *GISDATA. Meeting on Gis and Spatial Analysis*, The Netherlands.
- Blanco, J. (2007) Espacio y territorio: elementos teórico-conceptuales implicados en el análisis geográfico. En: Fernández Casó, M.V. y Gurevich, R. (Coord), *Geografía. Nuevos Temas, nuevas preguntas. Un temario para la enseñanza*. Buenos Aires, Biblos.
- Buzai, G. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2014) *Mapas Sociales Urbanos*, Buenos Aires, Lugar Editorial.

- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2006) *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2011), *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Perspectiva científica*. Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Gámir Orueta, A., Ruiz Pérez, M. & Seguí Pons, J. (1995) *Prácticas de Análisis Espacial*. Barcelona, Oikos-tau.
- García, R. (2006) *Sistemas Complejos*. Barcelona, Gedisa.
- García Ballesteros, A. (1986) La Geografía de la Población: del enfoque regional al pluralismo metodológico. En: García Ballesteros, A. (compiladora), *Teoría y práctica de la Geografía*, Madrid, Editorial Alhambra.
- Lefebvre, H. (2013) *La producción del espacio*, Madrid, Capitán Swing Libros.
- Lucero, P. (2015) Los métodos de autocorrelación espacial para la regionalización intraurbana. En: Buzai, G.D. (compilador), *Teoría y Métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 1: Por una Geografía de lo real*, Mercedes, MCA Libros.
- Lucero, P. (2016) *El Mapa Social de Mar del Plata. Una Tomo Geografía Computarizada de las desigualdades territoriales contemporáneas*. Mar del Plata, Eudem.
- Lussault, M. (2015) *El hombre espacial. La construcción social del espacio humano*, Buenos Aires, Argentina, Amorrortu.
- Santos, M. (2000) *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*, Barcelona, Ariel.
- Tobler, W. (1970) A Computer Movie Simulation Urban Growth in the Detroit Region, *Economic Geography*, 46, 2, 234-240.
- Wood, D., Fels, J. & Krygier, J. (2010) *Rethinking the power of maps*, New York, The Guilford Press.
- Zorbaugh, H. (1974) Las áreas naturales de la ciudad, en Theodorson, G.A. (comp.), *Estudios de ecología humana*, Barcelona, Labor.

Sistemas de Información Geográfica y análisis espaciotemporal: investigación y docencia

Carlos Garrocho

Allá y entonces. Entré en contacto con la geografía cuando cursé la maestría en El Colegio de México a mediados de los años ochenta. No teníamos computadoras personales, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) eran algo más cercano a la ficción que a la ciencia. Sin embargo, el mundo cambió en pocos años. A inicios de los años noventa, durante el doctorado en la Universidad de Exeter (UK), tomé un curso de *Análisis espacial y SIG* con Trevor Bailey. Su curso no encontró gran recepción: fui su único estudiante. En ese entonces el Profesor Bailey lideraba un equipo que construía un SIG con estadística espacial llamado Info-Map (Bailey y Gatrell, 1995). Sólo algunos imaginaron que los SIG y sus rutinas de análisis espacial, detonarían diversos campos de conocimiento y conectarían teórica y metodológicamente las ciencias de la materia (v.g. física, química), ciencias de la vida (v.g. salud, biología, ecología) y ciencias sociales y humanidades (v.g. desarrollo urbano, economía, sociología, historia).

Aquí y ahora. Diversas áreas de investigación requieren necesariamente el manejo de SIG. Una de ellas, el análisis espaciotemporal. Múltiples enfoques tradicionales no-espaciales (y no-temporales) son seriamente cuestionados por su incapacidad para integrar en sus marcos conceptuales y metodológicos el espacio y el tiempo (la localización absoluta y relativa de las variables que se analizan, así como el momento en que ocurren). La alternativa, adoptar un enfoque de ciencias sociales espacialmente integradas, apoyadas sólidamente en el análisis espaciotemporal, entendido como el análisis de datos localizados en espacio y tiempo (Goodchild et al., 2000). Para lograr esto, se requieren los SIG.

Este enfoque, complejo y necesariamente inter y transdisciplinario, requiere nuevos recursos teóricos y metodológicos, e incluye diversas áreas especializadas. Las que integran su plataforma fundamental son la geoestadística, la

econometría espacial, los modelos de interacción espacial; así como la informática y la programación, las altas matemáticas aplicadas, el manejo de SIG y la geografía.

Este no es un tema menor, el hecho de la multi especialización implica colaboración entre especialistas de diversas áreas y desarrollar formas de investigar más potentes y productivas. En síntesis, innovar en la enseñanza y en la generación de conocimiento, teniendo como nodo al análisis espaciotemporal y los SIG

El futuro. Los SIG, el análisis espaciotemporal y las ciencias sociales espacialmente integradas llegaron para quedarse. Ofrecen grandes ventajas para la investigación y constituyen una ventaja estratégica para los geógrafos del siglo XXI, porque corrigen fallas fundamentales de los análisis no-espaciales (v.g. estadística y econometría estándar o tradicional) (Garrocho y Campos, 2016). A continuación, se presentan algunos ejemplos que han sido graves en muchos estudios sobre la pandemia por Covid-19, que no se apoyan en SIG, análisis espaciotemporal y en ciencias sociales espacialmente integradas:

- *El Problema del Tablero de Ajedrez.* La estadística estándar produce resultados iguales para datos con distribuciones territoriales distintas. Es decir, no considera la localización espacial de las variables y analiza con métodos no espaciales distribuciones espaciales de datos;
- *El problema de la definición de la vecindad.* La estadística tradicional no considera criterios de vecindad entre los datos (puntos o áreas). Por tanto, deja de lado cuestiones claves para múltiples análisis territoriales: ¿Cómo se definen las áreas vecinas en una ciudad o región? ¿Son las que comparten un vértice por pequeño que sea, incluso un punto (el “criterio del Alfil”)? ¿Son las que comparten fronteras en alguna de las cuatro direcciones cardinales (el “criterio de la Torre”)? ¿Son las que comparten, al menos, tanto un vértice como una frontera (el “criterio de la Reina”)? Aún más, ¿Se podría definir la vecindad considerando los vecinos de los vecinos (los

llamados vecinos de segundo orden)? ¿O los vecinos de los vecinos de los vecinos... (los llamados vecinos de orden k)? ¿Es posible definir unidades vecinas (o contiguas) estableciendo un umbral de distancia (las localizadas a menos de “ x ” metros o kilómetros)?

- *El Problema de la falta de indicadores locales.* Los resultados de la estadística estándar con frecuencia se representan en mapas. Esto produce la ilusión de estar trabajando con información espacial. No obstante, la interpretación de los mapas depende de la inspección visual, lo que es poco confiable por efectos de ilusiones ópticas. En el extremo, cada quién ve en el mapa lo que quiere ver. La estadística estándar es incapaz de analizar un mapa con indicadores espaciales.
- *El Problema de la unidad espacial modificable.* Los resultados de la estadística estándar dependen de la manera como se agrupan espacialmente los datos (la división del espacio en manzanas, barrios, municipios, estados). El problema radica en que la forma de dividir el territorio afecta directamente la clasificación de los datos y el entendimiento e interpretación de diversos fenómenos socioespaciales. Los resultados de análisis científicos no deben depender de la manera como la oficina recolectora de información o los investigadores agreguen espacialmente los datos (Openshaw, 1984).
- *El Problema de la falacia ecológica.* Las unidades espaciales discretas, delimitadas artificialmente, se consideran homogéneas en su interior, cuando puede haber grandes desigualdades. Las deficiencias de concebir el espacio discreto, son adecuadamente subsanadas por las que lo conciben de manera continua (análisis espaciotemporal). Como sus metodologías se apoyan en complicados cálculos numéricos, requieren SIG o software que a menudo se tiene que desarrollar exprofeso (Anselin et al., 2006).
- *El supuesto de la independencia espacial de las variables.* La estadística estándar se fundamenta en dos supuestos claves: i .

Las variables analizadas son independientes entre sí; y, *ii*. Son estacionarias. Por independencia de los datos se entiende que no existe(n) relación(es) entre ellos (no hay correlación espacial) o que no existe relación entre los datos de una serie de la misma variable (no hay autocorrelación espacial). Sin embargo, los datos espaciales registran al menos una relación inherente: su dependencia espacial, que se expresa en la cercanía o lejanía que existe entre su localización, que es producto de procesos diversos y complejos (como en el caso del Covid-19), o que puede ser simplemente aleatoria. Por variables estacionarias se entiende que las propiedades estadísticas de las variables (los datos) no dependen de su localización en el espacio y en el tiempo. Estos dos supuestos son insostenibles cuando se habla de datos espaciales.

- *El problema de la escala.* Con frecuencia los resultados de los análisis de fenómenos sociales dependen de la escala espacial a la que se observan, como en los procesos sociales que operan a diversos rangos de distancia. Esto no lo considera la estadística estándar. Un ejemplo, es la investigación de los patrones locacionales de las unidades económicas o de casos de Covid-19. Pueden registrar patrones aglomerados a una cierta escala, patrones dispersos a otra y patrones aleatorios a una escala adicional. Lo que se requiere son metodologías multiescalares: que permitan análisis a diversas escalas de manera simultánea. Esto sólo lo resuelve el análisis espaciotemporal apoyado en SIG.
- *La importancia del movimiento y los flujos en el territorio.* Un foco del análisis espaciotemporal es desarrollar nuevos métodos de análisis y construcción de modelos que permitan simular diversos tipos de flujos en el espacio y en el tiempo (v.g. portadores de Covid-19). La estadística estándar no tiene estos temas en su radar.

SIG, análisis espaciotemporal, Ciencias sociales espacialmente integradas, docencia e investigación. No debemos ser demasiado

optimistas, nadie es capaz de dominar el cúmulo de conocimientos que se requiere para hacer investigación en ciencias sociales espacialmente integradas. Los estudiantes e investigadores tienen límites de aprendizaje; los profesores, de enseñanza. Por eso, en las ciencias sociales espacialmente integradas, los lobos solitarios son una especie en extinción. Se requiere forzosamente trabajar en equipo.

Son cuatro las áreas estratégicas en las que se deben preparar los geógrafos del siglo XXI: pensamiento geográfico, SIG, análisis espaciotemporal y trabajo en equipo.

Bibliografía

- Anselin, L., Ibnu S. & Youngihn, K. (2006) GeoDa: an introduction to spatial data analysis, *Geographical Analysis*, 38, 1, 5-22.
- Bailey, C. & Gatrell, A. (1995) *Interactive spatial data analysis*, London, Essex-Longman.
- Garrocho, C. & Campos, J. (2016) *Segregación socioespacial de la población mayor en la Ciudad de México: la dimensión desconocida del envejecimiento*, México DF, El Colegio Mexiquense.
- Goodchild, M. F., Anselin, L., Appelbaum, R. P. & Harthorn, B. H. (2000) Toward spatially integrated social science, *International Regional Science Review*, 23, 2, 139-159.
- Openshaw, S. (1984) The modifiable spatial unit problem, concepts and techniques, *Modern Geography*, 38, 1-40.

Los Sistemas de Información Geográfica, la Geografía Aplicada y la profesionalización de la Geografía

Ernest Ruiz i Almar

Barcelona, 7 de enero de 2015. Todo empezó hace exactamente 25 años. Un día como hoy de 1990. Unos meses antes un buen profesor me propuso realizar una estancia en una universidad extranjera, acogiéndome a una de las recién estrenadas becas Erasmus. Debía viajar a Holanda para aprender a utilizar lo que vagamente fueron descritos como unos

programas basados en computadoras que permitían elaborar mapas y tratar bases de datos territoriales.

Me encantaban las computadoras. Disponía de una desde 1987 y con su uso habitual había adquirido ciertas habilidades que en aquellos momentos resultaban poco frecuentes. Por otro lado, disfrutaba con la Cartografía. Un buen profesor supo transmitirme su interés por esta especialidad y lo que ella significaba verdaderamente para la Geografía. Del mismo modo creía firmemente en el valor de la Geografía como especialidad científica. Había decidido realizar mis estudios universitarios en esta materia años antes, cursando el bachillerato y, en general, interesado por el conocimiento y el análisis crítico de las cosas. Advertí prontamente que con la visión geográfica del mundo era capaz de interpretar y comprender mucho mejor las cosas que sucedían a mi alrededor.

Con todos estos elementos bajo el brazo aterricé en la Universidad de Utrecht para tomar contacto por primera vez con los Sistemas de Información Geográfica absolutamente ignorante del cambio radical que aquella oportunidad iba a suponer en mi formación y en mi posterior carrera como geógrafo, tanto en el ámbito profesional como en el académico. Intentando aprovechar al máximo la corta estancia aprendí tanto como pude, muy poco visto con la perspectiva actual, pero lo suficiente para poder desenvolverme mínimamente en el uso de los SIG.

A mi regreso de la estadía, tuve la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos desarrollando durante casi tres años actividades como investigador en el Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Barcelona, en un proyecto para la elaboración del Sistema de Información Geográfica Metropolitano que impulsaba y dirigía desde la Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona un geógrafo que, sin que haya sido un profesor en sentido estricto, lo ha sido probablemente más que ningún otro. Con la finalización del proyecto llegó la oportunidad de publicar en colaboración uno de primeros manuales universitarios sobre SIG escritos en español y la posibilidad de iniciar mi actividad

como geógrafo profesional y académico en el ámbito de las TIG, a las que he dedicado los últimos veinte y pocos años de mi vida.

Todas estas experiencias iniciales, que aún hoy en día considero resultado de una combinación por igual de voluntad y azar, fueron esenciales para la toma de consciencia de dos hechos fundamentales que a lo largo de los años he intentado mantener presentes.

En primer lugar advertí que los SIG podían representar para los jóvenes geógrafos una oportunidad para desarrollar la tan ansiada actividad profesional, una actividad que como estudiante había defendido y que aún hoy en día considero indispensable para el geógrafo. Por este motivo adquirí una obligación moral con mis compañeros en cuanto debía compartir con ellos todo lo aprendido, si eso facilitaba el avance en la profesionalización y en la aplicación de la geografía, retornándoles conocimientos a través de mis actividades académicas.

En segundo lugar pude constatar fehacientemente que aquellos programas basados en computadoras para elaborar mapas y tratar bases de datos territoriales, eran mucho más que simples programas basados en computadoras y que los impactos que podían tener sobre la Geografía eran de una dimensión en absoluto despreciable.

Los SIG son la más grande oportunidad que ha tenido la Geografía en los últimos decenios para repositionarse en los ámbitos profesional y académico y para hacer llegar sus métodos y conceptos más allá de la propia especialidad geográfica. Aunque durante muchos años las resistencias hacia los SIG han tenido una intensidad nada desdeñable, debe comprenderse que son herramientas verdaderamente geográficas, pura Geografía, y desempeñan un papel fundamental como elemento reestructurador de nuestra especialidad en todas sus escalas, propiciando la aparición de nuevos códigos y prácticas disciplinarias y posibilitando la constitución de nuevas imágenes del espacio y la sociedad global (Pickles 1995).

Los SIG nos permiten integrar la Geografía en todas las actividades que llevamos a cabo, la mayoría de ellas eminentemente territoriales, lo cual los convierte en algo mucho más relevante que las simples herramientas en las que se ha insistido a reducirlas. Los SIG son verdaderas “metaherramientas” pues además de poseer “poderosos instrumentos analíticos, contienen representaciones (modelos digitales) del espacio, obedientes a una concepción del mismo (de alcance pues ontológico)”. Es sobre esta “alteridad digital”, sobre el modelo digital construido a partir de la realidad territorial donde “se desarrolla un singular proceso intelectual de indagación y experimentación” (Moreno, 2010), el análisis geográfico.

Una de las de las críticas recurrentes que se ha formulado en contra de los SIG está relacionada con su capacidad profesionalizadora pues se considera, erróneamente, que los estudios aplicados son simples caprichos que alejan la atención del geógrafo de actividades más importantes como la docencia o la investigación. Se aduce, también, que con la geografía aplicada y la profesionalización llegan las “sombras” a nuestra especialidad pues se dejan de lado “la formación teórica, el ejercicio de la crítica y una aproximación real y comprometida con las clases sociales más desfavorecidas” (Segrelles, 2002).

La realidad no puede estar más alejada de estas afirmaciones. ¿Quién determinó que la docencia o la investigación son más importantes que la aplicación o la actividad geográfica profesional? ¿Somos conscientes del daño que ha causado esta aseveración a la Geografía? ¿Qué tiene que ver la utilización de un sistema de información geográfica o la profesionalización de los geógrafos con la renuncia a la formación teórica en Geografía, o con una actuación acrítica, o con llevar a cabo aproximaciones irreales y no comprometidas con los desfavorecidos? ¿Quién estableció que los geógrafos profesionales o los que trabajan con los SIG, por el simple hecho de aplicar la geografía, dejan a un lado estos objetivos? ¿Es inconcebible, por lo tanto, el uso de las tecnologías precisamente para el bien común, para poner de manifiesto las desigualdades o criticar al poder establecido?

Desde luego que no. Los geógrafos que trabajan profesionalmente en el campo tecnológico tienen bien presente que “el buen usuario de los Sistemas de Información Geográfica no será aquel que haya estudiado mejor el manual del usuario de un determinado software, sino será aquel que tenga buenos conocimientos en su disciplina de base y que pueda hacer un uso temático coherente de estas nuevas posibilidades que incorporan empíricamente la dimensión espacial” (Buzai, 2008) y son plenamente conscientes de cuales son sus responsabilidades.

La Geografía y los geógrafos deberíamos estar agradecidos por los SIG. ¿Nos damos cuenta de lo que han significado para nuestra especialidad? A 25 años de haber iniciado esta aventura en el mundo geotecnológico creo que empiezo a vislumbrar que es lo que han supuesto. Cuando observo como hemos avanzado en el ámbito profesional al adquirir e integrar los conceptos y los métodos de los SIG en nuestros procesos de trabajo, cuando contemplo a los jóvenes geógrafos abrirse paso en el mundo de la geografía aplicada de la mano de las geotecnologías, cuando veo a los alumnos interesados por conocer en profundidad que son y como funcionan los SIG y en aplicarlos en los más diversos campos de estudio geográfico, cuando advierto que utilizando los SIG podemos ser mejores geógrafos.

Ello no significa que debamos caer en la autocomplacencia pues el camino que aún queda por recorrer es largo y dificultoso. Ante un mundo en crisis, un sistema económico y social que hace aguas, que consiente y potencia las desigualdades, la Geografía no debe limitarse únicamente a observar pasivamente lo que sucede, sino que debe ser capaz de actuar sobre los acontecimientos, debe ser capaz de *hacer* el mundo. Los SIG como “nuevos ojos de la Geografía” (Ruiz, 2010), la geografía aplicada y la profesionalización geográfica pueden contribuir significativamente en la consecución de este propósito. Hoy en día estos tres elementos son absolutamente imprescindibles para el geógrafo y para la Geografía.

Bibliografía

- Buzai, Gustavo D. (2008) Consideraciones sobre el rol científico de los Sistemas de Información Geográfica a dos décadas de “Pensamientos sobre la Geografía” de Peter Gould, *Huellas*, 12, 265-281
- Moreno Jiménez, A. (2010) GeoFocus: diez años en el camino hacia la sociedad de la geoinformación, *GeoFocus* (Editorial), 10, 1-6.
- Pickles, J. (1995) Preface, en Pickles, J. (Ed.) *Ground truth. The social implications of geographic information systems*, New York, Guilford Press, pp. 7-14.
- Ruiz Almar, E. (2010) El impacto de las tecnologías de la información geográfica en la Cartografía y la Geografía: reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica, en Buzai, G.D. (Ed.) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Luján, Universidad Nacional de Luján, pp. 51-64.
- Segrelles Serrano, J.A. (2002) Luces y sombras de la geografía aplicada, en *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, Departament de Geografia, 40, 153-172.

CAPÍTULO 6

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN)

Planificación Territorial y Sistemas de Información Geográfica: Práctica y tecnología al servicio de objetivos y valores

Claudia A. Baxendale

Planificación Territorial y Sistemas de Información Geográfica coinciden, desde una concepción epistemológica, en que ambos son una práctica o tecnología y como tales quienes intervienen en su realización o utilización deberían conocer los fundamentos científicos que sustentan los procedimientos que se deciden realizar en función de objetivos y valores elegidos, acordados o consensuados.

Según Klimovsky (1995) la *tecnología* es la utilización de la ciencia aplicada para resolver problemas de carácter social o tratar con el funcionamiento de sistemas. Mientras la ciencia aplicada es conocimiento, la tecnología implica procedimientos o acciones para lograr determinados *objetivos* ya sea construir objetos, solucionar problemas prácticos o modificar la realidad; aclara que las acciones tecnológicas además de emplear ciencia aplicada utilizan también la experiencia e idoneidad adquirida en materia de resolución de determinados problemas. Por su parte el término *práctica* hace referencia a determinadas situaciones donde no se puede hablar de “tecnología” en el “restringido sentido usual”, pero al igual que en las tecnologías, son situaciones donde hay problemas y se *diseñan procedimientos* prácticos para resolverlos. Así entonces el tipo de estructura de acción humana que representa la tecnología (incluida la práctica y la clínica) supera la estructura gnoseológica que denominamos ciencia aplicada.

Por lo tanto, en primer lugar, debería quedar claro que ni la Planificación Territorial –como fase del Ordenamiento Territorial junto con la Gestión Territorial-, ni los SIG, son una ciencia sino práctica y tecnología con fundamentos científicos, diseño de procedimientos y aporte de experiencia e idoneidad en la búsqueda de resolver problemas o tratar con el funcionamiento de cuestiones territoriales.

En Baxendale (2010 y 2012) recalcamos, concretamente para el caso de los SIG como tecnología, como la adjetivación “Geográfica” que se hace del sustantivo “Información” debía aludir a una ciencia que le diera sus fundamentos en la realización de los análisis espaciales. De haberse denominado Sistemas de Información “Territorial” quedaría claro que dicha adjetivación haría referencia a un objeto material de estudio compartido por varias ciencias, así también de haberse llamado Sistemas de Información “Georreferenciada” la adjetivación aludiría a una característica de la misma. El haberse denominado Sistemas de Información Geográfica nos podría dar la pauta que la Geografía, como ciencia, le ha ofrecido a esta tecnología varios de los fundamentos necesarios en sus procedimientos de análisis espacial.

En el caso de la Planificación Territorial queda claro que en su denominación no se alude a una ciencia en particular sino que se hace referencia al territorio y, por lo tanto, dicha práctica debería sustentarse en conocimientos provenientes de diversas ciencias que lo compartan como objeto de estudio material.

En segundo lugar debemos rescatar, como bien lo expresa Scarano (1999), que en la tecnología o práctica encontramos componentes no puramente cognoscitivos (del conocimiento científico, del conocimiento común o del conocimiento experto) sino también *valores*, en particular *valores éticos*, como también *finés*, *propuestas* y *criterios*. Considera el autor que en la tecnología se utiliza el método científico pero no necesariamente para conseguir verdades sino para realizar un diseño con ciertos

objetivos; y que dicho diseño no debe violar las leyes de la naturaleza, debe ser factible, debe realizar la función efectiva y confiablemente, debe ajustarse a cierto costo y los beneficios deben sobrepasar nítidamente a los efectos indeseables.

Utilizar una tecnología o intervenir en una práctica puede parecer relativamente sencillo, sin embargo, el conocer los fundamentos de lo que se realiza implica contar con conocimientos teóricos y metodológicos de las ciencias que las sustentan para que dicha tecnología o práctica no se transforme en una **técnica**, concebidas desde la epistemología, como conocimientos artesanales o pre-científicos donde pueden ser utilizadas o aplicadas sin necesidad de conocer las tecnologías y teorías que las explican.

Sin embargo, en estos tiempos donde prima el subjetivismo y el relativismo, consideramos que el esfuerzo es todavía mayor al momento de establecer objetivos y fines a alcanzar en base a propuestas y procedimientos fundados en **valores** consensuados por una sociedad.

Según leemos en el Diccionario de Filosofía de Ferrater Mora (1965) entre el relativismo extremo y el absolutismo extremo en la teoría del valor surgió una postura que considera que el valor no puede estar sometido a la arbitrariedad subjetiva pero que al mismo tiempo el valor carece de sentido sin una persona que lo estime. Por lo cual el valor tendría las siguientes características: 1) El valer: son objetos que no tienen ser sino valer; 2) Objetividad: son objetivos en tanto no dependen de las preferencias individuales, son autónomos con respecto a toda estimación subjetiva y arbitraria; 3) No independencia: en tanto hacen referencia al ser; 4) Polaridad: aludiendo al desdoblamiento de la cosa valiente en un aspecto positivo y un aspecto negativo (desvalor); 5) Cualidad: son independientes de la cantidad; y 5) Jerarquía.

Desde los ámbitos académicos el planteo de hipótesis falsables que permitan llegar a nuevos conocimientos que

aporten al avance de una ciencia o que sean útiles para una sociedad son valores presentes en estudios de ciencia básica y aplicada. Queda preguntarnos si, como profesionales en ámbitos privados o públicos tenemos en claro los supuestos de valor que guían las demandas de los trabajos que realizamos al intervenir en alguna práctica o utilizar determinada tecnología. Una ayuda importante sería conocer los marcos legales existentes, -con sus potencialidades y falencias-, que regulan la práctica del ordenamiento territorial y que aportarían a considerar los valores y criterios adoptados al momento de realizar propuestas críticas para la planificación del territorio.

Poner criterios de demarcación y establecer límites no está muy bien visto en los tiempos que corren, sin embargo consideramos que la clara definición de conceptos, el planteo explícito de posturas y supuestos de valor a los cuales se adhieren, y la consideración de la normativa existente, muchas veces no respectada, podrán ayudar al desarrollo de prácticas socioespaciales y al uso de tecnologías aportando al bien de todos.

Bibliografía

- Baxendale, C.A. 2010. Geografía, organización del territorio y Sistemas de Información Geográfica, en Buzai, G.D. (comp.), *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján, pp 37-41.
- Baxendale, C. A. 2012a. Exposición: Geografía, Ordenamiento Territorial y Sistemas de Información Geográfica. Articulaciones conceptuales para aplicaciones en la planificación y gestión territorial. *Jornadas Sistemas de Información Geográfica 2012. Aplicaciones en la planificación y gestión territorial*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Ferrater Mora, J. 1964. *Diccionario de Filosofía*. Sudamericana. Buenos Aires. Disponible en: <http://es.slideshare.net/Teofilopolicarpo/jos-ferrater-mora-diccionario-de-filosofia-espanhol>

- Klimovsky, G. 1995. *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*, Buenos Aires, A-Z.
- Scarano, E. R. (1999) *Metodología de las ciencias sociales*, Buenos Aires, Ediciones Macchi.

Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento del Territorio

Luis Felipe Cabrales Barajas

La relación entre los sistemas de información territorial (SIG) y el ordenamiento del territorio (OT) puede entenderse desde una óptica reducida a la dimensión técnica y burocrática. Si esto es así, resulta acertado afirmar que la elaboración de planes y programas de OT se ha beneficiado de la tecnología SIG puesto que ha facilitado el tratamiento complejo de información.

No obstante, dicha postura -que podría calificarse como tecnocrática-, tiende a ser ingenua y acrítica. Si se pretende alimentar un debate científico habrá que anotar, al menos como hipótesis, que los SIG tienen un potencial que en las prácticas planificadoras no siempre se aprovecha al máximo y que el OT entendido como política de Estado ha observado situaciones que rondan el fracaso en diversas regiones del mundo, particularmente en Latinoamérica: según como se mire algunos interpretarán el hecho como un proceso de reestructuración y otros como crisis o ingobernabilidad territorial.

Para esclarecer la relación entre los SIG y el OT se debe partir de las diferencias en su naturaleza. Mientras que los SIG encierran una dimensión técnica-científica, el OT lleva implícito el compromiso de aplicación en el mundo de la planificación y gestión: involucra la vertiente social y depende de condicionantes políticas. No obstante, la convergencia proactiva del potencial técnico con las capacidades de gestión territorial podría maximizar resultados si se construye un entorno de planificación distinto al que se cultivó en el pasado.

La espacialidad es un atributo imprescindible para entender la complejidad del mundo actual, de ahí que el conocimiento asociado al territorio debería ser aprehendido en forma dinámica a efecto de construir “inteligencia territorial”. Schlögel (2007:16) opina que los conceptos para registrar el nuevo orden del mundo “todavía no han sido preparados”. El autor sostiene que durante la etapa moderna de la ciencia se produjo una contraposición de las categorías espacio y tiempo. Va más allá al identificar el dominio del tiempo sobre el espacio lo que habría reducido a la geografía a un papel de ciencia auxiliar, a entender el espacio como un contenedor en el que se mueven los actores históricos.

Por su parte Troitiño (2013: 18) apela a superar la interpretación del territorio como mero soporte de la actividad económica e invita a entenderlo “como un recurso de dimensiones múltiples, al reflejar interdependencias entre factores ambientales, económicos, sociales y culturales”, y justamente esa intrincada red de relaciones puede ser mejor conocida mediante el auxilio de los SIG. Si para la ciencia pura desvelar las relaciones tiempo-espacio supone un gran desafío, para las ciencias aplicadas al territorio significa una oportunidad para comprender las dinámicas espaciales y estar preparados para diseñar mejores instrumentos de gestión territorial.

El escenario actual implica el reconocimiento de cambios observados durante las últimas décadas, a) Las plataformas de información y las tecnologías para su procesamiento tienden a democratizarse y por tanto es factible su apropiación social, b) Los métodos de trabajo enfocados ordenar el territorio deben adaptarse permanentemente a situaciones cambiantes, a veces inestables y también a evidentes conflictos de interés.

La planificación territorial del siglo XXI debería conectar conocimiento con acción (Cabral, 2013: 154), acercarse a dar respuestas en tiempo real, en lugares reales y con gente real, la misma que reclama la solución de problemas y el trazo de nuevos escenarios. Buzai y Baxendale (2012: 40) hacen referencia a la toma de decisiones encaminadas hacia “la búsqueda de

resultados estructurales y no limitándose a la coyuntura”, ello demanda lecturas sean capaces de concatenar tiempo y espacio bajo una óptica en la que los ciudadanos adquieren centralidad.

Una vez realizado un buen diagnóstico territorial, el modelamiento y simulación de patrones territoriales tendría que formar parte de un proceso socialmente consensuado donde sería obligada la convergencia de expertos en SIG, responsables políticos y representantes sociales. La articulación estratégica entre política de Estado y ciudadanía bajo la mediación del lenguaje SIG parece ser una condición necesaria para arribar a un proceso de desarrollo territorial.

Bibliografía

- Buzai, G. y C. Baxendale (2012). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Tomo 2, Lugar Editorial, Buenos Aires.
- Cabrales, L.F. (2013). “El ordenamiento del territorio”, en *Estudios de la geografía humana de México*, en Héctor Mendoza (coordinador), Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 137-158.
- Schlögel, K. (2007). *En el espacio leemos el tiempo. Sobre Historia de la civilización y Geopolítica*, Ediciones Siruela, Madrid.
- Troitiño, M.A. (2013). “ordenación y gestión del territorio: un necesario y urgente cambio de rumbo en las políticas territoriales y urbanas”, en O. Urquidez (coordinador), *Metrópolis en movimiento*, El Colegio de Jalisco, Zapopan, pp. 17-41.

Sistemas de Información Geográfica y el análisis del paisaje en el Ordenamiento Ambiental y Territorial

Ricardo Remond, Eduardo Salinas Chávez

El Ordenamiento Territorial como fundamento de la planificación y gestión espacial de los territorios bajo un enfoque rector, ha pasado de ser una mera utopía a una necesidad

ineludible para el desarrollo actual y futuro de la sociedad en una economía cada vez más globalizada y en un planeta sometido a la acción depredadora de la sociedad de consumo prevaleciente. En muchos países en las últimas décadas la ordenación del territorio con diferentes enfoques y técnicas se ha institucionalizado y normalizado como vía para alcanzar un mejor uso del territorio.

La utilización del enfoque del paisaje como síntesis geográfica para la regionalización ecológica y como fundamento del ordenamiento enriquece el conocimiento sobre la distribución geográfica de los recursos naturales (y de los ecosistemas que los albergan), su dinámica en el tiempo, y la tolerancia del ambiente a la intervención humana. También permite evaluar la aptitud productiva del territorio, la distribución geográfica de la biodiversidad, los riesgos ambientales y los conflictos potenciales entre aptitud y uso actual del suelo. Diversos autores (Bocco, 2009 y Salinas, 1991), plantean que la regionalización basada en la delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes constituye la base para el ordenamiento territorial y la definición de las unidades de gestión ambiental.

En estos estudios los SIG encuentran gran aplicación a partir de las posibilidades que nos brindan para la representación de la realidad, en este sentido pueden ser utilizados para la conformación o síntesis de las unidades de paisajes pero sobre todo en el análisis y diagnóstico del paisaje en las fases de inventario, análisis, diagnóstico y propuesta en los programas de Ordenamiento Ambiental y Territorial. Entre las aplicaciones de los SIG a los estudios del paisaje vinculados a las tareas del Ordenamiento Territorial se destaca su empleo para:

- La cartografía y caracterización de las unidades de paisajes.
- El análisis de la estructura, funcionamiento y otras propiedades de los paisajes como estabilidad, sensibilidad, etc.
- El estudio de los cambios y la dinámica del paisaje.
- El análisis de las visuales paisajísticas
- La evaluación de la aptitud de los paisajes para diferentes actividades socioeconómicas.
- El análisis de los conflictos territoriales.

- El análisis y representación de los peligros naturales y antrópicos y la vulnerabilidad de los territorios a los mismos.
- La elaboración de la propuesta de modelo de uso u ocupación del territorio y las políticas ambientales.

Desde las etapas iniciales del ordenamiento ecológico-territorial las llamadas “Tecnologías de la Información Geografía” encuentran gran aplicación, los SIG junto a los sensores remotos y las técnicas de procesamiento digital de imágenes son empleados en la cartografía o generación de los mapas temáticos o insumos cartográficos necesarios para definir las unidades de paisajes.

Una de las tareas básicas y más importantes en toda investigación del paisaje, es la delimitación, clasificación y cartografía de las unidades del paisaje, en esto consiste la llamada fase de inventario. Autores como Quintela (1996); Priego-Santander y Damián (2003), Ramón, Salinas y Remond (2009) y Ramón y Salinas (2012), han desarrollado procedimientos metodológicos que permiten el empleo de las herramientas de representación y análisis en los SIG con vistas a generar el mapa de paisajes, sin embargo este planteamiento, que a primera vista parece ser simple, debido a lo lógico de su contenido, en realidad constituye desde el punto de vista práctico uno de los aspectos más complicados en la investigación del paisaje atendiendo a diversos factores entre los que encontramos: las dimensiones del territorio, la escala de trabajo y las características de los componentes naturales, principalmente del relieve, el clima y la litología.

La importancia relativa de cada componente puede variar de un territorio a otro y esta es una de las razones principales por las cuales se puede plantear que no existe una regla absoluta para confeccionar un mapa de paisajes, producto final de la etapa de inventario. Tampoco, por supuesto, existe una regla que defina lo que se puede hacer mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica, en este sentido existen varios caminos para mediante una secuencia de operaciones llegar al mismo resultado con niveles de aproximación muy cercanos en el mapa o

productos obtenidos. Este proceso no puede llevarse a cabo enteramente de forma automatizada, ya que el elemento subjetivo resulta imprescindible. En las restantes fases del Ordenamiento Territorial los SIG resultan plataformas muy eficientes que permiten el estudio de la estructura y el funcionamiento de los paisajes, mediante la realización de cálculos estadísticos univariados y multivariados, además de generar la información topológica necesaria para estos fines y facilitar el manejo de bases de datos, así como el análisis geográfico.

La determinación del Grado de Modificación Antrópica de los Paisajes, puede cumplirse también con un nivel de eficiencia notable mediante el uso de los SIG, teniendo en cuenta la implementación de métodos tradicionalmente descritos para estos fines, altamente ventajosos cuando se automatizan. Sin embargo es en la etapa de diagnóstico en donde estas tecnologías encuentran mayores posibilidades de aplicación a partir del empleo de las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) en la determinación del potencial de los paisajes para diferentes actividades. Estas técnicas de reciente incorporación en algunos programas informáticos de tipo SIG representan un salto cualitativo aunque es necesario destacar lo laboriosa que resultan algunas de ellas, sobre todo las basadas en la lógica difusa, a partir de la necesidad de representar y modelar en el SIG los factores y restricciones, como parte de su aplicación.

Bibliografía

- Bocco, G.; Mendoza; M. E.; Priego, A. & Burgos, A. (2009) La Cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial, México, SEMARNAT.
- Buzai, G.D. (2011) Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Mateo, J. (2008) Geografía de los Paisajes, Primera Parte. Paisajes naturales, La Habana, Editorial Universitaria.
- Olaya, V. (2011) Sistemas de Información Geográfica. Disponible en http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG.

- Quíntela, J. (1996) El inventario, el análisis y el diagnóstico geocológico de los paisajes mediante el empleo de los SIG. Tesis de Doctorado, La Habana, Universidad de La Habana.
- Ramón, A. M., Salinas, E. & Remond, R. (2009) Diseño Metodológico para la Elaboración de Mapas de Paisajes con el Uso de los SIG: Aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba, *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 1, 1, 95-108.
- Ramón, A. M. & Salinas, E. (2012) *Guía para la elaboración de mapas de Paisajes con el uso del ArcGIS. Metodología para la determinación de unidades de paisajes del nivel local con ArcGIS Desktop*, Saarbrücken, Editorial Academia Española.
- Remond, R. (2010) An Analysis of the Spatial Colonization of Scrubland Intrusive Species in the Itabo and Guanabo Watershed. Cuba. *Remote Sensing*. www.mdpi.com/journal/remotesensing.
- Salinas, E. (1991) *Análisis y Evaluación de los Paisajes en la Planificación Regional en Cuba*, Tesis de doctorado. (inédito) Universidad de La Habana.

Hablando de la relación entre SIG y Ordenamiento Territorial...

Djamel Toudert

El bienestar, el desarrollo económico y la concordancia entre los usos y capacidad del suelo son visiones y practicas que se desprenden de una profunda relación socio-territorial sustentada en una mezcla de lógicas de interés y de valores que en conjunto definen una dimensión colaborativa y/o conflictual transferible a la reflexión y la acción del ordenamiento territorial (OT).

Al posicionarse en el campo social con la pretensión de regular y armonizar la interacción territorial de sus actores, el OT se aleja proporcionalmente de la idea de un instrumento neutral (Cavieres, 2001). En este sentido, la reflexión y el ejercicio del OT son acciones estructuradas de manera implícita o explícita dentro de la dinámica de fundamentos teórico-conceptuales

dominantes, traducidos en la práctica por una correlación de fuerzas que dan sustento a un proyecto social o mejor dicho a una visión del mundo.

La integración y uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el OT interviene en la generación y análisis de la información en un marco dominado por el uso de algoritmos y modelos complejos. Estos acercamientos entre una práctica pública y un instrumento de reflexión y acción tienden a inmiscuir los SIG y el OT en las grandes discusiones que animen sus campos. Sin embargo, más allá de los intercambios disciplinarios y las expectativas puestas en ellos, su relación llega a plasmarse en un *momentum* socioeconómico y político indisociable de los fundamentos que forjaron sus directrices y deslindaron los causes deseables a la reflexión que dará sustento a sus propuestas concretas.

De este modo, se cultivan las esperas de una integración epistemológica y paradigmática que permiten en teoría plasmar el OT en un papel de medio puesto al servicio de un destino nacional, regional o local. Un destino marcado por la oposición entre la rectoría estatal y el liberalismo, el desarrollo y la conservación medioambiental, la equidad y la eficiencia. Dilemas que parecen encerrar el OT y los SIG en un contexto dinámico y aleatorio, portador de nuevos remedios y generador de otro tipo de problemas (Merlin, 2002).

A pesar de la relativa independencia de sus contextos de reflexión y desarrollo los SIG han sido, desde la temprana edad de la informatización de la administración pública, un instrumento trascendente para la elaboración como la aplicación del OT. En este sentido, la evolución de los SIG bajo el impulso de las grandes dinámicas que marcaron, desde la modernidad, las ciencias geoespaciales tuvieron un impacto significativo en la formulación y la complejidad asumida gradualmente por el OT a partir de finales de la segunda guerra mundial (Lacaze, 1995). Actualmente, esta relación avanzó bastante para alcanzar los

términos de una fuerte dependencia del OT a las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y particularmente, de los SIG. En efecto, con el retiro del estado como actor central del desarrollo, el OT se convirtió en devorador de TIG que le permiten asumir sus nuevos roles en el campo de la regulación de los diferentes ámbitos territoriales (Buzai y Baxendale, 2006).

La reconversión del OT en un instrumento para de desarrollo y la reducción de las inequidades territoriales hacia una herramienta multifuncional de planeación y gestión fue relativamente posible gracias a la creciente disponibilidad de datos digitalizados, la democratización de su uso y los grandes avances registrados en los diferentes componentes de un SIG. En este sentido, los módulos de apoyo a la toma de decisiones, de desarrollo de modelaciones empíricas y de simulaciones con diversas motivaciones han sido –entre otros- ejemplos vivos de la creciente vinculación entre SIG y la gestión territorial en el sentido más extenso de la palabra.

En el marco de esta creciente alianza entre SIG y OT toma posición de manera determinante la virtualización de los sujetos, objetos y procesos que llegan a construir la realidad en las diferentes modalidades que viabilizan las redes de la Internet (Toudert y Buzai, 2005). En este nuevo contexto de trabajo y de intercambio se redefinen día a día las relaciones a los datos digitales, el *software* SIG, al aprendizaje, los beneficiados y perjudicados con las soluciones pensadas y ofertadas a veces en un ámbito transnacional.

Es quizás en el marco de estas interacciones “sin rostro” o con poca intervención de los mediadores tradicionales que toma posición la caricatura postmoderna que parece unir y/u oponer el burócrata al internauta alrededor de los intereses en juego de un OT cocinado en gabinete. Dentro de estos nuevos acomodos, la relación entre SIG y OT se encuentra en medio de dos grandes tareas: la profundización de la automatización de los OT y la instrumentación eficiente de la planeación participativa.

En lo que toca a la primera tarea, la programación vertical no dejó de sorprendernos con propuestas innovadoras mientras, no se puede decir lo mismo de la planeación participativa que fue motivo de una nutrida discusión pero poco se ha hecho para facilitar su integración instrumental.

Bibliografía

- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2006) *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Cavieres, A. (2001) Situación actual y desafíos de ordenamiento territorial: La visión desde el Estado, en Arenas, F. y Cáceres, G. (Eds) *Ordenamiento del Territorio en Chile: Desafíos y Urgencias para el tercer milenio*, Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile, pp. 253-256.
- Lacaze, J-P. (1995) *L'aménagement du territoire*, Paris, Dominos-Flammarion.
- Merlin, P. (2002) *L'aménagement du territoire*. Paris, Press Universitaire de France.
- Toudert, D. & Buzai, G.D. (2004) *Cibergeografía. Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) en las Nuevas Visiones Espaciales*, Mexicali, Editorial de la Universidad Autónoma de Baja California.

Sistemas de Información Geográfica y Territorio

Omar Delgado Inga

El territorio, entre las distintas definiciones, puede ser abordado como un sistema; siendo el sistema territorial el resultado de una construcción social que representa el estilo de desarrollo de una sociedad. Las actividades que una población (sociedad), realiza sobre el medio físico y su interacción a través de los canales de relación proporcionan funcionalidad al sistema. (Gomez Orea, 2013).

El sistema territorial como expresión física del estilo de desarrollo es citada en la Carta Europea de Ordenación del Territorio de 1983: “La expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda la sociedad, cuyos objetivos fundamentales son el desarrollo económico y equilibrado de las regiones, la mejora de la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y, por último, la utilización racional del territorio”.(Consejo de Europa, 1983)

El sistema territorial lo conforman cuatro elementos: La estructura expresada en los componentes del sistema (medio físico, población, poblamiento, actividades, canales de relación, marco institucional y marco legal); la funcionalidad caracterizado por los flujos que circulan por los canales de relación; la imagen que la población percibe a través del paisaje resultante; y, la evolución temporal traducida como la dinámica territorial. (Gomez Orea, 2013).

Bervejillo (2005) define al territorio como un sistema complejo, que emerge de la interacción recursiva entre sociedad y medio físico espacial, natural y construido, situación que permite conceptualizar al territorio como emergente de la interacción sociedad –espacio.

El concepto de territorio no se puede confundir con un simple soporte material de actividades sociales, ni tampoco se puede reducir a la configuración espacial de la acción social. La organización del territorio es la organización de la relación compleja entre sociedad y espacio. (Bervejillo, 2005)

La complejidad del sistema territorial puede ser descrito e interpretado mediante modelos territoriales que ayudan a comprender la estructura y funcionamiento del sistema territorial. (Gomez Orea, 2013). Mediante los sistemas de información geográfica es posible modelar el sistema territorial, a partir de información georreferenciada de distintos variables sociales, económicas y ambientales.

En este punto surgen preguntas que se dejan planteadas: ¿cuál es la información que representa de mejor manera un

sistema territorial?; ¿existe una información mínima que garantice una adecuada representación del territorio?, ¿para qué nivel o jerarquía de organización territorial se modela un sistema territorial? ¿cuál es la escala más adecuada que permite planificar las intervenciones en el territorio? A través de los sistemas de información geográfica se puede responder en parte a las interrogantes, por lo que los SIG se han convertido en una herramienta fundamental para modelar el sistema territorial con miras al ordenamiento territorial (Buzai & Baxendale, 2013).

Bervejillo (2005) define el ordenamiento territorial como *“un campo de prácticas técnicas y socio-políticas, orientadas a planificar y gestionar la permanente transformación del territorio, con una visión integrada y orientada al mediano y largo plazo”*.

Por otro lado, el ordenamiento territorial *“es la construcción planificada del sistema territorial hacia un futuro definido en un horizonte temporal, o indefinido”* (Gómez Orea, 2013). La construcción planificada se concreta en la *“elaboración de planes previstos en la legislación”* para su posterior ejecución a través de un *“proceso cíclico, continuo e iterativo, de diagnóstico, planificación y gestión”*. Por tanto, el sistema territorial construido refleja *“la proyección en el espacio de las políticas económica, social, cultural, y ambiental de una sociedad”*.

El ordenamiento territorial requiere ser planificado y su formulación por lo general contempla tres etapas: diagnóstico, propuesta y modelo de gestión territorial.

En el diagnóstico territorial, los SIG apoyan de manera significativa en la comprensión del funcionamiento del sistema territorial a través del análisis espacial a partir de geoinformación cartográfica, permite articular información geográfica voluntaria e información espacio temporal de diferentes fuentes. (Buzai & Baxendale, 2010)

En la etapa de planificación o construcción de propuestas de intervención en el territorio, los SIG pueden contribuir a la generación de escenarios considerando aspectos como es el crecimiento de la población, dinámica en el uso del suelo, cambio climático, entre otros. En esta modelación se pueden emplear

diferentes técnicas, una de ellas la evaluación multicriterio, que son herramientas de apoyo de enorme valía para la toma de decisiones.

Una vez acordada las formas de intervención en el territorio entre los actores políticos, técnicos y ciudadanía, es necesario ejecutar su implementación y con apoyo de los SIG se puede dar seguimiento a las diferentes intervenciones como mejoramiento de vías, construcción de canales de riego, implementación de infraestructura y equipamiento, grado de aceptación ciudadana, entre otros, dando apoyo al modelo de gestión territorial.

Los sistemas de información geográfica se han constituido en un componente esencial en la planificación del ordenamiento territorial ya que permite proyectar en el espacio geográfico las diferentes intervenciones de la población, así como las políticas económicas, sociales, culturales y ambientales; permitiendo monitorear las diferentes intervenciones en el territorio.

Bibliografía

- Bervejillo, F. (2005) Algunas definiciones para la formación en Ordenamiento Territorial, *VI Encuentro de Postgrados Iberoamericanos Sobre Desarrollo y Políticas Territoriales: "Construyendo Espacios Para La Colaboración Regional,"* 12.
- Buzai, G. D., & Baxendale, C. A. (2010). Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la Geografía para la elaboración del Diagnóstico en el Ordenamiento Territorial. Tegucigalpa, 11 al 16 de Octubre de 2010. *I Congreso Internacional Sobre Ordenamiento Territorial y Tecnologías de La Información Geográfica*, (October), 1–23.
- Buzai, G. D., & Baxendale, C. A. (2013) Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial, *Persona y Sociedad*, 27, 2, 113-141.
- Consejo de Europa. (1983) *Carta europea de ordenación del territorio*. 7. Retrieved from http://cope.sanmartindelosandes.gov.ar/wp-content/uploads/2012/09/Carta_Europea_OT.pdf
- Gómez Orea, D. (2013). *Ordenamiento Territorial*, Madrid, Mundiprensa.

Ideas básicas para una eficaz gestión de los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión ambiental

Marcelo Sili

Los Sistemas de Información Geográfica tienen como objetivo analizar y representar la información geográfica, los mismos son parte de la geomática, entendida esta como el conjunto de métodos y técnicas de la informática utilizadas para adquirir, procesar y representar datos espaciales. A partir de su creación a mediados de los años 70 en Estados Unidos, los SIG se han desarrollado y difundido de manera extraordinaria, siendo utilizado actualmente no sólo en el medio académico y científico, sino también en los servicios públicos y administrativos vinculados a la gestión territorial y en las actividades de consultoría y planificación.

En Argentina los SIG han tenido un fuerte desarrollo en las últimas dos décadas, en múltiples ámbitos, no sólo en el catastro urbano y rural de nivel municipal y provincial, sino también en el medio académico y muy especialmente en ámbitos ligados a la gestión ambiental y territorial en general. Sin embargo, dada las características de la Argentina, un país sumamente extenso y con una fuerte heterogeneidad ambiental y paisajística (Sili, 2016), los SIG han sido desarrollados de la mano de las técnicas de teledetección, pues las imágenes satelitarias han tenido un rol clave en el estudio de las dinámicas ambientales, ya que con las mismas se puede cubrir vastas áreas del país, con altos niveles de resolución. Los SIG se han beneficiado de las tecnologías de procesamiento satelital pues pueden extraer de las imágenes información de alta calidad susceptible de ser correlacionada con otro tipo de información.

En términos generales los SIG tienen múltiples aplicaciones, en materia ambiental específicamente se aplican, entre otros, a: (se señalan los sitios web donde se pueden visitar dedicados a esas temáticas)

- **Estudios de dinámicas de paisaje.** Las posibilidades de integración de información que brindan los SIG con información satelitaria, con fotografías y con múltiples bases de datos permite realizar análisis de la dinámica de paisajes a través del tiempo, lo cual no sólo permite realizar investigaciones históricas sino también generar información de calidad para la planificación y el ordenamiento territorial. www.ecoatlas.org.ar
- **Gestión ambiental y de biodiversidad:** los SIG aplicados a la gestión ambiental y a la biodiversidad permiten identificar zonas específicas con especies de interés susceptibles de ser planificadas. La correcta identificación de zonas permite luego la correlación con múltiples variables de interés para la gestión de zonas de protección o para la conservación de especies, o también para definir zonas de alto potencial para diferentes tipos de actividades según las características identificadas <http://www.observatoire-environnement.org.html>
- **Gestión forestal.** Los SIG tienen una larga trayectoria en el análisis y la gestión de recursos forestales, combinado generalmente con la utilización de imágenes satelitarias. Los mismos se utilizan para realizar inventarios forestales, para planificar la explotación de áreas, para localizar el nivel de deforestación y generar escenarios alternativos de evolución, o para identificar zonas de incendio y definir mecanismos de control. http://190.14.231.74/MAPGISV5_WEB/mapa.jsp?app=1&css=css/app.css&nCookie=SessionCornare
- **Inventario y cambios en el uso del suelo:** Estos SIG permiten identificar el tipo de actividad o uso del suelo, lo cual permite inventariar las actividades y los múltiples usos, y correlacionar los mismos con múltiples variables o indicadores ambientales, por ejemplo con procesos de degradación de suelos, procesos erosivos, contaminación de suelos, etc., lo cual permite guiar y mejorar las prácticas de planificación y ordenamiento territorial. http://200.41.22.117/siout_map/cartografia.phtml

- **Estudios hídricos en general:** los SIG se han constituido en las últimas décadas en instrumentos imprescindibles para análisis hidrodinámicos, para el estudio de sedimentos o para la identificación de zonas de riesgo e inundación, etc., para muchos de estos casos los SIG se han asociado a otros tipos de software específicos. http://190.14.231.74/MAPGISV5_WEB/mapa.jsp?app=1&css=css/app.css&nCookie=SessionCornare
- **Análisis de vulnerabilidad y riesgos.** La correlación de diferentes tipos de mapas y de imágenes satelitarias ha permitido generar SIG de alto valor para la identificación de áreas de vulnerabilidad y riesgos y por lo tanto para la definición de medidas de prevención frente a desastres, no sólo frente a desastres ambientales, sino también antrópicos. <http://www.observatoires-fragilites-grand-sud.fr/>
- **Evaluaciones de Impacto Ambiental:** vinculado con la gestión de riesgos, los SIG también permiten combinar diferentes fuentes de información cartográfica y satelital para evaluar el impacto ambiental de diferentes acciones humanas y poder así también definir alternativas. En este sentido un SIG es una herramienta clave para definir alternativas de localización (y de afectación) a la hora de generar infraestructuras, equipamientos o actividades según el nivel de impacto de las mismas (Morales, et. al. 2005).

Más allá de la utilidad y las aplicaciones de un SIG orientado a temas ambientales, hay pasos que son comunes a todos ellos, estos son:

- En primer lugar el almacenamiento de la información geográfica.
- En segundo lugar la compatibilización de la información geográfica en un mismo sistema, lo cual implica correcciones y ajustes.
- En tercer lugar el tratamiento y análisis de la información en función de los objetivos y las temáticas planteadas. Este tratamiento de la información de múltiples capas darán lugar a

mapas temáticos específicos que constituyen insumos para las investigaciones en marcha.

- En cuarto lugar la difusión de la información a los usuarios involucrados en vistas a la realización de proyectos de investigación o de planificación territorial.

Los avances tecnológicos en materia de geomática y de SIG han llevado a los estudios ambientales a niveles superiores de análisis y complejidad en América Latina (Banco Mundial, 2008). No obstante, tal como lo muestra la experiencia de muchos países de la región (Cuesta et al. 2017), es necesario consolidar la calidad de estos sistemas de manera tal que sirvan con eficacia a los objetivos planteados, en función de ello, y a la luz de la experiencia argentina, se plantean una serie de factores claves que es necesario tener en cuenta para garantizar su éxito y su eficacia.

- En primer lugar es necesario considerar que un SIG es un sistema relacional que requiere en muchos casos los insumos o la participación de numerosos actores y organizaciones, por lo tanto el modelo de gestión y coordinación de ese sistema debe ser claramente consensuado y respetado por todos los actores involucrados (Guérois et al. 2017). **Para que un SIG funcione se requiere de cooperación y consenso**
- Un SIG dedicado a temas ambientales es necesariamente un sistema complejo y multidisciplinar, pues implica información derivada de diversos campos del conocimiento (geografía, biología, geología, etc.), las cuales aportan su información y sus enfoques, de allí que el diálogo disciplinar es fundamental. **Para que un SIG dedicado a temas ambientales sea eficaz, es necesario contemplar múltiples disciplinas.**
- Si bien las plataformas tecnológicas y los software son imprescindibles para el funcionamiento de un SIG, los mismos no pueden constituirse en el centro de atención y el eje del mismo. En efecto, uno de los grandes problemas en torno al funcionamiento de los SIG lo constituye la fascinación

tecnológica, donde muchas veces el mayor interés de los técnicos esta puesto en el software y no en el funcionamiento del sistema y el tipo de información y objetivos que persigue el sistema. **Para que un SIG funcione adecuadamente hay que poner énfasis en el tipo de información, los objetivos y los mecanismos de procesamiento.**

- Para que un SIG orientado al medio ambiente funcione correctamente hay protocolos y normas que es necesario seguir. Hay normas claras sobre las bases cartográficas a utilizar, tanto en términos de formas cartográficas (principalmente las establecidas por el IGN -Instituto Geográfico Nacional-), como de formatos de archivos de manera que se puedan compartir las mismas con otros SIG. También es necesario respetar criterios de clasificación de datos establecidos por organismos públicos, y criterios de ordenamiento y sistematización de información, de manera que la información pueda ser compatible con otras bases de datos y con otros SIG (Mericskay, B. 2011). **Para que un SIG funcione adecuadamente es necesario respetar criterios, normas y protocolos, de manera que se pueda compartir información estandarizada y de calidad.**

Estos criterios, sumados a la necesidad de tener siempre presentes los objetivos y productos que se quieren lograr serán factores claves para la puesta en marcha de los SIG.

Bibliografía

- Banco Mundial (2008) *Forests Sourcebook. Practical guidance for sustaining forests in development cooperation*. Washington.
- Cuesta, R., Villagomez, M. & Sili, M. et al. (2017) *Atlas rural del Ecuador*, Quito, Edición del Instituto Geográfico Militar, IGM.
- Guérois, M. & Madelin, M. (2017) Enjeux de l'information territoriale locale ouverte et participative, *Revista Mappemonde*, 120.

- Mericskay, B. (2011) Les SIG et la cartographie à l'ère du géoweb, *L'Espace géographique*, 40, 142-153
- Morales, C. & Parada, S. (2005) *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Santiago de Chile, CEPAL-GTZ.
- Sili, M. (2016) *Atlas de la Argentina Rural*, Buenos Aires, Capital Intelectual.

CAPÍTULO 7

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS URBANO-REGIONALES / GEOGRAFÍA URBANA

Modelización urbana con Sistemas de Información Geográfica

Gustavo D. Buzai

Las temáticas urbanas tienen gran relevancia en la actualidad a tal punto que la Geografía Urbana se presenta como una de las áreas temáticas con mayor dinamismo en el interior de la disciplina. Estudiar la ciudad a través de modelos permite trabajarla mediante la representación idealizada de sus entidades y relaciones. En la mayoría de los casos se resuelve a través del uso de geometría con lo que se representa el *target* en una relación de isomorfismo, es decir, que hay correspondencia entre sus estructuras espaciales lo cual avanza en generar una representación epistémica al permitir generar nuevos conocimientos de la realidad. Estos aspectos en un contexto de mayor amplitud son analizados por Lucero (2020).

Desde un punto de vista representacional, la ciudad puede ser abordada como un punto en el espacio regional (*la ciudad en la región*) o como un área con áreas internas (*la ciudad como región*) y los SIG cuentan con eficientes posibilidades metodológicas para su estudio desde ambas perspectivas.

En una *modelización mundial* las principales ciudades nacionales se presentan como *nodos* de una red que se puede analizar desde la Cibergeografía a partir la configuración espacial de los flujos comunicacionales medidos en *internet*. Se utilizan los *software* trazadores de ruta en el que se ven sobre el planisferio los recorridos de las conexiones (Buzai, 2013). También resulta posible analizar la difusión espacial de enfermedades con modelos de simulación que muestran la dinámica espacio-temporal desde su localización inicial hasta su distribución pandémica. Una hipotética gripe surgida en Hanói (Vietnam) permite construir un mapa de grafos que muestra su recorrido entre las grandes ciudades del mundo (Vespigiani, 2018) dos años antes de que apareciera el Covid-19.

Desde el punto de vista de la *modelización regional* puede aplicarse el análisis matricial para medir la jerarquía urbana considerando la oferta de bienes y servicios (aspectos surgido de la teoría de los lugares centrales) y junto a ello aplicar el modelo de *rango-tamaño* a partir del centro urbano de mayor población utilizando el resultado como indicador del nivel de apertura histórica de la región en base a la clausura externa y la interdependencia interna de las ciudades (Vapñarsky, 1977). A nivel regional también pueden calcularse los polígonos de Thiessen para definir espacialmente áreas de influencia ideales, cálculos de centrografía para generar medidas resúmenes de las distribuciones espaciales puntuales y el modelado cartográfico (Tomlin, 1990) para construir áreas de aptitud locacional o la potencialidad de conflictos ante la expansión de usos del suelo (Carr & Zwick, 2007).

La *modelización urbana* incluye el estudio de la expansión urbana privilegia el SIG raster para modelarse mediante el uso de autómatas celulares y la aplicación de fractales que permiten captar características de irregularidad y fragmentación en diferentes escalas. Esta temática fue sistematizada inicialmente por Batty y Longley (1994). Las ciudades como centros accesibles permiten utilizar grafos para representar las redes de transporte a fin de realizar mapas de flujos, cálculo de índices de conectividad, generar superficies de accesibilidad regional y modelos de potencial de población en estudios de interacción.

Desde el punto de vista de la *modelización intraurbana* pueden realizarse estudios de la dinámica de cambios de usos del suelo a partir de índices por unidades territoriales de base (manzanas, radios censales) determinándose la estructura espacial resultante que se presenta en SIG vectorial como base de los modelos urbanos focalizados en el *mapa social* (Buzai, 2014). Estos modelos evolucionan durante el Siglo XX desde las perspectivas iniciales para las ciudades de Estados Unidos hacia su aplicación a las ciudades de América Latina (Buzai, 2016). Para la realización de mapas sociales pueden utilizarse métodos de

análisis multivariado simples como el cálculo de un puntaje de clasificación espacial a partir de promediar datos estandarizados, el *linkage analysis*, *cluster analysis* o análisis factorial. Este último permite a Berry y Kasarda (1977) definir el campo de la Ecología Factorial como línea de estudio en la Geografía Urbana siguiendo la tradición de la escuela de ecología urbana de Chicago del primer cuarto del siglo XX. La línea de análisis intraurbano también puede nutrirse con la definición de polígonos de Thiessen con la finalidad de obtener áreas de influencia ideales en servicios públicos puntuales distribuidos por la ciudad y su ajuste en base al peso de la oferta con la fórmula de Reilly & Huff (Bailey, 1981). En el interior de estas áreas de influencia se detectan los desplazamientos que la población realiza a los centros de oferta de bienes y servicios a través de los modelos de localización-asignación, los cuales, con los cálculos de distancia y de diferencias en los recorridos realizados puede medirse la eficiencia y equidad espacial como elementos de la justicia espacial que son centrales para su mejora. Otra línea está dada por los análisis de causalidad a través del uso de los procedimientos estadísticos del cálculo de la regresión múltiple y este procedimiento puede tener un ajuste geográfico con el software GWR (*geographically weighted regression*) (Fotheringham *et al.*, 2002) luego posible de ser llevado al mapa mediante procedimientos de interpolación.

El análisis intraurbano incluye las formas de realización de mapas mentales con apoyo geoinformático en variadas modalidades (Buzai, 2011) siguiendo los tradicionales desarrollos de conteo de entidades (hitos, nodos, sendas, bordes, áreas), la construcción del mapa de preferencias representándolas mediante isolíneas y la clasificación espacial por la frecuencia de asociaciones (Castro, 2004). Las percepciones individuales se generalizan en la búsqueda del mapa mental de la comunidad. Finalmente el empleo de realidad virtual que permite otra dimensión a la planificación territorial, en la cual es posible transitar por una realidad digital inmersiva en los espacios urbanos que merecen modificación, o aún, creación.

En síntesis, la Geografía Urbana contiene gran parte de los temas de primordial interés de la Geografía Humana. Tiene múltiples posibilidades de estudio en diferentes escalas y amplitudes: mundial, regional, urbana e intraurbana. Los SIG y *software* específico pueden aplicarse a la totalidad de estudios. Siendo que la mayoría de la población de nuestros países vive en núcleos urbanos estos estudios adquieren gran relevancia en el marco que le ofrece la Geografía Aplicada. El objetivo es realizar claros diagnósticos en apoyo a la gestión y los modelos realizados con apoyo del SIG resultan positivos para la mejora en las condiciones socioespaciales de la población.

Bibliografía

- Bailey, P. (1981) *Didáctica de la Geografía*, Buenos Aires, Cincel-Kapelusz
- Batty, M. & Longley, P. (1994) *Fractal Cities: a geometry of form and function*, San Diego, Academic Press.
- Berry, B.J.L. & Kasarda, J. (1977) *Contemporary Urban Ecology*, New York, Macmillan.
- Buzai, G.D. (2013) Technological Dependence and the Internet: Latin American Access from Buenos Aires, 2001-2013, *Journal of Latin American Geography*, 12, 3, 165-177.
- Buzai, G.D. (2014) *Mapas Sociales Urbanos*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2016) Urban models in the study of Latin American cities, *Innsbrucker Geographische Studien*, 40, 271-288.
- Carr, M.H. & Zwick, P.D. (2007) *Smart Land Use Analysis. The LUCIS Model*, Redlands, ESRI Press.
- Castro Aguirre, C. de (2004) *Mapas Mentales*, Pamplona, Universidad Pública de Navarra.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C. & Charlton, M. (2002) *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*, Chichester, John Wiley & Sons.
- Lucero, S. (2020) El papel de la intencionalidad epistémica en las representaciones científicas. Compromisos realistas y antirealistas, en Borge, B. & Gentile, N. (comp.) *La ciencia y el mundo inobservable*, Buenos Aires, Eudeba, pp. 425-450.

- Tomlin, C.D. (1990) *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, New Jersey, Prentice Hall.
- Vapñarsky, C.A. (1977) Primary communities and agglomerations: a contribution to the development of methods for the determination of local units in population censuses, Ithaca, Cornell University, Faculty of Graduate School, PhD Thesis.
- Vespigiani, A. (2018) Prever la próxima epidemia, *Investigación y Ciencia*, 94, 556-593.
 Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Modelos de cambio de uso de la tierra y Sistemas de Información Geográfica

Noel Bonfilio Pineda Jaimés

Algunos de los primeros antecedentes sobre estudios de cambio del uso de la tierra, se pueden remontar a los trabajos de Marsh y Von Thünen, quienes estudiaron el mismo tema desde diferentes enfoques y en distintos lugares. Marsh, explica los impactos y transformaciones que la sociedad de esa época realizaba sobre la naturaleza (Marsh, 1865), mientras que Von Thünen consideraba a la tierra un recurso económico (Von Thunen, 1966). En ambos, el cambio de uso de la tierra estaba implícito.

A finales del siglo XX y principios del XXI, se creó el Programa de Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra (LUCC, por sus siglas en inglés), este programa se inició como un proyecto del Programa Internacional de la Geosfera y la Biosfera (IGBP) para tratar de responder la pregunta ¿cómo afectan los factores humanos y biofísicos en el cambio del uso de la tierra y cuáles son los impactos ambientales y sociales de este cambio? Este programa estudia la evolución del uso de la tierra a nivel global, tomando en consideración los ciclos biogeoquímicos, los cambios en los ecosistemas, las emisiones de gases y el desarrollo

sostenible. El proyecto LUCC del IGBP, emigró en el año 2006 al *Global Land Project (GLP)* para finalmente convertirse en el año 2016 en el *Global Land Programme*.

El desarrollo y avance de las Tecnologías de la Información Geográfica, especialmente los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han contribuido a mejorar y optimizar el estudio de los cambios de uso de la tierra (Prashar et al., 2013). En la actualidad, la tecnología SIG se encuentra en la elaboración de modelos descriptivos, explicativos y de simulación, donde se busca a través del análisis espacial conocer, comprender y pronosticar los cambios de uso de la tierra ocurridos en el territorio.

La mayoría de los modelos descriptivos basados en SIG, calculan los cambios totales y sus respectivas tasas de cambio de las diferentes categorías, otros describen desde un punto de vista estadístico la magnitud de los cambios que puede haber en un paisaje geográfico, y hay quienes realizan un análisis más profundo de la tabulación cruzada, calculando las pérdidas, ganancias, cambio neto e intercambios de cada categoría y separan entre una transición sistemática y una transición aleatoria (Pontius et al, 2004), lo que ayuda a identificar señales sistemáticas dentro de un patrón de cambio. Para implementar estas metodologías se pueden utilizar módulos geotecnológicos, como el *Land Change Modeler (LCM)*, que se encuentra en TerrSet y Arc GIS y fue desarrollado basado en la metodología de Pontius.

Por su parte, los modelos explicativos buscan revelar la posible relación que tienen los factores socioeconómicos y biofísicos con los cambios ocurridos en el uso de la tierra, los cuales se pueden deber a diversas causas y factores (Lambin, 1997). En los últimos años el enfoque crítico de la sostenibilidad ambiental ha provocado que los estudios científicos sobre las causas y efectos de los cambios cobren mayor relevancia. Existen numerosos modelos y técnicas para explicar los cambios del uso de la tierra, el análisis exploratorio de datos espaciales, el análisis de regresión múltiple, regresión geográficamente ponderada, estadísticas bayesianas, redes neuronales artificiales, modelos

multinivel en distintas escalas temporales y espaciales (Lesschen *et al.*, 2005; Overmars y Verburg, 2006; Pineda, *et al.*, 2010). Para realizar lo anterior, se utilizan diversos softwares SIG y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE), entre los más usados esta *Arc Gis*, *TerrSet*, *Erdas Image*, *Geoda*, *MGWR*, *R*, *SpaceStat*, entre otros.

Los modelos de simulación, no deben considerarse instrumentos definitivos que deciden como solucionar los problemas de planificación y ordenación territorial, pero si son herramientas que son de gran ayuda para explorar diferentes posibilidades o escenarios de evolución de los diferentes usos de la tierra. La cantidad de modelos de simulación desarrollados es abundante, destacan los modelos basados en autómatas celulares, en agentes, la lógica borrosa, la regresión logística, la evaluación multicriterio, cadenas de markov, entre otros. Existen módulos incorporados a los software SIG para la simulación de los cambios, como el GEOMOD, los CA_Markov, el LCM de *TerrSet* y otros SADES como el CLUE, el MOLAND y el DINAMICA EGO.

Los modelos de cambio de uso de la tierra y los Sistemas de Información Geográfica, han contribuido sin duda, a conocer, analizar y predecir estos cambios. Estos estudios deben ser considerados seriamente por los gobiernos en sus proyectos de ordenación y planificación territorial, la destrucción y los cambios de uso de la tierra que en muchas zonas del mundo se realizan con fines comerciales, deberán ser revisados y moderados en este modelo económico actual, que, dicho sea de paso, también debe ser revisado. Ya no se puede ni se debe hacer caso omiso a este tipo de resultados científicos, es imprescindible trabajar en una verdadera resolución de problemáticas socioterritoriales, y tiene que ser a través de una simbiosis real entre la comunidad científica y el sector gubernamental. La situación actual que estamos viviendo en todo el mundo con la pandemia del nuevo coronavirus hará que se modifiquen muchos paradigmas, entre ellos, el medioambiental, es claro que la zoonosis provocada por animales silvestres, tuvo un origen antrópico, ya que la deforestación, la expansión agrícola y la urbanización modifican el ambiente y el equilibrio de las especies animales, lo cual sirve de

punto con los humanos. Hay que poner en orden y equilibrio lo natural y lo social.

Bibliografía

- Lambin, E. F. (1997) Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions, *Physical Geography*, 21, 375-393.
- Lesschen, J. P., Verburg, P.H. & Staal, S. J. (2005) *Statistical methods for analysing the spatial dimension of changes in land use and farming systems*, Lucc Report Series 7, publicado por: The International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya y Lucc Focus 3 Office, Wageningen University, the Netherlands.
- Marsh, G. P. (1865) *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*. New York.
- Overmars, K.P. & Verburg, P.H. (2006) Multilevel modelling of land use from field to village level in the Philippines, *Agricultural Systems*, 89, 435-456.
- Pineda Jaimes, N., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M. & Franco Plata, R. (2010) Exploring the driving forces behind deforestation in the state of Mexico (Mexico) using geographically weighted regression, *Applied Geography*, 30, 4, 576-591.
- Prashar, S., Shaw, & Takeuchi, R. (2013) Community action planning in East Delhi: A participatory approach to build urban disaster resilience, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18, 4, 429-448.
- Pontius, R.G., Shusas, E. & McEachern, M. (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101, 2-3, 251-268.
- Von Thunen, J.H. (1966) *Estado aislado, una traducción al inglés de "Der Isolierte Staat" por CM Wartenberg*, Oxford, Pergamon Press.

Tecnologías de la Información Geográfica y dinámica urbana

Montserrat Gómez Delgado

Que el crecimiento actual de las ciudades y el desarrollo urbano se está convirtiendo en un proceso insostenible ya es de sobra conocido. En el siglo XX la población urbana mundial pasó de 220 a 2800 millones y se espera que para el año 2030 ascienda a 5000 millones (UN-HABITAT, 2016). Así mismo el cambio de usos del suelo, y particularmente los cambios inducidos por el crecimiento urbano, es uno de los factores que más incide en el cambio global del planeta. Hoy día casi el 55% de la población (cifras del Banco Mundial para 2016) vive en una superficie que apenas alcanza el 5% de la extensión del planeta. Sin embargo, se estima que actualmente el ritmo de expansión física de las ciudades puede llegar a ser dos o tres veces superior al incremento de población (ONU, 2012). También hay que resaltar que ese crecimiento urbano es actualmente comedido en los países desarrollados, encontrándose los problemas más importantes en el mundo menos desarrollado (especialmente China o India), donde se están alcanzando los mismos niveles de población viviendo en ciudades que en los países del mundo desarrollado, pero con unas tasas de crecimiento vertiginosas y jamás experimentadas por estos últimos. Entre otras muchas, podemos citar iniciativas como el Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES, <https://www.iadb.org/es/ciudades>) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que pretenden promover y financiar proyectos de sostenibilidad urbana, entre las que se encuentra el desarrollo de estudios de crecimiento urbano. No en vano, América Latina y el Caribe alcanzan un 79,8% de población viviendo en ciudades (UN-HABITAT, 2016).

Hace ya muchas décadas que la ciudad, su interpretación o la simulación de imágenes a futuro de su crecimiento han sido abordadas desde diversas disciplinas como la Arquitectura o la Geografía, habiendo aumentado de manera espectacular las posibilidades con la aparición de los Sistemas de Información

Geográfica (SIG) y los avances en el ámbito de la computación. Hoy día no sólo es posible utilizar las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para realizar un análisis detallado del crecimiento urbano que nos ayude a comprender las fuerzas que están relacionadas con su dinamismo (Santos Preciado *et al.* 2012), sino que también son herramientas eficaces para apoyar las tareas de planificación a través, especialmente, de la modelación. La base de los modelos de simulación de crecimiento urbano se desarrollan ya en la década de los años 50 del pasado siglo, pero no es hasta los años 90, con la aparición de los SIG, la mejora y disponibilidad de datos geográficos y la evolución de las computadoras, cuando comienza la auténtica revolución en el desarrollo de estos modelos, al incrementarse enormemente la capacidad de análisis (Wegener, 1994; Berling y Wu, 2004). No obstante, los fundamentos teóricos de estos modelos se asientan en trabajos anteriores como la teoría de la localización agrícola de Von Thünen, la teoría sectorial de Hoyt; la teoría de los lugares centrales de Christaller o de Lösch (Aguilera *et al.*, 2010).

Inicialmente se produce una avalancha de trabajos y progresos en el desarrollo de modelos que se basan en la reproducción de dinámicas y procesos territoriales pasados para simular su evolución a futuro, es decir, reproducciones de escenarios prospectivos meramente tendenciales. En este contexto, los modelos basados en autómatas celulares se convierten en los más comúnmente utilizados (y a día de hoy lo siguen siendo) por ser capaces de reproducir las ciudades y los sistemas urbanos como sistemas complejos, emergentes, adaptativos y auto-organizados (Batty 2005, Santé *et al.*, 2010). Sin embargo, otras técnicas y modelos se utilizan también con éxito en este contexto, como las técnicas de evaluación multicriterio, la lógica borrosa, la regresión logística o los modelos basados en agentes (Aguilera *et al.*, 2010).

Quizás estos últimos son lo que actualmente tienen un mayor margen de desarrollo por encontrarse todavía poco explorados. La posibilidad de trabajar con entidades autónomas (agentes) a los que se les puede otorgar un determinado comportamiento y que pueden actuar y relacionarse entre ellos y

con el medio, abre toda una panoplia de posibilidades para llevar a cabo verdaderas prácticas de planificación *bottom-up* (Ligmann-Zielinska y Jankowski, 2010, Cantergiani y Gómez Delgado, 2016).

Actualmente tenemos el conocimiento, los datos (o la posibilidad de adquirirlos o elaborarlos), las técnicas, los modelos, etc. para poder poner en práctica simulaciones de crecimiento urbano a futuro que nos permita llevar a cabo una planificación sostenible del territorio. Sin embargo, la distancia entre los modeladores y los que ejecutan las labores de gestión reales, sigue siendo, en muchos casos, insalvables. Estos “laboratorios” de simulación siguen estando muy lejos del trabajo diario de los técnicos y agentes implicados en los procesos de ordenación del territorio, siendo todavía muy acotada su difusión al ámbito exclusivamente académico (Triantakontantis y Mountrakis, 2012). Por lo tanto, el principal desafío a día de hoy es establecer una comunicación práctica y útil entre el ámbito científico y el político-institucional que finalmente tiene la responsabilidad de tomar las decisiones.

Bibliografía

- Aguilera Benavente, F., Gómez Delgado, M. & Canteriagin, C.C. (2010) Instrumentos de simulación prospectiva del crecimiento urbano. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 165-166, 481-495.
- Batty, M. (2005) *Cities and complexity. Understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals*, Boston, Massachusetts Institute of Technology.
- Berling Wolff, S. y Wu, J. (2004) Modeling urban landscape dynamics: a review, *Ecological Research*, 19, 119-129.
- Cantergiani, C.C. & Gomez Delgado, M. (2016) Diseño de un modelo basado en agentes para simular el crecimiento urbano en el Corredor del Henares (Comunidad de Madrid), *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 70, 259-283.
- Ligmann Zielinska, A. y Jankowski, P. (2010) Exploring normative scenarios of land use development decisions with an agent-based simulation laboratory, *Computers. Environment and Urban Systems*, 34, 409-423.

- ONU, (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*, Kenia, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Habitat.
- Santé, I., García Andrés M., Miranda, D. & Crecente, R. (2010) Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis, *Landscape and Urban Planning*, 96, 2, 108-122.
- Santos Preciado, J.M., Azcárate Luxán, M.V., Cocero Matesanz, D., García Lázaro, F.J. & Muguruza Cañas, C. (2012) Análisis detallado del crecimiento urbano mediante Tecnologías de la Información Geográfica en Rodríguez Espinosa, V.M. & Gómez Delgado, M. (Eds.) *Análisis de la dinámica urbana y simulación de escenarios de desarrollo futuro con Tecnologías de la Información Geográfica*, Madrid, Ra-Ma
- Triantakonstantis, D. & Mountrakis, G. (2012) Urban growth prediction: a review of computational models and human perceptions, *Journal of Geographic Information System*, 4, 6, 555–587.
- UN-HABITAT (2016) *Urbanization and Development: Emerging Futures*, World Cities Report.
- Wegener, M. (1994) Operational urban models: state of the art, *Journal of the American Planning Association*, 60, 1, 35-40.
- White, R., Engelen, G. & Uljee, I. (2015) *Modeling cities and regions as complex systems. From theory to planning applications*, Boston, Massachusetts Institute of Technology.

Sistemas de Información Geográfica y análisis espacial de la expansión urbana

Luis Humacata

La expansión urbana generada por la dinámica de crecimiento de las grandes ciudades latinoamericanas está produciendo, en las últimas décadas, conflictos por la competencia espacial entre usos del suelo en aquellos territorios

que constituyen su franja urbano-rural. El avance de la urbanización dispersa en espacios de la periferia metropolitana genera la fragmentación del territorio, la pérdida de usos del suelo que sustentan actividades socioeconómicas tradicionales y el impacto ambiental adverso en cuanto a la disminución de los servicios ecosistémicos. En este sentido, los trabajos que abordan la dinámica urbana ponen un mayor énfasis en distinguir los aspectos negativos que atentan contra la sostenibilidad territorial, principalmente en los espacios periféricos de las grandes ciudades, donde se verifican empíricamente importantes cambios de usos del suelo y conflictos ante la expansión urbana.

El análisis de la evolución espacial incorpora la dimensión temporal y genera amplias posibilidades metodológicas como aproximación al estudio de la dinámica urbana, siendo este un campo temático interdisciplinario. Desde un abordaje principalmente espacial, la Geografía en su vertiente cuantitativa y racionalista ha desarrollado relevantes avances en la sistematización de procedimientos analíticos con la finalidad de determinar la evolución de los patrones de distribución espacial de usos del suelo. En este sentido, la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha posibilitado la obtención de resultados cartográficos y numéricos de suma utilidad en el ámbito del ordenamiento territorial. Los avances en la modelización de aspectos evolutivos del espacio geográfico (Aguilera Ontiveros, 2002; Batty, 2005; Buzai y Baxendale, 2006), como aquellos orientados al análisis del crecimiento urbano y cambios de usos del suelo, brindan importantes herramientas metodológicas para el estudio de la dinámica de ocupación del suelo a escala urbano-regional. De esta manera se puede proceder a partir de un análisis histórico y prospectivo. En el primer caso, se busca conocer la evolución pasada de las configuraciones espaciales actuales. Dentro de esta línea podemos señalar la metodología de detección de cambios de usos del suelo (Pontius et al., 2004), cuya aplicación se encuentra en números trabajos de investigación a nivel nacional e internacional que han obtenido resultados satisfactorios. En el segundo caso, se considera a la

Geografía como ciencia del futuro. En este sentido, el avance hacia la modelización espacial se apoya en la metodología de análisis de evaluación multicriterio para la identificación de potenciales conflictos entre usos del suelo, y los modelos de simulación de configuraciones espaciales futuras en base a la técnica de autómatas celulares (Gómez Delgado y Rodríguez Espinosa, 2012).

Desde la línea del modelado espacial mediante técnicas cuantitativas y el uso de SIG, el Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG), viene desarrollando una serie de proyectos a nivel urbano-regional vinculados a la cuenca del río Luján (Argentina). La relevancia de la temática bajo estudio está dada por el impacto negativo que genera el cambio en los usos del suelo a través de la expansión urbana en espacios naturales de conservación y en sitios de producción rural tradicional. El análisis y la modelización espacial, posibilitado metodológicamente por el modelado cartográfico, aporta herramientas orientadas a la cuantificación de la magnitud y la distribución espacial de los patrones de expansión urbana. En este sentido, cabe señalar la importancia de incorporar metodologías de análisis espacial en el estudio de la dinámica temporal en municipios que están sujetos a procesos de urbanización de gran dinamismo y aparición de conflictos ante cambios de usos del suelo. De este modo, la elaboración de cartografía dinámica de usos del suelo presenta una excelente aptitud para la generación de conocimientos a un nivel espacial, en apoyo a la elaboración del diagnóstico territorial de la evolución espacial de la ocupación del suelo, reafirmando así el carácter aplicado de la Geografía.

Bibliografía

- Aguilera Ontiveros, A. (2002) *Ciudades como tableros de ajedrez. Introducción al modelado de dinámicas urbanas con autómatas celulares*, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis.
- Batty, M. (2005) Approaches to Modelling in GIS: Spatial Representation and Temporal Dynamics, en Maguire, D.J., Batty, M. & Goodchild, M.F. (eds.) *GIS, Spatial Analysis, and Modelling*, Redlands, ESRI Press, pp.41-61.

- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2006) *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Gómez Delgado, M. & Rodríguez Espinosa, V.M. (2012) *Análisis de la Dinámica Urbana y Simulación de Escenarios de Desarrollo Futuro con Tecnologías de la Información Geográfica*, Madrid, Ra-Ma.
- Malczewski, J. (1999) *GIS and multicriteria decision analysis*, New York, John Wiley & Sons.
- Plata Rocha, W., Gómez Delgado, M. & Bosque Sendra, J. (2009) Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *Scripta Nova*. Universidad de Barcelona.
- Pontius, R.G., Shusas, E. & McEachern, M. (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 251-268.

Modelos de crecimiento urbano

Santiago Linares

Un aporte de la comunidad científica para solucionar y prevenir los problemas asociados al crecimiento urbano sin restricciones fue el desarrollo y aplicación de modelos que permitan medir cuantitativamente las interrelaciones intra e interurbanas de los factores asociados al crecimiento y conocer así la génesis y los posibles efectos futuros de su evolución.

Los modelos de crecimiento urbano son un tipo particular de modelado numérico que incluye variables económicas, geográficas, sociológicas y estadísticas para explorar los mecanismos de evolución urbana e interrelación dentro del sistema urbano (Li y Gong, 2016). En ellos se ponen en relación diferentes elementos tales como usos del suelo, viviendas, población, empleo, localización de comercios, industrias, servicios, redes, infraestructuras, movilidad y circulación (Wegener, 1994). Lejos de ser considerada un área del conocimiento estática, los modelos de crecimiento urbano han

evolucionado sustancialmente desde sus orígenes hasta la actualidad (Linares, 2016), las innovaciones introducidas durante su evolución podrían clasificarse en dos grandes dimensiones, una de ellas, podemos hallarla en la capacidad que han tenido para contemplar las interacciones locales y heterogeneidad a micro escala, tal como lo hacen los Modelos Basados en Agentes y los Modelos de Autómatas Celulares (Clarke, 2014), en contraposición a los clásicos Modelos de Transporte y Uso del Suelo (Wingo, 1961). La segunda innovación por destacar es la capacidad para simular procesos dinámicos no lineales en contraposición de las representaciones estáticas de antaño, recuperando los cambios que acontecen en cada unidad de tiempo durante el proceso de simulación. Estos dos aspectos confluyen en mejoras sustanciales para modelar las relaciones espaciales y temporales que ocurren durante el proceso de urbanización.

Los incipientes modelos urbanos, ponían sus esfuerzos en la descripción de las formas y distribuciones espaciales, como lo expresan los modelos de anillos concéntricos de Burgess (1925), el modelo de los sectores de Hoyt (1939) y el modelo de núcleos múltiples de Harris y Ullman (1945). Estos modelos se concentran más en describir genéricamente la morfología urbana y menos en analizar los procesos particulares inherentes a la expansión urbana. Posteriormente, los modelos denominados de interacción espacial recuperan las teorías gravitatorias o de maximización de la entropía para modelar la intensidad y resultado de las interacciones ente elementos constituyentes de una ciudad, como resultado de la propiedad de sus componentes y la distancia que existe entre ellos (Foot, 1981).

Los modelos de interacción espacial constituyen las bases de los modelos urbanos de Transporte y Usos del Suelo, como el modelo de Lowry (1964) y el modelo de la renta del suelo de Alonso (1964), los cuales explican la distribución (o patrón) de usos del suelo urbano a través de las relaciones entre localización de la población y el empleo, renta del suelo y vías de transporte. A partir de ello se pretendió, sobre todo, entender las regularidades y buscar equilibrios generales en el tiempo y el espacio.

La mayoría de los primeros modelos urbanos se basaron en la suposición de que las áreas de aplicación son espacialmente homogéneas. Sin embargo, los comportamientos (o elecciones) individuales para vivir, trabajar o consumir son difíciles de modelar con teorías de interacción espacial o macroeconómicas. Tanto las actividades sociales como las condiciones naturales dentro de una ciudad son heterogéneas. Por lo tanto, posteriormente se introdujeron conceptos de las teorías microeconómicas en los tradicionales modelos urbanos de Transporte y Usos del Suelo para explicar las diferencias entre los comportamientos individuales (o decisiones) y las variaciones regionales en las actividades socioeconómicas (Irwin y Geoghegan, 2001). El espacio homogéneo se trata entonces como zonas discretas diferenciadas, y cada zona está asociada a una serie de variables socioeconómicas, por ejemplo, población, empleo, industria, servicios y mercado del suelo. Estos nuevos modelos fueron implementados para investigar equilibrios y desequilibrios entre las demandas de las actividades sociales en una ciudad (o suelo urbano), usando zonas como unidades de modelado, entre las cuales existen flujos de entrada-salida de bienes, capital o población. Dentro de estos modelos podemos citar a TRANUS (De La Barra y Ricaby, 1982), MEPLAN (Echenique et al. 1990), CUF (Landis 1994), MUSSA (Martínez, 1996).

El siguiente conjunto de modelos de crecimiento urbano tuvo que ver con la desagregación de las zonas o sectores en agentes urbanos, los cuales poseen diferentes propiedades que les otorgan a cada agente alternativas de movimientos y comportamientos (o decisiones), los cuales estarán influenciados también por el resto de los agentes competidores (Li y Liu, 2007, Sanders et al. 1997). Los Modelos Basados en Agentes son un tipo de modelos que imitan la complejidad en el sistema urbano mediante las interacciones locales entre diferentes agentes configurando un modelo emergente desde abajo (interacciones individuales) hacia arriba (patrón global). El dinamismo de las actividades socioeconómicas o cambios en el uso del suelo son un producto de una secuencia de tiempo de micro simulación de decisiones discretas (Aguilera Ontiveros, 2001). Existen una serie

de herramientas disponibles para su implementación, tales como Swarm, Repast, Mason, StrLogo y NetLogo (Chen et al. 2012).

Finalmente, los Modelos Basado en Automatas Celulares son sistemas dinámicos discretos tanto en el espacio como en el tiempo, estos parten de un espacio geográfico representado por una grilla de celdas, en donde cada celda representa una categoría de uso del suelo predeterminada (White, 1997). Permiten considerar tanto la heterogeneidad espacial de las condiciones biofísicas (por ejemplo, relieve) o socioeconómicas (por ejemplo, tráfico o indicadores urbanísticos), y cada cuadrícula interactúa localmente con su entorno (es decir, vecinos) a través reglas de transición espacialmente explícitas (Aguilera Ontiveros, 2002). Tienen la ventaja de poder incorporar fácilmente una gran cantidad de variables a modo de factores explicativos de la urbanización, como así también la inclusión de una amplia secuencia de reglas de transición. Tanto los ABM como CA tratan con relaciones y estructuras de crecimiento urbano no lineales y procesos iterativos. Diferenciándose sustancialmente de los tradicionales modelos de Transporte y Usos del Suelo. Tanto el estado del arte como la presentación técnica de una selección de herramientas puede ser consultada en Camacho Olmedo et al. (2018).

Bibliografía

- Aguilera Ontiveros, A. (2001) *Modelado multiagente de sistemas socioeconómicos: una introducción al uso de la inteligencia artificial en la investigación social*. Colección Investigaciones del Colegio de San Luis. San Luis de Potosí.
- Aguilera Ontiveros, A. (2002) *Ciudades como tableros de ajedrez. Introducción al modelado de dinámicas urbanas con autómatas celulares*. Colección Investigaciones del Colegio de San Luis. San Luis de Potosí.
- Alonso, W. (1964) *Location and land use: towards a general theory of land rent*, Cambridge, Harvard University Press.
- Burgess, E. W. (1925) The growth of city: an introduction to a research project, en Park, R.E., Burgess, E.W. & McKenzie, R.D. (Eds.) *The city*, Chicago, The University of Chicago Press. pp. 47-62.

- Camacho Olmedo, M.T. Paegelow, M., Mas, J.P & Escobar, F. (Eds.) (2018). *Geomatic Approaches for Modeling Land Change Scenarios*. Springer.
- Chen, Y., Li, X., Wang, S. *et al.* (2012) Defining agents' behavior based on urban economic theory to simulate complex urban residential dynamics. *International Journal of Geographic Information Science*, 26, 1155-1172.
- Clarke, K. C. (2014) Cellular Automata and Agent-Based Models, en Fischer, M. & Nijkamp, P. (Eds.) *Handbooks of Regional Science*, Berlin, Springer, pp. 1217-1233.
- De la Barra, T. & Rickaby, P. (1982) Modelling regional energy use: a land use, transport and energy evaluation model. *Environment and Planning B*, 9, 429-443.
- Echenique, M.H., Flowerdew, A.D.J., Hunt, J.D. *et al.* (1990) The MEPLAN models of Bilbao, Leeds and Dortmund. *Transport Reviews*, 10, 309-322.
- Foot, D. (1981) *Operational urban models: an introduction*, London, Methuen.
- Harris, C.D. & Ullman, E.L. (1945) The nature of cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, 242, 7-17.
- Hoyt, H. (1939) *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Irwin, E.G. & Geoghegan, J. (2001) Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 85, 7-24.
- Landis, J.D. (1994) The California urban futures model: a new generation of metropolitan simulation models. *Environment and Planning B*, 21, 399-420.
- Li, X. & Liu, X. (2007) Defining agents' behaviors to simulate complex residential development using multicriteria evaluation, *Journal of Environment Management*, 85, 1063-1075.
- Li, X. & Gong, P. (2016) Urban growth models: progress and perspective, *Science Bulletin*, 61, 21, 1637-165
- Linares, S. (2016) Evolución histórica sobre la modelización del espacio urbano en Geografía. *Sociedade e Território*, 28, 2, 23-41.

- Lowry, I.S. (1964) *A model of metropolis*, Santa Mónica, Rand Corporation.
- Martínez, F. (1996) MUSSA: land use model for Santiago city. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1552, 126-134.
- Sanders, L., Pumain, D., Mathian, H., Guerin-Pace, F. & Bura, S. (1997) SIMPOP: A multiagent system for the study of urbanism, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24, 2. 287-305.
- Wegener, M. (1994) Operational urban models state of the art, *Journal of the American Planning Association*, 60, 17-29.
- White, R. (1997) Cities and Cellular Automata. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2, 111-125.
- Wingo, L. (1961) *Transportation and urban land*, Baltimore, John Hopkins University Press.

CAPÍTULO 8

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS AMBIENTALES Y POBLACIONALES / GEOGRAFÍA AMBIENTAL / GEOGRAFÍA DE LA POBLACIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica en los estudios ambientales

Olga H. Mayorga

La Geografía es la ciencia que estudia las interrelaciones entre el medio ambiente (Geografía Física) y el ser humano (Geografía Humana) y como tal, la temática ambiental ha estado siempre presente. Bocco y Urquijo (2013) afirman que la geografía ambiental más que un campo disciplinario es una “mirada novedosa, pertinente y necesaria” de la ciencia geográfica.

La Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura –UNESCO (1989) menciona que el término ciencias ambientales “implica más bien una orientación hacia la articulación a las ciencias naturales y sociales para abordar operacionalmente los problemas del medio ambiente”.

Las diferentes corrientes geográficas desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad han aportado en la construcción de una epistemología ambiental como lo describen Rivera y Pérez (2011), enfocándose en la teoría ratzeliana y sus diferentes interpretaciones al igual que la vidaliana y destacando el aporte de Elisée Reclus, quien podría ser considerado como el precursor del pensamiento birregional que expone que el ser humano es el reflejo de la tierra y de regiones específicas del planeta en el cual nos hemos desarrollado. Dicho aporte constituye la base para la filosofía ambiental y de la ética ambiental actual.

La interdependencia y repercusión de las acciones del ser humano sobre la naturaleza son evidentes, por lo que el estudio en forma independiente de cada uno impediría un acercamiento holístico a los problemas sociales, económicos y ambientales que se desarrollan en un territorio; y que se desprenden de los postulados de autores como Brunhes, Febvre, La Blanche, Fleure,

Sauer, Gourou, Stoddart, Relph y Yi-Fu Tuan y Unwin, citados por Rivera y Pérez (2011).

Por otro lado, el interés por lo ambiental se ha ido incrementando y es tratado desde distintas perspectivas, lo que para autores como Norton (1966) y Kvaloy (1993), citados por Rivera y Pérez (2011) no es suficiente toda vez que, se requiere el esfuerzo de abordarlo en forma interdisciplinaria. Este interés responde a la problemática ambiental que estamos estudiando desde hace varias décadas en donde iniciativas, recomendaciones, llamados, no han sido suficientes para reducir la crisis a la que el modelo insostenible del ser humano ha colocado al planeta.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA, ha consignado los principales problemas ambientales que se resumen en la necesidad de mejorar de la calidad del agua, el aire en las ciudades al igual que el mejoramiento de la capacidad de los recursos hídricos. Por otro lado, el mismo programa determina que es necesario reducir la contaminación marina, minimizar la acidificación de los océanos, detener la pérdida de la biodiversidad al igual que la degradación de tierras y limitar el calentamiento global. Más del 90% de los objetivos medioambientales propuestos por esta entidad presentan una tendencia negativa (PNUMA, 2016).

El sexto informe *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO 6)*, del PNUMA (2019) que se centra en el tema “Planeta sano, personas sanas” y tiene por objetivo apoyar a quienes toman decisiones para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible-ODS menciona que la mayoría de los países han introducido políticas ambientales, pero no han alcanzado su pleno potencial. Se reconoce en este informe que existen modelos exitosos de gobernanza ambiental, pero carecen de sistemas de contabilidad ambiental que garanticen los costos externos y que permita incorporar los posibles riesgos futuros, las oportunidades y los conflictos.

Pero, de acuerdo a Leff (2007), la cuestión ambiental no debe solo centrarse en “innovar tecnologías para reciclar desechos contaminantes” o “incorporar normas ecológicas a los

agentes económicos” sino, tomar en cuenta las complejas y distintas formas de producción armónica con la naturaleza. El aporte de la Encíclica *Laudato Si*, liderada por el Papa Francisco acerca de la Ecología Integral también coadyuva a una corresponsabilidad para el cuidado de nuestra “casa común”.

Es conocido que, las actividades humanas generan impactos y se hace necesario caracterizarlas y representarlas para minimizarlos de la manera más idónea posible y para esta labor los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son herramientas transversales a cualquier formación, permiten abordar los sistemas ambientales a través de información que se encuentra a todo nivel y que se genera en forma permanente.

Son varias las instituciones que recopilan y generan información relacionada con el medio ambiente, entre las más conocidas se encuentran la Agencia Europea del Medio Ambiente, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Environmental Systems Research Institute (ESRI), Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), World Resources Institute (WRI) y Natural Earth, entre otras, también se dispone de visores y servidores SIG de gestión *online* como Open Street Map, ArcGIS Online, Google Earth, al igual que comunidades y foros que trabajan sobre el tema y software cartográfico, entre otros, sin descontar la información que se genera a nivel local.

Los SIG permiten hacer preguntas y obtener respuestas dependiendo de su base de datos, son de gran utilidad para tomar decisiones espaciales informadas y a diferentes niveles. Además, ofrecen la tecnología para tratar, analizar y modelizar datos de diferentes fuentes y a través del análisis espacial y la representación cartográfica predecir escenarios, evaluar estrategias, probar hipótesis y obtener nueva información.

Entre algunas de las aplicaciones relacionadas al medio ambiente se pueden nombrar el monitoreo y evaluación de servicios públicos como el agua, aguas residuales, electricidad y transporte, la localización y determinación del estado de los ecosistemas relacionados con el agua, incluido los bosques,

montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos; en el caso de riesgos, la emisión de alertas tempranas, por ejemplo.

El aporte de la Geografía en los estudios ambientales a través de los SIG es cada vez más recurrente junto a la planificación del territorio y administración de recursos naturales como lo afirma Bocco (2000), sin embargo, no se puede perder de vista que además del manejo adecuado de la herramienta se requiere el aporte de equipos interdisciplinarios, conocer métodos y técnicas participativas y contar con habilidad en coordinación de grupos como lo afirma Quiroz (2010).

Con lo expuesto, se puede afirmar que las problemáticas ambientales están identificadas, pero se requieren definir acciones a diferentes escalas y con enfoque multidimensional para lo cual la geografía a través de las geo tecnologías se han convertido en aliadas importantes.

Bibliografía

- Bocco, G. (2000) Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa, *Interciencia*, 25, 2, 64-70.
- Bocco, G.; Urquijo, P. (2013) Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*, XXV, 56, 75-101.
- Leff, E. (2007) *Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Ciudad de México, Siglo XXI.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2016). *El daño ambiental aumenta en todo el planeta, pero aún hay tiempo para revertir el peor impacto si los gobiernos actúan ahora: PNUMA*. Disponible en:
<https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/noticias/el-dano-ambiental-aumenta-en-todo-el-planeta-pero-aun-hay-tiempo>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019), *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, GEO 6: Planeta sano, personas sanas*, Nairobi. Disponible en:
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27652/GEO6SPM_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y

- Quiroz, M.G. (2010) Los SIG como herramienta para la toma de decisiones. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 14, 33-40.
- Rivera, J. A. & Pérez, M. L. (2011). Geografía y medio ambiente: perspectivas de análisis. *Perspectiva Geográfica*, 1, 7, 137-158.
- UNESCO (1989) Educación ambiental: módulo para la formación de profesores y supervisores en servicio para las escuelas secundarias. Disponible en:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000071480_spa

Geografía y Sistemas de Información Geográfica en el análisis espacial de riesgos desde un enfoque sistémico

Noelia Principi

La Geografía como Ciencia Humana, cuyo objeto de análisis central es el espacio geográfico, tiene una amplia trayectoria en el estudio de la relación sociedad-naturaleza. Lejos quedaron los cuestionamientos vinculados al dualismo y fragmentación entre la “Geografía Física” y la “Geografía Humana” para pasar a considerar las interrelaciones entre los aspectos humanos y naturales como parte de un sistema dinámico y complejo. Más allá de la perspectiva epistemológica particular desde la que se aborden los estudios geográficos, ninguno debería dejar de considerar la interrelación entre estos dos aspectos.

En el ámbito geográfico los estudios sobre riesgo fueron avanzando a partir de una gran diversidad y cantidad de aportes, principalmente desde inicios del siglo XX, algunos con énfasis en los aspectos físico-naturales y conocimientos técnicos relacionados a la dinámica de diferentes eventos geofísicos, con un apoyo importante de disciplinas como la Climatología, Geomorfología, Hidrología,; otros con énfasis en los aspectos sociales, incorporando el análisis de la vulnerabilidad con sus múltiples dimensiones y considerando los significados e identidades de los lugares, poniendo especial importancia a aspectos subjetivos del riesgo; y finalmente otros aportes recientes, que incorporan un abordaje sistémico buscando la comprensión y explicación de las temáticas de riesgos a partir de

un análisis que integre el sistema físico-natural y el sistema humano, como parte de una realidad compleja.

Actualmente los estudios de riesgo coinciden en que este es el resultado de considerar “*peligro x vulnerabilidad*”. Por eso, focalizan en el análisis del *peligro* al que se expone la población, a partir de la ocurrencia o amenaza de ocurrencia de algún acontecimiento de tipo natural o antrópico. Es decir, un análisis que especifique qué tipo de peligro y, principalmente, dónde se encuentra. Y, por otro lado en el análisis de la *vulnerabilidad*, que se define como la capacidad que tiene la población para enfrentar la ocurrencia o probabilidad de ocurrencia de algún peligro y la posibilidad de recuperación y que se vincula con características propias que posee la población en un determinado lugar y que pueden ser modificables a partir de mejoras en la calidad de vida. Un análisis integral de la vulnerabilidad debe considerar las dimensiones natural, física, económica, social, técnica, política, técnica, ideológica y cultural, según lo que Wilches Chaux (1993) denomina “vulnerabilidad global”.

Ambos componentes del riesgo, tienen una correspondencia espacial que la Geografía, como ciencia analítica y de síntesis, junto a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con su focalización espacial, pueden abordar a partir de un enfoque sistémico que los permita integrar. De forma más simple podemos decir que es importante conocer la localización y distribución de las amenazas y de la vulnerabilidad pero aún más importante es analizar espacialmente la asociación entre ambas para poder determinar áreas y niveles de riesgos. Es así que a partir de conceptos propios del análisis geográfico, perfectamente integrados en el SIG, se pueden analizar los riesgos y sus componentes constitutivos.

Las capacidades de análisis y de integración de información geográfica de los SIG a partir del análisis espacial lo posicionan como una herramienta fundamental en análisis de riesgos. La posibilidad de realizar modelado cartográfico con diferentes capas temáticas que representan aspectos centrales en el análisis del riesgo es un avance significativo, ya que permite considerar el riesgo desde una perspectiva actual pero también

desde una perspectiva prospectiva al permitir la modelización de diferentes variables que influyen en el riesgo. El enfoque sistémico permite analizar una realidad que es compleja y que en el caso específico del análisis de riesgos se convierte en necesario para poder integrar en el análisis diversas variables físicas y sociales en permanente interrelación, y de alguna forma romper con las posturas mono-paradigmáticas en pos de realizar un análisis integral que permita abordar temáticas complejas como las de riesgos.

El marco conceptual-analítico que incorpora esta perspectiva es la Teoría de Sistemas Complejos (TSC) propuesta por García (2006), como un avance desde Teoría de los Sistemas (TGS) (Bertalanffy, 1968). Desde esta teoría se sostiene que no existe una disciplina única que tenga la capacidad de considerar todos los aspectos particulares de un objeto de estudio y por esto, se enfatiza en la importancia del conocimiento sólido disciplinar que permite luego avanzar hacia estudios de tipo interdisciplinar. García (2006) plantea que las situaciones y los procesos que suceden en el *mundo real* no están *clasificados* para abordarse desde una disciplina particular sino que se desarrollan en lo que él denomina una *realidad compleja*.

Buzai (2007) expresa de forma muy clara que los problemas de la realidad como totalidad compleja no pueden ser solamente abordados por un paradigma de forma individual, sino que se debe dar un paso más hacia enfoques multiparadigmáticos para dar explicaciones a diferentes escalas de la realidad. Esto se posiciona como el gran desafío de los geógrafos en la actualidad.

El aporte de la Geografía como Ciencia Humana se vincula con la búsqueda de explicaciones y posibles soluciones a problemáticas socioespaciales concretas, y esto es posible en el marco de una Geografía Aplicada con una importante vinculación al Ordenamiento Territorial. El estudio de una realidad que es compleja requiere de un análisis integral al que se

puede llegar por medio de estudios sencillos que permitan ir abordando las problemáticas de forma cada vez más acabada, en este sentido la posibilidad que nos brindan los SIG y el análisis espacial cuantitativo resulta de especial importancia para el geógrafo, y es en este contexto donde “*puede manifestar plenamente sus dos cualidades esenciales, el sentido de la síntesis y el del espacio*” (Philipponneau, 2001: 10).

Bibliografía

- Bertalanffy, L. (1976) *Teoría General de Sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica. (Traducción de Juan Almela). Original, 1968: Bertalanffy, Ludwig von. *General System theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller. New York.
- Buzai, G. D. (2007) Dilemas de la relación Geografía-SIG entre la disciplina, la interdisciplina y la transdisciplina. *GeoFocus (Editorial)*, 7, 5-7.
- García, R. (2006) *Sistemas Complejos*, Barcelona, Gedisa.
- Philipponneau, M. (2001) *Geografía Aplicada*, Barcelona, Ariel.
- Wilches Chau, G. (1993) La Vulnerabilidad Global, en Maskrey, A. (Ed.) *Los Desastres no son naturales*, Bogotá, La Red Tercer Mundo Editores.

Los Sistemas de Información Geográfica y la vulnerabilidad social

Salvador Villerías Salinas

En el espacio geográfico concurren diversos procesos naturales y sociales: geológicos, hidrológicos, tecnológicos y provocados por el hombre, que pueden provocar cierto riesgo en la población. En este contexto, la forma de evaluarlo se relaciona con el estudio de la amenaza y la vulnerabilidad. Todo esto se encuentra inmerso en complejos procesos (Hilhorst y Bankoff, 2004) que se insertan en la intersección de la relación entre la sociedad y la naturaleza.

Las características sociales de la población pueden constituir factores que contribuyen al incremento o decrecimiento de la vulnerabilidad. Algunos pueden resultar más afectados que otros por su condición socioeconómica (edad, ingresos, salud, ubicación de residencia, entre otras), además del grado de percepción que tengan sobre el riesgo y las estrategias para solventar esta contingencia. A la vez se concibe como un estado de incapacidad individual o colectiva que dificulta el acceso a mayores niveles de bienestar de forma individual, familiar o comunal (Golovanevsky, 2007).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desde su inicio en la década de los 60s han venido evolucionando de forma vertiginosa y han tenido una amplia aceptación en el ámbito académico, de servicios profesionales y gubernamental. Constituyen una herramienta fundamental para el estudio del espacio geográfico y llegaron para agilizar el análisis de la información, con ayuda de la estadística, las matemáticas, las computadoras y como parte fundamental del ser humano para analizar, las complejas relaciones del medio natural y el hombre.

Bajo este sentido, los SIG permiten organizar, reunir, gestionar y analizar dato. Además, con el vínculo de la ciencia geográfica se accede a la ubicación espacial y se organiza en capas para su representación visual a través de los mapas. Desde esta perspectiva se revelan patrones y relaciones territoriales, para una mejor toma de decisiones.

En los estudios de la vulnerabilidad social, según la literatura se utilizan varias técnicas en un ambiente SIG. Uno de ellos es elaborar indicadores socioeconómicos y representarlos mediante diversas capas temáticas donde se visualicen las diferentes variables. Estas capas describen las características espacio-temporales de las diferentes unidades territoriales. Además, considerar un análisis estadístico ayuda a observar la distribución de los valores de los atributos y las tendencias espaciales, o si hay formación de patrones espaciales.

La aplicación de los SIG para analizar la vulnerabilidad social puede limitarse por la cantidad de información disponible.

Se logran realizar estudios a nivel global, nacional, estatal y municipal. Dependiendo de la escala de trabajo se hacen zonificaciones, al incorporar información de la población, las actividades económicas y con ello realizar evaluaciones preliminares de la vulnerabilidad social.

En consideración que la vulnerabilidad social tiene un carácter coyuntural por existir características estructurales básicas, con ello adquiere niveles diferentes al surgir un evento que impacta de forma desfavorable a la población. Como, por ejemplo, la población que no tiene la capacidad de resistir y recuperarse de una amenaza por efectos naturales o físicos de los desastres. Un ejemplo en la actualidad con la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), con ayuda de los SIG se puede observar la concentración de los contagios a nivel mundial, nacional, estatal y municipal. Además, con ayuda de indicadores socioeconómicos y de salud, se puede mostrar qué unidades territoriales pueden ser más vulnerables ante esta pandemia y, con ello, contribuir a la tomar decisiones y establecer estrategias para disminuir el riesgo, sobre todo en la población con mayor vulnerabilidad social.

Bajo las consideraciones anteriores es necesario fortalecer la investigación geográfica relacionada con la vulnerabilidad social y el desarrollo teórico-metodológico. Los resultados de los análisis con SIG pueden coadyuvar a una planeación territorial con miras a disminuir las disparidades entre los grupos sociales, para disminuir la vulnerabilidad social.

Bibliografía

- Golovanevsky, L. (2007) *Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza. Un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI*. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Tesis de Doctorado
- Hilhorst, D. & Bankoff, G. (2004) Introduction: Mapping vulnerability: Disasters, development, and people, en Bankof, G., Frerks, G. & Hilhorst, D. (Eds), London, Earthscan, pp. 1-9.

Winchester, P. (1992) *A conceptual Model of Vulnerability, Power, Choice and Vulnerability*, London, J&J Publications.

Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y el impacto del cambio climático en la salud del Caribe

José Seguinot Barbosa

El cambio climático se describe como el conjunto de alteraciones del clima que se deben directa o indirectamente a la actividad antropogénica. Estos cambios modifican la composición atmosférica global y se agregan a la variabilidad climática natural observada en periodos de tiempo comparables. De esta definición se desprende que el cambio climático producido constantemente por causas naturales se denomina variabilidad natural del clima, mientras que para referirse al cambio de origen humano se usa la expresión de cambio climático antropogénico. Como consecuencia del cambio climático podemos experimentar efectos adversos o cambios ambientales que resultan nocivos para los ecosistemas naturales, los sistemas socio-económicos, la salud y el bienestar humano (ONU, Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, 1992).

La temperatura es el elemento climático que sirve como mejor indicador del calentamiento global. En Puerto Rico, por ejemplo, la misma presenta una muy leve tendencia a aumentar corroborada por las variaciones que se encontraron en los análisis realizados usando las TIG. No obstante, cada estación meteorológica presenta sus propios cambios que igual podrían estar determinados por factores locales tales como la altitud, los vientos y la cercanía al mar. De acuerdo a las estaciones y datos climáticos analizados durante el periodo 1980-2005 se refleja una tendencia general a un incremento leve de la temperatura, así como a un incremento paulatino de la precipitación en varias regiones de salud. Estos patrones presentan variaciones regionales y locales muy marcadas por lo cual cada estación

particulariza una tendencia propia que al verse en su conjunto conforma patrones regionales. Las causas para los cambios presentados pueden ser muchas incluyendo factores locales, ambientales y geográficos. Uno de los factores significativos más importante son los cambios globales que vienen aconteciendo, cuando vemos el calentamiento global en conjunto con fenómenos locales como las islas urbanas de calor y la desertificación, la forma de visualizar su efecto en la salud se hace notable.

La ampliación de las ciudades y la impermeabilización de las tierras y áreas verdes están creando problemas que van más allá de la contaminación visual, por ruido o lumínica. El estudio de Seguinot (2001) sobre el impacto del urbanismo en el área de San Juan, Puerto Rico indica que se ha encontrado que la temperatura en esa zona ha aumentado cerca de tres grados debido a la alta concentración de edificaciones de concreto. Este dato ha sido obtenido utilizando modelos espaciales. Los cambios por aumento de las temperaturas que ocurren en zonas urbanas se les conocen como efecto urbano de Islas de Calor o Islas Urbanas de Calor (UHI, por sus siglas en inglés). Este efecto es el indicador local más claro de cambio climático debido a la urbanización que produce una circulación convectiva urbana/rural (González, 2005).

La asociación entre el cambio climático y la frecuencia e intensidad de eventos extremos de calor está bien establecida (Luber, 2008). En Puerto Rico, los efectos que podrían tener las UHI en la salud son significativos y alarmantes. Dado que nuestra población continúa envejeciendo, se observa un aumento en los casos de enfermedades cardíacas no sólo en la población de mayor edad sino también en otros grupos de edades (Departamento de Salud, 2004). La exposición prolongada a altas temperaturas puede causar condiciones relacionadas al calor, incluyendo calambres, síncope, fatiga, ataques de calor y la muerte (Kilbourne, 1997). A pesar de la alta mortalidad asociada con los eventos de calor extremo y las proyecciones del calentamiento global, existe una falta de conocimiento público sobre los peligros por exposición a calor extremo (Lugo, 2004).

Durante el verano, grandes cantidades de polvo mineral son transportados desde fuentes de África del Norte sobre el Atlántico hacia el Mar Caribe (Monteil, 2008). El amplio rango de transporte de polvo mineral sobre el Atlántico es posible debido a la existencia de la capa superior de Sahara conocida en inglés como el "Saharan air layer". Esta constituye una capa elevada de aire sahariano el cual se extiende sobre largas porciones del Atlántico, entre el Sahara y Norte América (Doherty, et al., 2008). Las nubes de polvo africano pueden causar grandes aumentos en la contaminación local por la presencia de partículas. Este largo rango de transporte de polvo produce nubes ricas en la presencia de partículas menor de $10\mu\text{m}$ en diámetro aerodinámico (PM10), el cual puede por instantes penetrar hasta los conductos de oxígeno de los seres humanos (Monteil 2008). La mejor forma de monitorear este tipo de partícula es a través del uso de imágenes de satélites que miden el largo de onda del aerosol asociado a ese tipo de polvo.

Las TIG son una tecnología eminentemente urbana que sirven para el estudio del desarrollo urbano y del impacto ambiental que tienen los humanos sobre este espacio geográfico. Para entender los efectos antropogénico sobre las ciudades es importante hacernos las siguientes preguntas; ¿Por qué los geógrafos estudian las ciudades? Algunas posibles respuestas son las siguientes: El siglo XXI marca el momento donde más personas viven en las ciudades, más del 75% de la población mundial vive en este espacio geográfico. Esta es la era urbana, la era de la información, la era del Homo Sapiens Urbano. Las ciudades centralizan el poder político, la gobernanza, los servicios, los recursos humanos, los transportes, la energía, la producción, la vivienda, el turismo, la riqueza, la pobreza y la contaminación, entre muchos otros. Desde el punto de vista del cambio climático las ciudades aportan más del 80% de las emisiones de carbono.

Una segunda pregunta concerniente al tema es ¿Por qué los geógrafos estudian el cambio climático (CC)? Algunas respuestas son las siguientes: Los siglos XX y XXI marcan el

momento donde ha habido un mayor incremento de la temperatura mundial. Los patrones de lluvia y sequía también están cambiando a nivel mundial. Los costos de adaptación, pérdida y recuperación por el cambio Climático (CC) están siendo sumamente elevados. Ej. Huracán Catrina, Nueva Orleans. El CC afecta todas las actividades de nuestras vidas tanto a nivel individual como colectivo. Afecta la salud, la economía, la población, la vivienda, los alimentos...etc. El siglo XXI es un siglo Climato-céntrico...Desde Hipócrates (460ac)...al presente el clima sigue rigiendo nuestras vidas. Aunque, el CC no esté ocurriendo, significa una excelente oportunidad para actualizar nuestras fuentes energéticas, transportes, viviendas, ecosistemas, modos de producción, distribución poblacional, economía y servicios, entre otras.

La tercera pregunta relaciona al cambio climático con las ciudades. Sobre esta relación los geógrafos se preguntan ¿Por qué es importante estudiar el efecto del CC en las ciudades? Las respuestas más comunes a esta pregunta son: Las ciudades, especialmente las costeras, son altamente vulnerables a los efectos del CC. Las ciudades mejor gobernadas y planificadas son menos vulnerables al CC. Las ciudades más pobres son extremadamente vulnerables al CC pero, también las partes ricas de la ciudad están expuestas. Las ciudades más vulnerables al CC son menos atractivas a la inversión, el turismo y el desarrollo. La escasez o degradación de los recursos vitales (agua, aire, tierra, vegetación) en las ciudades incrementa la vulnerabilidad de su población y polariza la desigualdad social. El CC representa un enorme reto para conseguir la justicia ambiental y espacial, reducir la desigualdad social, conseguir una mayor seguridad...en fin alcanzar la sostenibilidad de la ciudad.

Una última pregunta en relación a este tema de estudio es ¿Por qué estudiamos los efectos del CC en las ciudades Hispánicas del Caribe? El Caribe es la región geográfica donde nuestros países están ubicados. Al igual que muchos otros países, nuestras ciudades viven los efectos del cambio climático a través de las penetraciones del mar, la erosión costera, las inundaciones, el

impacto de los huracanes, la pérdida de biodiversidad y la amenaza de los recursos naturales y culturales. Tanto en la Habana, Cartagena, Cancún, San Juan y Santo Domingo estas ciudades están amenazadas por el ascenso del nivel del mar. Siendo todas ellas ciudades turísticas con valiosos recursos culturales y hoteleros los embates marítimos y atmosféricos afectan sus ingresos económicos. Como ejemplo podemos señalar la sequía extrema registrada en el Caribe durante este año 2015 como consecuencia de la presencia del fenómeno de El Niño. La sequía extrema ha causado grandes pérdidas económicas en toda la región afectando principalmente a la agricultura y el turismo.

La respuesta geográfica para el estudio de los problemas urbano-climático es aplicar las TIG para diagnosticar las causas y consecuencia del problema, así como desarrollar modelos climáticos a corto mediano y largo plazo que permitan predecir lo que puede acontecer en el futuro. Con esta información podemos desarrollar planes de adaptación y mitigación frente al cambio climático y podemos diseñar distintas políticas públicas que nos permitan reducir el impacto de futuros eventos atmosféricos con carácter desastrosos. La respuesta más común de los países y gobiernos ha sido crear planes de adaptación y mitigación al cambio climático (PAMCC). Estos planes están basados en la teoría general de Cambio Climático presentada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC, IPCC en inglés) en el año 2012. La misma se basa en los conceptos de exposición, sensibilidad, adaptación y mitigación (IPCC, 2012).

Es imposible hacer un PAMCC sin la ayuda de las TIG. Las tecnologías geográficas constituyen una herramienta fundamental y necesaria para la realización del Plan. En la parte de antecedentes estas tecnologías son necesarias para hacer diagnósticos ambientales, construir escenarios, evaluar condiciones críticas y sugerir alternativas de remediación. Para ello es necesario manejar la resolución y la escala, los metadatos y los análisis estadísticos y espaciales. Estos análisis pueden aplicarse a la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo para llegar al punto de sugerir las mejores medidas de adaptación y

mitigación. En términos generales las TIG pueden aplicarse al Plan para construir mapas temáticos y hacer representaciones espaciales, presentar fotografías aéreas o de satélites de las ciudades bajo estudio, construir modelos del ANM para visualizar las áreas impactadas, cruzar variables mediante regresiones espaciales, hacer modelado de escenarios climáticos y hacer evaluaciones de riesgo para diversas comunidades bióticas y sociales, entre muchas otras aplicaciones.

Bibliografía

- Departamento de Salud de Puerto Rico (2004) *Informe de Estadísticas Vitales 2004*, www.salud.gov.pr/estadisticas.
- Doherty, O.M. (2008) Saharan mineral dust transport into the Caribbean: Observed atmospheric controls and trends, *Journal of Geophysical Research*. doi:10.1029/2007JD009171.
- González, J.E. (2005) Urban Heat Islands Developing in Coastal Tropical Cities. *American Geophysical Union*, 86, 42, 398-412.
- IPCC (2012) Glossary of terms, in *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), New York, Cambridge University Press, pp. 555-564.
- Kilbourne, E. M. (1997) Heat waves and hot environments, in Noji E.K. (Ed). *The public health consequences of disasters*, New York, Oxford University Press, pp. 245-269.
- Luber, G. & Mcgeehin, M. (2008) Climate Change and Extreme Heat Events, *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 5, 429-435.
- Lugo Amador, N.M. (2004) Heat-related illness, *Emergency Medicine Clinics of North America*, 22, 315-27.
- Monteil, M.A. (2008) Saharan dust clouds and human health in the English-speaking Caribbean: what we know and don't know, *Environmental Geochemistry and Health*, 30, 339-343.
- ONU (1992) Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Seguinot, J. (2001) *Geonatura: Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en las Ciencias Ambientales y de la Salud*. Publicaciones CD., San Juan, Puerto Rico.

Los SIG y el análisis de las diferencias de calidad de vida desde una perspectiva histórica y geográfica en la Argentina

Guillermo A. Velázquez

Los SIG constituyen una herramienta indispensable para estudiar la calidad de vida de la población desde una perspectiva territorial a lo largo del tiempo.

El análisis de las diferencias respecto de las principales dimensiones de la calidad de vida (vinculadas principalmente con educación, salud, vivienda, problemas ambientales y recursos recreativos) en el territorio puede ser efectuado a partir de información suministrada por diversas fuentes, por relevamientos efectuados por los propios equipos de investigación, o bien por una combinación de ambos.

Para ajustar/representar/analizar esta información a las escalas de análisis posibles (provincias, departamentos, fracciones o radios censales) los SIG resultan una herramienta insoslayable.

Un primer problema es la simple representación de la información. Quienes venimos de la era "analógica" de la Geografía, vigente hasta principios de los noventa en nuestro medio, sabemos lo que costaba simplemente representar un mapa de cualquier variable con diferentes criterios (cuartiles, desviación típica, intervalos naturales, intervalos iguales, etc).

Esta sola operación ya implica una verdadera revolución ya que, como bien sabemos, los criterios de determinación de los intervalos no son algo menor a la hora de la representación e interpretación de cualquier resultado cartográfico.

Otro problema es el ajuste de información entre temas (capas) que antes de la generalización de los SIG era algo

"artesanal" y que insumía, por supuesto, muchísimo tiempo también. Como bien sabemos, este ajuste puede ser jerárquico (radios censales a fracciones o departamentos a provincias) o difuso (radios censales a áreas de influencia de ciudades, universidades o centros de salud). En ambos casos, pero muy especialmente para este último, los SIG han facilitado las operaciones de ajuste de información que antes resultaban extremadamente dificultosas.

Otra cuestión muy importante es la posibilidad de utilizar las herramientas analíticas propias de los SIG. En este sentido, para indagar respecto del peso relativo de diferentes factores de diferenciación de la calidad de vida tales como: crecimiento demográfico, dinámica migratoria, centralidad/accesibilidad, divisiones regionales, categorías urbanas, producto bruto, enfermedades no transmisibles y sus posibles cruces (por ejemplo categorías urbanas según regiones), los SIG constituyen una herramienta insoslayable.

Nuestra experiencia de utilizar SIG para estudiar la calidad de vida desde una perspectiva geográfica comenzó por los barrios/radios censales de Tandil (con fuentes directas y tomando como referencia al Censo 1991). Luego de esta experiencia "pionera" continuamos por los departamentos de la Argentina (a partir de fuentes indirectas suministradas por el sistema estadístico nacional, basadas en estadísticas vitales y el procesamiento de los censos 1991 y 2001. Luego efectuamos el mismo análisis para la ronda censal del 2010, aunque incorporando fuentes directas a partir del incremento de la información disponible, particularmente respecto de:

a) Problemas ambientales (uso de plaguicidas en la agricultura, participación de la actividad industrial y minería en el PBG, contaminación, ruido, congestionamiento, localizaciones peligrosas, localizaciones con externalidades negativas, tasa de hechos delictivos, sismicidad y vulcanismo, tornados, proporción de población residente en zonas inundables, proporción de población residente en villas de emergencia, proporción de población residente a menos de 300 metros de basurales y malestar climático).

- b) Recursos recreativos de base natural (playas, balnearios, centros termales, nieve e hielo, relieve, espejos y cursos de agua, espacios verdes) y
- c) Recursos recreativos socialmente contruidos (estética y patrimonio urbano, centros culturales, centros comerciales y de esparcimiento, centros deportivos).

A partir de un proyecto institucional interdisciplinario financiado por el CONICET decidimos reconstruir información histórica y aplicamos instrumentos equivalentes para intentar dimensionar las diferencias de calidad de vida en la Argentina a escala departamental a partir del Primer Censo Nacional (1869). Esto implicó el procesamiento de variables vinculadas con la calidad de vida para los censos históricos a escala departamental (1869, 1895, 1947 y 1980). Lamentablemente esta información no resulta posible procesarla aún para la misma escala para los censos de 1914, 1947, 1960 y 1970, razón por la cual tuvimos que resignarnos sólo a la escala provincial para estos cuatro momentos históricos.

Finalmente, la convergencia de los avances del sistema estadístico nacional y de los SIG nos brindaron la posibilidad de dar un nuevo salto cualitativo: el análisis de la calidad de vida a la escala de los radios censales (48.853 unidades para el 2010). Esto implica, sin duda, un plus respecto de su utilidad como insumo para la gestión pública del territorio.

En esta apretada síntesis hemos intentado resumir nuestra experiencia de más de dos décadas en relación con el estudio de la calidad de vida en la Argentina desde una perspectiva geográfica utilizando SIG. Nada de esto hubiera sido posible si no hubiéramos podido iniciarnos en el uso de los SIG a principios de los noventa en la Universidad de Alcalá, pionera desde ese entonces en esta temática en el ámbito Latinoamericano, ni hubiésemos contado con el generoso apoyo del grupo de colegas de diferentes disciplinas y regiones que se encuentra vinculado con estas problemáticas en nuestro medio.

Bibliografía

- Velázquez, G., Lan, D. & Nogar, G. (Comp.) (1998), *Tandil a fin del milenio. Una perspectiva geográfica*. Tandil, CIG.
- Velázquez, G. (Dir.) (2001), *Geografía, calidad de vida y fragmentación en la Argentina de los noventa. Análisis regional y departamental utilizando SIG*, Tandil, CIG.
- Velázquez, G (Dir.) (2008) *Geografía y Bienestar. Situación local, regional y global de la Argentina luego del Censo de 2001*, Buenos Aires, EUDEBA.
- Velázquez, G & Celemín, J.P. (2013) *La calidad ambiental en la Argentina. Análisis regional y departamental (c.2010)*. Tandil, CIG.
- Velázquez, G., Mikkelsen, C., Linares, S. & Celemín, J.P (2014) *Geografía y calidad de vida en Argentina. Ranking del bienestar por departamentos (2010)*, Tandil, IGEHCS/CIG.
- Velázquez, G (Dir.) (2016) *Geografía y calidad de vida en Argentina. Análisis regional y departamental (2010)*, Tandil, IGEHCS/CIG.

CAPÍTULO 9

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ANÁLISIS ESPACIAL DE LA SALUD / GEOGRAFÍA DE LA SALUD

Sistemas de Información Geográfica en Salud

Marcela Virginia Santana Juárez

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta para el estudio del espacio geográfico de forma integral al estudiar las interrelaciones complejas entre el hombre y el medio, ya que tienen la capacidad de almacenar, evaluar, analizar, modelar, representar y gestionar información georreferenciada, su implementación ayuda a resolver problemas del espacio Geográfico. Las preguntas que se plantean mediante los SIG son: ¿qué hay en...? ¿dónde sucede que...? ¿qué ha cambiado desde...?

Uno de los antecedentes más importantes en los Sistemas de Información Geográfica y que guarda estrecha relación con la salud humana es el aporte de John Snow, considerado el padre de la epidemiología moderna a partir de analizar las muertes causadas por la epidemia de cólera en Londres en 1854 a partir de la superposición de mapas en lo que hoy se conoce como modelado cartográfico.

Los SIG han evolucionado a pasos agigantados, desde hace varias décadas relacionados a la computación, la estadística, las matemáticas y en las tecnologías de la información y comunicación (TICs), desde su conceptualización, su uso y diversidad de aplicaciones en diversos campos del conocimiento. En 1976, en el congreso de la International Geographical Union (IGU) realizado en Moscú, la Geografía médica pasó a ser Geografía de la salud, la cual incorpora el tema de los servicios de salud y políticas de salud (Olivera, 1993).

En la década de 1980 se desarrolló una geografía basada en el paradigma geotecnológico, en tres áreas principales: cartografía automatizada, teledetección y los SIG (Buzai, 2001), es

cuando los SIG comienzan a aplicarse en salud, principalmente en países desarrollados y en países como la India, Brasil y Chile, entre otros. Según la IGU (1980) algunos temas son sobre enfermedades crónico degenerativas, sistemas de salud, lugares saludables, condiciones socioeconómicas niveles de salud, patologías hereditarias y salud, condiciones ambientales y salud y enfermedades infecciosas.

A partir del año 2000, se incrementan los eventos académicos (congresos nacionales e internacionales de geografía de la salud) que dan cuenta del potencial de los SIG, aplicados a la salud. Enfocándose en campos de operación de la planeación territorial de los servicios de salud, ordenación territorial de la salud, gestión integrada de la salud; riesgos y vulnerabilidad en salud, entre otros.

Es de destacarse el papel de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el apoyo a la utilización del SIG en el análisis de la salud iniciando desde la letra A hasta la Z, sobre situación de la salud, localización de casos, distribución espacial de cada enfermedad, porque cada una presenta su propio comportamiento en el espacio geográfico, acorde a las características territoriales y socioeconómicas de la población.

Los Estados miembros de la ONU, en septiembre de 2015, aprobaron la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, que incluye 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). A partir de la cual la OMS, la OPS y los gobiernos nacionales se han dado a la tarea de avanzar para cubrir el objetivo de salud y bienestar social, que incide en garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas y todos en todas las edades. Uno de los ejes es fortalecer los sistemas de información para la salud a fin de apoyar la formulación de políticas y la toma de decisiones basadas en la evidencia. La implementación de los SIG en la salud tienen un papel fundamental para apoyar, monitorear y evaluar los avances de los ODS.

Considerando las posiciones teóricas de Geografía y de la Geografía de la salud, según Santarelli de Serer y Campos (2002) y

Gatrel (2002), respectivamente, estas son la positivista, estructuralista, de interacción social (humanista), de la percepción y humanista. Así como también el enfoque de sistemas complejos de García (2006), se presenta una clasificación de la implementación de los SIG en la salud.

De acuerdo al enfoque positivista se busca revelar las causas o factores etiológicos, establecer la asociación de índices. Detecta patrones espaciales, modela y predice la forma de la incidencia de enfermedades (infecciosas y crónico degenerativas), vectores causantes de enfermedades, servicios de salud, análisis del comportamiento espacial del crimen, de la delincuencia y como varían espacial y temporalmente. Se determinan las tendencias, los modelos y se hacen predicciones de la salud. Los observatorios geográficos de salud, observatorios epidemiológicos para la vigilancia y monitoreo; los atlas de salud y la generación de diversos indicadores se apoyan en los SIG, dada la gran cantidad de información.

El uso de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) en las acciones de vigilancia en la salud han permitido la georreferenciación de datos en forma de puntos, los cuales son obtenidos en trabajo de campo para su incorporación a los SIG (Buzai, 2015), a partir del cual se realiza el análisis espacial y generación de cartografía en tiempo real, útil para la detección de alerta temprana de riesgos, epidemias o brotes epidémicos, eventos que impactan en la salud (huracanes, sismos, inundaciones).

La teledetección cada vez juega un papel importante en el análisis de coberturas de áreas verdes en las zonas metropolitanas y calidad de vida y salud; la expansión del dengue, lugares óptimos de vectores; la contaminación del aire y enfermedades respiratorias, enfermedades por asma; los usos del suelo y salud.

De acuerdo al enfoque estructuralista, el cual deriva de la teoría marxista, destaca la implementación de los SIG en los estudios de inequidades y desigualdades en salud, el impacto del desempleo y la pobreza en la salud, características socioeconómicas y su importancia en los diferenciales de la salud,

acceso a los servicios de salud, evaluación del impacto de las políticas y estrategias en materia de salud.

La posición teórica de interacción social (humanista), se caracteriza por el énfasis en el significado de la enfermedad para el individuo y la tarea de investigación es revelar o interpretar este entendimiento y significado que hace esto “racional”, para actuar en una forma particular; para ver las cosas desde el punto de vista de la población. En este enfoque los SIG cada vez más se insertan en los estudios de las costumbres, las tradiciones, y los valores y su relación con la salud, como es el caso de la herbolaria, que cada vez se revalora por la importancia en la curación de enfermedades de tipo crónico degenerativas. Actualmente se cuenta con atlas de herbolaria en Francia.

La posición teórica de la percepción, estudia la realidad desde las imágenes mentales del individuo base que lo lleva a tomar decisiones y aun tener ciertos comportamientos; por lo que se plantea la realización de mapas mentales que estudian la percepción de los problemas de salud. Algunos temas son el geomarketing, para conocer las preferencias de usuarios (pacientes) para servicios médicos, farmacias, seguros médicos. Para conocer la percepción de los problemas de la salud y ambientales como base para la toma de decisiones, apoyándose en las geotecnologías como el Crowdsourcing, en la que destacan los SIG para el estudio de estilos de vida, de bienestar social, entre otros, que permiten la generación de cartografía participativa en tiempo real.

En relación al enfoque de sistemas complejos, la implementación de los SIG como herramientas fundamentales para el análisis de las relaciones complejas entre el hombre y su medio con potencial para el estudio de la salud humana. Debido a que la salud humana es el resultado multicausal de factores geográficos, ambientales, sociales, económicos, culturales y políticos de la población, en donde las interrelaciones se presentan entrelazadas a diversas escalas desde las locales, regionales hasta las globales. Cobran importancia los temas de la vulnerabilidad en salud ante el cambio climático, gestión

integrada de la salud, gestión de los riesgos, áreas de influencia de vectores causantes de enfermedades como el *Aedes aegypti*, Zika y chikungunya, los cuales se han expandido a nivel mundial y representan problemas de salud pública.

Algunos de los desafíos de los SIG en el campo de la salud, son los siguientes: establecer vínculos entre los diversos sectores: académico, gubernamentales, privado y la sociedad en general para lograr los ODS, porque la salud es responsabilidad de todos. Desde la academia fortalecer los planes de estudios de las licenciaturas en Geografía, con unidades de aprendizaje de SIG, programación, percepción remota, vehículos aéreos no tripulados y Geografía de la salud entre otros. La academia capacitar a la población del sector gubernamental en el área de los SIG y las geotecnologías principalmente en los ámbitos rurales; avanzar hacia la interoperabilidad a fin de aprovechar la información y no duplicar esfuerzos; implementar los SIG en *software* libre, para abaratar costos y que sean ampliamente accesibles; hacer uso de herramientas de análisis espacial de salud con procedimientos simplificados. Actualmente los SIG constituyen un eje transversal en los diferentes enfoques teórico – metodológicos, que inciden en una geografía aplicada del campo de la salud.

Bibliografía

- Buzai G.D. (2001) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar editorial.
- Buzai G.D. (2015) *Análisis espacial en Geografía de la Salud*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Gatrell, A. (2002) *Geographies of Health*, Malden, Blackwell.
- IGU (1980) *Geographia medica*. Medico-Geographical section of the Hungarian Geographical Society in charge of the Working group on Geographical of Health of the International Geographical Union (IGU). Hungary.
- <http://www.gisandbeers.com/aplicaciones-de-los-sig-en-la-salud-publica/>
- ONU. <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>

Olivera, A. (1993) *Geografía de la salud*, Síntesis, Madrid.

OPS. <http://ais.paho.org/sigepi/index.asp?xml=software.htm>

Santana Juárez, M.V.; Santana Castañeda, G. & Estrada A. (2017) *Observatorio geográfico: salud y riesgos en México*, Toluca, Editorial Universidad Autónoma del Estado de México.

Santarelli de Serer S. & Campos M. (2002) *Corrientes epistemológicas, metodología y prácticas en Geografía*, Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur.

Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en la Salud

José Seguinot Barbosa

El uso contemporáneo de los SIG en los estudios de salud responde al desarrollo reciente de las geo-tecnologías combinadas con el renacer de una disciplina más amplia que es la geografía médica y de la salud. La geografía médica es la rama de la geografía que se ocupa del estudio de los efectos del medio ambiente en la salud de las personas y de la distribución geográfica de las enfermedades incluyendo también el estudio de los factores ambientales que influyen en su propagación. Es común encontrar a la geografía médica asociada con otras disciplinas afines en el estudio de la salud humana y de los sistemas de salud. Por ejemplo, el concepto de Geografía de la Salud es el más ampliamente difundido entre los geógrafos. El término de la salud en geografía aparece por primera vez documentada en el Siglo XVIII por el médico alemán Leonhard Finke (1792) en su obra *Geographie* en la que se plasma la relación que puede tener el espacio con la salud, para describir las enfermedades mismas y la solución a éstas. La geografía dedica sus esfuerzos a analizar las características de localización y distribución de las manifestaciones de los grupos humanos, de los elementos naturales, sus diferencias locales, su dinámica espacio temporal y sus interrelaciones en la superficie terrestre o espacio.

De todo este desarrollo surge un campo ampliamente relacionado con la geografía médica y que está muy de moda en estos tiempos; la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en la Salud (SIG en Salud). Según Luisa Iñiguez (2003) *en la segunda mitad de la década del noventa, se asiste a un renovado interés por el lugar, componente tradicional de la epidemiología, y especialmente por los mapas*. En Puerto Rico desde hace bastante tiempo se vienen haciendo contribuciones a la geografía médica desde la óptica de las geo-tecnologías. En las últimas cuatro décadas hay dos geógrafos puertorriqueños que han realizado sus proyectos de tesis doctoral sobre Puerto Rico. La profesora Sonia Arbona llevó a cabo un estudio sobre los elementos ambientales que determinaron la distribución de algunos elementos patógenos en Puerto Rico. El profesor Víctor Santiago llevó a cabo un estudio similar, pero considerando los aspectos socioeconómicos de la población. En el año 2001 se llevó a cabo en el Instituto de Estudios Hemisféricos en Ciencias Médicas un estudio sobre la distribución geográfica del SIDA en Puerto Rico. Este trabajo en conjunto con varios otros relacionados al campo de la salud han sido publicados en el texto titulado *Geonatura* (Seguinot, 2001).

La difusión de los SIG aplicados a la salud por parte de nuestro grupo de trabajo en el Recinto de Ciencias Médicas ha sido muy amplia. En estos últimos años nos hemos integrado a la colaboración con colegas de la Universidad de Lujan en Argentina y su grupo de trabajo en la geografía de la salud. Por lo que hemos publicado varios trabajos vinculados al tema en su Revista de Geografía de la Salud (www.geografiadelasalud.com.ar/bol_3.pdf). También hemos colaborado con la Dra. Luisa Iñiguez de la Universidad de la Habana en un estudio comparativo entre Cuba y Puerto Rico para VIH, Tuberculosis y otras enfermedades transmisibles. Igualmente publicamos el artículo *La Geografía Médica en Puerto Rico* en el texto sobre métodos cuantitativos aplicados a la salud compilado por el Dr. Gustavo Buzai (2006) y un trabajo sobre: *Paradigmas y Visiones de la Geografía Médica en el Contexto del cambio Climático* en la Revista

de la Universidad Nacional del Noreste de Argentina (<http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo17/contenidos/geomed.htm>).

La aparición de nuevos libros de textos en el campo de los SIG y la salud demuestra el amplio crecimiento que está teniendo esta disciplina en el mundo. Entre ellos destacan el libro de Cromley y McLafferty (2002) titulado: *GIS and Public Health*, el texto de Kurland y Gorr (2006) de título: *GIS Tutorial for Health* y el libro de Waller and Gotway (2004) de nombre: *Applied Spatial Statistic for Public Health Data*. En español después de mi libro *Geonatura: Aplicación de los SIG en las Ciencias Ambientales y de la Salud* (2001) solo he encontrado una publicación que trabaje técnicamente estos temas. Esta es el libro de Gustavo Buzai titulado: *Análisis espacial en Geografía de la Salud* (2015). También, existen varios libros que sirven de base para desarrollar investigaciones en el campo de la salud. Entre estos se incluyen el libro de Gustavo Buzai y Claudia Baxendale titulado: *Análisis Espacial con SIG* (2006) y el de Gustavo Buzai titulado: *Mapas Sociales Urbanos* (2003) También podemos mencionar el texto de Antonio Moreno cuyo nombre es: *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica* (2006).

En general la aplicación de los SIG y las geo-tecnologías en la salud abarca casi todos los campos como la salud ambiental los servicios de salud, la epidemiología, la demografía, el desarrollo humano y la salud pública. La salud ambiental es un campo prioritario sobre todo cuando se trabaja con poblaciones con altos niveles de riesgos y vulnerabilidad, como son los viejos y los niños. En el caso nuestro hemos desarrollado un grupo de estudio e investigación utilizando como una de las principales herramienta de investigación y análisis los SIG. El Centro Ambiental Pediátrico (CAP) de Puerto Rico y El Caribe es el producto de la colaboración entre la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, en inglés), la Escuela de Medicina de la Universidad de Mount Sinaí en Nueva York y la Escuela Graduada de Salud Pública del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico. Dentro de las funciones del CAP está

la capacitación en las aplicaciones de SIG en la salud ambiental pediátrica. Para ello hemos creado un curso en esa dirección. Este curso prepara a los estudiantes profesionales de la salud en el uso apropiado de los SIG en la evaluación y diseño de diferentes áreas de investigación ambiental relacionadas a la salud ambiental pediátrica. El curso permite integrar el SIG y las tecnologías geográficas tales como los sistemas de posición global (GPS) y la digitalización de datos a los procesos de planificación análisis e investigación de temas ambientales relacionados con la salud de los niños. El SIG se usará como una herramienta para evaluar el impacto ambiental de ciertas actividades y condiciones ambientales en la vulnerabilidad de los niños. Igualmente, permite modelar posibles escenarios ambientales (favorables y desfavorables) para la seguridad y salud ambiental de los niños.

La aplicación más reciente que hemos hecho de los SIG en salud está relacionada a la: *Cartografía del Aedes Aegypti (Ae): Un reto para la ciencia y la imaginación*. Los mosquitos son los vectores de enfermedades mejor conocidos. Una característica compartida por los vectores es que pocas veces podemos verles. Mucho menos podemos ver los virus y bacterias que transmiten. Por tanto desconocemos su lugar de ubicación, su localización y su movilidad o desplazamiento. En síntesis, permanecen ocultos al ojo humano por lo cual no pueden ser cartografiados ni como sujetos-objetos, ni como entes imaginarios (Seguinot, 2017).

Bibliografía

- Buzai, G. & Baxendale, C. (2006) *Análisis Socio espacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G. (2003) *Mapas Sociales Urbanos*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G. (2015) *Análisis Espacial en Geografía de la Salud*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Cromley, E. & McLafferty, S. (2002) *GIS and Public Health*, New York, Guilford Press.

- Finke, L. (1792) *Versuch einer allgemeinen medicinisch-praktischen Geographie worin der historische Theil der einheimischen Voelker- und Staaten-Arzeneykunde vorgetragen wird* (An attempt at a General Medical-Practical Geography, in which the historical section on folk and public medicine is presented). <http://www.csiss.org/classics/content/106>
- Iñiguez, L. (2003) Geografía de la Salud, *Revista Cubana de Salud Pública*, 29, 4, 293-294.
- Kurland, K. & Gorr, W. (2006) *GIS Tutorial for Health*, Redlands, ESRI Press.
- Lang, L. (2001) *GIS for Health Organizations*, Redlands, ESRI Press.
- Maheswaran, R. (2004) *GIS in Public Health Practice*, CRC Press.
- Meade, M. (2000) *Medical Geography*, New York, Guilford Press.
- Moreno, A. et al. (2005) *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de auto aprendizaje con ArcGIS*, Ra-Ma, Madrid.
- Seguinot, J. (2001) *Geonatura: Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en las Ciencias Ambientales y de la Salud*, San Juan de Puerto Rico, Publicaciones CD.
- Seguinot, J. (2005) *Geo Caribe: Medio ambiente Cultura y Salud en el Caribe Contemporáneo*, San Juan de Puerto Rico, Ed. Geo.
- Seguinot, J. (2017) Modelo socio-ecológico para el estudio del *Aedes aegypti*: Una mirada a la situación del Dengue, el Zika y el Chikungunya en Puerto Rico. *Memorias del Simposio Internacional de Geomedicina*, México, Universidad Nacional Autónoma de San Luis Potosí.
- Waller, L. & Gotoway, C. (2004) *Applied Spatial Statistic for Public Health Data*, New Jersey, John Wiley & Sons.

La importancia de los SIG en las investigaciones de Geografía de la Salud

Iliana Villerías Alarcón

En la actualidad, la importancia del espacio geográfico y la espacialidad de los fenómenos y procesos, se originó dentro de las ciencias sociales, debido a que no era posible comprender a la

sociedad y sus transformaciones sin tomar en cuenta el espacio y al tiempo, que en conjunto forman parte de la estructura social. El espacio geográfico comprende el territorio y su población, dos componentes estrechamente interrelacionados e imposibles de separar. Las interacciones entre ambos generan modificaciones tanto en uno como en el otro, y para poder entenderlos de manera integral es absolutamente necesario ubicarlos en el espacio, (espacializar los fenómenos geográficos) (Burstein, 2002).

La Geografía de la Salud, es una rama de la geografía que se encarga de estudiar la relación espacio geográfico y salud, es decir, los efectos sociales y del medio ambiente que deterioran el bienestar de la población, y así también la distribución geográfica de los servicios de salubridad. Ante este escenario, han transcurrido aproximadamente dos siglos y medio que se empezó a plantear estas relaciones, algunos ejemplos son las topografías médicas y la medicina Humboldtiana que prácticamente constaban de un modelo de descripción y representación de la morbilidad, asimismo representaban a través de cartografía diversa la distribución de las enfermedades que aquejaban a los continentes en ese tiempo (Urteaga, 1980).

En el año de 1983, se da la integración de tecnologías de información espacial (geotecnologías) en la geografía, que proporcionó una nueva forma de tratar y analizar los datos geográficos (Buzai, 2001). El empleo de los SIG en el área de Geografía de la Salud se dio a partir de 1996, cuando su uso se asociaba a la descripción espacial de un evento de salud, al análisis de situaciones de este índole dentro del territorio, así como de patrones o diferencias de la situación del bienestar físico y mental de la sociedad, identificación de grupos de alto riesgo, de espacios saludables, entre otros (OPS, 1996).

Dicho lo anterior, dentro de la Geografía de la Salud, los SIG son tecnologías de amplio alcance, ya que permiten relacionar datos demográficos (edad, sexo, educación, etc.), de salud (tipos de enfermedades, incidencias, prevalencia, etc.), de infraestructura (unidades médicas) y características del medio natural (clima, altitud, precipitación, etc.) para así, analizar la

distribución, asociación y evolución de la morbilidad y mortalidad con base a los determinantes socioespaciales y ambientales, y de este modo mostrar un panorama integral de la salud poblacional, que además permita identificar aquellas zonas más vulnerables. En este sentido se considera a los SIG como tecnologías idóneas para la toma de decisiones de carácter territorial con énfasis en éste aspecto.

Además, otra de las principales contribuciones de la aplicación de los SIG es la facilidad de integrar y emplear grandes cantidades de información permitiendo el intercambio de conocimientos en sus diferentes niveles institucionales. Lo que contribuye a cumplir metas y objetivos que permitan dar respuesta a los diversos problemas de salud, de igual forma para prevenir y combatir la morbilidad y mortalidad; así como disminuir las disparidades en salubridad, para mejorar la salud y el sistema sanitario de cualquier espacio geográfico.

Ante esta situación, la importancia de los SIG en las investigaciones de Geografía de la Salud radica en el apoyo para realizar diversas evaluaciones espaciales en éstos temas con la finalidad de mostrar y poder entender las configuraciones existentes dentro del territorio de manera espacial, y coadyuven a plantear estrategias o políticas públicas enfocadas a disminuir las inequidades en salud con base a las características socioeconómicas y ambientales de cada lugar, y así crear espacios geográficos saludables.

Bibliografía

- Burstein, T. (2002) Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en la Salud Pública. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, (nota editorial), 19, 3, 1.
- Buzai, G. (2001) Geografía Global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI. *Estudios Geográficos*, 63, 245, 621 – 648.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (1996) Uso de Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología. *Boletín epidemiológico*, 17, 1.

Urteaga, L. (1980) Miseria, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX. *Geocrítica*. 29.

La búsqueda de sitios candidatos para localizar centros de atención de salud (SIG+EMC)

Gustavo D. Buzai

La aplicación de procedimientos de análisis espacial orientados a la resolución de problemáticas empíricas en el campo de la Geografía de la Salud se presenta, en la actualidad, como un ámbito de investigación de gran dinamismo al encontrarse apoyado metodológicamente por los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los modelos de mayor aplicación quedaron establecidos desde un punto de vista conceptual y práctico desde hace varias décadas tanto para el estudio de la distribución espacial de enfermedades (Geografía Médica) como de los centros de atención (Geografía de los servicios sanitarios) (Buzai, 2015). En esta segunda línea se destacan las técnicas del *modelado cartográfico* (Tomlin, 1990), aunque recién en los últimos años se llegó a la estandarización de procedimientos a través de la superposición cuantitativa de mapas en el avance que propone la metodología de evaluación multicriterio (EMC) en la búsqueda de sitios de aptitud locacional.

Si bien las técnicas de EMC pueden ser utilizadas en variados casos de aplicación (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2006; Buzai y Baxendale, 2011) en este texto, síntesis de Buzai (2014), nos centraremos en ejemplificar de qué forma obtienen solución a la principal respuesta de la Geografía: el dónde, en este caso, ¿dónde se encuentran los mejores sitios para ubicar un nuevo centro de atención de salud?

La mayoría de los problemas planteados en el ámbito de la Geografía Humana no tienen respuestas únicas, sino que estas se encuentran vinculadas a lo que el investigador está dispuesto a

buscar y a la forma en la cual ordenará los hechos de la realidad guiado por su marco conceptual (Haggett, 1977).

En la EMC, la clave se encuentra por la elección de alternativas presentando una base consistente en la cual podrá apoyarse el proceso de decisiones dentro de una variedad de posibilidades (Hasenack y Weber, 1998).

La EMC fue desarrollada en su completa potencialidad para SIG *raster*, en este sentido comienza con la información básica en forma de mapas temáticos organizados como capas de información que permiten generar criterios como insumos que brindan distribuciones espaciales de aptitud univariada. Estos criterios se utilizarán como *factores* (F) conteniendo diferentes aptitudes locacionales o *restricciones* (R) booleanas. La combinación que puedan realizarse brindan la posibilidad de obtención de diferentes resultados.

Cuando se procede a la multiplicación de factores booleanos en la forma $Bool(\times) = F_1 \times F_2 \times F_3 \times \dots \times F_n = \prod F_x$ se llega a una solución perfecta sin riesgo a tomar una decisión locacional incorrecta, aunque es espacialmente muy restrictiva, en cambio cuando se procede a su suma en la forma $Bool(+)= F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = \sum F_x$ se amplían las posibilidades de elección de áreas en un escalonamiento de posibilidades que brinda mayores posibilidades de elección aunque aumentando el riesgo de localización. El objetivo es encontrar distribuciones espaciales específicas al cumplir con las características especificadas para la resolución.

Una forma de pasar hacia una resolución flexible con múltiples posibilidades en un espacio geográfico que tiene un amplio rango de aptitud se logra incorporando aptitudes en valores de estandarizaciones continuas (*fuzzy*) y ponderaciones, de las cuales resulta de gran utilidad el método de ponderación por ranking recíproco: $p_i = (1/r_i) / \sum(1/r_i)$ (Malczewski, 1999) siendo que de esta manera se podrá considerar diferentes importancias a cada tema incorporado para la resolución. La ponderación cumple con las siguientes características: (a) $0 \leq p_i \leq 1$ y (b) $\sum p_i = 1$. Esto significa que los valores deben estar dentro del rango 0-1 y su

sumatoria debe ser 1 para que cada criterio participe con una proporción específica en la resolución final.

Esto lleva a realizar aplicaciones que tengan un riesgo medio en el triángulo de decisiones estratégicas (Eastman, 2000). La resolución completa estaría dada por la fórmula de la combinación lineal ponderada (WLC, *Weighted Linear Combination*) multiplicando los valores de ponderación (p) por los factores (F) de la siguiente forma, $A_i = \sum p_i F_i$ con la posibilidad de agregar la multiplicatoria de las restricciones (R) $A_i = \sum p_i F_i \prod R_j$ ante la incorporación de mapas booleanos en los cuales aparecen con valor 0 las áreas restrictivas a la decisión locacional.

Los resultados obtenidos a partir de la combinación de SIG+EMC en el campo de la Geografía de la Salud permiten responder y presentar en un mapa cuales son las áreas de aptitud locacional para la ubicación de nuevos centros de atención.

Más allá de las técnicas, este procedimiento conjuga aspectos teóricos centrales de la Geografía como ciencia: el mapa como principal lenguaje de la Geografía, la superposición temática como método estrictamente geográfico, el objetivo de la Geografía de brindar respuesta a las diferenciaciones areales y la posibilidad de realizar construcciones regionales. Una conjugación teórico-metodológica notable aplicada a la accesibilidad socioespacial de los servicios de salud como aspecto que contribuye a mejorar la justicia espacial para la población del área de estudio.

Bibliografía

- Buzai, G.D. (2014) Metodología de evaluación multicriterio en el análisis espacial de la salud, en Santana Juárez, M.V. & Galindo Mendoza, M.G. (Eds.) *Geografía de la Salud sin fronteras, desde latinoamérica*, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México, Red Internacional de Geografía de la Salud, pp. 90-97.
- Buzai, G.D. (2015) *Análisis espacial en Geografía de la Salud*, Buenos Aires, Lugar Editorial.

- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2011) *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Eastman, R. (2000) Decision Strategies in GIS, *Direction Magazine*, Dec.13.
- Gómez Delgado, M. & Barredo Cano, J.I. (2006) *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*, México DF, Alfaomega.
- Haggett, P. (1977) *El análisis locacional en la Geografía Humana*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Hasenack, H. & Weber, E. (1998) Geoprocesamiento como herramienta de evaluación, en Matteucci, S.D. & Buzai, G.D. (Eds.) *Sistemas Ambientales Complejos: Herramientas de Análisis Espacial*, Buenos Aires, Eudeba, 425-434.
- Malczewski, J. (1999) *GIS and multicriteria decision analysis*, New York, John Wiley & Sons.
- Tomlin, C.D. (1990) *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Clift.

Acerca de la Importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los Sistemas de Información en Salud (SIS)

Liliana Ramírez

La idea de que las condiciones del lugar donde vivimos o las características de los lugares por donde transcurre nuestra vida pueden afectar a nuestra salud es tan antigua como la medicina misma. Sin embargo hasta no hace mucho tiempo, el modelo médico hegemónico, basado en la biología, el individualismo y la participación pasiva del paciente, asociaba la reparación del estado sanitario de las personas con la atención y la calidad de los servicios sanitarios; sin embargo, luego del reporte Lalonde en 1974 y la declaración de Alma Ata en 1978, el modelo basado en los determinantes sociales de la salud (DSS) y los estudios originados posteriormente han demostrado que la salud está estrechamente vinculada a la condiciones en las transcurre

nuestra vida. La vivienda, el entorno inmediato, el hábitat que frecuentamos es determinante del estado sanitario de las personas; pero también lo es el entorno social en el que vivimos, estudiamos o trabajamos.

Entonces si conocer el lugar es importante para la atención de los estados sanitarios de la población, la Geografía se convierte en una aliada significativa de la Medicina y en especial de la Epidemiología. De este modo la Geografía de la Salud es una especialidad geográfica de gran ayuda para los llamados Sistemas de Información en Salud – SIS- definidos por la Organización Mundial de la Salud como “un mecanismo de recolección, procesamiento, análisis y transmisión de información necesaria para organizar y operar los servicios de salud y, también, para la investigación y la planificación con vistas al control de enfermedades” y añadimos, que si los datos recolectados son georreferenciados, entonces los SIS serían de mayor utilidad aún, debido a que se pueden asociar los datos recogidos a las características del lugar en el que fueron relevados. Dentro de la Medicina, la Epidemiología Espacial y dentro de la Geografía, la Geografía de la Salud, son subdisciplinas que se articulan fuertemente entre sí y que, a la vez, pueden aportar datos, información y conocimiento a los SIS, ya que en ambos casos comparten el interés y la preocupación por descubrir los conglomerados o *clusters* geográficos de las enfermedades o de las variaciones con que ocurren en el espacio geográfico, su frecuencia, evolución, factores, determinantes, como así también las relaciones y posibles escenarios tendenciales.

En efecto, tanto la Geografía de la Salud como la Epidemiología Espacial se ocupan de analizar las *distribuciones espaciales* de la morbimortalidad detectando así las áreas que presentan mayor acumulación de las diversas patologías, pero también cómo esas distribuciones se modifican a través del tiempo, es decir cómo es su *evolución* de modo que permiten identificar el impacto de las políticas públicas en general y sanitarias en particular. Asimismo estas dos subdisciplinas, innegablemente atravesadas por la componente espacial,

posibilitan, luego de estudiar la distribución y evolución, la detección de los conglomerados o agrupamientos, facilitando la visibilización de posibles *asociaciones* con el ambiente y con el hábitat en el que la población afectada reside. En otras palabras la identificación de clústeres que quedan al descubierto a través de diversas formas de análisis espacial que se llevan adelante mediante las Tecnologías de la Información Geográfica, permiten establecer los posibles *factores determinantes*. Por otro lado no son menos importantes los análisis de *escenarios tendenciales o prospectivos* que, a partir de los datos capturados y almacenados, se pueden elaborar y presentar para ayudar a la gestión e intervención sanitaria.

En otro orden de aspectos que tratan tanto la Geografía de la Salud como la Epidemiología Espacial también podemos citar los trabajos que refieren a la localización y distribución de los equipamientos sanitarios que asisten a la población que hace uso de ellos y, complementariamente, los análisis de accesibilidad a estas instalaciones intentando identificar escenarios de inequidades y desigualdades en el acceso y que necesariamente se incluyen en los Sistemas de Información en Salud (SIS).

Hacia la segunda mitad del siglo XX, la aparición, el desarrollo y la consolidación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como un recurso tecnológico para apoyar la toma de decisiones, revolucionó el análisis espacial de las enfermedades. Muchos autores sostienen que la Epidemiología Espacial se consolidó gracias al empleo de los SIG ya que su utilización es esencial para entender la diseminación y distribución de las enfermedades (Pina, M. *et al.* 2010: 49). Asimismo a partir de la difusión y divulgación de los postulados teóricos de los determinantes sociales de la salud, el análisis espacial de datos sanitarios con SIG se intensificó, se hicieron frecuentes los estudios geográficos de las relaciones existentes entre los determinantes y el estado sanitario de la población y con ello se abonó profusamente este enfoque de los determinantes ya que numerosos estudios permitieron encontrar asociaciones entre los estados de salud de la población y las características del ambiente en general y del hábitat en particular.

Pero el análisis espacial de datos sanitarios también incluyó estudios de dotación de servicios y accesibilidad a los equipamientos, con el propósito de descubrir las desigualdades injustificables en la distribución socioespacial de los servicios de salud y sugerir medidas correctivas. En esta línea también se incluyen los estudios de simulación y modelado que permiten conocer, por ejemplo, cuáles serían las localizaciones óptimas de los equipamientos, servicios o instalaciones sanitarias de acuerdo con las necesidades de la población ya que la distribución debe ser equitativa y no igualitaria.

Sin lugar a dudas la asociación entre SIG y SIS beneficia ampliamente a estos últimos ya que:

- permite un mejor y mayor almacenamiento de datos de aspectos sanitarios;
- posibilita la espacialización e integración de datos sanitarios con otro tipo de información para advertir las posibles relaciones existentes entre salud y ambiente;
- asegura la representación cartográfica de datos de salud a través de una gran diversidad de mapas temáticos;
- viabiliza con mayor eficacia la comunicación, divulgación y difusión de los datos sanitarios a través de representaciones cartográficas con alcance a todo tipo de usuarios y beneficiarios;
- aumenta la socialización e internacionalización de datos sanitarios con el propósito de abonar los estudios y análisis multiescalares;
- facilita el análisis espacial con el propósito de identificar patrones de distribución, reconocer desigualdades e inequidades en el acceso a los servicios;
- provee recursos para ensayar modelos y escenarios de difusión o tendencias de los estados sanitarios de la población;
- mejora el monitoreo y seguimiento espacial y temporal de todo tipo de aspectos vinculados con la salud de la población.

Entendidos así los SIG son recursos que en la actualidad no pueden desconocerse como una interfaz de mucha ayuda para los SIS. La permanente sumatoria de funcionalidades que mejoran y posibilitan la profundización del análisis espacial de datos sanitarios abre el camino para indagar un sinnúmero de situaciones reales cuyos alcances y resultados mejorarían la planificación sanitaria y el destino de las políticas públicas. Carvalho y Pina (2017: 2) sostienen que lo que hace 15 o 20 años atrás era la única posibilidad de análisis espacial, por ejemplo, detectar la presencia de dependencia espacial mediante pruebas estadísticas, hoy por hoy, se ha modificado y no existe una justificación para limitar los estudios solo a estas técnicas. Señalan que las contribuciones de la Geografía de la Salud, en los que se destaca la localización espacial, deben necesariamente contar con preguntas e hipótesis claramente definidas que orienten eficazmente el empleo pertinente de los SIG. Consideramos que es preciso, junto con la Epidemiología Espacial, avanzar tempranamente en la detección de conglomerados de enfermedades y establecer sus posibles relaciones con el ambiente, en otras palabras, encaminar estudios ecológicos, que hagan visibles la asociación entre incidencia y exposición al riesgo, medido en grupos antes que en individuos. Solo así, intentando ensayar diversos escenarios e identificando áreas de elevado riesgo de enfermedades e intentando reunir información sobre la distribución espacial de variables ambientales con influencia en la salud se podrá ser de más utilidad para la gestión sanitaria.

Bibliografía

- Alazraqui, M., Mota, E., & Spinelli, H. (2006) Sistemas de Información en Salud: de sistemas cerrados a la ciudadanía social. Un desafío en la reducción de desigualdades en la gestión local. *Cadernos de Saúde Pública*, 22, 2693-2702.
- Carvalho, M. & Pina, M. (2017) GeoMed 2017: conocimiento más profundo gracias a datos masivos y áreas pequeñas, *Cadernos Saúde Pública*; 33, 10, 00172017

- Pina, M.; Ferreira Alves, S.; Correia Ribeiro, A. & Castro Olhero, A. (2010) Epidemiología espacial: nuevos enfoques para viejas preguntas, *Universitas Odontológica*, 29, 63, 47-65.
- Ramírez, L. (2004) La moderna geografía de la salud y las Tecnologías de la Información Geográfica, *Investigaciones Ensayos Geográficos*, 4, 53-64.
- Ramírez, L. (2009) *Planificación territorial sanitaria y Sistemas de Información Geográfica: una aproximación al conocimiento de la accesibilidad de la población a los equipamientos hospitalarios y de la localización optima de los hospitales públicos en el Chaco*. Resistencia, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Humanidades.

La geomática en apoyo a las decisiones en salud pública *Emmanuelle Quentin*

Necesidad de una gestión integrada en salud pública. La salud pública es un área amplia que abarca no solamente las cuestiones de estado y servicios en salud, sino también un rango de implicaciones sociales, económicas y políticas.

Para estar en capacidad de tomar decisiones adecuadas, hay que contar con modelos que integren todos los aspectos involucrados y los vínculos entre ellos.

Además, la salud humana y sus determinantes, son variables en el espacio y en el tiempo. Por lo cual los modelos requeridos deben desarrollarse considerando la variabilidad espacio-temporal.

Desde los años 2000, el concepto de “gestión integrada” tuvo gran acogida en el manejo del recurso hídrico, cuando los expertos en el tema se dieron cuenta que con sólo el conocimiento de la cantidad y calidad del agua, no se lograba aportar solución a la necesidad del líquido vital, hacía falta considerar varios parámetros del ámbito ambiental (tierra, aire), social, económico y política que tienen relación con el agua (WWAP, 2009).

De forma más general, la noción de “ordenamiento territorial y plan de desarrollo”, que deben realizar las entidades administrativas a varios niveles, implica una integración de todos los elementos que van a permitir el uso adecuado del territorio para el bienestar de las comunidades respetando el medio ambiente.

En el área de la salud pública, se impulsó un enfoque integrado similar desde unos quince años, llamado “eco-salud” (Lebel, 2003) y pone el foco sobre la salud humana, contemplando todos los aspectos del ecosistema interrelacionados con lo que puede afectar al estado de salud de los seres humanos.

Más recientemente, se trabaja en un marco denominado “one health” (FAO *et al.*, 2008) poniendo en evidencia la interacción salud humana y salud animal dentro del medioambiente, dado que muchos parásitos circulan entre estos dos reinos,.

En realidad, se puede pensar en un solo sistema integrado y cada enfoque desarrollado hasta ahora consiste en poner el “zoom” sobre una preocupación central (agua, salud humana, territorio). Pero si se lograría armar el rompecabezas completo, se obtendría un mismo sistema.

Priorizar espacialmente y temporalmente las intervenciones en salud pública. Muchas políticas en salud pública se aplican al nivel nacional durante un periodo electoral, sin consideración a situaciones locales diferentes y que pueden variar según los años. Esto puede implicar costos altos y se sabe que el rubro de salud, en particular de la parte curativa tiene un peso considerable en el presupuesto gubernamental. Pero si se desglosan los datos de eventos de salud a nivel más fino espacialmente y temporalmente, se puede observar necesidades más fuertes en algunos lugares y en momentos del año específicos. Esta información puede estar disponible de forma actualizada en una geobase que se observa a través de un Sistema de Información Geográfica o de un visualizador en línea y así permitir priorizar las intervenciones tanto en zonas geográficas delimitadas y periodos de tiempo definidos. Esta priorización permite una optimización en la

gestión de los recursos tanto económicos como humanos. Pero requiere también una forma de trabajar más ágil administrativamente, para reaccionar rápidamente a un cambio de patrón espacial o temporal.

Potencial de la geomática en apoyo a las decisiones en salud pública. Más allá del famoso mapa de Snow, el cual gracias a la correlación espacial visual permitió confortar la hipótesis de una relación entre los pozos de agua y los casos de cólera en la epidemia de 1854, y todos los visualizadores que se presentan en web, el potencial de las herramientas geomáticas en salud queda por ser mucho más explorado y afinado, basándose en los análisis epidemiológicos existentes y explotando las estadísticas espacio-temporales y la modelación existente de los determinantes de la salud (hidrológica, climática).

Los métodos más presentados de cartografía de puntos de casos y de análisis de cluster (Pfeiffer *et al.*, 2008) no son siempre factibles en América Latina por problema de disponibilidad de datos georreferenciados confiables. Pero se puede optar por métodos de desagregación de información y aprovechar fuentes satelitales de datos fácilmente disponibles en lo que concierne la caracterización del medio ambiente. Ejemplos de uso de operaciones avanzadas incluye la caracterización de determinantes y eventos de salud por análisis en componente principal y de Fourier, la aplicación del multicriterio espacial y del método de máxima entropía para obtener escenarios de mapas de riesgo, la modelación espacio-temporal de la propagación de enfermedades con cadena de Markov o por red neuronal, entre múltiples otros.

El reto ineludible que queda es la difusión y transmisión de resultados de forma digerible sin distorsión, a los tomadores de decisión y al público en general para favorecer la participación ciudadana que es un punto esencial del éxito de los enfoques integrados. Este desafío a la vez se facilita por el acceso más amplio a la información por medio de Internet, pero la exigencia de rigor científico en la divulgación se ve complicada por la cantidad y velocidad de noticias efímeras y mal reportadas que circulan a través de las redes sociales.

Bibliografía

- FAO, OIE, WHO, UN System Influenza Coordination, UNICEF and WORLD BANK (2008). *Contributing To One World, One Health: A Strategic Framework For Reducing Risks Of Infectious Diseases At The Animal-Human-Ecosystems Interface*. FAO/OIE/WHO; 2008. Report Summary.
- Lebel, J. (2003) *Health: An ecosystem approach*, Ottawa, International Development Research Centre
- Pfeiffer, D., Robinson, T.T., Stevenson, M., Stevens, K., Rogers, D. & Clements, A. (2008) *Spatial analysis in Epidemiology*, Oxford, Oxford University Press.
- WWAP (2009) *DHI Water Policy*. World Water Assessment Programme, UNEP-DHI, Centre for Water and Environment.

CAPÍTULO 10

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESTUDIOS DE MOVILIDAD / GEOGRAFÍA DEL TRANSPORTE

Los nuevos enfoques de accesibilidad en ciudades con Sistemas de Información Geográfica

Carolina Rojas Quezada

La accesibilidad corresponde al grado en que la relación entre transporte y uso del suelo permite alcanzar nuestras actividades, superando la distancia espacial que las separa en un cierto tiempo de desplazamiento; también es una medida de las oportunidades acumuladas, es decir, las posibilidades de una persona para obtener un bien o servicio; además recientemente es considerada como un indicador de equidad, debido a que gracias a los modos de transporte podemos acceder a las distintas oportunidades para realizar nuestras actividades diarias como el trabajo, estudio, recreación, salud, compras e interacción social, en resumen es clave para satisfacer nuestra movilidad. Por lo tanto, la falta de accesibilidad deja a los individuos en una condición de desventaja, desigualdad y de exclusión social, por lo mismo han sido tan relevantes en geografía del transporte, los estudios de accesibilidad espacial a distintos bienes, equipamientos y servicios como hospitales, escuelas y paradas de transporte público entre otros que han dado cuenta de problemas de justicia espacial y ambiental.

De acuerdo a la pirámide de la movilidad, la caminata es la forma más sustentable de movernos y el automóvil el menos, entonces los nuevos enfoques de análisis espacial en transporte se están orientando a propiciar ciudades más caminables para el bienestar de las personas, sobre todo para los grupos más vulnerables como niños y adultos mayores, existiendo iniciativas internacionales como Walk21. En este sentido, dadas las dinámicas de la población actual, donde las enfermedades

relacionadas al stress y la obesidad han aumentado de forma crítica, la accesibilidad a las áreas verdes y a la comida saludable se vuelven importantísimas para mejorar la salud de las personas.

La accesibilidad a las áreas nos permite mejorar la calidad de vida, mediante el bienestar físico, psicológico y social, por lo mismo la Nueva Agenda Urbana de Habitat III, promueve ciudades compactas y sustentables, sugiriendo incrementar la accesibilidad a los espacios abiertos y verdes públicos integrados y de calidad. La proximidad a las áreas verdes mejora la salud y propicia la caminata, pero aún no existe consenso en cual es la distancia óptima para disfrutar de sus beneficios, el más común es el umbral de caminata de 300 metros de distancia hacia una área verde de al menos 5000 metros cuadrados. En Concepción (Ciudad, Sur de Chile) vemos que utilizando este umbral, gran parte de los habitantes de la ciudad quedan sin acceso, estando la mayoría de la población con un acceso entre 10 a 15 minutos caminando. Así mismo, los niños en general dependientes de un adulto en su movilidad, presentan mejor accesibilidad que los adultos mayores.

En cuanto a los estudios de accesibilidad a comida, estos provienen del análisis de los "*Food Deserts*" o áreas donde la gente no tiene acceso a comida saludable, porque no existen establecimientos de venta o porque son muy caros. Producto del incremento del automóvil privado, los desiertos de alimentos se han estudiado principalmente en ciudades de Estados Unidos, aunque también se han observado en barrios socioeconómicos vulnerables, siendo dependientes de pequeños almacenes con excasa variedad de alimentos y precios accesibles. En Concepción metropolitana, existe una buena dotación de locales de compra, principalmente de almacenes de barrios, en cuanto a suspermercados estos se localizan en los principales centros urbanos y en ferias o mercados populares de frutas y verduras en zonas más periféricas pero también centrales.

Si consideramos solo la venta de frutas y verduras en supermercados, productos ampliamente considerados y recomendados como más saludables, la accesibilidad cambia; siendo más alta en las áreas centrales en su mayoría de accesibilidad media, aunque se ve gran parte del territorio sin acceso. En cuanto a los precios, los más baratos también son más accesibles en barrios menos centrales y en los centros con precios regulares accesibles, coexistiendo espacialmente con supermercados de precios más precios altos.

En este tipo de estudios los SIG son las herramientas más recomendadas, permiten procesar la información de localización y a través del análisis de redes, calcular las distancias caminadas, para expresar en mapas de proximidad y exposición las situaciones de las poblaciones menos favorecidas, como ancianos y niños de movilidad restringida, también se desarrollan plataformas digitales online, donde puedes calcular la accesibilidad de forma interactiva como en walkscore y configurar perfiles determinados como la plataforma Acceso Barrios que hemos desarrollado en cedeus <http://walkmyplace.cedeus.cl>

Estos nuevos enfoques de accesibilidad en ciudades, ayudan al urbanismo a planificar la caminabilidad y a la geografía a potenciar sus herramientas metodológicas para proporcionar información y nuevos enfoques de análisis de datos geográficos con un mayor foco en políticas públicas orientadas a población vulnerable, sobre todo en tiempos donde la localización del hogar está determinando nuestra salud, cuánto caminas, si vas a un parque, si haces deporte, si estás expuesto a contaminación o te alimentas de forma sana, permitiéndonos tener una vida más saludable y habitable en la ciudad.

Localización 3.0: el conocimiento geográfico en la base de la movilidad del futuro

Oswaldo Daniel Cardozo

Desde su misma aparición a fines de la década del '60, los sistemas de información geográfica (SIG) tuvieron una amplia aceptación en todos los ámbitos: académico, científico, profesional y tecnológico. De hecho, una de las ramas SIG más vigorosas se desarrolló en el campo del transporte y de las comunicaciones en general. Este fuerte impulso se caracterizó por el empleo masivo de información georreferenciada y mapas digitales para una serie de actividades como seguimiento de flotas, rutas posibles, localizaciones óptimas, tiempos y distancias del viaje, restricciones a la circulación, etc. En todas las etapas de un viaje, el factor localización siempre fue considerado fundamental para la toma de decisiones, y de esta forma, el *geographical knowledge* incorporado en este sector fue decisivo para acuñar el acrónimo de *GIS for transportation*, más conocida por su forma corta: GIS-T.

En el marco de la web 3.0, ese neologismo con el que conocemos nuevas formas de usar la información e interactuar en la red, la web geoespacial ocupa un destacado lugar gracias a que el consumo de información geográfica experimenta un franco crecimiento, lo cual se refleja en una fuerte tendencia a geolocalizar todas las actividades en la red: compras, visitas, reservas, envíos, seguimientos, búsquedas, descargas, etc. Aunque décadas atrás la geolocalización ya se realizaba por medios electrónicos más rústicos, la Localización 3.0 viene desde una constelación de satélites artificiales que orbitan a varios miles de kilómetros de la Tierra, conocida como sistemas globales de navegación satelital (GNSS), lo que permite obtener la posición geográfica de cualquier objeto o fenómeno sobre la superficie terrestre con un alto grado de precisión.

En la actualidad los sistemas GNSS completamente operativos que ofrecen cobertura global son dos: el sistema ruso GLONASS y el NAVSTAR GPS de Estados Unidos. A ellos se deberían agregar los sistemas BEIDOU de la República Popular China y el europeo GALILEO que prevén entrar en funcionamiento pleno para el año 2020, además de los sistemas GNSS regionales de aumentación de la señal: QZSS japonés y NAVIC indio. En este sentido, especialistas de diferentes campos prevén que en un futuro cercano la demanda de datos geolocalizados continuará aumentando, lo cual justifica la aparición y expansión de otros sistemas de apoyo al GNSS. Aunque los más desarrollados son los basados en satélites (*Satellite-based augmentation system* (SBAS) como el WAAS estadounidense, el MSAS japonés, el EGNOS europeo, el SDCM ruso, y el GAGAN de la India, los nuevos sistemas basados en tierra o *Ground Based Augmentation Systems* (GBAS) permitirán reducir el error de geoposicionamiento.

En este contexto caracterizado por un alto consumo de información geográfica en prácticamente todos los ámbitos, debemos reconocer que se trata de una tendencia consolidada desde hace tiempo en el sector transporte. Cabe recordar que fueron pioneros en el uso civil de la tecnología GNSS cuando su empleo era un monopolio del sector militar, de hecho, una de las primeras aplicaciones civiles fue la incorporación de receptores GPS para el seguimiento de flotas. Así, en el campo de los GIS-T se incrementa de manera continua el uso de datos geolocalizados provenientes de los sistemas GNSS, donde la constante búsqueda de nuevas aplicaciones demanda precisiones submétricas, por ejemplo, para redes de agua o gas en SIG municipales. Estos últimos tratan de incorporar los últimos desarrollos de las aplicaciones militares que siempre llevan la delantera en este rubro: los misiles *Tomahawk* de la Marina estadounidense combinan el sistema principal de guiado automático por GPS con un navegador inercial y un modelo digital del terreno para

alcanzar un *target* a 1300 km de distancia con una precisión inferior a 10 m.

El ser humano siempre soñó con un viaje seguro. Desde el momento en que abandonó la comodidad de su campamento para buscar agua o alimentos, le preocupó moverse con la mayor seguridad posible al explorar nuevos territorios, y de ser necesario retornar al punto de inicio del viaje. Aun miles de años después, es lo que esperamos de nuestros receptores GPS del automóvil. Pero... ¿por qué? La razón es simple, conocer la localización y distribución de los elementos naturales y humanos sobre la superficie terrestre permite al ser humano establecer relaciones básicas en función a la distancia y el área: proximidad, vecindad, extensión, densidad, frontera, entre otros. Estos términos de profunda raíz geográfica ayudan a tomar de decisiones y reducen nuestra incertidumbre al momento de desplazarnos: permiten localizar el destino, conocer la ruta, la distancia recorrida, el tiempo necesario, etc. La decisión humana no es una cuestión menor, ya que el deceso producto de siniestros viales es la novena causa de muerte general en el mundo, donde el factor humano constituye el componente de riesgo más importante (OMS, 2013).

Ahora, la preocupación por un viaje seguro no solo ha sido inherente a las personas, también para empresas y naciones. La industria automovilística siempre se ha mostrado permeable a las innovaciones tecnológicas, y los vehículos autoguiados fueron el anhelo de diseñadores y fabricantes, lo cual en parte explica la rápida asimilación de la tecnología GNSS. Una muestra del avance en este rubro es el reciente acuerdo entre Nissan y la NASA para cooperar en servicios de movilidad autónoma. Aprovechando las experiencias mutuas de la agencia espacial estadounidense y el fabricante japonés, buscan integrar de forma segura una flota de vehículos autónomos para servicios transporte públicos, logística y servicios de entrega en entornos urbanos impredecibles, aunque para ello será necesario disponer

de una mayor precisión de geoposicionamiento a la disponible actualmente en el sector civil.

En este sentido, el reciente *upgrade* de los segmentos espaciales del NAVSTAR GPS (Block III-F) y GLONASS (serie M) junto a las mejoras introducidas en los sistemas de comunicación y control terrestre, reducen los errores y distorsiones en la recepción de señales, lo que permitiría el guiado autónomo mediante tecnología GNSS. Tanto interés desató esta oportunidad que firmas como Tesla, Daimler, Uber y Google están presentando vehículos eléctricos con guiado autónomo de hasta 800 kilómetros basado en cartografía digital, aunque en entornos urbanos caracterizado por espacios reducidos y presencia de obstáculos, los drones son la mejor alternativa. Así lo entendieron en Dubai, donde pronto implementarán un servicio regular de taxi-drones y esperan que en 10 años el volumen de viajes sin conductor alcance el 25 % del total, o la multinacional Amazon que entrega parte de sus mercaderías en Estados Unidos con drones guiados por GNSS de alta precisión.

Pero no todo el progreso ha sido tecnológico, también el desarrollo intelectual se ha ganado un lugar, generando masa crítica y espacios (congresos, revistas, documentos específicos) donde exponer y debatir los avances teórico-metodológicos del uso de información geográfica en el sector transporte. Un claro ejemplo es el *GIS for Transportation Symposium* organizado por la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) desde 1989 en Estados Unidos, quien también publican documentos técnicos para los *Department of Transportation* (DOT) de cada estado. A su vez, los DOT publican su información geográfica: red vial con atributos, tráfico medio diario/anual, puentes, paradas, accidentes, ciclovías, etc. Otra expresión del avance intelectual es la aparición de publicaciones periódicas específicas, tales como *Journal of Transport Geography* (JTG) de la editorial Elsevier, y la *Journal of the Transportation Research Board* (TRB) de la *National Academy of Sciences*

estadounidense, donde se canaliza buena parte de la producción teórica y empírica, aunque con un mayor peso del segmento académico.

Por último, no podemos omitir los avances significativos registrados en el ámbito de la industria del software para modelos de transporte, tanto por el carácter pionero como también por el grado de avance en la integración de información geográfica en los algoritmos (etapas del *Four-step models*), lo que condujo a firmas como Caliper o INRO al desarrollo claramente orientado hacia software híbridos, que integran toda la capacidad analíticas de los GIS en los módulos específicos para *planning & modelling* del transporte. De igual forma, gran parte de las consultoras de transporte incorporan servicios GIS, por ejemplo la reconocida firma Steer Davies Gleave.

En definitiva, aunque parezca contradictoria la frase “el futuro ya está presente”, los ejemplos mencionados sobre el uso de información geográfica en el sector transporte, marcan una tendencia irreversible y una clara ventaja frente a otros sectores económicos o del conocimiento. Pero esto no es una mera casualidad, debemos reconocer que se trata de un ámbito siempre sensible a las innovaciones tecnológicas y donde desde hace mucho tiempo demostraron un interés genuino por aplicar la tecnología GNSS. Por lo tanto, la localización geográfica proveniente de los sistemas globales de navegación satelital, constituye la base de la movilidad del futuro basada en ambientes seguros y sostenibles propio de las *Smart Cities* y *Smart Communities*.

Bibliografía

- Henaghan, J. (2018) *Preparing Communities for Autonomous Vehicles*. Washington, DC: American Planning Association. Report. <https://newsroom.nissan-europe.com/>
- Pelton, J.N., Madry, S. & Camacho-Lara, S. (2017) *Handbook of Satellite Applications*, Second edition, New York, Springer.

- Rodrigue, J.P. (2017) *The Geography of Transport Systems*. Fourth edition, New York, Routledge.
- World Health Organization (2016) *Global Status Report on Road Safety 2015*, Geneva, WHO.

Big Data, Sistemas de Información Geográfica y Transporte

Javier Gutiérrez Puebla, Juan Carlos García Palomares

Big Data hace referencia a la producción de grandes cantidades de datos tanto por medio de redes de sensores y dispositivos, como a partir de la actividad de los usuarios en Internet. Estos datos aportan información sobre multitud de procesos en relación al transporte y la movilidad, y tienen en común que se trata de datos de carácter masivo, de naturaleza distinta a los convencionales, y requieren herramientas específicas para su tratamiento, las tecnologías Big Data.

Para caracterizar el Big Data generalmente se alude a las 3vs (volumen, velocidad y variedad), a las que se añaden algunas características adicionales (veracidad y valor) para completar las 5vs (Kitchin, 2013). Otra característica es que la mayor parte de los nuevos datos son geolocalizados, ya sea porque disponen de las coordenadas o la dirección postal o porque el propio contenido de los datos hace referencia explícita a lugares concretos (Leszczynski y Crampton, 2016). Por lo tanto, podemos cartografiar y analizar la mayor parte del Big Data con la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Las nuevas fuentes de datos ofrecen información muy útil en los estudios de movilidad (ver Osorio y García, 2017). Conociendo la localización cambiante de cada persona a partir de la información que va generando con su *smartphone*, con su tarjeta de transporte, de crédito, etc., es decir, a partir de su huella digital, se pueden analizar sus pautas generales de movilidad. Obviamente si los datos tienen una alta resolución temporal (por

ejemplo, registros de actividad de teléfonos móviles) se puede hacer análisis más detallados de movilidad diaria. Pero si lo que se pretende es analizar la movilidad de los turistas, fuentes de datos como Twitter, los registros de transacciones con tarjetas bancarias o las fotografías geolocalizadas en redes sociales como Flickr, pueden ser suficientes. También es posible analizar la movilidad de la población a partir de fuentes de datos específicas, como las tarjetas inteligentes de transporte, que registran los viajes realizados por sus abonados en transporte público, o los registros GPS de los movimientos de los individuos (tracks), mediante las cuales se puede identificar el origen y destino de los viajes, las rutas seguidas, velocidades, etc.

Para analizar la utilidad y el rendimiento de las redes de transporte, las nuevas fuentes de datos aportan información muy precisa sobre las variaciones de los tiempos de viaje entre orígenes y destinos según horas del día. Estos datos, hasta ahora apenas disponibles, permiten realizar análisis de accesibilidad de forma dinámica, entendiendo por accesibilidad la facilidad para alcanzar los destinos deseados mediante un sistema de transporte. Así, por ejemplo, la API de Google Maps permite obtener rutas de mínimo tiempo de viaje entre un par de puntos considerando el modo de transporte, el día de la semana y la hora del día. Para el vehículo privado Google Maps utiliza datos históricos (también datos obtenidos en tiempo real) generados por millones de teléfonos móviles que tienen instalada la aplicación Google Maps. Los tiempos de viaje en transporte público se calculan a partir de ficheros GTFS (General Transit Feed Specification) generados por las autoridades de transporte de distintas ciudades del mundo siguiendo los estándares de Google. Estos ficheros tienen la ventaja de que se pueden descargar e integrar después en un SIG no solo para analizar los tiempos de viaje considerando los horarios del transporte público, sino también para realizar simulaciones sobre cambios en los tiempos de viaje producidos por supresión de líneas o

cambios en las frecuencias de servicio. Además de la API de Google Maps, existe información procedente de las compañías de navegadores. El producto TomTom Speed Profiles, por ejemplo, es una red digital que se puede cargar en un SIG y ofrece la velocidad de circulación en cada tramo de la red viaria cada cinco minutos, lo que permite analizar la congestión en diferentes ciudades con una altísima resolución temporal. Pero la accesibilidad cambia a lo largo del día no solo en función de la variación de los tiempos de viaje en vehículo privado o en transporte público, sino también de acuerdo con los cambios en la capacidad de atracción de los destinos. Esto puede estimarse mediante datos de redes sociales (como Twitter) o de compañías de telefonía móvil. La consideración conjunta de las dos fuentes de variación temporal, ofrece resultados más realistas y permite analizar dinámicamente el impacto de cada uno de los dos componentes (tiempos de viaje y capacidad de atracción de los destinos) por medio de la construcción de escenarios de evaluación (Moya-Gómez et al., 2017).

En definitiva, las nuevas fuentes de datos permiten abordar problemas de siempre de una forma nueva y analizar temas que antes quedaban ocultos para el investigador. La posibilidad de usar Big Data con las herramientas de análisis SIG ofrece enormes oportunidades en el campo del transporte. Sin embargo, existen también barreras y retos que dificultan su uso y que conviene considerar. Por una parte, las nuevas fuentes suponen un reto tecnológico, ya que con frecuencia es necesario utilizar tecnologías Big Data para procesar los datos. Los proveedores de software SIG son conscientes de esta necesidad y cada día aparecen nuevas herramientas, como por ejemplo GeoAnalytics de ESRI. Estas herramientas deben adaptarse al Big Data facilitando los procesos de limpieza y preproceso de los datos masivos, su geolocalización y análisis espacial, pero también adaptándose a su naturaleza temporal, posibilitando la realización de análisis espacio-temporales. No solo el software

SIG tiene que abordar los nuevos retos tecnológicos, también los técnicos y equipos de investigación. Es necesario formar equipos para el proceso y análisis de datos masivos y la visualización de los resultados. Junto al reto tecnológico, otra barrera es la disponibilidad de los datos. Muchos de los datos masivos son producidos por empresas, que ven en ellos una oportunidad de negocio y por lo tanto no suelen compartirlos con los investigadores de forma libre. Las administraciones públicas también son productoras de datos masivos (por ejemplo, datos de las tarjetas inteligentes de transporte o del uso de bicicletas públicas), pero pueden mostrarse reticentes a compartir los microdatos con los investigadores por problemas de privacidad.

Bibliografía

- Kitchin, R. (2013) Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks. *Dialogues in Human Geography*, 3, 3, 262–267.
- Leszczynski, A., & Crampton, J. (2016) Introduction: spatial big data and everyday life, *Big Data & Society*, 3, 2, 1–6.
- Moya-Gómez, B., Salas-Olmedo, M.H., García-Palomares, J.C. y Gutiérrez-Puebla, J. (2017) Dynamic accessibility using Big Data: The role of the changing conditions of network congestion and destination attractiveness, *Networks and Spatial Economics*,
- Osorio, J. & García, J.C. (2017) Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana. *Cuadernos Geográficos*, 56, 3, 247-267

El uso de SIG en investigación y prevención de accidentes viales en México

Luis Chías Becerril

La inseguridad vial es un tema global relevante para las ciencias sociales, porque figura entre las primeras causas de

mortalidad, morbilidad, discapacidad, orfandad, así como, por sus altos costos económicos (entre 1 y 3% del PIB nacional), empobrecimiento de la economía familiar e impactos en la calidad de vida, productividad y competitividad de la sociedad.

Sin embargo, la llegada del análisis espacial a la investigación y prevención de accidentes viales es una aportación geográfica relativamente recientemente. En los eventos organizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se empezaron a utilizar desde el 2004, pero sólo hasta que la OMS declaró el “Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020”, se incrementó el uso de los SIG y de sus aplicaciones en la movilidad sustentable y la seguridad vial. Entre las contribuciones que el análisis espacio temporal genera, con el apoyo de los SIG, para el análisis y prevención de la inseguridad vial se pueden mencionar las siguientes:

Se demuestra que los accidentes de tránsito no constituyen eventos aleatorios aislados, son resultado de un proceso socio espacial de movilidad urbana (en México, más del 80% de los accidentes viales son urbanos contra 20% en carreteras) que autoconstruye el riesgo y la vulnerabilidad (con variables determinísticas) que se expresan con una espacio-temporalidad diferencial. Tampoco son accidentales sino probabilísticos, o en todo caso estocásticos, tienen una pequeña parte aleatoria y una gran parte determinística sobre la cual se puede incidir para prevenirlos y reducirlos al mínimo.

Su distribución territorial puede incluso, llegar a comportarse conforme a la Teoría de Pareto, el 80% o más de los accidentes ocurren en el 20% o menos de los sitios. En México por ejemplo, en menos de 200 de los 2446 municipios que tiene, se concentra cerca del 80% de los eventos y más del 80% de los peatones atropellados. En la Ciudad de México, los accidentes viales sólo se registran en el 6% de sus intersecciones y si se analiza por tipo de vialidades el 37% se registra en los llamados “ejes viales” que sólo representan el 4.4% de la longitud de la red vial. Estos datos sustentan un programa preventivo específico para este tipo de vialidades.

Con el manejo voluminoso de datos (no sólo de accidentes sino de numerosos aspectos de contexto) y su análisis desde la perspectiva territorial con SIG, se genera evidencia científica plasmada en modelos cartográficos, que permiten sustentar la toma de decisiones y aplicar distintos planes preventivos: de bajo costo, alto impacto y corto tiempo para reducir hasta el 20% de los accidentes de tránsito en la Ciudad de México; de mediano plazo y mayor costo para atacar hasta el 40% y más de este porcentaje requiere programas de largo plazo por la dispersión de los accidentes de tránsito.

Por supuesto que hay retos importantes que se tienen que resolver:

El registro de datos es deficiente, fragmentado y se publican hasta con 1 año o más de retraso: distintas instituciones públicas y privadas generan datos (no bases de datos), la mayoría sin calidad y registran los eventos para cumplir con sus objetivos particulares (gestión del tránsito, multas o atención a emergencias) lo cual dificulta construir un sistema integral de datos-información-conocimiento. Además, por el desfase que existe entre el momento en que se registran y se publican no se pueden diseñar y aplicar intervenciones preventivas en tiempo real.

Se tienen que realizar arduos procesos de depuración y normalización de los datos tabulares para decidir que variables permiten hacer correlaciones estadísticas, con cuales se puede hacer sólo inferencias y cuales no sirven por que no reúnen condiciones de completitud o presentan serias inconsistencias. Por supuesto, también se requiere normalizar la nomenclatura de los datos tabulares con la de la cartografía urbana. Aunque esto se resolverá en el futuro con la generalización del uso del GPS por el momento se requiere realizar estas tareas.

El subregistro no debe conducir a la parálisis. Es cierto que los registros de la Dirección de Tránsito de la Ciudad de México pueden significar solo una muestra cercana al 30%. Sin embargo, la georreferenciación, el análisis de patrones territoriales y la representación cartográfica que hemos realizado de la

inseguridad vial en la Ciudad de México y otras cuatro zonas metropolitanas del país, nos permiten afirmar: que con una muestra de ese tamaño se puede identificar el patrón general de la inseguridad vial urbana, que el riesgo vial es recurrente espacial y temporalmente (las colisiones, atropellamientos, volcaduras o caídas, tienen patrones temporales relativamente bien definidos) y que, las intersecciones peligrosas identificadas, lo seguirán siendo mientras no se modifiquen los principales factores de riesgo.

Lo cierto es que el análisis espacial con el uso de los SIG, nos permite afirmar que no hay que esperar a tener datos con cobertura y calidad al 100%. Hay que trabajar con lo que se tiene primero, si se conoce a fondo lo que existe, será más fácil y acertado proponer cambios en el proceso de registro y mejorar la organización de los datos (modelado de datos).

Otro tema es el de la escala, para tener una panorámica integral de lo que ocurre en el tema de la inseguridad vial, se requiere procesar datos de distintas fuentes y de distintas unidades territoriales (considerando que cada escala brinda una dimensión de la inseguridad vial): datos agregados en polígonos para el caso de los municipios, estados o regiones y, datos puntuales (con distinto nivel de precisión y exactitud) para el caso de las intersecciones urbanas y red carretera. Pero en conjunto, estas dificultades se pueden resolver a través de distintas técnicas geoestadísticas frecuentemente utilizadas. Lo importante es que los avances recientes en el desarrollo geotecnológico y el conocimiento geográfico, fortalecen el uso y valor de la inteligencia espacial para identificar patrones territoriales de los accidentes de tránsito, así como, de sus diversos atributos asociados (flota y flujos vehiculares, infraestructuras de transporte, escuelas, hospitales, consumo de alcohol, etc.) que se pueden mapear y sobreponer topológicamente para conocer de manera multidimensional los factores de riesgo y actuar sobre ellos. Los SIG están llamados a ser la espina dorsal de los sistemas de gestión integral de la seguridad vial.

Bibliografía

- Chias Becerril, L., Reséndiz López, H.D. & Hermsillo Plascencia, M. de L. (2008) El Análisis espacial para la prevención de colisiones y atropellamientos en la ciudad de México. *Seguridad vial. Revista del Instituto de Seguridad y Educación Vial*, 101, 38-44.
- Chias Becerril, L., Reséndiz López, H.R., Hermsillo Plascencia, M. de L., Sánchez Restrepo, H.S., López Ruiz, L., Alcalá Escamilla, B., Durón Serrano, B.L., Martínez Santiago, A., Murata Okita, M., Trujillo Andrade, M.E. de J., Mora Jurado, C. & Guarneros Avilés, L. (2009) *Diagnostico espacial de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal*. Centro Nacional para la Prevención de Accidentes (CENAPRA), Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Salud, Gobierno del Distrito Federal.
- Hidalgo Solórzano, E. del C., Campuzano-Rincón, J.C., Rodríguez Hernández, J.M., Chias Becerril, L., Reséndiz López, H.D., Sánchez Restrepo, H.S., Baranda-Sepúlveda, B., Franco Arias, C. & Híjar Medina, M.C. (2010) Motivo de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México. *Revista de Salud Pública de México*, 52, 6, 502-510.
- OMS, 2015. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015, Francia.
- Tabasso C. (s/f) *Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial*, http://94.23.80.242/~aec/ivia/tabasso_124.pdf

CAPÍTULO 11

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CARTOGRAFÍA

Mapa y Sistemas de Información Geográfica: medio siglo para un reencuentro...o del mito a un gran triunfo

Josep Maria Rabella i Vives

Los Sistemas de Información Geográfica cumplen hoy sus primeros 50 años de vida, tomando 1966 como fecha simbólica de su nacimiento a partir de la puesta en marcha del Canadian Geographic Information System (CGIS) de la mano de Roger Tomlinsom y los trabajos de Howard Fisher en el Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (LCG) de la Harvard University.

Con medio siglo de perspectiva podemos esbozar hoy esta modesta y breve evocación de lo que fue una larga y sinuosa travesía, con una infancia mítica y legendaria que llevaría al fin a una revolución sin precedentes en torno al conocimiento y la gestión del territorio.

En su anunciada presentación inicial, el proyecto fue, desde luego, altamente valorado en ámbitos científicos y profesionales como un avance realmente trascendente propiciado por las nuevas tecnologías digitales y, poco tiempo después, magnificado y fuertemente publicitado a los cuatro vientos por grandes compañías productoras de *software*, dándolo a conocer como una herramienta imprescindible dirigida a todo tipo de empresas y administraciones.

La historia nos cuenta también como, muy pronto, los primeros pasos comerciales destinados a difundir y explicar al mundo las ventajas del invento consistieron en exponer, con todo lujo de recursos, ejemplos vistosos y deslumbrantes de interesantes aplicaciones visualizadas siempre con gráficos y trabajos cartografiados, que compartieron protagonismo en el tiempo con la aparición, también sonada y generosamente anunciada, de numerosos programas informáticos destinados a

confeccionar ventajosamente *mapas temáticos*. Esta coincidencia, junto a la notable dificultad de explicar de forma sencilla la complejidad de manejos y funciones que debía contemplar el SIG, fijó entre el gran público la idea, mal esbozada y simplificada, de que la innovación iba “de mapas”, y la misma propaganda, siempre tan atractiva, exultante y cartográfica, transmitió a veces de forma confusa el mensaje del SIG como un nuevo camino para elaborar y *editar mapas*; eso sí, con extraordinarias ventajas y mejoras respecto a los habituales y complicados métodos vigentes analógicos de edición cartográfica, fruto a la vez de su particular y anterior revolución mediante laboriosos y caros procesos realizados en el laboratorio cartográfico.

Por otra parte, frente a la eficacia de la omnipresente propaganda, el elevado coste de los programas y, todavía más, la desalentadora complejidad de su intrincado uso por parte de los inexpertos enfriaban, de golpe, las ilusionantes expectativas creadas. Por añadidura, los comienzos del SIG (y también de la cartografía digital) coincidieron a su vez con una etapa relativamente temprana del desarrollo de la propia informática, cuando el trabajo con ordenador resultaba bastante árido, tedioso e inseguro, las prestaciones de las máquinas (procesador, memorias, pantalla...) eran muy limitadas y el coste económico de los equipos demasiado elevado de acorde con la comercialización de una auténtica novedad del mercado. Vistos desde la actualidad, los cambios técnicos llegaron con relativa rapidez, pero su difusión, la adaptación a los usuarios y el aprendizaje de las nuevas habilidades imprescindibles para el innovador trabajo digital nunca siguieron un proceso sencillo, lineal ni racional didácticamente hablando. De esta manera, el conjunto de dificultades aparecía casi insuperable y la desorientación persistente fue configurando una visión mítica del SIG, como un milagro indiscutible, deseado y largamente esperado, imaginado lleno de posibilidades incluso ingenuamente exageradas, pero poco viable y rentable en la realidad y extremadamente difícil de alcanzar por aquel entonces. En cualquier caso, la elección de un determinado programa junto

a la adquisición de un potente equipo informático se convirtió en la decisión más anhelada y relevante del momento, repitiéndose en muchos casos el error de empresas e instituciones que apostaron por “adquirir” un SIG, con un gran esfuerzo económico aplicado a algo que no llegó a funcionar jamás. Al fin, las dificultades más limitadoras resultaron ser otras: la carencia de todo tipo de bases cartográficas debidamente digitalizadas, la escasez de datos consistentes y georeferenciados, la inexistencia de un proyecto sólido con objetivos a largo plazo y decididamente apoyado por los directivos y, sobre todo, la ausencia crónica de personal debidamente especializado. Las facilidades de integración e interoperabilidad de programas, formatos y fuentes de información, la posibilidad de incorporar datos procesados procedentes de *imágenes digitales espaciales*, la disponibilidad de *sistemas de posicionamiento global*, el uso de *drones* o las *informaciones en tiempo real* deberían esperar aún para más adelante.

Pero pese a todo el sinfín de dificultades, la trascendencia profetizada del invento fue tan ampliamente aceptada que, incluso en los peores momentos, surgieron confrontaciones corporativas entre distintos grupos profesionales interesados en su apropiación, mediante curiosas batallas como la de si la denominación más adecuada sería la de *información geográfica*, beneficiosa para los geógrafos, o *información territorial*, más acorde para ingenieros biólogos y topógrafos. Simultáneamente, en los ambientes universitarios y laborables habitualmente competitivos y con luchas por el poder, catedráticos y profesionales de edad y bien situados en la jerarquía intuyeron en las nuevas tecnologías de altas exigencias y desconocidas habilidades una seria amenaza para ellos y el gran peligro de ser superados o incluso substituidos por jóvenes especialistas a los que, con frecuencia, se apresuraron a calificar de tecnócratas ideológicamente no comprometidos.

Mientras, más allá de los avatares del accidentado proceso y debido, seguramente, al esfuerzo que sus creadores tuvieron que concentrar en temas de programación y en innovadores

dispositivos electrónicos y digitales, el factor más sorprendentemente negativo de aquellos tiempos fue la considerable desconexión epistemológica inicial (o el simple desconocimiento) de la sólida tradición cartográfica, cuando justamente el mapa –ahora digital– debía ser la base de los análisis y operaciones a realizar. Y en efecto, algunos de los conceptos verdaderamente básicos e intelectualmente determinantes del mapa, como son su *generalización cartográfica* y la interesante relación con el concepto central de *escala, resolución* (estructural y de pantalla) o la innovadora herramienta *zoom*, aparecieron poco asumidos o mal resueltos en el nuevo quehacer digital. Tampoco faltó el uso equivocado de determinadas *técnicas* universales y consolidadas de la cartografía temática como las *isopléticas, coropléticas* y muchas otras, con sus ya estudiadas y archiconocidas problemáticas estadísticas y perceptivas.

Significativamente, la misma *terminología*, con su autoridad tan indicativa de la univocidad y madurez intelectual de una ciencia, fue en la práctica ignorada para la cartografía, y se improvisaron nuevos y advenedizos vocablos descolocados, aún más, por lamentables traducciones por parte de los agentes comerciales proveedores del *software*, mostrando un desconocimiento penoso de las ciencias de la Tierra y el territorio. Hablar de “paletas” o “rampas” para referirse a simbologías con *gammas* e *intervalos* ordenados en *valores* o leyendas de *tonos* y *tramas* de intención *evocadora*, parece tan impropio como ignorar, por ejemplo, la designación del carácter *puntual, lineal* o *superficial* de la *implantación* de los símbolos, las *propiedades perceptivas* de las llamadas *variables visuales*, la *continuidad* y *discontinuidades* de las informaciones junto a sus *propiedades estadísticas*, o el léxico para el buen uso de la *tipografía* sobre el mapa o la *maquetación*. No contar con aportaciones tan prestigiosas y universalmente aceptadas como, por citar solo tres ejemplos, las de Jacques Bertin (semiótica gráfica), Arthur H. Robinson (elementos cartográficos) o Cynthia A. Brewer (uso del color), en sus respectivas especialidades, comportó incomprensiblemente malograr, por simple ignorancia, un

legado profesional e intelectual de solidez indiscutible. Resumiendo, el imperdonable olvido de la *función comunicativa* esencial del mapa con el que trabaja siempre el SIG, el desconocimiento de los conceptos y la terminología del *lenguaje visual* y de la *teoría de la comunicación* como el nuevo y valioso entorno de la cartografía constituyó seguramente uno de los errores más lamentables del momento, que los creadores de programas y los editores de mapas en internet deberían todavía subsanar hoy de inmediato y para el futuro. Solo alguna gran empresa norteamericana inició, hace ya tiempo, notables esfuerzos en la mejora en estos aspectos.

Pese a todo lo expuesto, transcurrido medio siglo, las mejoras informáticas y el continuo desarrollo y la utilización masiva de la metodología SIG han llevado inexorablemente a su definitiva desmitificación y, por cierto, no con menos valores de los profetizados, aunque algunos tal vez distintos. Y su contexto natural ha sido, como no, el cartográfico, hasta el extremo de haber modificado o substituido con ventajas algunas de las funciones básicas y tradicionales del propio mapa de antaño: guardar las informaciones localizadas en el limitado y vulnerable espacio de una hoja, por ejemplo, ya no es ahora misión del mapa; hoy el mapa, liberado de su antigua función almacenadora, puede en cambio reforzar incluso con nuevos recursos electrónicos su eficacia *comunicativa*. Las informaciones, por su parte, debidamente *georeferenciadas*, ordenadas y sistematizadas se almacenan en *bases de datos* del SIG, fáciles de explotar y de capacidad literalmente ilimitada, y solo se cartografía selectivamente sobre el mapa lo que se necesita en cada ocasión para poderlo comunicar. Mientras, los análisis y estudios de cruces e interrelación de fenómenos territoriales, que siguen requiriendo cartografía, ya no se obtienen de forma intuitiva y aproximada mediante el simple examen perceptivo visual del mapa, sino de forma precisa y matemática mediante las innovadoras y específicas herramientas digitales del SIG.

El éxito rotundo del SIG ha repercutido incluso, y valga la paradoja, en el uso del mismo acrónimo (GIS en inglés), que no se

ha extendido definitivamente en la calle como creímos que iba a ocurrir, seguramente por innecesario: la nueva metodología se sabe hoy insustituible y su uso se da por supuesto en cualquier estudio extenso del territorio o en la gestión de cualquier tema territorial. De igual manera se omitió siempre, por obvio, acompañar SIG del adjetivo *digital*.

Las nuevas metodologías basadas en *sistemas de informaciones geográficas* (en minúsculas una vez obtenido ya su uso generalizado?) se hallan por fin implantadas y en un estadio de pleno desarrollo (sin que ello permita pensar que su evolución haya finalizado) y la diversidad de programas, formatos y características, sin olvidar la creciente oferta de programación libre y abierta, hacen pensar que no requerirán en el futuro más pregones ni proclamas. Tan solo en determinados medios académicos obstinadamente alejados de la profesionalización, sobre todo entre los geográficos no anglosajones, se desaprovechó o no se supo propiciar suficientemente a su tiempo esta visión sistémica en sus estudios, y fueron los propios licenciados quienes debieron suplir su aprendizaje, tarde y por su cuenta, con un sobreesfuerzo personal para poder así aplicar y aprovechar sus conocimientos incorporándolos a la investigación o al quehacer laboral.

Trabajar mediante sistemas de información geográfica supone, al fin, regirse por una nueva *metodología*, basada en modelos cartográficos de representación y hecha posible por tecnologías digitales. Y su inexcusable aplicación ha abierto, hoy ya nadie lo duda, unas perspectivas, impensables hasta hace pocos años, al estudio y a la gestión eficaz del *territorio* y de *cualquier fenómeno* relacionado con él. Con todo, ninguna metodología supone nunca la panacea. La calidad y consistencia de la información, el enfoque y rigor de los objetivos del proyecto, los criterios seguidos en cada paso y, sobre todo, el nivel intelectual y la calidad humana de sus creadores y usuarios continúan representando las piezas clave en cualquier proceso. La disponibilidad de potentes herramientas y la aplicación de sofisticados métodos no substituirán nunca el factor humano,

mientras la participación de personal intelectualmente mal formado, inexperto, sin criterio o con poca responsabilidad seguirá constituyendo, como ocurrió siempre, la primera causa de fracaso y desastre. Desde luego no es lo mismo *divulgar* que *vulgarizar*, y hoy cabe constatar que, por desgracia cada vez más, los mejores avances técnicos suelen facilitar hasta el extremo la frivolidad y la *banalización* de cualquier creación humana, como puede ser publicar un simple mapa o tomar una trascendente decisión urbanística. En el frecuentemente pretencioso contexto actual de internet y la modernidad digital, la primera lección para todo ser humano debiera ser la *duda* como método, junto a la *modestia* y el reconocimiento de, por lo menos, *algunas* de las propias limitaciones. Y, por supuesto, este no fue nunca un tema estrictamente tecnológico...

Bibliografía

- Aronoff, S. (1989) *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, Ottawa, WDL Publications, Ottawa.
- Bertin, J. (1967) *Sémiologie graphique*. París, Gauthier-Villars, Traducción al inglés, 1983: *Semiology of Graphics. Diagrams Networks Maps*. Nova York, Esri Press.
- Brewer, C.A. (2005) *Designing better Maps. A Guide for GIS Users*. Redlands, ESRI Press.
- Burrough, P.A. & McDonnell, R.A. (2000) *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
- Buzai, G.D. (2008) *Sistemas de información geográfica y cartografía temática. Métodos y técnicas para el trabajo en el aula*, Lugar Editorial, Buenos Aires.
- Buzai, G.D. (Ed.) (2010) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Luján, Universidad Nacional de Luján, GESIG.
- Comas, D. & Ruiz, E. (1993) *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, Ariel.
- Longley, P.A. et al. (1999) *Geographical Information Systems* (2 volúmenes), Nueva York, John Wiley & Sons.

- Nunes i Alonso, J. (2012) *Diccionari terminològic de Sistemes d'Informació Geogràfica*. (catalán, castellano, inglés) Barcelona, Inst. Cartogràfic Catalunya, Encic. Cat., Termcat.
- Rabella i Vives, J.M. et al. (2011) *Diccionari terminològic de cartografia*. (Catalán, castellano, francés, inglés, alemán, italiano). Inst. Cart. Catalunya, Encicl.Cat., Termcat.
- Robinson, A. et al. (1987) *Elements of Cartography*. Nueva York, John Wiley & Sons, (6a ed.) 1995. *Elementos de Cartografía*. Barcelona, Omega, 1987 (5a, castellano).
- Tomlinson, R.F. (1987) Current and Potential Uses of Geographical Information Systems. The North American Experience, *International Journal of Geographic Information Systems*, Australia, University of New South Wales.

El impacto de los Sistemas de Información Geográfica en la Cartografía

Mark Monmonier

Evaluar el impacto de los SIG en la cartografía es complicado por los múltiples significados de ambos términos. El acrónimo SIG no sólo se refiere a los *Sistemas de Información Geográfica*, esencialmente el *hardware* y *software* utilizados para el análisis sistemático y la gestión de la información geográfica electrónica, sino también a la *Ciencia de la Información Geográfica* (a veces abreviada GISci), que se centra en las prácticas, principios científicos y el cuerpo de pensamiento conceptual que muchos académicos llaman teoría.

Aunque Cartografía es un término de una sola palabra que no necesita acrónimo, tiene un significado en tres niveles: la cartografía básica que abarca el diseño y la elaboración de mapas; los trabajos sistemáticos masivos, como las actividades topográficas y la producción de mapas topográficos detallados; y un esfuerzo académico centrado en la educación, la investigación y el desarrollo. Los SIG han producido diferente tipo de impacto en la cartografía. Los proyectos de cartografía a gran escala, por

ejemplo, han adoptado los SIG como una tecnología eficiente para administrar y utilizar grandes bases de datos, mientras que la cartografía básica se ha visto afectada de manera menos dramática, principalmente porque los cartógrafos independientes, disuadidos por los altos precios de las licencias de los SIG, se han orientado hacia un menos complejo y menos costoso *software* de ilustración.

Los SIG tuvieron un profuso efecto sobre la cartografía académica en la medida en que el mercado de graduados capacitados en el uso de *hardware* y *software* de SIG ha superado ampliamente el mercado de graduados capacitados en diseño de mapas y en la investigación geográfica. Los departamentos de Geografía de América del Norte presenciaron una disminución en los cursos de cartografía, enseñados por profesores que se auto-identifican como cartógrafos y un aumento concurrente de los cursos de SIG impartidos por profesores cuyo compromiso principal de investigación es con la Geografía Física y Urbana y que ven a la tecnología geoespacial como herramienta, y no como un foco primario de investigación. Esta transición se inició en la década de 1970, con el advenimiento de los cursos de especialización en cartografía asistida por computadora, que fueron sustituidos con posterioridad a 1985 por cursos de SIG con poco, o nada de contenidos de diseño cartográfico. La disminución de los principios cartográficos tradicionales refleja tanto la robustez del mapa como el mayor uso de los SIG en campos estéticamente poco exigentes como la cartografía de servicios públicos, la gestión de instalaciones subterráneas y de las propiedades desde un punto de vista catastral. Dicho esto, los arquitectos paisajistas y los planificadores regionales aprecian las capacidades tridimensionales de algunos programas informáticos de SIG.

Un curso típico de SIG se encuentra orientado alrededor de un *software* específico, especialmente *ARC/INFO*, que se transformó a inicios del siglo XXI en ArcGIS, mientras que su desarrollador, el *Environmental Systems Research Institute*, logró un monopolio mundial y reemplazó su acrónimo ESRI (con cada

letra pronunciada individualmente) con nombre de una palabra Esri (pronunciado ess-ree). La creciente participación de Esri en el mercado de los SIG refleja el surgimiento de su estructura de datos como el formato dominante para desarrollar e intercambiar información geoespacial. Dicho esto, los avances incrementales en el contenido y la apariencia de los mapas SIG son fácilmente evidentes en la colección anual de mapas tomados como ejemplo el *ESRI Map Book*, publicado por primera vez en 1984 como *Mapas ARC/INFO*.

Aunque el *software* SIG ha surgido como una plataforma eficiente para hacer mapas en organismos gubernamentales, instituciones académicas y en los departamentos de arte de grandes periódicos, una forma menos complicada de realizar cartografía práctica se basa en el uso de *software* de ilustración como Adobe Illustrator, actualmente componente de *Adobe Creative Cloud*. Los cartógrafos independientes, evitando el alto costo de licencias SIG, se basan en *software* de ilustración para crear un impresionante arte cartográfico destinado a libros, atlas, revista y mapas turísticos. Otras corrientes extra-SIG en cartografía incluyen cartografía web, con mapas detallados de calles y mapas de imágenes disponibles para muchos lugares del mundo a través de servicios de mapas web (WMSs) como Google Maps, Google Earth y OpenStreetMap. En gran medida independientemente de los SIG, la web ha propiciado una cartografía interactiva vigorosa, con muchos notables *mashups* (combinaciones de distintas fuentes) utilizando Google Maps como plataforma.

En el ámbito más amplio de la GISci existe una conexión con la teoría social, en particular con las relaciones de poder que surgen de la creación de datos geoespaciales electrónicos, que aprovecha la capacidad del Estado para controlar a sus súbditos y librar la guerra. Estas relaciones son, por supuesto, simplemente una versión de finales del siglo XX de lo que ha hecho famosa a la cartografía desde el siglo XVI, cuando los atlas nacionales como el *Atlas de Inglaterra y Gales 1579* de Christopher Saxton y *El Teatro francés* de Maurice Bouguereau en 1594 proclamaron la existencia del Estado-Nación en Gran Bretaña y Francia, y organizaciones

militares lanzaron proyectos cartográficos detallados, particularmente a lo largo de las fronteras y en las colonias de ultramar.

La cartografía crítica, en gran medida un proyecto de la izquierda que siguió el liderazgo de la Geografía Crítica y de las ciencias sociales críticas al apropiarse del adjetivo crítico (más apropiadamente aplicado a un cuestionamiento más amplio tanto del *status quo* como de la efectividad y propósito de los mapas individuales) enfocado en SIG en la década de 1990, cuando la tecnología geoespacial fue reconocida como una poderosa amenaza para la privacidad nacional, la libertad individual y el Tercer mundo post-colonial. Otros movimientos involucrados para resistir las amenazas percibidas por los SIG involucra la participación pública (PPGIS) que promueve el uso de tecnología SIG por organizaciones sin fines de lucro y no gubernamentales, y la contra-cartografía, centrada en los esfuerzos cartográficos de grupos indígenas. La cartografía académica sobrevive como una colección diversa de investigadores enfocados en sub-campos como la historia de mapas, el diseño de mapas, la cartografía web y los impactos sociales de la cartografía.

Bibliografía

- Buckley, A. (2015) Education and Cartography: Educating Mapmakers. In *Cartography in the Twentieth Century [Volume Six of the History of Cartography]*, edited by Mark Monmonier, 340–343, Chicago, University of Chicago Press.
- Dobson, J.E. (2015) Computational Geography as a New Modality: GIS as an Institutional Revolution. In *Cartography in the Twentieth Century [Volume Six of the History of Cartography]*, edited by Mark Monmonier, Chicago, University of Chicago Press, pp. 492-495.
- Goodchild, M.F. (2015) Commentary: Perspectives on the New Cartography, *Environment and Planning A*, 47, 1341–1345.
- Marble, D.F. (2015) Computational Geography as a New Modality: Computational Geography as a New Modality, in *Cartography in the Twentieth Century [Volume Six of the History of Cartography]*, edited by Mark Monmonier, Chicago: University of Chicago Press, pp. 488-492.

Monmonier, Mark. 2013. VIEWPOINT: History, jargon, privacy, and multiple vulnerabilities. *The Cartographic Journal*, v. 50, n. 2 (May), 50th Anniversary Special Issue, pp. 171–74.

Monmonier, Mark. 2014. Cart Labs. In *his Adventures in Academic Cartography: A Memoir*, 24–44. Syracuse, NY: Bar Scale Press; Amazon Digital Editions.

Los Sistemas de Información Geográfica y la Cartografía Digital

Fernando Paso Viola

GESIG (Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica) es una unidad de investigación científica y docencia con sede en el Instituto de Geografía del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján.

El término “cartografía” ha sido usado muchos siglos mediante su acepción en sentido lato, de acuerdo al sector o ámbito de difusión. El vocablo “mapa” posee una acepción genérica para describir cualquier pieza cartográfica y una acepción científica para diferenciarlo de carta, plano, esquicio y otros documentos cartográficos (Paso Viola, 2012)

La cartografía topográfica se encarga de la elaboración de mapas topográficos, cada uno de los cuales se puede definir como una “representación exacta y detallada de la superficie terrestre, referente a la posición, forma, dimensiones e identificación de los accidentes del terreno, así como de los objetos concretos que se encuentran permanentemente sobre ellos” (Joly, 1988). Todos los mapas topográficos son representaciones convencionales más o menos similares entre sí. La cartografía temática se encarga de la producción de mapas temáticos, que se pueden definir como “las representaciones convencionales, sobre un fondo de referencia (topográfico), mediante símbolos cualitativos y cuantitativos, de los fenómenos localizables de cualquier naturaleza y de sus correlaciones” (Joly, 1988).

Objetividad en la Cartografía. La objetividad como valor esencial en la carta. Existen numerosos elementos externos e internos que caracterizan a las cartas topográficas por su insoslayable objetividad.

Entre los más relevantes se destaca el marco, las referencias y la escala numérica y gráfica que constituyen elementos externos que se ajustan a las normas elaboradas y publicadas en el Reglamento de Signos Cartográficos que editara el Instituto Geográfico Militar (actualmente Instituto Geográfico Nacional) en 1972. (IGM, 1972).

El encuadre, recuadro o marco, elemento externo en las cartas topográficas, es absolutamente objetivo por cuanto se amolda a una diagramación general cuyo diseño es una malla o red que a su vez se ajusta a la red de paralelos y meridianos del globo terráqueo.

La topografía reflejada en valores de isohipsas constituye el modelado hipsométrico de rigor científico al regirse por valores métricos y equidistancias estandarizadas y apropiadas a los diferentes relieves existentes en la realidad geográfica y acorde a la escala de trabajo utilizada.

Los signos y los símbolos cartográficos como, asimismo las viñetas, provienen en todos los casos de un inventario reglamentado, convencional, consensuado, objetivo, universalmente aceptado por la mayoría de los países del mundo. Los signos cartográficos ínsitos en la cartografía topográfica oficial se ajustan al reglamento mencionado en el segundo párrafo y contenido en manuales de simbolización cartográfica.

La proyección Gauss Krüger es un sistema de coordenadas que se utiliza para la confección de las cartas topográficas y se basa en un método cartográfico absolutamente objetivo dado que es producto de cálculos matemáticos puros (Paso Viola, 2012).

Por lo tanto se puede aseverar que estamos ante la presencia de elementos cartográficos que responden a verdades objetivas, ingénitas, universales, imperecederas e inmutables.

Objetividad de la ciencia cartográfica. Una de las cualidades que poseen las cartas topográficas argentinas es que se han confeccionado con un grado de objetividad descollante. Desde la carta 1:50 000 "Lanús" cuyos levantamientos datan de principios del siglo XX hasta las últimas relevadas hace unos 30 años, durante la década del '80, han participado varios miles de actores cartográficos entre topógrafos, ingenieros, geógrafos, cartógrafos, revisores, supervisores, dibujantes, grabadores, linotipistas, técnicos en mascarajes, fotocromistas, aerofotogrametristas, técnicos restituidores, etc.

Para la confección de una carta se demoraba varios meses en campañas de relevamientos y otros tantos en el complejo procesamiento de los datos e informaciones recopiladas.

El avance gradual de confección requería de varias decenas de actores ejecutores y todas las tareas emprendidas estaban normatizadas por el Reglamento de Signos Cartográficos del Instituto Geográfico Nacional (ex Instituto Geográfico Militar) lo que le confería objetividad científica a la carta producida.

Las cartas topográficas eran el resultado de los levantamientos y se elaboraba una nutrida memoria donde se describían minuciosamente todos los datos recopilados y la información geográfica de la parcela previamente elegida para relevar el terreno.

El sistema de labor desarrollado para la confección de la carta exhibía el carácter objetivo que las distinguía de las demás piezas cartográficas existentes.

La subjetividad en la cartografía. Por el grado de complejidad de cada documento analizado es posible aseverar que a escala más chica, mayor es la posibilidad de detectar subjetividad en el producto final. Cuando se trata de un solo autor es difícil evitarla. En correspondencia con este aserto, es posible detectar errores tanto involuntarios como intencionales. No se trata de licencias cartográficas, sino de omisiones o fallas incluidas a propósito, en mapas de regular escala, con el fin de detectar plagios o copias muy similares de piezas cartográficas de entidades

especializadas. Estos errores adrede surgen a partir del bautismo personal en topónimos de escasa envergadura.

Algunas relaciones entre los S.I.G. y la Cartografía Digital. Las posibilidades de desarrollar los SIG alimentados por piezas cartográficas de origen digital son cada vez mayores.

La Cartografía Digital ha tomado gran impulso en Argentina desde fines del Siglo XX con excelentes programas de diseño y sus bondades han quedado de manifiesto, entre otros avances, en la complementariedad lograda con la integración de la carta topográfica y la carta imagen para revalorizar a la carta digital y los SIG.

Los SIG son el apoyo computacional que habilita la incorporación de todos los datos del territorio, como: modelos digitales del relieve, mapas de suelos, datos climáticos, hídricos, de población, etc., con el objeto que se integren a una proyección y escala común, permitiendo analizar y diagnosticar áreas de interés y confeccionar mapas generales y mapas temáticos (Buzai, 2008). Incorpora información a las bases de datos espaciales y aporta estadística espacial. Asimismo construye modelos de representación que son volcados a los SIG. Un modelo es un programa de análisis de una comarca, ya sea urbana o rural, que permite reproducir las condiciones de determinados hechos geográficos, eventos o fenómenos del área y tomar decisiones para llevar a cabo modificaciones en ese paisaje.

Los atlas que en las últimas décadas en Argentina se realizaron con programas Adobe Illustrator, varios de los cuales corresponden a los publicados por UNLu en 2001 y 2002. (Buzai, 2001 y 2002).

Bibliografía

- Buzai, G. D. (Dir.) (2001) *Atlas Digital de Luján*, (versión CD), Luján, Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G. D. (Dir.) (2002) *Atlas Digital de la Cuenca del Río Luján-Sociodemográfico, económico y habitacional*, (versión CD), Luján, Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G. D. (2008) *Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Cartografía Temática*, Buenos Aires, Lugar Editorial.

Instituto Geográfico Militar (1972) *Reglamento de Signos Cartográficos*, Buenos Aires, Talleres Gráficos del I.G.M.

Joly, F. (1988) *La cartografía*, Barcelona, Oikos tau.

Paso Viola, L.F. (2012) *Diccionario de Términos*, Buenos Aires, Geosistemas.

Aplicaciones de la Cartografía Histórica y las Tecnologías de la Información Geográfica en la Historia Ambiental

Marina Miraglia

La Geografía, por medio del análisis espacial, ha estudiado los procesos de transformación territorial a partir de los criterios de localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial. Sin embargo, en los últimos años, gran número de científicos sociales provenientes de la Historia, la Historia Ambiental, la Sociología, el Urbanismo, la Antropología y la Arqueología, entre otras, han integrado este eje conceptual en trabajos de investigación. Es así que, asociado a este devenir metodológico, se fueron incorporando las fuentes secundarias a través de documentos y productos cartográficos antiguos e históricos. Uno de los desafíos planteados en el ámbito de la Geografía y de estas disciplinas académicas, es poder aplicar las Tecnologías de la Información Geográfica (TIGs) en la incorporación y procesamiento de las fuentes secundarias históricas y actuales (documentales y cartográficas, principalmente) de modo que se pueda gestionar y tratar la información histórica mediante el uso de estas geotecnologías y hacer más eficiente el manejo de bases de datos geográficas, datos espaciales y la información descriptiva conexas. Otro objetivo planteado es poder identificar los eventos y procesos socioeconómicos y ambientales pretéritos y su ubicación geográfica como insumo para el análisis espacial del desarrollo histórico del territorio, en general.

Los documentos cartográficos son de las principales fuentes secundarias de datos para las investigaciones geográficas,

agregando que la producción del material cartográfico acompaña a la historia de la humanidad, cuando los primeros pueblos realizaban inscripciones en distintos materiales como forma de representación de sus actividades en los espacios que habitaban.

Los mapas son el documento por excelencia para mostrar la dimensión territorial, ya que supone el conocimiento de los datos con los que se trabaja, la toma de decisiones respecto a la escala más apropiada y el trabajo acerca del diseño general de la información a incluir y de la simbología a utilizar. Es necesario recalcar que son creados por la subjetividad de un cartógrafo, en un contexto socioeconómico, político y tecnológico determinado, que condiciona sus representaciones.

En términos de la historia de la cartografía, los productos cartográficos, se constituyeron en una herramienta de gran utilidad por cuanto incorporaron desde un principio los avances técnicos y científicos desarrollados en Europa, con el fin de lograr un mayor conocimiento de la disponibilidad de los recursos naturales y humanos que brindaban los “nuevos” territorios conquistados. Independientemente de su valoración científica, en cuanto a exactitud, es importante destacar que los materiales cartográficos, así como los pictóricos, son los primeros documentos en los cuales quedó impresa la imagen del territorio americano. Asimismo, es necesario rescatar el valor del documento en sí, y considerarlos como objetos de estudio por la riqueza documental que encierran, al permitir el reconocimiento de la toponimia o la organización espacial en un momento dado, las vías de comunicación, las ciudades y aldeas y los yacimientos minerales, entre otros.

Las fuentes de datos son elementos fundamentales para la ejecución de desarrollos académicos y profesionales. Trabajando con datos actuales o con datos históricos, la investigación geográfica e histórica se acerca a diferentes fuentes documentales, de las cuales el mapa es muy importante. Aquí el mapa histórico actúa como elemento de registro de un espacio y un tiempo que ya no existe, de modo que constituye una valiosa fuente de datos en la Historia Ambiental.

El autor del mapa antiguo y el contexto socio económico y cultural de elaboración juegan un papel fundamental en la determinación de las informaciones que son posibles de leer e interpretar en los mapas. Generalmente se necesita complementar el trabajo hecho con las fuentes cartográficas, con otras como las documentales, las cuales tienen un desarrollo paralelo al estudio cartográfico.

Con el uso de las tecnologías de la información geográfica, especialmente los SIG, se pueden reconstruir los procesos socioeconómicos y ambientales históricos y su ubicación geográfica como base cartográfica general y como insumo para el análisis espacial del desarrollo territorial local, regional, nacional. Así, estas tecnologías geográficas aportan excelentes métodos para la gestión y tratamiento de las bases de datos geográficas, los datos espaciales y la información descriptiva conexas. Por otro lado, estas aplicaciones permiten identificar los procesos socioeconómicos y ambientales pretéritos y su ubicación geográfica como base cartográfica diagnóstica y como insumo para el análisis espacial del desarrollo histórico del territorio, en general y, de las grandes regiones metropolitanas, en especial.

Las aplicaciones de las Tecnologías de la Información Geográfica en el procesamiento de cartografía histórica permiten su integración en trabajos científico-académicos de historia ambiental.

Bibliografía

- Guzmán Bullock, C.E. (2017) Investigación histórica, los SIG y las nuevas posibilidades epistemológicas y metodológicas. En URQUIJO S. P. *et al.* (coordinadores). *Geografía e Historia Ambiental*, 2017, pp.193-214. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Lanson, D. (2011) El centro histórico de Luján (Buenos Aires, Argentina). Un análisis de los procesos de territorialización a partir de la cartografía histórica. En: *Revista Universitaria de Geografía*, 20, pp. 67-82.

- Miraglia, M. (2019) Cartografía histórica y sistemas de información geográfica: análisis de transformaciones territoriales. En: Buzai, G. *et al.* (compiladores). *Teoría y Métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 2: Por una Geografía Empírica*. Colección Especialidades 1. Universidad Nacional de Luján. Instituto de Investigaciones Geográficas, pp. 147-162.
- Owens, J. *et al.* (s/f) *A Geographic Information Systems (GIS) Training Manual for Historians and Historical Social Scientists*.
- Santos, K., Leal de Menezes, P. & Miraglia, M. (2018). Las calles y los mapas históricos. La dinámica de los nombres geográficos, sus memorias y significados. En: *Revista Geográfica Digital*, 15, 30, 1-16.

Modelos geográficos aplicados a la gestión del territorio, combinación entre cartografía y los Sistemas de Información Geográfica

Rosa Cuesta Molestina, Martha Villagómez

Las Tendencias Futuras en gestión de información, documento editado por el Comité de Expertos de Naciones Unidas en su tercera edición, destaca que, el concepto más importante que formará parte de todas las actividades humanas para los próximos diez años será el pensamiento espacial, el mismo que estará sustentado en el manejo de tecnologías de información y en el uso de métodos analíticos, dos componentes esenciales en la construcción de los modelos geográficos.

La construcción de los modelos geográficos para la gestión del territorio ha evolucionado de la mano de los sistemas de información geográfica, porque permiten administrar gran volumen de información y además progresan constantemente como resultado visible de la correlación de los diferentes tipos de software (Buzai *et al.*, 2016), que van desde los comerciales y muy conocidos y difundidos como los de la empresa ESRI hasta los colaborativos y de código abierto como por ejemplo Quantum GIS (QGIS).

Por otro lado, la representación cartográfica por medio del uso de elementos geográficos como vías, hidrografía, curvas de nivel, topónimos, se constituye en la base espacial que permite el análisis del territorio a intervenir, a esto es necesario sumar datos estadísticos y variables temáticas específicas como tipo de suelo, cobertura vegetal, clima entre otras temáticas que de manera combinada y bajo el uso de determinadas herramientas de análisis digital, permiten la construcción de modelos de análisis geográfico que muestren de manera clara las diversas interrelaciones que se presenta en el territorio, resultados que son plasmados en cartografía de síntesis y en mapas de escenarios tendenciales presentes y futuros.

A partir de la premisa antes planteada, dos cuestionamientos pueden surgir, el primero hace referencia a ¿si los usos de los SIG dinamizan el procesamiento del modelamiento geográfico y la segunda ¿si las nuevas formas de representación cartográfica facilitan o dificultan la comprensión de modelos geográficos? Con la finalidad de dar una respuesta acorde con el uso actual de la información y que se oriente a la gestión del territorio, consideramos importante traer a colación algunos conceptos y experiencias propias.

Sin lugar a dudas, el papel de la cartografía es fundamental para entender de mejor manera los resultados de los modelos geográficos, un procesamiento adecuado permite tener bases sólidas sobre las cuales sentar cualquier tipo de análisis geográfico, la captura, agregación, procesamiento, garantía de la calidad y la entrega oportuna de datos es una tarea que la desempeñan las agencias cartográficas nacionales, tarea que cada vez es más difícil de sostener por la cantidad de información y facilidad de acceso a la misma. Por ello, la información oficial queda de lado cuando no consigue cumplir con todas las características antes descritas y además cuando se dificulta el acceso a la información o ésta no es completa y/o actualizada.

Una vez solucionadas las bases cartográficas y la disponibilidad de datos estadísticos, nos centraremos en el uso de herramientas de geoprocésamiento, desde luego considerando

como antecedente que se conoce la teoría de estas herramientas tanto la que corresponde a la parte espacial como la dimensión estadística, de esta manera se puede evidenciar que los sistemas de información geografía se constituyen en el instrumento más común y fácil de utilizar para el desarrollo de modelamientos; se puede afirmar que su uso se ha democratizado a tal magnitud que muchas veces instalamos los software en nuestros computadores al mismo tiempo que un procesador de texto, imágenes o hasta redes sociales; su uso intuitivo, permite transformar puntos, líneas y polígonos (que representan elementos geográficos) en zonas vulnerables, prospectivas de crecimiento, potencialidades y limitaciones del territorio, zonas de riesgos, entre otros muchos modelamientos de la realidad.

Para completar esta reflexión, es importante destacar que lo más importante, es el análisis, la síntesis y la presentación de resultados, lo que se constituye en el pico del iceberg de un modelamiento geográfico; en esta parte confluyen las bases cartográficas, bases de datos estadísticos, herramientas tecnológicas y se involucra el factor humano que le da la valía a todo estudio realizado. La experiencia y conocimientos del ser humano puede luego decantar en el desarrollo de modelos de inteligencia artificial, sin embargo, no todo territorio es igual y la aplicación de estos modelos debe considerar las características propias de la zona y otros factores que pueden influir en los resultados, como por ejemplo el tiempo, las condiciones sociales, económicas, ambientales e intereses políticos.

En base a todos estos antecedentes, en la primera pregunta podemos concluir que un Sistema de Información Geográfica brinda las herramientas necesarias para el desarrollo de un buen modelo geográfico siempre y cuando se cuente a la par con la experticia y conocimiento del operador de estas herramientas o a su vez un equipo interdisciplinario que analice la información, la modele y discuta los resultados.

Por otra parte, es categórico afirmar que la representación cartográfica tienen un alto contenido de subjetividad, reflejando de forma clara un interés particular de su productor, aquí es necesario ciertas puntualizaciones, al igual que toda disciplina

científica, la cartografía ha evolucionado con el tiempo, la automatización de la misma, ha sido uno de los avances más notables, sin embargo lo que siempre estará presente es el interés de transmitir un mensaje por medio de elementos visuales (Delgado, 2002), en este punto se debe tener el mayor cuidado al usar los colores y símbolos apropiados que reflejen de manera clara la realidad territorial analizada, transmitiendo en forma precisa el mensaje que se desea (Bertin, 2011) exponer ya sea al público en general o a los usuarios especializados, los cuales pueden tomar estos documentos cartográficos como fuentes de consulta para la toma de decisiones, por lo tanto la representación cartográfica es un aliado muy especial para la presentación de los resultados en la aplicación de un modelo geográfico; por experiencias particulares se puede concluir que el éxito de esta relación depende de dos factores claves: la calidad y pertinencia de los datos y los métodos de análisis empleados en el modelo.

En base a este breve análisis, se confirma una vez más que la cartografía y las herramientas automáticas de procesamiento son indispensables y un apoyo sustancial en la gestión de diagnóstico, ordenamiento y prospectivas en distintos niveles escalares territoriales.

Bibliografía

- Bertin, J., (2011) *Semiology of Graphics (Semiología de Gráficos)*, Redlands, Esri Press.
- Buzai, G.D. & Montes Galbán, E. (2021) *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján, Instituto de Investigaciones Geográficas.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Humacata, L., Cacace, G., Delfino, H., Lanzelotti, S. & Principi, N. (2016) *Geografía y Análisis Espacial: Aplicaciones urbano regionales con sistemas de información geográfica*, Luján, EdUNLu.
- Delgado López, E. (2002) El mapa: importante medio de apoyo para la enseñanza de la historia, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7, 15, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14001507>

United Nations, Committee of experts on global geospatial information management (2020) *Future Trends in geospatial information management: the five-to-ten-year vision* – Third Edition, August.

La escala 1:1 y los Sistemas de Información Geográfica modernos

José Ignacio Sánchez

Representar el mundo es un viejo anhelo de la humanidad, hay restos de representaciones del paisaje grabados en roca fechadas en el Paleolítico Superior. Y desde entonces todas las sociedades han intentado cartografiar el mundo, que es una de las mejores formas de tomar conciencia de quienes somos.

Claro es que la cartografía y los mapas han ido cambiando, desde esos primeros mapas tallados en paredes rocosas, por lo tanto, fijos en su emplazamiento, a las imágenes transportables gracias a la aparición del papel, la imprenta y posteriormente las pantallas. También han cambiado sus destinatarios, la pequeña comunidad de la cueva primero, las elites, militares y políticas, más adelante y el consumo masivo finalmente.

Pero siempre, en todas las sociedades y épocas, la cartografía ha tratado de hacer una abstracción de la realidad, una representación esquemática del territorio que ayuda a entender el mundo, mucho más complejo. Es el concepto de escala, la idea de que «el mapa no es el territorio» de Alfred Korzybski (1879–1950), sino solo una representación suya en el que se basa la ciencia cartográfica. (representación como abstracción, idea o modelo, pero también como actuación, *theatrum orbis terrarum*, el teatro del mundo).

Lo que estaba fuera de ese modelo a escala era ridiculizado, como hicieron Lewis Carroll en «Silvia y Bruno» (1889) o Borges con «Del Rigor en la ciencia» (1946). Aunque ya en 2011, y siguiendo con las referencias literarias, Agustín Fernández Mallo nos avisaba, en su particular visión de la obra de Borges «El hacedor (de Borges), Remake», donde se incluía una versión Del

rigor en la ciencia, que llegaba la era Google Earth y con ella la escala 1:1, o superior.

Se pueden ver los textos Lewis Carroll, Jorge Luis Borges y Agustín Fernández Mallo en varias páginas en internet, por ejemplo en <https://ztfnews.wordpress.com/2013/06/07/del-rigor-en-la-ciencia/> (visitada el marzo 2022). En «El hacedor (de Borges), Remake», con un ligero cambio en el micro relato del Rigor en la ciencia, Fernández Mallo cambia totalmente el sentido del texto *-En aquel imperio, [pre Google Earth], el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del imperio, toda una Provincia...*

Pero es que si Google Earth (2001) y Google Maps (2005) nos proporcionaban detalles increíbles de cada punto del planeta, en 2017, Edzard Overbeek, CEO de Here, declaraba a la prensa la intención de su compañía de hacer una representación digital del mundo físico, lo que ahora llamamos gemelos digitales. Aseguraba que en unos años podrían «triangular cualquier objeto, incluso dentro de las casas. De tal forma que, si muevo mi teléfono o cualquier otra cosa, nuestra base de datos [cartográfica] lo cambiará de lugar en cuestión de segundos». El periódico español El País, titulaba el artículo que recogía esas declaraciones «Los mapas con precisión de centímetros que sabrán cuándo mueves el brazo». Los mapas con precisión de centímetros que sabrán cuándo mueves el brazo https://elpais.com/elpais/2017/04/27/talento_digital/1493311116_497929.html

Desde hace unos 20 años asistimos a una explosión de una ingente cantidad de datos, que consumimos cada vez a mayor velocidad, gracias a la revolución de los sensores IoT, el uso masivo de teléfonos inteligentes y la apertura de los datos (Open Data); es lo que llamamos Big Data.

En la actualidad, Google incluye en su cartografía los pasos de cebra o los semáforos de las ciudades, TomTom muestra los carteles que señalan los destinos y otras señales en las carreteras, OpenStreetMap ya está recogiendo donde hay rebaje en las aceras, que facilitan el paso a personas con movilidad

reducida. La realidad aumentada comienza a formar parte de nuestra vida cotidiana. Sensores IoT recogen información de forma automatizada y geolocalizada y la envían en tiempo real para alimentar todo tipo de mapas devorados por los territorios Smart (cities, land, building, etc.).

El mapa imposible, donde la representación ofrece más información que la propia realidad ya está aquí y con él el fin de la abstracción de los mapas.

Al mapa imposible se unen una serie de interrogantes sobre la idea misma de lo que es un mapa: es fácil pensar que dentro de no muchos años la mayor parte de la cartografía se generará sin apenas intervención humana, o al menos no irá destinada al visionado por personas, y acabará alimentando los datos para guiar los coches autónomos, los sistemas de alarma ambientales o complicados algoritmos, entre otras muchas funciones. ¿Si el usuario de un mapa es una máquina (un coche autónomo, un ordenador...) o un algoritmo, hablamos entonces de mapas o habremos llegado al fin del mapa? (Sánchez, 2020).

Y si la cartografía está cambiando, e incluso podemos hablar del fin del mapa ¿cómo no va a cambiar el software que hasta ahora nos ha servido para gestionarlos, los Sistemas de Información Geográfica -SIG?

Desde algunas grandes empresas del sector ya nos van adelantando su visión, en lo que comienza a llamarse SIG modernos. Los términos que se repiten a la hora de diferenciar este SIG moderno respecto al SIG tradicional son escalabilidad, conectividad, interoperabilidad, uso de estándares, Inteligencia Artificial o sistemas abiertos. Es decir, SIG más potentes, con desarrollo nativo en la nube, capaces de manejar todo tipos y tamaños de datos a grandes velocidades. Serán nuevas herramientas con tecnología, lenguajes y procesos muy diferentes a los que nacieron hace 60 años con la puesta en marcha del CGIS (*Canada Geographic Information System*) en 1964.

Los cambios serán más profundos, no solo cuestión de tamaño. La escala 1:1 y superior otorga en la práctica, debido a la complejidad de su tratamiento y exigencia de requerimientos

técnicos, un protagonismo a los datos en el que estos no es que sean la clave del fenómeno que capturan (calidad del aire, antigüedad edificación, densidad de población, uso del suelo o cualquier otra variable), es que están empezando a relegar al propio tema de estudio, empezando a ser más importantes que la propia investigación. ¿Esto será siempre así o volveremos a la importancia del *domain expertise*?

No tengo dudas sobre como los nuevos SIG o SIG modernos van a permitir análisis hasta ahora impensables y el geoprocesado de petas y petas de datos. De lo que no estoy tan seguro es si estos análisis, mejoraran sustancialmente nuestro conocimiento del entorno o, **como decían** los granjeros de Lewis Carroll, no nos dejaran ver el sol —*Nunca ha sido desplegado todavía [el mapa 1:1] —dijo Mein Herr—, los granjeros se opusieron. Ellos dijeron que cubriría completamente el país, ¡y no dejaría pasar la luz del Sol! Así que ahora utilizamos el propio país, como su propio mapa, y te aseguro que funciona casi tan bien.*

Bibliografía

Sánchez, J.I. (2020) ¿El fin del mapa? *Nosolosig*
<https://www.nosolosig.com/articulos/1174-el-fin-del-mapa>

Tecnologías SIG Web en la construcción de atlas interactivos

Noelia Principi, Eloy Montes Galbán

Las actuales posibilidades de interacción que brindan los productos cartográficos al relacionarnos con la información espacial a través de los diferentes sentidos, mediante el uso de sistemas multimedia, han permitido por un lado, explorar nuevas formas en la producción y difusión de la información geográfica y, por el otro, mejorar la experiencia de los usuarios en cuanto a la comprensión del espacio geográfico.

Los niveles de comunicación son cada vez mayores en la medida que se ha incrementado el grado de interactividad con los

productos informativos (mapas digitales) pasando de una cartografía estática (imagen fija) a una cartografía interactiva (animada y con diferentes niveles de control), permitiendo lograr el objetivo de un mensaje gráfico más eficaz que no requiera demasiado esfuerzo para su interpretación (Montes Galbán, 2018).

Con la aparición y el fortalecimiento de la llamada Web 2.0 la distribución de los mapas por Internet es cada vez más prolífica. A la denominada Cartografía Multimedia ahora se le suman las posibilidades que actualmente brindan las telecomunicaciones digitales, una de sus principales características es que ha permitido librar las barreras espacio-temporales del pasado a través del uso de diferentes plataformas (Dispositivos móviles, tabletas, PC, etc.). Cualquier persona se puede convertir en un usuario (productor y/o consumidor) de cartografía *on-line*, solo con tener un dispositivo y una conexión a Internet.

Al analizar la evolución de los niveles de interactividad que se han alcanzado con los mapas en la Web es necesario destacar el paso de los mapas estáticos (mapa fijo), mapas solo para ver, pasando luego de las animaciones simples a los mapas para manipular (con mayor o menor grado) y, por último, los mapas creados en la Web, que requieren de la interacción con la base de datos (Cauvin *et al.*, 2008).

En este contexto, las tecnologías Web SIG (*Web Mapping*) se pueden entender de forma amplia como aquellas que permiten combinar los elementos presentes en una representación cartográfica con los elementos que habitualmente forman parte de una página Web, ya que se han desarrollado principalmente para su trabajo dentro de un navegador, es decir, como una alternativa a los SIG de escritorio o para alcanzar áreas nuevas en el trabajo con información geográfica digital (Olaya *et al.*, 2020).

Una de las ventajas que ofrecen las tecnologías Web SIG, es la posibilidad de acceso a usuarios menos especializados, con un perfil menos técnico. Los SIG de escritorio regularmente están orientados a usuarios más especializados, mientras que en un Web SIG es posible dotar a un sencillo navegador Web de

capacidades de visualización o edición de información geográfica logrando que estos lleguen a un público más amplio, abriendo nuevas posibilidades (Olaya *et al.*, 2020).

Además de lo antes mencionado, la difusión y uso masivo de los Web SIG se debe entre otras cosas al hecho de no requerir un software SIG específico, a la posibilidad de generar trabajo en colaboración, la facilidad de mantener la información actualizada así como la capacidad de combinar la información geográfica con otros elementos digitales.

En esta línea, se encuentra el proyecto de extensión titulado *Atlas -web interactivo: recurso didáctico innovador para la enseñanza de la Geografía* (Dir. N.Principi, Codir. E.Montes Galbán) con la propuesta de trasladar un Atlas tradicional, en versión impresa y digital, a un Atlas-web interactivo alojado en una página Web institucional, brindando las herramientas necesarias para la incorporación de la tecnología Web SIG en las clases de Geografía de nivel secundario y terciario. Se utiliza como base el “Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján” (Buzai *et al.*, 2019) cuyo principal objetivo es proporcionar a los usuarios una visión sistémica y actualizada de los aspectos centrales de la Geografía Humana del área de estudio a partir de incorporar resultados de tres proyectos de investigación realizados en el Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG) entre 2016 y 2020: 1) *Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján*, 2) *Geografía y Patrimonio cultural en la cuenca del río Luján* y 3) *Diagnóstico socio-habitacional en la cuenca del río Luján, 2010 basado en el análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica*.

El mapa, como principal forma de comunicación de la disciplina, ha estado presente tradicionalmente en las clases de Geografía. En este sentido, el “Atlas” como compendio de representaciones cartográficas se considera históricamente como una fuente de información central en el aula, principalmente para reconocer y analizar localizaciones. Pero la concepción de Atlas se ha ampliado en los últimos años. Desde un punto de vista

espacial, el Atlas ya no considera exclusivamente el concepto de localización sino que se apoya en los cinco conceptos fundamentales del análisis espacial que permiten ver relaciones espaciales entre los componentes cartografiados: localizaciones, distribuciones espaciales, asociaciones espaciales, interacciones espaciales y evoluciones espaciales a través del tiempo (Buzai y Baxendale, 2011).

Toda la cartografía se apoya en uno o en la combinación de estos conceptos concretos. Mientras los atlas tradicionales incorporan los mapas hechos e impresos, los atlas interactivos, a través de los SIG Web, ponen a disponibilidad las bases de datos alfanuméricas y gráficas para que los usuarios visualicen, editen y/o realicen sus propios mapas. La cantidad de mapas resultados es infinita porque son infinitas las posibilidades de combinación de variables y de escalas.

Esta gran flexibilidad fomenta la participación creativa de los docentes o futuros docentes de Geografía y nos permite realizar la transferencia de resultados de investigación a ámbitos extra-universitarios, acompañando con capacitaciones que facilitan la utilización Atlas Web interactivo de Geografía Humana de la cuenca del río Luján en las clases de Geografía. De esta forma, se presenta como un ejemplo concreto de aplicación de tecnologías SIG Web en la construcción de atlas interactivos.

Bibliografía

- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2011) *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica. Temáticas de base raster*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G. D., Lanzelotti, S., Principi, N., Montes Galbán, E., Humacata, L., Acuña Suarez, G. & Baxendale, C.A. (2019) *Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján*, Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Geográficas.
- Cauvin, C.; Escobar, F. & Serradj, A. (2008). *Cartographie Thématique 5. Des voies nouvelles à explorer*, Paris, Hermes Science.

- Montes Galbán, E. (2018) La Cartografía en la era digital: Desarrollo y perspectiva. *Anuario de la División Geografía*, 12, 194-205.
- Olaya, V., Turton, I., & Fonts, O. (2020). Servidores remotos y clientes. Web Mapping. En V. Olaya, *Sistemas de Información Geográfica* (pp. 485-511). S/C: CreateSpace Independent Publishing Platform. Obtenido de <https://volaya.github.io/libro-sig/>

CAPÍTULO 12

TRATAMIENTO DE DATOS Y METODOLOGÍAS

Los Sistemas de Información Geográfica y el enfoque computacional en la investigación científica

Joaquín Bosque Sendra

Recientemente, se ha planteado una lista de programas informáticos que han resultado de gran importancia para la investigación en diversas ciencias (Perkel, 2021).

Una pregunta que surge de inmediato es: ¿deberían/podrían haberse incluido los Sistemas de información geográfica (SIG o GIS con las siglas en inglés) entre estos programas informáticos que han tenido gran importancia científica?

La respuesta no es sencilla, es bastante claro que los SIG han resultado una gran ayuda para el estudio del territorio y que ahora están muy difundidos en diversas disciplinas, y muy en particular, en la Geografía. Por otra parte, en realidad este tipo de programas informáticos no es demasiado complejo, seguramente bastante menos que la mayoría de los incluidos en la lista citada. En ese sentido, la comparación con ellos y su inclusión en esa lista es algo discutible y problemático.

Otra cuestión que se puede plantear sería la siguiente: buena parte de los programas mencionados se incluyen en el denominado “enfoque computacional” en la investigación científica. ¿Los SIG forman parte de ese nuevo enfoque de trabajo científico? La respuesta a esta pregunta es complicada.

¿Qué es el enfoque/procedimiento computacional en investigación? Se trata de usar los ordenadores, las computadoras, para hacer ciencia, para encontrar nuevos conocimientos científicos, para ello se trata de formular modelos matemáticos que se calculan en un ordenador, se simulan mediante un programa informático que funciona en una computadora (Kovalchuk y otros, 2021). Esto es muy diferente del uso más habitual de los ordenadores como medio simple de registrar los datos científicos o de almacenarlos. El enfoque

computacional es algo más, consiste en aportar nuevo conocimiento a través de la simulación, de la resolución de modelos, que no se podrían manejar de modo manual. Por ejemplo, en Biología se ha planteado una discusión importante sobre el tema. Así, para definir que es, exactamente, la Biología computacional (López, 2019), escribe lo siguiente: 'Según esta organización (el NIH: National Institute of Health de los Estados Unidos) «la bioinformática recurre a principios derivados de las ciencias de la información para conseguir que sea más comprensible y útil el ingente, diverso y complejo volumen de datos con el que trabajan las ciencias naturales». Por otra parte, también según el NIH, «la biología computacional utiliza una aproximación matemática y computacional para dar respuesta a preguntas teóricas y experimentales en el ámbito de la biología». Y concluye apuntando lo siguiente: «aunque la bioinformática y la biología computacional son diferentes, se solapan de forma significativa»'. De acuerdo con esto, el enfoque computacional se centra, principalmente, en la simulación de modelos matemáticos o similares que se pueden construir en las diferentes disciplinas, y no tanto, aunque algo también, en el almacenamiento/tratamiento de los abundantes datos que ahora, cada vez más, están disponibles en muchas áreas científicas.

¿Los SIG se pueden integrar en ese enfoque computacional?, un SIG es un programa informático que ayuda también a tratar y resolver problemas prácticos de importancia. Pero la cuestión es: ¿tienen los SIG un grado de complicación, de elaboración (¿matemática y/o informática?) similar o comparable a la que se produce en los programas antes citados?, un SIG es una herramienta útil y con cierto nivel de complicación, pero no es una herramienta que se dedique a la simulación y a la ejecución de modelos matemáticos complejos y esto es un requerimiento bastante obligatorio para considerar a algo integrado en el enfoque computacional.

En resumen, un SIG es un programa informático útil y que se ha difundido mucho, pero no alcanza la complejidad y la dificultad que se pueden mencionar en la gran masa de

desarrollos computacionales que se integran en este enfoque. Al menos esa es nuestra opinión. Por ello, la integración de los SIG en un enfoque computacional es posible, pero con algunas limitaciones y reticencias.

Bibliografía

- Kovalchuk, S. *et al.* (2021) 20 years of computational science: Selected papers from 2020 International Conference on Computational Science. *Journal of Computational Science*, 53, <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2021.101395>
- López, J.C. (2019) Biología computacional: así es como esta ciencia aspira a resolver algunos de los grandes problemas de la humanidad en Xataka (blog), ver <https://www.xataka.com/investigacion/biologia-computacional-asi-como-esta-ciencia-aspira-a-resolver-algunos-grandes-problemas-humanidad>
- Perkel, J.M (2021) Diez códigos informáticos que han transformado la ciencia, *Investigación y ciencia*, 536, 72-79.

Sistemas de Información Geográfica y Big Data espacial

Joaquín Bosque Sendra

Los SIG han sido una herramienta de análisis territorial que han supuesto un gran cambio en los procedimientos para estudiar y entender los fenómenos geográficos, los que se producen sobre el territorio y qué, en alguna medida, son afectados por las características de este.

Han sido una herramienta innovadora, que surgida en los años 60 del siglo XX, se han ido difundiendo y estableciendo como procedimiento de uso masivo durante los años 80 y 90 del siglo XX, en la actualidad están extensamente difundidos y son ampliamente empleados en multitud de tareas académicas y de las actividades concretas de empresas e instituciones de diverso tipo.

Se podría decir que los SIG supusieron una revolución, un cambio decisivo en el análisis del territorio, qué, como toda

innovación importante, ha tenido sus resistencias y sus apoyos para su difusión generalizada.

La cuestión que se quiere plantear en este texto es ¿cuál es?, ¿cuál puede ser?, la relación entre los SIG y la nueva revolución metodológica/instrumental que afecta, en la actualidad, a los hechos territoriales: la aparición del denominado *Big data* espacial o el *Big Earth Data*.

Para ello, en primer lugar, se va a intentar definir que son estos *Big data* y más en particular los de tipo espacial, los que más pueden afectar al estudio actual del territorio y al uso de los SIG en ello.

El o los *Big data* se pueden definir de una manera simple como “datos, conjuntos de datos, que no pueden ser analizados con los procedimientos de estudio de los datos y las técnicas informáticas usuales”, y no pueden ser analizados por el gran tamaño que tienen lo que impide o dificulta enormemente su tratamiento (Jin *et al.*, 2015; Bosque Sendra, 2015).

Se trata de una definición muy simple pero muy esclarecedora. ¿De dónde proceden estos datos?, gran cantidad de ellos surgen en ciertas áreas de diversas ciencias, por ejemplo, de la Física: como la Meteorología y las complejas simulaciones de procesos físicos; de la Biología: la Genómica, la Conectómica, y las investigaciones relacionadas con los procesos biológicos y ambientales, etc. Los datos aumentan en volumen debido, en parte, a la recolección masiva de información procedente de los sensores inalámbricos y de los dispositivos móviles, el crecimiento de los registros históricos de muchos tipos: sistemas de teledetección, micrófonos, lectores de identificación por radiofrecuencia, etc. Se estima que en 2012 cada día fueron creados cerca de 2.5 trillones de bytes de datos.

Una parte muy importante del *Big data*, en torno al 70%, tiene una referencia territorial y se consideran por ello *Big data espacial* o *Big Earth data* (Li *et al.*, 2016). Esto ha provocado el desarrollo de un fuerte interés por estos datos e, incluso, la aparición de revistas específicamente dedicadas a estas cuestiones, por ejemplo, *Big Earth Data*, donde se han publicado

trabajos de gran interés, por ejemplo el de Boulton (2018). Estos datos espaciales son de diversas fuentes, multi-temporales, de escalas muy diversas, muy complejos y poco estructurados, y se refieren al interior de la Tierra, a la superficie terrestre, a la atmósfera y al espacio cercano (Doe, 2017). La Neogeografía o Geografía voluntaria es otro factor que puede ayudar a generar *Big data* espaciales (Bosque Sendra, 2015).

Una importante área de aplicación y desarrollo de este tipo de datos es la denominada *Digital Earth*, propuesta por Al Gore y por algunos científicos, entre ellos varios geógrafos, ver la revista *International Journal of Digital Earth*, <http://www.tandfonline.com/loi/tjde20>.

En algunos países, en especial algunos asiáticos, el análisis y uso del *Big data* ha alcanzado gran importancia (Yu *et al.*, 2016).

Un problema que parece relevante y a discutir es el siguiente: ¿Los SIG pueden manejar los *Big data*?, ¿o se necesita el uso exclusivo de otros procedimientos, nuevos y diferentes?

Se trata de una cuestión de importancia y que va a suponer, según sea la respuesta, un gran cambio en el desarrollo de los SIG y de otras tecnologías de la información geográfica.

Existen ya, dentro del mundo de la Geografía académica y de los SIG, desarrollos para utilizar el *Big data* espacial, por ejemplo, Moya *et al.* (2017), también existen algunos otros avances que permiten, en alguna medida, incluir *Big data* en ARCGIS (ver: <http://www.nosolosig.com/articulos/275-informacion-geografica-y-big-data>, <https://esriblog.wordpress.com/2017/11/27/trabajando-con-big-data-y-arcgis/>), etc. Una línea de avance que puede tener importancia en esta cuestión sería la “paralelización” de los SIG (Zhao *et al.*, 2016).

No obstante, a pesar de estos avances parece necesario seguir reflexionando y elaborando iniciativas que permitan concretar y plantear una clara solución a esta cuestión: ¿los SIG son la herramienta adecuada para el *Big data espacial* o se necesita complementar o mejorar su organización con otros procedimientos?

No parece nada clara la respuesta a todo esto y la Geografía académica debería prestar alguna atención a este tema para adelantar alguna solución.

En este breve texto poco más se puede desarrollar, es de esperar que otros tomen esta pregunta y aporten soluciones adecuadas y convenientes. Así lo esperamos.

Bibliografía

- Bosque Sendra, J. (2015): “Neogeografía, BIG DATA y TIG: Problemas y nuevas posibilidades”, *POLÍGONOS. Revista de Geografía* 2015, nº 27, 165-173 e ISSN – 2444-0272. Ver <http://revpubli.unileon.es/ojs/index.php/poligonos/article/view/3277/2591>
- Boulton, G. (2018) The challenges of a Big Data Earth, *Big Earth Data*, 2, 1, 1-7
- Bosque Sendra, J. (2015) Neogeografía, BIG DATA y TIG: Problemas y nuevas posibilidades, *Polígonos*, 27, 165-173
- Doe, H. (2017) Editorial, *Big earth data*, 2017, 1,1
- Jin, X., Waha, B., Cheng, X. & Wang, Y. (2015) Significance and Challenges of Big Data Research, *Big Data Research*, 2, 59–64
- Li, S., Dragicevic, S., Anton, F., Sester, M., Winter, S., Coltekin, A., Pettit, C., Jiang, B., Haworth, J., Stein, A., Cheng, T. (2016) Geospatial Big Data Handling Theory and Methods: A Review and Research Challenges, *I S P R S Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115, 119-133
- Moya Gómez, B., Salas Olmedo, M.H., García Palomares, J.C. et al. (2017) Dynamic Accessibility using Big Data: The Role of the Changing Conditions of Network Congestion and Destination Attractiveness *Netw spat Econ* (2017)
- Yu, S.C., Shin, D.B. & Ahn, J.W. (2016) A Study on Concepts and Utilization of Geo-Spatial Big Data in South Korea, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20, 7, 3893-2901
- Zhao, L., Chen, L., Ranjan, R., Kwang, Cho R. & He, J. (2016) Geographical information system parallelization for spatial big data processing: a review *Cluster Comput*, 19, 139–152

El desafío de armonizar datos espaciales ambientales y poblacionales en los Sistemas de Información Geográfica (SIG): ¿puede la grilla estadística ser una alternativa?

Heinrich Hasenack

Un reto siempre presente en el análisis espacial es la compatibilidad de los datos que se desean utilizar. Al mismo tiempo, el acceso a los datos y las herramientas de acceso público para su tratamiento son más accesibles hoy que hace una década.

Los datos de los censos demográficos nacionales se obtienen a partir del registro de las personas que residen en un lugar determinado. Para garantizar la privacidad de los datos, se publican en forma agregada y la unidad de muestra más pequeña de agregación es el radio censal con su representación en modelo vectorial (Buzai & Baxendale, 2012). Los datos se organizan en bases de datos, donde cada fila de las tablas que las componen corresponde a una unidad de muestreo y cada columna a uno de los atributos considerados. En la forma clásica de espacialización de los datos agregados desde el nivel de sector censal hasta el nivel nacional, se mantiene la suposición de que los datos se encuentran distribuidos homogéneamente en las unidades espaciales, lo que da lugar a la realización de mapas coropléticos (Oliveira & Romão, 2021). Esta abstracción es útil cuando queremos comparar, por ejemplo, la población total o la densidad demográfica de un municipio con otro, o incluso verificar en una región si los municipios con alta densidad demográfica están agrupados o si están dispersos, un gradiente de colores de menor a mayor intensidad permitirá discriminar la situación a nivel espacial. A partir de los mapas coropléticos se sabe cuántos habitantes viven en un determinado municipio, pero no cómo se distribuyen internamente en el municipio o en la unidad territorial elegida. Se considera que tienen una distribución homogénea y esta puede cambiar bruscamente de una unidad espacial a su vecina, lo que rara vez ocurre en la realidad.

Paralelamente a la mirada espacial de los datos censales de un año determinado, la repetición de los censos a intervalos

regulares, generalmente cada diez años, tiene por objeto observar en un mismo lugar las variaciones de la estructura de la población a lo largo del tiempo. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, los límites políticos utilizados para definir las unidades de muestreo en un censo pueden no ser necesariamente los mismos que en el censo anterior debido a los cambios resultantes de las subdivisiones de las unidades espaciales. Esta misma variación temporal se observa en temas ambientales como, por ejemplo, la cobertura y el uso del suelo, que está asociada tanto a las variaciones demográficas como a la actividad económica y la producción agrícola cuya agregación se produce a nivel municipal.

Para facilitar la armonización de los datos socioeconómicos y medioambientales que no comparten las mismas fronteras y para eludir los problemas de cambio de fronteras políticas entre diferentes censos, el IBGE - Instituto Nacional de Geografía y Estadística - ha establecido un sistema matricial de cuadrados vectoriales denominado cuadrícula estadística (IBGE, 2016). La grilla estadística del IBGE tiene como estándar celdas de 1 km², con niveles de agregación para celdas de 5×5 km, 10×10 km y 50×50 km, y detalles en las áreas urbanas de 200×200 m. La grilla fue generada usando la Proyección Equivalente de Albers, cuya principal característica es la equivalencia de área. Cada celda recibió entonces un código específico de modo que puede ser usada tanto en formato vectorial como raster. Una vez generada, la grilla fue dividida en 56 bloques de 500×500 km para facilitar su manejo y se disponibiliza en coordenadas geodésicas, en el datum SIRGAS 2000.

Cuando queremos combinar capas de información cuyas unidades espaciales no son compartidas, surge siempre la duda de cómo hacerlo. Uno de los métodos más usados es transformar todos los datos a formato raster (Buzai & Baxendale, 2011), ya que a partir de unidades regulares coincidentes resulta fácil combinar capas de información. Normalmente se escoge una resolución que sea compatible con la escala original de los mapas en cuestión en base a la mínima área mapeable (Johnston, 1988).

El reto también va acompañado de nuevas posibilidades de análisis, que no serían posibles sin las actuales facilidades de acceso a los datos públicos y las aplicaciones para el desarrollo de estrategias de análisis relacionadas con la desagregación de datos tanto demográficos como medioambientales. Aunque los datos demográficos primarios no pueden utilizarse por razones de privacidad, es posible utilizar otras formas de desglose. Es un hecho que las zonas urbanizadas tienen una mayor densidad de población que las zonas rurales y que las zonas más cercanas a los centros urbanos y a las carreteras son más susceptibles de ser colonizadas que las zonas más alejadas, siguiendo en parte lo que establece la Primera Ley de la Geografía (Tobler, 1970). Observaciones empíricas como estas pueden servir de base para estimar la distribución de la población de forma más cercana a lo que se observa en la realidad (Zandbergen & Ignizio, 2010; Krunic *et al.*, 2011). Estos datos no sustituyen a los datos originales, pero sirven como una aproximación útil para los responsables de la toma de decisiones.

Una aplicación similar se hace ya en pedología, buscando desagregar unidades cartográficas que, dependiendo de la escala, contienen más de un tipo de suelo, sin poder identificar la ubicación de estos suelos dentro de la unidad cartográfica. En este trabajo se utilizan, por un lado, datos heredados, la mayor parte de los cuales todavía están en formato analógico y que actualmente están digitalizados y son accesibles de forma más amplia (Sarmiento *et al.*, 2017). Una vez desagregados, estos mapas tienen un mayor detalle y la posibilidad de ir acompañados de una evaluación de la precisión, informando al usuario de las limitaciones de estos datos para su uso en otras aplicaciones. Los mapas que muestran los resultados de este proceso de desagregación de datos se denominan mapas dasimétricos (Oliveira & Romão, 2021).

La cuestión de combinación de datos con diferentes recortes espaciales no se resuelve con el uso de la grilla estadística, pero su uso ofrece la oportunidad a los especialistas de diferentes áreas del conocimiento de observar como su tema de interés

interactúa con otros temas en un espacio geográfico dado. El lugar es el foco, no el tema de interés de cada uno.

Bibliografía

- Buzai, G. D. & Baxendale, C. A. (2011) *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica: Perspectiva científica, temáticas de base raster*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G. D. & Baxendale, C. A. (2012) *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica: Ordenamiento territorial, temáticas de base vectorial*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- IBGE. (2016) *Grade estatística*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Johnston, C. A. (1998) *Geographic Information Systems in Ecology*, Blackwell, Oxford.
- Krunic, N., Kilibarda, M. & Tomic, D. (2011) Modelling the spatial distribution of Vojvodina's by using dasymetric method, *Spatium International Review*, 24, 45-50. DOI 10.2298/SPAT1124045K
- Oliveira, I. J. & Romão, P.A. (2021) *Linguagem dos mapas: cartografia ao alcance de todos*. 2.ed. Goiânia, Editora Universidade Federal de Goiânia, DOI <https://doi.org/10.5216/LIN.ebook.978-65-86636-14-7/2021>
- Sarmiento, E.C., Giasson, E., Weber, E.J., Flores, C.A. & Hasenack, H. (2017) Disaggregating conventional soil maps with limited descriptive data: A knowledge-based approach in Serra Gaúcha, Brazil, *Geoderma Regional*, 8, 12-23. DOI 10.1016/j.geodrs.2016.12.004
- Tobler, W. (1970) A computing movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 2, 234-240.
- Zandbergen, P. & Ignizio, D. A. (2010) Comparison of dasymetric mapping techniques for small-area population estimates, *Cartography and Geographic Information Science*, 37, 3, 199-214.

¿Geografía cuantitativa o métodos cualitativos?: hacia una metodología alternativa.

Armando García de León

Al revisar algunos trabajos de investigación geográfica con cobertura regional sorprende encontrar, todavía vigente, el debate sobre cuál tratamiento (cuantitativo o cualitativo) debe ser empleado. Por ejemplo, Pedone (2000) resume las discusiones clásicas al respecto en un artículo basado en el trabajo de campo con orientación cualitativa. Al mismo tiempo, otros autores establecen que el método a emplear se determina: “tomando en consideración la realidad a estudiar... y a los resultados a los que se quiere llegar” (Aguilar, 2011: 87). Con temporalidad más reciente se recomienda complementar entre si ambas plataformas, a veces con argumentos un tanto confusos o contradictorios (Sale *et al.*, 2002).

Dentro de ese contexto viene al caso expresar algunos comentarios a manera de referencia; después retomar unas cuantas ideas expresadas en un trabajo anterior (Buzai y García de León, 2015) y, finalmente, plantear una propuesta desde el campo de la geografía regional, para una posible delimitación entre cuantificación y lo cualitativo.

También es posible encontrar una especie de jerarquía intelectual, segmentada por tipo de país. Todo indica que en naciones de alto desarrollo la cuantificación se ha mantenido como paradigma dominante, al menos así se desprende del trabajo de Pedone (*op.cit.*) cuando lista varios autores del área anglosajona (todos cuantitativos) con indudable predominio sobre otras tendencias. Por el contrario, la experiencia es diferente en un entorno de desarrollo mediano, como México, donde se impone la corriente radical con especial presencia en los ambientes académicos, tal vez por el reducido número de geógrafos locales capaces de combinar: conocimiento de marcos teóricos robustos; manejo especializado de estadística descriptiva y habilidades para aplicar tecnologías digitales, asociadas en lo general con el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Al indagar sobre cuál tipo de metodología será la mejor se facilita entrar en terrenos discursivos e ideológicos, pero puede resultar complicado salir de ellos sin acarrear una serie de paradojas. Quienes nos dedicamos a la geografía cuantitativa generalmente evitamos discusiones o justificaciones sobre qué, cómo y para qué emplear la cuantificación, al igual que otras disciplinas aplicadas, donde rara vez el especialista se cuestiona sobre la conveniencia (o inconveniencia) de lo que hace y el cómo lo lleva a cabo (Buzai y García de León, 2015:37).

Con estos antecedentes, en este estudio se deja de lado esa posible discusión, a pesar de poder rebatir varios de los puntos centrales de la geografía crítica. Pero ahora el interés central es presentar una experiencia que puede ser útil cuando se busca avanzar en una investigación sustentada en el análisis regional, en especial al momento de decidir entre la opción cualitativa o la cuantitativa. Para ese fin, presentamos un proyecto del Instituto de Geografía (UNAM), actualmente en desarrollo.

Durante las últimas cuatro décadas México enfrenta una problemática poblacional significativa: a la fecha cuenta 125 millones de residentes al tiempo que crece de manera acelerada. Esta problemática está centrada en ciertas regiones del país donde predomina la industria, a la cual se reconoce como motor del crecimiento demográfico. Por lo anterior, es de interés demostrar si se cumple el supuesto teórico de que a mayor presencia industrial corresponderá un crecimiento poblacional equivalente. En este caso, enfrentamos la tarea de analizar 75 ciudades mexicanas mayores de 200 mil habitantes, todas ellas importantes por su número de residentes y valor de producción manufacturera, donde residen 67 millones de personas. Para lograr este objetivo, viene al caso plantear algunas preguntas:

- ¿aplicaremos una técnica cualitativa o cuantitativa?
 - ¿se debería compulsar el sentir de 67 millones de personas y decenas de miles de empresarios (posturas radicales) para aceptar como representativo el análisis?
- Y si a esto último se respondiera de manera afirmativa, entonces:
- ¿cuál técnica cualitativa podría emplearse?

- ¿se podrían aplicar encuestas a más de 400 mil establecimientos manufactureros en 75 poblaciones, para estimar valores de 21 subsectores manufactureros dispersos en 1.9 millones de kilómetros cuadrados de territorio?

Por fortuna, ninguna de las preguntas anteriores es procedente al tratarse de una cuestión de escala. En efecto, para una escala general como la presentada en este ejemplo y con datos estadísticos suficientes, nadie pensaría en aplicar un enfoque cualitativo, bajo el cual, probablemente ni siquiera se plantearía un estudio de esta magnitud.

Siguiendo con este ejercicio, bajo estándares cuantitativos se formarían las bases de datos respectivas a partir de los parámetros a evaluar (eje X: habitantes; eje Y: valor de producción industrial). Puede pensarse aquí en un análisis bivariado con representación gráfica, buscando identificar ciudades clasificadas en cuadrantes pares, cuya presencia desmentiría el supuesto hipotético de partida (cuadrante 2: bajo incremento poblacional y alta producción industrial; cuadrante 4: alto crecimiento en habitantes y baja producción). Si el coeficiente de correlación de Pearson de ambos referentes resulta relativamente alto ($r > 0.8$) los casos en ese par de cuadrantes serían relativamente pocos.

Después, aprovechando el gráfico elaborado, complementado con algún método clasificatorio matemático, se identificarían los casos extremos, calificados así estar alejados de los promedios respectivos. Mediante este procedimiento (por completo cuantitativo) quedarán evidenciadas unas pocas localidades (probablemente menos de diez) donde no se cumple la hipótesis de partida. Si se representan en cartografía aprovechando las utilerías SIG, seguramente estarán cercanas entre sí, formando micro-regiones bien delimitadas.

Ahora sí, los pocos centros urbanos de excepción identificados demandan transitar (desde lo general-cuantitativo) a una escala local, mediante trabajo de campo (esencialmente cualitativo) para recabar información capaz de aportar respuestas concretas a dudas específicas; y todo lo anterior en espacios claramente delimitados.

Sin embargo, la experiencia suele demostrar un proceder diferente. Por lo común, en el primer paso se determina el lugar a estudiar bajo argumentos genéricos, dando paso a dos problemas sustanciales. Primero, de ser una sola unidad territorial, proveerá información a escala puntual nulificando así tres de los cinco conceptos (distribución, asociación e interacción) básicos para dar al estudio un perfil plenamente geográfico (Buzai, 2012:25-32), incursionando en los límites de otras disciplinas afines a la geografía. El segundo problema se encontrará al intentar justificar el por qué ese lugar (o lugares) se aceptó como caso de estudio, sin demostrar antes su relevancia y unicidad.

En torno de esta propuesta conviene señalar lo improbable de su completa originalidad. Sin embargo, hasta ahora no hemos encontrado evidencia de una alternativa similar planteada en las publicaciones donde se ocupan estas alternativas metodológicas, razón por la cual su posible singularidad y utilidad se deja a la mejor opinión y experiencias de los lectores.

Bibliografía

- Aguilar, F.M. (2011) Métodos y técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa en Geografía, *Paradigma: Revista de Investigación Educativa*, pp. 79-89.
- Buzai, G.D. (2012) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Evolución Teórica-Metodológica Hacia Campos Emergentes, *Revista Geográfica de América Central*, 2, 15-67.
- Buzai, G.D. & García de León, A. (2015) Balance y Actualidad de la Geografía Cuantitativa, en Fuenzalida, *et al. Geografía, Geotecnología y Análisis Espacial: Tendencias, Métodos y Aplicaciones*, Santiago de Chile, Universidad Alberto Hurtado. pp. 31-54.
- Pedone, C. (2000) El trabajo de campo y los métodos cualitativos. Necesidad de nuevas reflexiones desde las geografías latinoamericanas *Scripta Nova*, 57, 1 <http://www.ub.edu/geocrit/sn-57.htm>
- Sale, J.E., Lohfeld, L.H. & Brazil, K. (2002) Revisiting the Quantitative-Qualitative Debate: Implications for Mixed-Methods Research, *Qual Quant journal. Canadian Institutes of Health Research*, 36, 1, 43-53.

Sistemas de Información Geográfica e inferencia causal

Gustavo D. Buzai

Muchas veces la causalidad y el determinismo son considerados sinónimos, cuando en realidad el segundo es una forma extrema del primero (Bunge, 1978) ya que representa una situación en la que no se deja posibilidad de acción para apartarse de acontecimientos fijos. Los procedimientos estadísticos aplicados en Geografía Humana (Buzai y Santana Juárez, 2019) brindan buenas posibilidades aplicativas en donde la inferencia causal, como elemento central del *racionalismo*, conecta la teoría con la metodología para la obtención de resultados.

El análisis multivariado inicia con la organización de una matriz de datos tradicional de filas y columnas, en las primeras se ubican las unidades espaciales y en las segundas las variables que incluyen los datos cuantitativos obtenidos de la realidad como medición de la intensidad de cualidades. Los procedimientos de transformación matricial se dirigen hacia la realización de la matriz de correlaciones de variables de $N \times N$ donde la totalidad de relaciones estará definido por un triángulo interior de $[(N^2 - N)/2]$ Los valores cuantitativos se obtienen a través del cálculo del coeficiente r de Pearson con valores 1 en la diagonal y diferentes resultados de correlación entre el $r=-1$ (máxima correlación negativa) y el $r=1$ (máxima correlación positiva).

La inferencia implica extraer un juicio o conclusiones a partir de las relaciones establecidas. La inferencia causal deduce las causas explicativas a partir de los datos correlacionados, aunque la obtención de valores altos de correlación no implica que exista una causalidad. Se representa mediante la probabilidad de un evento A por causa de B , siendo $P(A \setminus B) > P(A)$.

Para áreas con una misma base cartográfica se encuentra una alta correlación entre el mapa de preferencias construido por encuesta a personas (Buzai, 2011) y el mapa social construido mediante el uso de datos censales (Buzai, 2014), siendo claro que las preferencias no son la causa de la distribución socioespacial urbana. Si bien hemos podido medir un coeficiente de correlación de r significativamente positivo para ambas distribuciones

espaciales, es posible afirmar que $P(A \setminus \neg B)$.

En áreas surgidas por asociación espacial a partir de una superposición de mapas podemos verificar que existe una alta correlación entre determinado tipo de suelo y la aglomeración urbana (Baxendale y Buzai, 2011), pero el tipo de suelo no es la causa del crecimiento urbano, en este sentido se cumple que la intersección es un subconjunto de ambas distribuciones espaciales $A \cap B \subseteq A, B$ como subconjunto de mayor tamaño con el paso del tiempo.

Estos ejemplos muestran que no se producen relaciones causales $A \rightarrow B, B \rightarrow A$ a pesar de obtenerse un alto valor en el coeficiente de correlación o de lograrse una importante y creciente superficie de superposición de categorías.

Cuando nos encontramos con dos variables que tienen alta correlación podría definirse una relación casual obteniéndose el valor de determinación r^2 , aunque también puede ocurrir que ambas dependan de una causa común que podría presentarse como un factor subyacente. En este caso puede invocarse el principio que propone Reichenbach mediante el cual si se determina una alta correlación sin situación causal posiblemente haya una causa común como entidad metafísica (San Pedro & Suárez, 2014).

En esta línea pueden considerarse los estudios urbanos a través de la Ecología Factorial Urbana (Berry y Kasarda, 1977) que comprueban espacialmente la estructura de los modelos clásicos de anillos (E. Burgess), sectores (H. Hoyt) y núcleos múltiples (Ch. Harris & E. Ullman) (Davies, 1984) en los que la aplicación del análisis factorial a la estructura socioespacial da la posibilidad de obtener factores subyacentes, desconocidos, que en conjunto explican el comportamiento de las variables.

Las relaciones se pueden expresar de una manera algebraica general que queda representada por $z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + a_{j3}F_3 + \dots + a_{jq}F_q$ donde $a_{j1}F_1$ es la carga factorial de la variable j en el Factor 1 y se obtienen tantos factores como variables (V), aunque eligiendo los factores (F) con mayor poder explicativo se llega a una cantidad de $F < V$. El factor subyacente será nombrado en base a los resultados de combinación del conjunto de variables significativas en las saturaciones factoriales.

En ninguno de los casos es posible inferir relaciones casuales si no se considera la interpretación teórica de la temática a través de la generación de hipótesis iniciales que permiten explicar el comportamiento de los datos.

En este sentido, tampoco resulta posible que la estructura causal sea definida técnicamente de forma automatizada (San Pedro y Suárez, 2014) y si bien la aplicación del análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*) permite mostrar claramente relaciones desde un punto de vista numérico y visual (gráfico de dispersión) las relaciones de causalidad aparecen ante un proceso inicial de interpretación conceptual.

Como la inferencia causal surge desde el conocimiento experto apoyado por el marco teórico disciplinar resulta ser un claro ejemplo que demuestra que el mejor uso del SIG no se realiza a partir de conocer bien el *software*, sino haciéndole buenas preguntas y correctas interpretaciones a partir de los conocimientos disciplinares específicos. En este contexto, la Geografía como ciencia espacial tiene mucho para aportar.

Bibliografía

- Baxendale, C.A. & Buzai, G.D. (2011) Dinámica de crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en el Gran Buenos Aires (Argentina), 1869-2011. Análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica, *Serie Geográfica*, 17, 77-95.
- Berry, B.J.L. & Kasarda, J. (1977) *Contemporary Urban Ecology*, New York, Collier-McMillan.
- Bunge, M. (1978) *Causalidad*, Buenos Aires, Eudeba.
- Buzai, G.D. (2011) La construcción de mapas mentales mediante apoyo geoinformático. Desde las imágenes perceptivas hacia la modelización digital. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 44, 1-17.
- Buzai, G.D. & Santana Juárez, M.V. (Eds.) (2019) *Métodos cuantitativos en Geografía Humana*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján.
- Davies, W.K.D. (1984) *Factorial Ecology*, London, Gower.
- Reichenbach, H. (1991) [1956] *The Direction of Time*, Berkeley, University of California Press.
- San Pedro, I. & Suárez, M. (2014) Indeterminism and causal evidence, *Teorema*, 33, 1, 95-109.

CAPÍTULO 13

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EDUCACIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica y la educación geográfica actual

Eloy Montes Galbán

La gran revolución técnico-cultural del presente, caracterizada por la aparición de las tecnologías digitales y su omnipresencia, ha permitido abundancia en la generación, el acceso y manejo de la información geográfica, asimismo una mayor interactividad, todo esto a través de nuevas formas de codificación: hipertextos, multimedia, realidad virtual, realidad aumentada, 3D, Web 2.0, inteligencia artificial, datos digitales geo-localizados, etc. Lo que conlleva a un nuevo contexto social, económico y cultural; más complejo, cuya dinámica se ve afectada, según Area (2002) por los “acelerados cambios tecnológicos, la aparición de nuevas formas culturales, el surgimiento de puestos laborales vinculados con la digitalización de la información y el constante crecimiento del conocimiento científico”.

En medio de este contexto social y personal crecen los jóvenes de hoy, requiriendo de una nueva forma de alfabetización, llamada por muchos especialistas multialfabetización, esta debe incluir además de la alfabetización tradicional en lectoescritura, una alfabetización en comunicación audiovisual, en tecnologías digitales y alfabetización en la información, es decir, los nuevos ciudadanos deben estar formados para enfrentarse a la información (saber buscar, seleccionar, analizar e interpretar), para expresarse, comunicarse (en forma textual, audiovisual, multimedia, hipertextual) y colaborar con otros a través de las tecnologías (Area, 2002).

Para que la Educación Geográfica se encuentre a la par de esta realidad, y pueda contribuir con estos nuevos ciudadanos, es necesario superar algunas limitaciones que se vienen arrastrando desde hace algún tiempo. Aun se observa como los adelantos de la

Geografía científica que se desarrollan en las Universidades y Centros de investigación tardan en llegar a la Geografía escolar, es necesario cerrar ese abismo entre la Geografía generada en las Universidades y la estudiada en las escuelas, con las diferencias obvias que se deben tomar en cuenta para cada nivel educativo.

Otro aspecto también preocupante y que se encuentra estrechamente relacionado con el anterior, es la resistencia al cambio que se observa en algunos docentes, quienes en muchos casos se encuentran a espaldas de los avances tecnológicos, hasta el punto de padecer una tecnofobia. Esta situación se agrava si se tiene en cuenta que los jóvenes que asisten a los salones de clases pertenecen a la generación denominada nativos digitales (*digital natives*), que destacan por el uso masivo de los teléfonos móviles inteligentes (*smartphones*), las redes sociales, las wikis, etc., mientras que muchos de sus profesores pertenecen a una generación distinta, y al tener que incorporarse progresivamente al uso de las tecnologías digitales, su proceso de familiarización puede tomar más tiempo.

La carente formación y actualización por parte del profesorado se verá reflejada en la lenta e insuficiente incorporación de las tecnologías digitales en la educación (primaria y secundaria). Esta es una barrera que debe ser superada por los docentes, pues si es cierto que existen muchos problemas la solución no depende directamente de los educadores (infraestructura inadecuada, falta de equipos, falta de planes oficiales de formación y capacitación, etc.), también es cierto que los docentes como líderes del proceso educativo, deben promover y liderar esos cambios necesarios, a través de una actualización académica constante.

El uso creciente de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) es cada vez más importante en la Geografía científica y profesional. Estas herramientas han cambiado la forma de ver la realidad geográfica donde los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la Cartografía Digital (CD), los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) y el Procesamiento Digital de Imágenes Satelitales, permiten realizar

estudios con una mayor cobertura, precisión y rapidez de geoprocésamiento en tiempo real y cuasi-real.

En la actualidad una enseñanza renovada puede ser aquella que incorpore las TIG en las clases de Geografía, esto puede ir de la mano con algunos enfoques actuales de la Geografía científica (Geografía cuantitativa) permitiendo acercar a los estudiantes a un conocimiento científico actualizado, y tener una visión de la realidad geográfica totalmente diferente a la trabajada en las clases tradicionales.

Cada vez son más las propuestas que surgen de diferentes latitudes tanto en trabajos individuales como colectivos promoviendo el uso de los SIG y las aplicaciones *on-line* como los Globos Terráqueos Virtuales en la educación media. Sin embargo, estas iniciativas no serán suficientes mientras no se acompañen de políticas educativas oficiales que promuevan y masifiquen a través de una sistematización los planes de capacitación en todas las instituciones educativas.

Las tecnologías digitales como los SIG, no vistas como otra moda más, pueden ser elementos impulsores de cambios positivos. Los docentes de Geografía que le den un correcto uso y logren insertarlas exitosamente en sus patrones culturales y en sus estrategias didácticas, serán más exitosos y eficientes en el logro de sus objetivos.

La Geografía en conjunto con las tecnologías digitales que manejan datos espaciales, puede contribuir con el desarrollo de habilidades y destrezas para la multialfabetización que requieren los ciudadanos del siglo XXI, aportando en su formación para la vida cotidiana y futuro profesional.

Bibliografía

- Area, M. (2002) *Sociedad de la información, tecnologías digitales y educación. Web docente de tecnología educativa*, San Cristóbal de La Laguna, Universidad de La Laguna.
- Buzai, G.D. (2001) Paradigma geotecnológico, geografía global y cibergeografía. La gran explosión de un universo digital en expansión, *GeoFocus*, 1, 24-48
<http://geofocus.rediris.es/principal.html>

- Capel, H. (2010) Geografía en red a comienzos del tercer milenio. Por una ciencia solidaria y en colaboración, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: UB, XIV, 313, <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-313.htm>
- Montes Galbán, E. & Romero Méndez, A. (2007) Concepciones teóricas de los docentes de geografía, *Revista ORBIS*, 3, 8, <http://www.revistaorbis.org/pdf/8/Art7.pdf>
- Núñez de Sarmiento, M. & Gómez, O. (2005) El factor humano: resistencia a la innovación tecnológica. *Revista ORBIS*, 1, 1, <http://www.revistaorbis.org/pdf/1/1art3.pdf>

La formación en Tecnologías de la Información Geográfica: Hacia una nueva etapa

Liliana Ramírez

La segunda mitad del Siglo XX y los años transitados de la presente centuria nos han enfrentado a un mundo sin fronteras, sin que la comunidad haya podido reflexionar profundamente y, tal vez simplificando los acontecimientos, hemos pasado de la Sociedad Industrial, a la Sociedad de la Información y luego a la Sociedad del Conocimiento que se encamina, de forma cada vez más evidente, hacia la Sociedad en Red. Federico Mayor, Director de la UNESCO en 1999, expresaba: “*Cuando miramos hacia el futuro, vemos numerosas incertidumbres sobre lo que será el mundo de nuestros hijos, de nuestros nietos y de los hijos de nuestros nietos. Pero al menos, de algo podemos estar seguros: si queremos que la Tierra pueda satisfacer las necesidades de los seres humanos que la habitan, entonces la sociedad humana deberá transformarse*”. La transformación a la que se refiere incluye, de una forma casi sobresaliente, a la educación y dentro de ella a la educación superior, los retos y desafíos que enfrenta este nivel educativo, de cara al futuro, son amplios, vertiginosos y cada vez más dinámicos ya que van acompañados de los avances tecnológicos que no dejan de incrementarse.

Estos avances tecnológicos, sumados paulatinamente a la distribución de recursos en Internet y a la Web 2.0, determinaron que los conocimientos geográficos, que durante mucho tiempo fueron propiedad de los profesionales de la disciplina, se expandieran, primero a otros profesionales de disciplinas afines, luego a profesionales que advirtieron el gran valor de la territorialización o espacialización de los datos que utilizan para dar cuenta de sus estudios o investigaciones y, finalmente, a la sociedad en su conjunto, a los distintos usuarios que encuentran en la geolocalización de todo aquello que los atraviesa cotidianamente una fuente inagotable de conocimientos. Esta expansión se produjo a partir de la aparición, el avance y la apropiación de los Sistemas de Información Geográfica, primero, en su formato escritorio y, después, en su formato distribuido en la Web. Paralelamente, los beneficios que otorgaron los Sensores Remotos para la observación permanente de la superficie terrestre completaron este binomio inicial, que progresivamente, se fue completando con otros recursos hasta llegar a la conformación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

La situación señalada en el párrafo anterior fue entendida por muchos grupos de geógrafos como una oportunidad para dar a conocer el gran valor formativo de la Geografía, de sus conceptos, de sus principios, de sus modelos, de sus teorías, en definitiva para revalorizarla como ciencia útil y exponer y analizar los problemas que enfrenta nuestra sociedad. Es así que en la educación superior, hacia los años '90, irrumpieron los estudios y programas de posgrado en Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Cartografía Digital, en general, en Departamentos e Institutos de Geografía. Íconos de esta circunstancia, en los países de habla hispana, son las propuestas de formación de posgrado en universidades como Girona, Alcalá, Sevilla, Barcelona, Zaragoza, todas en España, en donde una numerosa cantidad de profesionales latinoamericanos se formaron bajo la tutela de profesores que, en aquella época, fueron los autores de los textos más consultados sobre lo que hoy denominamos Tecnologías de la Información Geográfica.

El nuevo siglo encontró a los geógrafos intentando superar las distintas visiones respecto de la pertinencia de la inclusión de la enseñanza de las TIG en las carreras de grado, incluso en la discusión referida a la implementación de carreras de posgrado ligadas a estas tecnologías, es así que muy pocos departamentos e institutos de Geografía lograron avanzar con algunas Especializaciones en SIG y Teledetección. Ya en la segunda década del siglo, mientras las discusiones en el seno de la Geografía se dilataban, las universidades tecnológicas, las carreras de Ingeniería, Agronomía, Ciencias de la Tierra, Geociencias y Arquitectura, entre otras, sin escollos que superar, avanzaron decididamente hacia la formación de posgrado en Tecnologías de la Información Geográfica (*cf*r.http://www.nosolosig.com/medios/maestrias_tig_america_latina.pdf).

A pocos años de finalizar la segunda década del presente siglo, es posible que estemos advirtiendo, aunque muchos aún no lo reconozcan, que se ha perdido, o al menos se aprovechó escasamente, una gran oportunidad de posicionar a la Geografía como una de las disciplinas más idóneas para encabezar la formación permanente y continua en Tecnologías de la Información Geográfica oportunidad que, sin duda, fue capitalizada por otras ciencias.

Ahora nos enfrentamos a otra circunstancia, que hasta hace poco parecía inverosímil, la formación en TIG pasó, en menos de 30 años, del nivel de posgrado al de pre-grado. Se vislumbran, cada vez con más frecuencia, las diplomaturas y tecnicaturas en SIG, Teledetección, TIG. Esta situación nos enfrenta a nuevos desafíos, ventajas y también inconvenientes que tendremos que entender para poder superarlos. La ventaja principal es que se abre una nueva puerta, nuevos usuarios, nuevos demandantes, una nueva oportunidad para que los geógrafos profesionales expongan y hagan visibles las capacidades que por esencia ostentan, pero también para que sean capaces de formar a un estudiantado totalmente diverso, carente de conocimientos temáticos, pero nativos digitales con particularidades propias de las nuevas generaciones. La demanda

de estos perfiles viene de la mano de las administraciones y organismos públicos, provinciales, estatales, municipales, que requieren de jóvenes agentes con competencias en gestión territorial en sentido amplio, es decir manejo de cartografía digital, catastro multifinlatario, urbanismo, agricultura, ambiente. Al mismo tiempo, la desventaja es la devaluación, primero, de los conocimientos geográficos, en tanto saberes previos necesarios para la formación en TIG, y segundo, de las propias TIG, ya que las confinan a una posición meramente tecnicista a la cual es posible llegar sin conocimiento temático alguno.

Milton Santos en 1982 señalaba *“Si las ideas no se renuevan, es que sus autores están atrasados. Si estos autores disponen de audiencia, ellos no sólo se atrasan, sino que arrastran en el atraso a sus seguidores”*. Desde nuestra modesta mirada esta expresión, que se traduce en situaciones concretas, fue bastante común en los departamentos e institutos de Geografía, en los años '90 y en la primera década del Siglo XXI, en lo que a formación en TIG se refiere, y, consecuentemente, ello privó a muchos estudios geográficos y carreras de Geografía de valiosos enriquecimientos a través del análisis espacial utilizando TIG. Otros colectivos profesionales se beneficiaron. En el devenir de esta historia que ya lleva más de cinco décadas nos enfrentamos a una nueva etapa, ya nadie cuestiona las bondades de las TIG, ya se han superado los problemas derivados de los equipos informáticos que son harto potentes, casi no se aprecian los inconvenientes en el acceso a datos que son de distribución gratuita a través de innumerables y beneficiosos servidores de datos *on-line*, ya no es necesario disponer de elevados recursos económicos para comprar licencias porque contamos con software gratuitos y libres. Sin embargo, a mi entender, aún no hemos sido capaces, salvo excepciones, de sumar y multiplicar los esfuerzos para que los estudios geográficos y la formación de los profesionales que dependen de la Geografía se potencien con la inclusión de las TIG en las carreras que de nosotros dependen.

La Sociedad de la Información Geográfica y el crecimiento sin fronteras que caracteriza a las Tecnologías de la Información

Geográfica, nos demanda un aumento de la imaginación respecto del futuro que nos espera, sólo así seremos capaces de crear diseños curriculares innovadores que, sumados a la posibilidad del trabajo en red que hoy nos ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación, atiendan a estudiantes, usuarios y escenarios nunca antes vistos.

Bibliografía

- Buzai, G.D. (2015). Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 50 años. *Boletín Red GESIG*, 1.
- Chuvieco, E., Bosque Sendra, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J.M., Gutiérrez, J., Salado, M.J., Martín, M.P., Riva, J. de La, Ojeda, J. & Prados, M.J. (2005) ¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía? *Boletín de la AGE*, 40, 35-54.
- García González, J.A. (2012) Propuesta didáctica para la enseñanza de las Tecnologías de Información Geográfica. *Serie Geográfica*, 18, 131 - 142
- IPGH (2015) *Maestrías y cursos de doctorado sobre Información Geográfica en América Latina*. http://www.nosolosig.com/medios/maestrias_tig_america_latina.pdf
- Molina, M. & Hernando, F. (2008) El uso de las nuevas tecnologías en el aula universitaria y su relación con los modelos docentes, *Serie Geográfica*, 14.
- Ramírez, Liliana (2014). Los desafíos de la universidad en la sociedad del conocimiento. *Revista Geográfica Digital*, 11, 21. <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm>
- Ruiz, E. (2010) El impacto de las Tecnologías de la Información Geográfica en la Cartografía y la Geografía: reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica, en Buzai, G.D. (Ed) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*, Luján, Universidad Nacional de Luján, pp. 51-64
- Sancho Comíns, J. (1999) La formación postgrado en Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección: un primer balance de experiencias docentes en la Universidad de Alcalá, *Serie Geográfica*, 8, 11-21.

Santos, M. (1982). *Novos rumos da Geografia brasileira*, São Paulo, Hucitec.

El modelo virtual formativo y las nuevas posibilidades de la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica

José M. Santos Preciado

El modelo virtual formativo o “enseñanza *on line*”, no es sino el resultado del impacto de las nuevas tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en el campo de la educación. El entorno virtual ofrece a la enseñanza en general y a la del conocimiento geográfico en particular, nuevas posibilidades de comunicación, que afectan, tanto a la forma de transmitir el conocimiento o estrategias didácticas, como a los recursos docentes disponibles. La potencialidad que introduce este modelo de relación multidireccional, permitiendo la relación síncrona o asíncrona entre los diferentes miembros que participan en el proceso de enseñanza, así como la posibilidad de transmisión de la información en multiformato digital, permiten el desarrollo de una enseñanza más flexible, lejos del tradicional modelo educativo, en el que el profesor era la única referencia de la verdad inmutable (Santos Preciado, 2006).

Además, la enseñanza de la Geografía, como la de cualquier otra materia de estudio, ha sufrido, recientemente, profundos cambios en nuestro país, España, como consecuencia de la entrada en vigor de la legislación correspondiente al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Una de las principales novedades del EEES es que implica la instauración de nuevas metodologías docentes, en detrimento de las tradicionales clases magistrales, poniendo el énfasis en la enseñanza activa y en la orientación de la docencia hacia las salidas profesionales y el mundo del trabajo. Dadas las especiales características de la enseñanza activa, los puntales sobre los que se deberían asentar el proceso de aprendizaje del alumno serían: la evaluación continua, mediante el seguimiento diario del trabajo personal del alumno,

la enseñanza práctica, a través de ejercicios, trabajos en grupo y prácticas profesionales, y los aprendizajes activo, autorregulado y constructivo, por los que los estudiantes tienen que evaluar sus resultados y retroalimentar las actividades adecuadas, por sí mismos (Santos Preciado, 2012).

Ambas circunstancias han permitido plantearse la utilización de la metodología “*e-learning*” en la enseñanza de algunas materias geográficas específicas, como los “Sistemas de Información Geográfica”, que, por sus peculiares características, se amoldan bien al empleo de un modelo educativo de esta naturaleza. Para alcanzar una verdadera situación de aprendizaje colaborativo, en situaciones de teleenseñanza, es fundamental la utilización de un medio tecnológico adecuado (lo que se conoce como plataforma tecnológica *on-line* o virtual), que promueva un entorno visual y tecnológico participativo, incorporando, tanto herramientas de comunicación sincrónicas como asincrónicas, herramientas de exposición de contenidos, módulo de evaluación, gestión de los trabajos colectivos o individuales, orientación y estrategia de aprendizaje, herramientas de navegación para la búsqueda y localización de información, etc.

Las posibilidades que ofrecen las plataformas más usuales empleadas con este fin son múltiples (Santos Preciado, 2006):

- *Separación precisa de las diferentes páginas de actividades docentes:* contenidos (referencias bibliográficas, materiales para las clases prácticas, ejercicios para resolver, etc.), herramientas de comunicación, módulos de trabajo en grupo, etc.
- Las *herramientas de comunicación* deben ofrecer posibilidades interactivas lo más ricas y variadas posibles, incorporando las funcionalidades más usuales de la comunicación telemática (correo electrónico, servicios de repositorio, foros, chats, videoconferencias, etc.), que incorporen zonas para el debate, la discusión y la complementación.
- La *utilización de guías visuales* que faciliten la percepción al estudiante del recorrido que debe seguir en su proceso de formación, facilitando la elección del recorrido de su aprendizaje.

- El *sistema gestor de materiales educativos* debe incorporar, tanto módulos que sirvan para disponer información de interés (Santos Preciado, 2004), como aquellos otros destinados a la demostración razonada, mediante el lenguaje oral y escrito o la representación gráfica de los contenidos a través de esquemas y resúmenes, o películas de tipo “flash”, dotadas de imágenes y animaciones con sonido sincronizado, diseñadas teniendo en cuenta los objetivos perseguidos en la transmisión de contenidos (Santos Preciado, 2008).
- El *servicio de agenda* que favorece la planificación individualizada de cada materia de estudio e, incluso, la planificación conjunta de todas las asignaturas.
- Los *materiales de autoevaluación interactiva* forman parte de un grupo específico de materiales docentes que pretenden, no solamente experimentar preguntas tipo, sino generar automáticamente pruebas de dificultad seleccionable (Santos Preciado, 2006).
- Finalmente, la *metodología o estrategia de aprendizaje* es fundamental, ya que la gran diferencia entre la presencialidad y la no presencialidad en la enseñanza reside en que ésta última necesita más de la explicitación de los procesos y de las metodologías de aprendizaje, y por ello las tareas a realizar por el alumno deben haber sido previamente diseñadas, resultando su conocimiento por el estudiante fundamental.

En este contexto formativo, los roles más significativos que tendrán que desempeñar los profesores se refieren al diseño de medios y a la tutoría. Ello implica la exigencia no sólo de destrezas para la elaboración de documentos en formatos utilizables en internet, sino, también, en cuanto a la tutoría, la realización de múltiples labores esenciales, desde el asesoramiento a la motivación y a la redirección de la actividad realizada por el estudiante.

Indudablemente, aprender a través de las TIC's es más complicado que acudir a un aula. A priori, hay más obstáculos a tener en cuenta. Sin embargo, los fundamentos de la enseñanza virtualizada permiten un aprendizaje más individualizado,

ajustado a las necesidades de cada persona, siempre que la organización y capacidad de respuesta del profesorado, coordinando y dirigiendo el proceso educativo, se ajuste a los requerimientos que exige la enseñanza virtual, mediante un diseño adecuado del curso, adaptado a las necesidades de la materia de estudio. Personalmente, mi experiencia educativa en este campo, desarrollada en el Departamento de Geografía de la UNED, me permite afirmar que nos encontramos en un punto de no retorno, respecto a la implantación de las nuevas tecnologías en el terreno de la enseñanza.

Bibliografía

- Santos Preciado, J. M. (1996) Recursos informáticos y enseñanza de la Geografía, *Didáctica Geográfica*, 57-66.
- Santos Preciado, J. M. (2004) *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Santos Preciado, J. M. (2006) Las Tecnologías de la Información y Comunicación y el modelo virtual formativo: nuevas posibilidades y retos en la enseñanza de los SIG, *Geofocus*, 111-137.
- Santos Preciado, J. M. & Cocero Matesanz, D. (2006) *Los Sistemas de Información Geográfica Raster en el Campo Medioambiental y Territorial*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Santos Preciado, J. M. & Cocero Matesanz, D. (2008) *Los Sistemas de Información Geográfica Raster: herramienta de análisis medioambiental y territorial*, video educativo, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Santos Preciado, J. M. (2012) La Enseñanza Virtual de los Sistemas de Información Geográfica en la UNED. Acomodación al Marco Europeo de Educación Superior, *Espacio, Tiempo y Forma*, 83-100.

Geografía y geógrafos: Conflictos tecnológicos

Paulo Fitz

Parece increíble, pero aún hoy, en la segunda década del Siglo XXI, los conflictos entre la Geografía Física y la Geografía Humana parecen continuar. Pero ¿por qué sucede esto? ¿y qué tiene que ver esta confrontación con el uso de Sistemas de Información Geográfica y otras geotecnologías?

Esta reflexión parte de la idea de que, especialmente a lo largo de las últimas décadas, se observa un desarrollo cada vez más dinámico de la ciencia, lo que implica cambios y ruptura de paradigmas. Los avances tecnológicos contribuyen, sin dudas, a estas transformaciones ya que cambian hábitos y crean nuevas formas de hacer ciencia. Sin embargo, con cierta atención, se puede afirmar que tales avances terminan apartando gradualmente a un buen número de personas de los procesos de producción y consumo en la sociedad moderna. Se ha dicho en muchas oportunidades que el analfabeto actual es la persona que no puede comunicarse en el mundo informatizado. La exigencia de ciertos conocimientos vinculados a la tecnología de la información ya se produce para acceder a empleos de nivel medio. Quien no se adapte a esta nueva dinámica corre el grave riesgo de quedarse fuera de un mercado laboral que cada vez más exigente y competitivo. Hay una clara tendencia a la marginación de aquellos que no encajan en esta nueva configuración de la sociedad capitalista en la que vivimos. Pero, ¿qué pasa con el geógrafo profesional?

El estudio del espacio geográfico implica una serie de conocimientos que con el uso de las geotecnologías pueden ser trabajados de manera más fácil, rápida y dinámica. Sin embargo, por desgracia, muchos profesionales de la Geografía continúan resignados a no hacer uso de estas nuevas tecnologías, principalmente los profesores universitarios. En este sentido, nos podemos preguntar: ¿qué genera este distanciamiento? ¿Podrían ser restos de la eterna disputa de espacios entre las áreas “física” y “humana”? Incluso uno de los más famosos geógrafos brasileños,

Milton Santos, al final del siglo pasado presentaba esas tendencias, mostrando al medio geográfico en función de su artificialización como un “medio técnico-científico-informacional” (Santos, 1998).

Sin embargo, buena parte de sus seguidores parece que no entendieron el mensaje del pensado. Ese es nuestro nuevo mundo, donde el uso de los SIG es cada vez más habitual, ¿quién no ha buscado una dirección en una computadora o a través de una aplicación de un teléfono móvil? ¿Ha utilizado alguna vez el servicio de un transporte individual? Piénselo, todas esas aplicaciones hacen uso de geotecnologías.

De esta manera, si pensamos desde la perspectiva evolutiva de la ciencia, corresponde a la reestructuración de la Geografía. Esto sucedería por una perspectiva innovadora, vinculada a las geotecnologías, especialmente al uso de los SIG y, en ese sentido, para trabajar más adecuadamente el entorno en el que vivimos. Sin embargo, las necesidades cada vez más acuciantes de determinados organismos públicos y empresas privadas en relación a la utilización de SIG, han despertado el interés de profesionales de las más diversas áreas del conocimiento. La cuestión es que, en función de la resistencia por parte de determinados grupos en las universidades, el profesional geógrafo acaba, muchas veces, por no tener una formación lo suficientemente adecuada para competir con otros profesionales. Estos profesionales, posiblemente por “status”, aun sin determinados conocimientos analíticos y visión holística, acaban ocupando espacios que, sin dudas, deberían tener los geógrafos. Esta situación puede llevar a resultados poco o nada confiables.

La funcionalidad de la computación gráfica posibilita una producción en masa de cartas y mapas que, muchas veces, no poseen la mínima calidad técnica. Pero, ¿qué puede generar un mapa mal hecho? Además de una gran cantidad de problemas menores es ineficaz para su uso en un SIG. Como es sabido, en términos computacionales, cuando se ingresan datos malos, con seguridad el producto generado tenderá a ser peor. Así, si

partimos de un mapa mal hecho, el producto resultante será defectuoso, impreciso e ineficaz. Por este motivo, un SIG necesita de profesionales capacitados para la obtención de buenos resultados. Los especialistas que hacen uso de estos sistemas deberán, entre otras aplicaciones, simular problemas, crear prototipos de proyectos y usar informaciones generadas en la búsqueda de soluciones para sus demandas. En consecuencia, se debe presentar la necesaria condición interdisciplinaria cuando se trabaja con geotecnologías. Por lo tanto, se le da a este tema, un carácter verdaderamente agregativo, donde la presencia del geógrafo resulta imprescindible.

El geógrafo profesional, dada su formación particular, cubre todas las necesidades generadas por este tipo de ocupación y se convierte en una pieza fundamental en este rompecabezas. Por eso, hay que destacar una faceta un tanto desconocido de este profesional, que presenta una imagen bastante desgastada, ya que generalmente se lo ve como un profesor de nivel primario que ejerce su "sacerdocio" con los alumnos de ese nivel educativo.

De esta manera, si por un lado los avances científicos apuntalaron el desarrollo de los trabajos geográficos, por otro, tales facilidades introdujeron a otros profesionales para su uso. El geógrafo debe, así, buscar su lugar en este nuevo contexto tecnológico que se está diseñando. Por este motivo, hay que olvidar las disputas sin sentido en la búsqueda de una formación adecuada a los nuevos tiempos. Asimismo, el profesor de enseñanza primaria también debe estar preparado para el uso de geotecnologías.

Finalmente, cabe preguntarse, ¿cómo es la formación del geógrafo en la universidad? ¿Son suficientes las materias que ofrece el plan de estudio para que este profesional pueda "competir" con muchos otros? Y qué decir de la formación de los profesores, ¿se adecúa a las necesidades actuales?

Bibliografía

- Fitz, P. (2003) Perspectivas do profissional geógrafo, *Jornal do CREA-RS*, XXIX, 2.
- Fitz, P. (2009) A Geografia está na moda. [Entrevista de Tatiana Napoli], *Conhecimento Prático Geografia*, 24, 54-59.
- Fitz, P. (2016) Geoprocessamento sem complicação, São Paulo: Oficina de Textos.
- Rocha, C.H.B. (2000) Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar, Juiz de Fora, Edição do autor.
- Santos, M. (1998) *Técnica, Espaço, Tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional*, São Paulo, Hucitec.

Los geógrafos profesionales y el análisis espacial

Manuel Fuenzalida Díaz

El binomio Geografía y SIG ha permitido desarrollar con plena capacidad el análisis espacial, en donde el geógrafo seguirá teniendo una competencia formativa privilegiada para reconocer y organizar los patrones territoriales que resultan de las preguntas elementales quién, qué, dónde, cómo, cuándo y por qué.

Por esto, una de las principales preocupaciones de la nueva camada de geógrafos/as debiera ser el entendimiento de los diversos principios y conceptos aplicados en contexto de la herramienta SIG, más no la habilidad sobre una interfaz de software SIG en particular, en especial si este es de pago. El sólo hecho de imaginar que la incorporación al mundo laboral del geógrafo/a, investigador/a o profesional, depende de la existencia de un determinado software SIG comercial en la institución a la cual ha decidido postular, es tan insensato como suponer que un médico solamente sabe oír los sonidos internos del cuerpo humano usando determinada marca de estetoscopio o un agricultor puede arar la tierra sólo con un tipo de tractor.

En esta materia, también hay una razón de eficiencia: Países en vías de desarrollo, como los del conjunto de nuestra

región, podrían financiar más ítems de investigación si se ahorraran la licencia comercial de un software SIG. La alternativa, que son los SIG libres y de código abierto, actualmente están cubriendo casi la totalidad de las funciones de análisis espacial ofrecidas por los SIG de pago y además, si el software vive un cambio de versión, ésto no supondrá restricciones o limitaciones en las funcionalidades del uso o lo que es peor, no significará una alfabetización digital.

De esta forma, se abre un mundo de posibilidades para nuestra ciencia, y los analistas espaciales. En gran medida las obras de Buzai y Baxendale (2006); Moreno y Buzai (2008); Moreno, Buzai y Fuenzalida (2012); Fuenzalida et al. (2015) han visionado las necesidades formativas, y en ellas se pueden encontrar gran cantidad de aplicaciones de análisis espacial con software de pago y libre. El ajuste a una realidad espacial concreta y la réplica de más y mejores técnicas de análisis espacial dependerá de la madurez de las líneas temáticas geográficas.

En este sentido, en Latinoamérica hay algunas que aún no están consolidadas. Es el ejemplo de la Geografía de la Salud, el Geomarketing y la Geografía Social, que son ramas donde hay una evidente y no del todo satisfecha demanda por análisis espacial. Los rápidos cambios del entorno, en una sociedad globalizada y hegemónica en sistema económico, ha fortalecido la necesidad de conocimiento del entorno geográfico, con fines de determinantes sociales de la salud, o captura de mercado, o (des)equilibrio territorial. Esto nos lleva a concluir que posiblemente estamos en el mejor momento de nuestra disciplina, impulsada por los requerimientos de información territorial y análisis espacial, tanto del mundo público como privado.

Por lo tanto, el reto para las instituciones formativas es dejar atrás la miopía de que con SIG sólo se puede SER técnico y no se puede generar pensamiento crítico. Por cada minuto que dejamos pasar discutiendo el valor o la pertinencia del análisis espacial en el pensamiento crítico (la típica dicotomía entre la

corriente Radical v/s Cuantitativa), en estos momentos se hipoteca el acceso al mercado laboral de nuestros estudiantes de pre y post grado. Para revertir esta situación se requieren primero, docentes interesados en incluir la herramienta SIG en sus programas de asignaturas, e.g. Geografía Humana, Análisis Regional, Geodemografía, Planificación y Ordenamiento Territorial, Evaluación de Impacto Ambiental, Geografía del Paisaje, etc.; segundo, tratar de que una asignatura titulada como Sistema de Información Geográfica no se implemente exclusivamente en un solo software de pago; tercero, la implementación de talleres didácticos, con objetivos alcanzables por el grado de formación y lo más cercano posible a la realidad (con datos actualizados); cuarto, la inclusión de prácticas profesionales tuteladas por geógrafos profesionales.

De esta forma estaríamos en posición de suministrar una masa crítica de analistas espaciales, conscientes de la importancia de las bases de datos territoriales, pero al mismo tiempo lo suficientemente inquietos como poner en práctica análisis exploratorio de datos espaciales y modelos impulsados por el análisis de datos espaciales. Nuestro desafío como docentes universitarios es formar geógrafos que no se sientan indiferentes ante la percepción del resto de la comunidad profesional que los SIG sólo sirven para hacer “mapas de calidad”. Para ello, debemos invertir tiempo en formar geógrafos versados en técnicas cuantitativas, que dialoguen en la multidisciplinaria con las ciencias sociales, las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería. Para dialogar se requieren de argumentos sólidos, éstos deberán ser consistentes con una corriente filosófica y con un enfoque. Como pueden estar pensando ya, no basta sólo con una asignatura o un tutor especialista en SIG. Aquí sumamos todos, cada cual en su rol deberá contribuir para avanzar paso a paso en la perspectiva del análisis espacial. Sólo así podremos traspasar este umbral de expectativas versus prejuicios, y lograr lo planteado por Buzai hace ya un lustro: esta forma de ver la realidad geográfica

brindará al resto de las disciplinas el paradigma necesario para trabajar con el territorio.

Bibliografía

- Buzai, G. D. & Baxendale, C. A. (2006) *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Moreno Jiménez, A., Buzai, G. D. & Fuenzalida Díaz, M. (2012) *Sistemas de información geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales de información geográfica*. Madrid, RA-MA.
- Fuenzalida, M., Buzai, G. D., Moreno Jiménez, A. & García de León, A. (2015) *Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones*, Santiago de Chile, Editorial Triángulo.
- Moreno Jiménez, A. & Buzai, G. D. (2008) *Análisis y planificación de servicios colectivos con sistemas de información geográfica*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.

Los Sistemas de Información Geográfica en la escuela media: diagnóstico y perspectivas

Luis Humacata

El desarrollo actual de las denominadas Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), entre las cuáles podemos mencionar el importante papel que están adquiriendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG), plantean nuevas perspectivas de análisis en el ámbito escolar al mismo tiempo que obligan a renovar formas tradicionales de enseñanza, en un contexto de aplicación favorable al tratamiento de la información espacial en entornos digitales. La potencialidad de los SIG para el estudio de la realidad socio-espacial se orienta a una mayor factibilidad en la implementación de estrategias didácticas que contemplen a las tecnologías digitales en la enseñanza de la

Geografía. De este modo se presenta un contexto favorable al ser distribuido gratuitamente por Internet *software* SIG de alta capacidad para el análisis espacial como *Quantum GIS* y para la consulta espacial basada en imágenes satelitales como *Google Earth*, presentándose como herramienta teórico-metodológica de gran importancia en el aprendizaje significativo a partir de una estrategia didáctica centrada en el espacio geográfico (Buzai y Humacata, 2016). Se hace notar que detrás de todas las aplicaciones geoinformáticas, que incorporan la dimensión espacial, está presente una parte de la Geografía, aquella se ha sido posible ingresar en la tecnología de los SIG y dar sustento a las aplicaciones del análisis espacial para la generación de conocimientos de determinadas características que permiten modelar el espacio geográfico (Humacata y Buzai, 2015).

Con la necesidad de realizar un avance de la temática en la escuela pública de nivel medio se formuló un Proyecto de Asignatura (PDA), radicado en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján, en el periodo 2014-2015, considerando como área piloto los partidos de San Andrés de Giles y Luján (Provincia de Buenos Aires-Argentina). El objetivo de este proyecto fue obtener un diagnóstico contextual que permita verificar las principales causas por las cuales se hace lenta y dificultosa la implementación de SIG en dicho nivel de enseñanza. Los resultados más significativos indican que si bien los docentes tienen conocimiento de la existencia de la herramienta, es notable la falta de capacitación en el uso de los SIG por parte de los docentes más allá de su formación inicial. Es decir, los docentes de Geografía no han realizado, ya sea por falta de oferta o interés, cursos de capacitación en esta temática luego de haber obtenido su título docente. Esto resulta notorio frente a los avances en el desarrollo tecnológico específico y que pudieron ser incluidos en los programas de actualización docente. En cuanto a la utilización de la herramienta SIG en el aula, podemos vislumbrar una situación que podría bien ser consecuencia de la anterior ya que su uso en el aula es escaso. Esto se debe a que los docentes no han tenido la capacitación necesaria para el manejo y

enseñanza de esta herramienta en sus clases, a pesar del conocimiento de su existencia. Se presenta así un panorama desfavorable frente a la creciente circulación de datos geográficos de manera masiva. Una mayor capacitación en SIG brindaría mayores posibilidades para el manejo y análisis de información espacial. Sobre la perspectiva paradigmática de predominio en el aula, se puede afirmar que la orientación por uno o varios paradigmas de la Geografía en el análisis de las problemáticas abordadas no contribuye a la implementación de los SIG, al desconocer los aportes teóricos y metodológicos que lo sustentan. Surge de este modo que la principal dificultad en la enseñanza de los SIG no es la cuestión técnica sino que al ser considerado como tecnología (Baxendale, 2015) debe estar acompañado de una formación conceptual y metodológica orientada por la Geografía Cuantitativa. La variedad de cartografía utilizada en el aula es uno de los recursos didácticos más utilizados por los docentes de Geografía. Si bien existen diversos tipos de cartografía (Topografía IGN, Imagen satelital, Atlas, Globo terráqueo, *Google Earth*, etc.), se utilizan en su mayor parte los formatos en papel, principalmente aquellos incluidos en los libros de texto, siendo la cartografía digital una herramienta de escasa utilización. Aunque se puede apreciar un panorama de mayor inclusión de la tecnología digital a través del *software Google Earth*, entre otras aplicaciones (como *Google Maps*) incluidas en distintos dispositivos digitales (teléfonos celulares, *netbooks*). Por último, la amplitud de escalas espaciales utilizadas para el análisis de problemáticas podría brindar un panorama favorable para la mayor inclusión de cartografía digital ya que los SIG se presentan como herramientas de alta potencialidad para trabajar en distintas escalas.

El uso de las nuevas tecnologías digitales en el ámbito cotidiano de los alumnos se apoya en las amplias posibilidades que brinda Internet. Sitios web con información variada (como Wikipedia), que permiten descargar información geodigital (como el sitio del IGN), apoyados en las redes sociales (como Facebook), que integran dispositivos digitales personales (como

los teléfonos celulares), entre otros, están presentes en las prácticas sociales, lo cual ha dado lugar a la definición de la *Neogeografía* como una nueva etapa de la Geografía vinculada a la activa participación de los usuarios de las tecnologías en el desarrollo de conocimientos geográficos y la posibilidad de comunicarlos a través de una amplia variedad de dispositivos digitales en el contexto de la Web 2.0. Es decir, que más allá del ámbito escolar se está utilizando tecnologías digitales que guardan una estrecha relación con los desarrollos disciplinarios y que dan cuenta de la importancia que está adquiriendo la dimensión espacial en las actividades cotidianas de la sociedad. En el ámbito académico-profesional, el impacto de la tecnología digital en la teoría y metodología de la Geografía ha dado lugar a la denominada *Geografía Global*, como paradigma geográfico que brinda conceptos y métodos de análisis espacial al resto de las ciencias sociales, cada vez más interesadas en incorporar la dimensión espacial en el análisis de sus objetos de estudio (Buzai, 2014). La tendencia hacia una mayor aplicación de tecnologías geodigitales en el aula de Geografía debe considerar la integración entre Educación en Geografía y Tecnologías de la Información Geográfica y la vinculación entre teoría de la Geografía y la aplicación metodológica orientada por los diseños curriculares, para lograr la efectiva implementación de una Geografía que apunte al desarrollo de la perspectiva espacial de los alumnos.

Bibliografía

- Baxendale, C.A. (2015) Geografía, Ordenamiento Territorial y Sistemas de Información Geográfica. Articulaciones conceptuales para aplicaciones en planificación y gestión territorial, en Miraglia, M.; Caloni, N. & Buzai, G.D. (Comp) *Sistemas de Información Geográfica en la investigación científica actual*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento, pp.21-32.
- Buzai, G. D. (2014) Geografía Global + NeoGeografía. Actuales espacios de integración científica y social en entornos digitales, *Estudios Socioterritoriales*, 16, 2, 13-24.

- Buzai, G.D. & Humacata, L. (2016) *Implementación de Tecnologías de la Información Geográfica en la enseñanza de la Geografía*, Mercedes, MCA Libros.
- Humacata, L. & Buzai, G. D. (2016) Geografía Automatizada en la Escuela Media. Diagnóstico contextual y propuestas geotecnológicas, *Red Sociales*, 3, 1, 31-55.

La importancia de las geotecnologías gratuitas en el proceso de enseñanza-aprendizaje escolar

Roberto Barboza Castanho

Con la popularización de las herramientas geotecnológicas, diversos ámbitos experimentaron un impacto altamente positivo, ya sea con finalidades sociales, económicas, ambientales, políticas o educacionales. Especialmente, en el área educativa, se destacan las herramientas geotecnológicas gratuitas, las cuales permiten a los usuarios aprovechar una gran variedad de aplicaciones de forma libre y eficiente. En este sentido, es importante destacar las actividades llevadas a cabo con niños y adolescentes utilizando, por ejemplo, herramientas como *Google Earth*, las que permiten presentar el espacio geográfico de forma didáctica y eficaz a través de imágenes satelitales disponibilizadas por la plataforma.

La construcción de conocimientos es un proceso continuo y con grandes desafíos, principalmente en tiempos gran rapidez en la información a través de sus actualizaciones. Así, comprender las posibilidades de aplicación que permiten las geotecnologías se torna imprescindible para todo tipo de usuario, con y sin capacitación.

Los niños y los adolescentes están ávidos por las tecnologías, por el conocimiento, repletos de curiosidades y, delante de este escenario, las geotecnologías brindan la oportunidad de identificar, interpretar y relacionar los más diversos aspectos, pertenientes al al espacio urbano o rural.

Herramientas como *Google Earth* se presentan como formas eficaces para trabajar los más variados componentes del

currículo escolar, porque más allá de la gratuidad, también poseen una muy buena precisión en la representación de la realidad (imágenes de satélite disponibles) favoreciendo que los usuarios lo apliquen con los más variados objetivos.

En tareas educativas con niños y adolescentes, en la enseñanza fundamental, en general, presentan un nivel de desarrollo muy significativo en las temáticas tratadas, ya que incluyen tecnología, dinamismo, actualidad e información, teniendo esta última muy buena precisión. Sin embargo, algunos autores señalan los obstáculos que surgen para una mayor popularización de dichas aplicaciones considerando la importancia del tema en la enseñanza. Silva y Carneiro (2011:3297) discuten sobre la inserción de las geotecnologías y la relación entre alumnos y profesores: “Las geotecnologías utilizan técnicas matemáticas y computacionales para el tratamiento de la información geográfica en el ámbito académico y para la planificación político-territorial. Además de ser difundidas en el ámbito académico y político, las geotecnologías se incorporaron a la vida cotidiana de las personas y, en la sociedad globalizada, innovaron las formas de localización. Esta situación requiere que las geotecnologías resulten apropiadas en el proceso educativo, ya que, en una sociedad en la que los alumnos están siempre en contacto con los medios digitales es inaceptable que la escuela siga siendo arcaica con el profesor haciendo uso del lenguaje verbal y dejando de lado el lenguaje visual tan experimentado por los alumnos”.

Siguiendo este razonamiento, el uso popularizado en el entorno escolar, aún necesita una serie de ajustes que incluyen recursos para la formación del personal (profesores), equipos informáticos que permitan el uso de dichas herramientas, conexión efectiva a Internet, aulas adecuadas, entre otros aspectos.

Deben destacarse las clases que utilizan herramientas relacionadas con la Informática, porque dinamizan el proceso de enseñanza-aprendizaje, al mismo tiempo que proporcionan y despiertan, entre los alumnos, la curiosidad de lo nuevo, lo desconocido, recorriendo lugares que hasta entonces

geográficamente lejanos posibles de ser “visitados” de forma virtual eliminando el costo de desplazamiento físico desde el lugar de origen. Estudiantes de bajos recursos, podrían disfrutar momentos de conocimiento indescriptible, haciendo realidad sus sueños y vincularlos al mundo, a otras culturas, lugares y realidades.

Los contenidos que se pueden tratar en las clases, utilizando las herramientas geotecnológicas, van más allá del enfoque de la geografía, ya que se pueden complementar diversas analogías de manera interdisciplinaria en materias como Historia, Biología, Química, Física, Arte, entre otras, correlacionando todo lo que se puede observar, ya sea por imágenes satelitales, fotografías, entre otros elementos presentes en la plataforma.

En este contexto, propiciar el acceso a nuevas herramientas que puedan facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se convierte en algo esencial para "modernizar y popularizar" las clases, independientemente del contenido, aunque requiere el compromiso de todos, desde las políticas públicas educativas, los profesores, los alumnos y, en definitiva, de todos los actores implicados en el proceso en la búsqueda de la consolidación diaria de prácticas educativas inclusivas, comprometidas con la formación de ciudadanos activos, inmersos en un mundo cada vez más tecnológico y con la difusión de la información de forma extremadamente rápida y fiable.

Bibliografía

- Oliveira, B. de, Castanho, R. B. (2022) Geotecnologias e ensino de Geografia, *Signos Geográficos*, 3, 1–20. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/signos/article/download/65605/36432/311506>. Acesso el 31 de maio de 2022.
- Silva, F. G. da, Carneiro, C. D. R. (2011) As geotecnologias nos livros didáticos: uma análise para o ensino médio, *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, XV, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio, pp. 3295-3301.

CAPÍTULO 14

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ESPACIOS DIGITALES / CIBERGEOGRAFÍA

La geografía y el ciberespacio

Gersón Beltrán López

El análisis de la humanidad desde el punto de vista de la globalización nos sitúa en estos momentos en la tercera globalización, basada en los flujos de los datos digitales (Buzai, 2014). Estos flujos de datos digitales se mueven en un espacio digital o ciberespacio que se sustenta por medio de dos elementos, la geotecnosfera y la geoinformación.

Estamos hablando siempre de dos elementos independientes pero interrelacionados, el elemento instrumental, en que el ser humano interactúa en un espacio digital y el elemento informacional, que es la información que se genera en ese espacio digital y los flujos que circulan a través del mismo.

Una de las particularidades del ciberespacio es que permite superar el concepto lógico y tradicional de centralidad, ya que “la carencia de límites geográficos invita a pensar en un espacio cuya lógica es totalmente diferente al espacio real, donde existe una tremenda horizontalidad estructural” (Barbachán, 2009). Este hecho podría hacer pensar que desaparece el concepto espacial tal y como lo conocemos o es substituido por el espacio digital pero no se puede afirmar tal planteamiento “Si bien las NTIC, especialmente Internet, ofrecen un emergente espacio virtual que maneja un particular régimen espacio-temporal, no puede hablarse de la desterritorialización o, lo que es peor, de la sustitución del espacio geográfico por uno virtual” (Barbachán, 2009:22).

Así pues, el cambio que supone hablar de ciberespacio en la nueva geografía, no está en que sea un enfoque nuevo adaptado a los tiempos, sino en cómo está cambiando los modos de producción e intercambio de información. No se trata de un simple cambio estructural en cuanto al espacio donde suceden las relaciones humanas sino de un cambio funcional con respecto a

cómo se desarrollan dichas relaciones. Es por ello que la neogeografía habla de “una nueva relación con los espacios físicos” pero sobre todo está hablando de que hay un “desdibujamiento de los límites entre los roles tradicionales de sujetos productores, comercializadores y consumidores de información geográfica” (Capel, 2009) y son las nuevas tecnologías de la información y la comunicación las herramientas que han facilitado este hecho, las catalizadoras del cambio.

En este sentido, la nueva geografía no está analizando sólo la parte relativa a la *geotecnosfera* (Buzai y Ruiz, 2012) en sí misma, sino en los flujos de información que suceden, afecta a lo que (Moreno, 2015) llama la distribución de la geoinformación digital, preguntándose sobre el cómo, cuándo, dónde, etc.

Todo ello supone una transformación para la geografía y está vinculado con esta nueva forma de percepción espacial y con el concepto de geolocalización *online* (Beltrán López, 2016). Tal y como se ha comentado, paralelamente a la popularización de la web 2.0., apareció una herramienta que iba a revolucionar la geografía, Google Earth. Más allá de su valía tecnológica se puede analizar su impacto desde el punto de vista social, donde el espacio percibido se transforma, tal y como puso de manifiesto el sociólogo Diego Cerdá “Estamos asistiendo, de la mano de Google Earth al nacimiento de una nueva forma de percibir el espacio, que afecta al mismo tiempo al espacio virtual y al espacio real de nuestro planeta” (Cerdá, 2005).

A partir de este razonamiento el autor introduce el concepto de geosemántica “un servicio de arquitectura Web, basado en ontologías y diseñado para integrar, traducir y compartir información multivariada y activos de conocimiento (geoespacial y de noticias de medios) en un ambiente de distribución red” (Cerdá, 2005).

Otro aspecto esencial a analizar cuando se habla de geografía y ciberespacio es el de los datos. Con la llegada de la geografía automática y la popularización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), dentro de la corriente neopositivista, la información se convirtió en datos y éstos

pasaron a analizarse mediante el álgebra y las matemáticas, de modo que la realidad podía expresarse en forma de puntos, líneas y polígonos.

Hoy en día, dada la ubicuidad de los recursos TIG, los datos espaciales son cualquier tipo de dato que se encuentre referido, directa o indirectamente, a un espacio. Así pues, la información geográfica estaría referida a la forma en que se almacenan esos datos y la mayoría de los productos que ofrecen (Ariza, 2015).

Este nuevo entorno digital ha traído consigo un cambio en la forma de gestionar la información geográfica que tradicionalmente estaba asociada al mapa como elemento de representación de la realidad para gestionar datos espaciales desde la perspectiva de la producción y el consumo de los mismos. Los contextos en los que se mueve el dato espacial son el socioeconómico, el industrial y técnico y el individual. Por tanto el dato espacial es el objeto de consumo y el prosumidor es el sujeto de consumo (Del Río, 2015).

En cuanto al consumo de mapas, encontramos que se ha pasado del modo de producción en masa, caracterizado por el consumo de masas, al modo de producción del “informacionalismo”, término desarrollado por Castells y caracterizado por la personalización de la producción y el consumo, lo que supone un cambio de desarrollo y uso de los datos espaciales (Del Río, 2015).

Si estamos hablando de gran cantidad de datos que se mueven en el ciberespacio hay que hacer una referencia al concepto de *big data* que, aunque se podría relacionar directamente con la nueva geografía hay que tener cierta prudencia científica a la hora de demostrar dicho impacto (Bosque Sendra, 2015).

El objeto de consumo del espacio hoy en día son los datos espaciales y los nuevos consumidores son los encargados no sólo de consumir esos datos sino de producirlos y con ello aportar una nueva geografía colaborativa.

En definitiva, el espacio en el que nos relacionamos ya no es sólo físico, sino que integra el mundo físico y el digital de modo que sea uno sólo y en el que actualmente, la tecnología, supone un nuevo sentido para el ser humano, una extensión digital que nos permite disponer de las mayores capacidades de información y comunicación que ha habido en la historia de la humanidad.

Nota: este texto es una adaptación de un pequeño extracto de la Tesis Doctoral del autor sobre “Los municipios turísticos del interior de la Comunitat Valenciana en Internet”, donde analiza el ámbito de la ciencia geográfica en el que se inscribe esta investigación (Beltrán López, 2017).

Bibliografía

- Ariza, F. J. (2015) La construcción descentralizada de datos espaciales: riesgos para la calidad de la información geográfica, *27*, 187-205.
- Barbachán, I. I. (2009) Visión Geográfica del ciberespacio. *Ar@cne*. Recuperado a partir de <http://revistes.ub.edu/index.php/aracne/article/view/1154/1130>
- Beltrán López, G. (2016) *Geolocalización online: la importancia del dónde* (1a edición), Barcelona, UOC.
- Beltrán López, G. (2017) *Los municipios turísticos del interior de la Comunitat Valenciana en Internet*. Universitat de València. Recuperado a partir de <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1485669>
- Bosque Sendra, J. (2015) Neogeografía, big data: problemas y nuevas posibilidades. *Polígonos*, *27*, 165-173.
- Buzai, G. D. (2014) Neogeografía y sociedad de la información geográfica. Una nueva etapa en la historia de la Geografía, *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*, *1*, *1*, 1-12.
- Buzai, G.D. & Ruiz, E. (2012) Geotecnósfera. Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto global del sistema mundo, *Anekumene*, *4*, 88-106.
- Capel, H. (2009) Geografía en red a comienzos del tercer milenio: para una ciencia solidaria y en colaboración. *Scripta Nova*, *14*, 313. Recuperado a partir de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-313.htm>

- Cerdá, D. (2005) *El mundo según Google. Google Earth y la creación del dispositivo semántico global*. Recuperado a partir de https://www.academia.edu/8060038/EL_MUNDO_SEGUN_GOOGLE._GOOGLE_EARTH_Y_LA_CREACION_DEL_DISPOSITIVO_GEOSEMANTICO_GLOBAL
- Del Río, J. (2015) La vía ecléctica de producción y consumo de datos espaciales, *Polígonos*, 27, 119-163.
- Moreno Jiménez, A. (2015) Sociedad de la geoinformación y conducta espacial del ciudadano como nuevos desafíos para la Geografía, *Polígonos*, 27, 25-47

Ciberespacio y la metáfora geográfica

Djamel Toudert

Es prácticamente imposible pensar el ciberespacio sin hacer uso de la metáfora geográfica. Después de tomar prestado a la geografía la mitad de su nombre, el ciberespacio se enchufó indiscriminadamente a un imaginario territorial de infiernos y de El Dorado. Espacios pioneros en donde es posible perderlo todo, inclusive la propia identidad, al mismo tiempo de poder llegar a destinos favorables para iniciar vidas prosperas y concretar sueños. Mundos complejos para conquistar ser conquistados colonos que se guían con un mapa topográfico en la mano.

Antes de su notoriedad cobrada en 1984 con la novela de *Neuromante* de William Gibson, el ciberespacio, con cuyo nombre deriva del griego, gozaba desde entonces de su significado de "espacio navegable". Un espacio conceptual en expansión que nace de la creciente adopción mundial de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: TIC (Toudert y Buzai, 2004). La publicación realizada por la revista *Nacional Geographic*, durante el 2000, del mapa confeccionado por Bill Cheswick y Hall Burch de los laboratorios Bell, abrió un activo intercambio en el sitio Web *Cibergeography.org* organizado por el geógrafo Martín Dodge, quien publicara un año después, en coautoría con Rob Kitchin, un libro central de estas experiencias (Dodge y Kitchin, 2001).

A pesar de que Graham (1998) se dio cuenta de que el ciberespacio está especialmente inmerso en una jerga de lugares (lobbies, salones, cuartos, etc.) que traducen, en cierta medida, la dimensión espacial inherente a la naturaleza misma de las interacciones sociales, los retos enfrentados por la investigación geográfica han sido principalmente encontrar una espacialidad a los fenómenos ciberespaciales. El universo del ciberespacio aparece, entonces, como un conjunto de espacios alcanzables por la consulta y/o la interacción de cada internauta conectado a la red. En estos contextos, el mapa ciberespacial se vuelve una herramienta metodológica para la representación y visualización de la forma estructural y organizacional de una porción selectiva de un ciberespacio de interés (Toudert y Buzai, 2004). La visualización de la información contenida y que transita por los servidores encuentra cabida en la búsqueda de un sentido al caos de datos y una posibilidad para mejorar el rendimiento de la interface entre usuarios y los espacios de información. Bajo esta perspectiva, la consulta de la información se sustenta en complejos procesos de abstracción por medio de metáforas visuales con la finalidad de delimitar unidades de reconocimiento, de identificación y vínculos que permiten ir agregando componentes a un conocimiento previo.

En estos marcos intrincados, Meyrowitz (1993) y Stefik (1996) afirmaron que los patrones de innovación y difusión de los sesentas fueron al origen de la formulación de las TIC como objetos de un poder de mediación neutral que caracterizó la metáfora del conducto. La evolución de esta última en el marco del relativismo epistémico radical terminó proporcionando el combustible para el determinismo tecnológico y su corolario, producido por la sustitución del espacio real por lo virtual.

La impregnación de la geografía con el futurismo tecnológico expresado por los apóstoles de la talla de Toffler, Fuller, Doxiadis y la tesis de la cultura global de McLuhan conllevaron Mattelart (2001:49) a poner de relieve el relajamiento de la “oposición entre el significado y su objeto impulsado por el análisis estructural y la obsesión por el texto”. Hasta hace muy

poco tiempo, el debate disciplinario oscilaba entre una geografía plana sin fricción y la teoría de las redes sociales propuesta por Castells centrada en la polarización territorial de las TIC (Toudert, 2013). Esta última abordó la conceptualización de la apropiación de las TIC como herramientas de propósito general, de una integración participativa (o pasiva) y una adopción especializada en el manejo organizacional. Esto abre desde luego, la perspectiva para despedirse de la idea de un ciberespacio fundado en el determinismo, la trascendencia tecnológica y la substitución del espacio real por lo virtual. En este sentido, la idea de un ciberespacio visitado desde una metáfora básica desconectada de la realidad territorial de los actores sociales constituye un episodio disciplinario del pasado, que por cierto, sigue todavía vivo en los discursos dominantes fuera de la academia. En estos casos, el uso y el abuso de la metáfora geográfica se ha traducido en un esfuerzo de entendimiento, que presenta dificultad y genera confusiones a los usuarios con un conocimiento limitado los aspectos centrales de la geografía oficial.

Bibliografía

- Dodge, M. & Kitchin, R. (2001) *Mapping Cyberspace*, London, Routledge.
- Graham, S. (1998) The end of geography or the explosion of place? Conceptualizing space, place and information technology, *Progress in Human Geography*, 22, 2, 165-185.
- Mattelart, A. (2001) *Histoire de la société de l'information*, Paris, La Decouverte.
- Meyrowitz, J. (1993) Images of media: Hidden ferment and Harmony in the field, *Journal of Communication*, 43, 55-66.
- Stefik, M. (1996) *Internet dreams: Archetypes, myths and metaphors*, Cambridge, MIT Press.
- Toudert, D. (2013) El ciberespacio: entre ambigüedad de la metáfora geográfica y la gloria del lirismo gibsoniano, en Chávez Torres, M. & Checa Artasu, M. (Eds), *El espacio en las ciencias sociales. Colegio de Michoacán y Fideicomiso Felipe Teixidor y Monserrat Alfal de Teixidor*, Vol II, 369-380.

Toudert, D. & Buzai, G. D. (2004) *Cibergeografía. Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) en las Nuevas Visiones Espaciales*, Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.

Elementos teóricos para abordar la segregación digital territorial: reflexiones desde la Cibergeografía y el ciberespacio

Jeffer Chaparro Mendivelso

La cibergeografía, como subcampo teórico y aplicado de la geografía, pretende contribuir a la comprensión de las relaciones establecidas entre la sociedad y su entorno mediante las tecnologías digitales (TD). Las TD deben asumirse como catalizadoras del territorio, pues las personas actúan cada vez más a partir de la mediación fuerte y potente de los aparatos u objetos electrónicos, los cuales se insertan diferencialmente en las actividades humanas (Chaparro, 2017). Para comprender el ciberespacio, es importante aproximarse a la mediación digital del espacio factual, pues no pueden existir los espacios electrónicos sin el espacio físico y sin la electricidad, como puntos de partida.

La aproximación desde la cibergeografía requiere contar con elementos teóricos que le permitan sentar bases para comprender la expresión territorial de sus manifestaciones (Para el contexto de América Latina, vale la pena resaltar los aportes desde Argentina por G.Buzai y desde Brasil por H.Pires). Es por ello que este subcampo necesita ser desdoblado de manera estructural para poder generar sistemas de ideas que favorezcan coherencia analítica y posibilidades aplicadas concretas. De esta manera la segregación digital territorial surge como una perspectiva teórica original, con tránsito metodológico, que relaciona varios aspectos (Chaparro, 2017):

- La diferenciación en cuanto a la difusión de las TD.
- La multisectorialidad vinculada a los segmentos productivos impactados por las TD.

- Los estadios de la segregación digital y sus implicaciones en cuanto al uso.
- La multiescalaridad inmersa en las relaciones humanas mediadas por las TD.
- Los discursos en torno al uso de las TD.

En cuanto al primer asunto vale la pena señalar que, de manera estructural, ningún fenómeno geográfico se difunde homogéneamente, pues la Tierra no es plana. Esta situación es fundamental para comprender de forma ontológica que siempre hay diferenciación respecto a la manera cómo los aspectos territoriales incluyen diferenciaciones inevitables. Las TD no son la excepción, pues su difusión ha sido, y será, diferencial en razón a cuestiones distintas: el relieve, la apertura territorial a la innovación, las condiciones climáticas, las restricciones ambientales, la inercia histórica, la disponibilidad de energía eléctrica y las posibilidades económicas de la población, entre otras (Capel, 2012).

Respecto a la multisectorialidad, vale la pena comentar que las TD se relacionan, de manera diferencial también, con todos los sectores productivos y económicos (Herod, 2009). Inciden en la exploración y explotación del subsuelo, median la producción agropecuaria, afectan la transformación de los productos mediante máquinas, catalizan el comercio, impactan las actividades de los sistemas sanitarios y de salud, indican en la educación en todos sus niveles y ralentizan o aceleran la innovación tecnológica. Plantado de otra manera, las TD afectan a todos los aspectos en los cuales el trabajo humano y su creatividad se expresan.

Un tercer aspecto destacable se refiere los estadios de la segregación digital (Van Dijk, 2006), lo cual nos remite, de manera consecuente, a otros asuntos muy relevantes para comprender las implicaciones sociales y espaciales de las TD: a) el deseo de acceso y las motivaciones, b) el acceso material factual y las posibilidades de adquisición de objetos tecnológicos, c) las posibilidades de uso de las TD, que incluyen la educación y la autoeducación; y d) el

uso creativo e innovador, que se asocia a las posibilidades para que las personas y las organizaciones públicas o privadas, puedan generar nuevo conocimiento o aplicaciones innovadoras.

La multiescalaridad es otro elemento central para pensar las implicaciones de las TD, pues las mediaciones asociadas generan la posibilidad, inédita en la historia humana (con pocas excepciones restringidas y limitadas, como las señales de humo, los sonidos de tambores y otros instrumentos, las palomas mensajeras y la telegrafía óptica, entre otras opciones) de comunicarse a distintas escalas espaciales de manera sincrónica, asincrónica y diacrónica. La globalización y la glocalización no serían posibles sin las TD, pues éstas favorecen la posibilidad de interactuar a escalas distintas de manera diferencial pero integrada, lo cual genera serias implicaciones para la vida de los territorios, para las actividades y los trabajos humanos en general (Velandia, 2018; Chaparro, Velandia y Giraldo, 2016). En realidad, las TD están generando alteraciones sustanciales en cuanto al régimen espacio-temporal de las actividades humanas, por ejemplo mediante el teletrabajo.

El último asunto de interés remite a los discursos, los cuales son catalizadores sustanciales de las intenciones y acciones directas y simbólicas respecto a la difusión y el uso de las TD. En este sentido, los tres discursos centrales (Van Dijk, 2013) y hegemónicos son: a) público, b) privado y c) alternativo. En general el discurso público vende la idea en torno a que las TD son un mecanismo necesario para el desarrollo, que permitirá entrar sin visa a la sociedad de la información y del conocimiento, sin contar que también esas tecnologías se usan como mecanismo de control y espionaje social y espacial. El discurso privado, muy alimentado por el público, se centra en ofrecer las TD desde las innovaciones constantes, de tal manera que los sujetos se convierten en consumidores de distintos dispositivos que, en teoría, mejoran su vida, pero que a la vez los convierte paulatinamente en clientes potentes y convulsivos de aparatos y aplicaciones. Uso, consumo y discurso se entrelazan de manera sólida entre lo público y lo privado. De forma distanciada, el

discurso alternativo, disidente, crítico, y en ocasiones hacktivista (Wark, 2006), plantea la necesidad de repensar y analizar las implicaciones de las licencias restrictivas, del libre acceso a la información y al conocimiento, posibles y necesarios para reestructurar el mundo y hacerlo más equilibrado y equitativo, es decir, menos segregado.

Bibliografía

- Capel, H. (2012) *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea. Nueva edición ampliada*, Barcelona, Ediciones del Serbal.
- Chaparro, J. (2017) *Un mundo digital. Territorio, segregación y control a inicios del siglo XXI*, Bogotá, Universidad nacional de Colombia.
- Chaparro, J., Velandia, M. & Giraldo, C. (2016) Teletrabajo, ciencia ficción y cibergeografía: contribuciones para comprender nuevas realidades laborales desde las utopías y las distopías. <http://www.ub.edu/geocrit/xiv-coloquio/ChaparroVelandiaGiraldo.pdf>, en Benach, N., Zaar, M. & Vasconcelos, M. (Eds) *Actas XIV Coloquio Internacional de Geocrítica: Las utopías y la construcción de la sociedad del futuro*, Barcelona, Universidad de Barcelona, <<http://www.ub.edu/geocrit/xiv-coloquio/xiv-coloquio-portada.htm>>.
- Herod, A. (2009) *Geographies of globalization*, Oxford, Wiley-Blackwell.
- Van Dijk, J. (2006) Digital divide research, achievements and shortcomings, *Poetics*, 34, 4-5, 221-235.
- Van Dijk, T. (2013) *Discurso y contexto. Un enfoque sociocognitivo*, Barcelona, Gedisa.
- Wark, M. (2006) *Un manifiesto hacker*, Barcelona, Alpha Decay.
- Velandia, M. (2018) *Geografía del teletrabajo en la fundación MarViva*, Tesis de Maestría en Geografía, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

En el camino geodigital de la Geografía. Experiencia personal

Gustavo D. Buzai

Quienes comenzamos hace más de tres décadas a desarrollar investigaciones geográficas apoyadas en el paradigma cuantitativo, a finales de la década de 1980 asistimos al inicio de una importante renovación conceptual de la Geografía a partir de la difusión de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito de las computadoras personales que comenzaban a estar con más facilidad al alcance de todos.

La cuantificación era la base de la computación y, en ese sentido, la Geografía Cuantitativa sería la base de toda aplicación informática destinada al análisis espacial.

Realicé la primera tesis de licenciatura en Geografía en la Universidad de Buenos Aires que aplicaba un SIG (Buzai, 1991). En ella se realizaba análisis de correspondencia espacial en usos del suelo urbano para la delimitación del CBD (*Central Business District*) de Buenos Aires en diferentes años y ligarlo con las etapas económicas de la inserción de la Argentina en el contexto económico mundial.

A partir de allí pude ver de qué manera esta tecnología comenzaba a utilizarse cada vez más en Geografía y, al mismo tiempo, adquiría cada vez mayor valorización para su aplicación en diferentes ciencias. En el transcurso de la década de 1990, los SIG generaron un notable impacto disciplinario y extra-disciplinario.

El impacto disciplinario fue inicialmente vislumbrado por el geógrafo Jerome E. Dobson quien lo vio como responsable de la aparición de una nueva especialidad en la disciplina, la Geografía Automatizada, y el impacto generalizado fue motivo de mi tesis doctoral (Buzai, 1998) en la cual llego al concepto de *paradigma geotecnológico*, no como paradigma de la Geografía, sino como paradigma geográfico, es decir, una forma de ver la realidad que la Geografía le brinda a otras ciencias que intentan incorporar la dimensión espacial en sus estudios. Surgía de esta manera, la *Geografía Global* (Buzai, 1999) como conocimientos geográficos

que se habían estandarizado para ingresar en el ambiente informático y a partir del uso de computadoras introducirse en muchas ciencias.

La *Geografía Global* generaba una dinámica centrífuga de conceptos que salían del núcleo teórico de la Geografía para llevar la dimensión espacial a estudios en los más variados ámbitos. Se producía un proceso de explosión disciplinaria muy parecido al detectado a finales del siglo XIX cuando la Geografía brindó objetos de estudio para el nacimiento de nuevas ciencias y ella misma posicionarse como *Geografía Humana*.

Después de 20 años transcurridos desde *Geografía Global* resultan necesarios realizar algunos ajustes y en esta nueva etapa debo reconocer los avances realizados por colegas iberoamericanos con los cuales intercambiamos conocimientos específicos sobre el tema (Toudert y Buzai, 2004; Buzai y Ruiz, 2012; Beltrán, 2019).

En ese lapso de tiempo tuvo un gran protagonismo la *Neogeografía* que permitió a todas las personas utilizar procedimientos geográficos estandarizados en los dispositivos móviles a tal punto de generar un auge del amateurismo a través de la denominada *Geografía Voluntaria*, y la *Cibergeografía* centrada en nuevos espacios de exploración e interacción social existentes entre las pantallas de diferentes dispositivos de comunicación.

En esta última línea realicé el primer mapa del ciberespacio desde Buenos Aires a partir de la utilización de un software *trazador de rutas*. Una vez conectado a un sitio web llevé a un planisferio la línea que siguió la ruta de la comunicación y la superposición que daba el total de recorridos brindó la configuración total en donde aparecieron algunos nodos principales que concentran el flujo comunicacional en los países centrales y surgía la posición periférica de nuestra ciudad (Buzai, 2013). En el ciberespacio, Estados Unidos está más cerca de la Argentina que cualquiera de los países latinoamericanos y nuestro segundo país más lejano es Paraguay. Estos mapeos muestran un mundo diferente.

Actualmente podemos mirar para atrás en el tiempo y ver el camino que recorrió el positivismo en Geografía Humana desde mediados del siglo pasado: *Geografía Cuantitativa* (utilización de métodos matemáticos y estadísticos en el análisis espacial), *Geografía Automatizada* (confluencia de los diferentes software de la geoinformática con núcleo en los Sistemas de Información Geográfica, aplicaciones estandarizadas en el ambiente digital), *Geografía Global* (Difusión de conocimientos geográficos de la Geografía Cuantitativa de manera generalizadas mediante los medios informáticos), esta difusión sale desde la disciplina a través de la *Metageografía* (impacto en las ciencias) y la *Neogeografía* (impacto en la sociedad) (Buzai, 2018) y aparición de la *Cibergeografía* (estudios del espacio de interacción socio-espacial a nivel virtual, sin desconocer la materialidad de base).

Si consideramos la teoría de los Sistemas Complejos sistematizada por Rolando García queda claro que todas estas perspectivas están sustentadas en una Geografía como ciencia espacial. El interés es por todos los procesos sociales y naturales en cuanto a su característica espacial vinculada a la superficie terrestre, mientras que otros paradigmas de la Geografía abarcarán escalas mundiales en un supra-nivel de orientación político-económica o escalas locales/individuales en un infra-nivel de orientación antro-psicológica. Entonces la Geografía podría ser considerada una ciencia multiparadigmática que tendría al *espacio geográfico* en su esencia y la *multidisciplina* en su contenido de mayor amplitud.

En síntesis, las manifestaciones espaciales de los procesos sociales puede ser consideradas como el objeto material de nuestros estudios, mientras que la aproximación espacial el objeto formal, en este contexto la metodología cuantitativa apoya la manera racional y científica para su estudio, los SIG incorporan una estandarización computacional de la total tradición geográfica racionalista-cuantitativa y la Geografía Global en su amplia difusión hacia los más diversos contextos. La Cibergeografía puede estudiar todos los espacios de interacción digital y brinda la posibilidad de realizar nuevas exploraciones

abarcando la superposición de realidades que se generan en el mundo actual.

En síntesis, el nacimiento de la Geografía Cuantitativa tuvo un sustento sistémico y su posterior desarrollo por un camino geodigital generó una evolución con notable impacto en infinidad de actividades humanas.

Bibliografía

- Beltrán, G. (2019) Datos geolocalizados, *Telos*, 110, 68-75
- Buzai, G.D. (1991) *Características y evolución espacial de los centros de gestión metropolitanos. Buenos Aires, 1960-1980 y su configuración actual*, Buenos Aires, Tesis de Licenciatura en Geografía, UBA.
- Buzai, G.D. (1998) *Impacto de la Geotecnología en el desarrollo teórico-metodológico de la ciencia geográfica: hacia un nuevo paradigma en los albores del siglo XXI*, Mendoza, Tesis de doctorado en Geografía, UNCuyo.
- Buzai, G.D. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2013) Technological Dependence and the Internet. Latin American access from Buenos Aires, 2001-2013. *Journal of Latin American Geography*, 12, 3, 165-177.
- Buzai, G.D. (2018) Geografía Global: la dimensión espacial en la ciencia y la sociedad, *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 263, 3, 9-26.
- Buzai, G.D. & Ruiz, E. (2012) Geotecnósfera. Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto global del sistema mundo, *Anekumene*, 4, 88-106.
- Toudert, D. & Buzai, G.D. (2004) *Cibergeografía*, Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California.

CAPÍTULO 15

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MÁS ALLÁ DE LA GEOGRAFÍA / METAGEOGRAFÍA

Los Sistemas de Información Geográfica en la Arqueología argentina

Sonia L. Lanzelotti

La Geografía y la Arqueología son disciplinas que tienen un importante punto en común: ambas coinciden en que el fin último de su estudio es conocer cómo se relaciona la sociedad con el medio, a partir del estudio del espacio geográfico. El análisis espacial permite comprender la lógica estructural de las sociedades, ya sea pretéritas o actuales. En el primer caso se aborda desde la Arqueología, en tanto que en el segundo caso se aborda desde la Geografía.

Esta reflexión no es novedosa, puesto que en la búsqueda de antecedentes comunes, se observa que la Geografía y la Arqueología se han vinculado desde la segunda mitad del siglo XX ya que la aplicación de metodologías geográficas de análisis espacial a la investigación arqueológica se retrotrae a la década de 1970. Aquí nos interesa puntualmente analizar los últimos veinte años, puesto que estas aplicaciones comienzan a basarse en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), tanto para la incorporación del procesamiento digital de imágenes satelitales en aspectos topográficos y paisajísticos como en la aplicación de procedimientos de modelización cartográfica de la realidad.

En la Arqueología Argentina, el uso de SIG registra sus antecedentes a comienzos de la década del 2000, si bien los temas dedicados al estudio de la espacialidad, los paisajes y el uso del espacio se retrotraen mucho tiempo atrás. Al realizar un análisis pormenorizado de las Actas y/o Libros de Resúmenes de los Congresos Nacionales de Arqueología Argentina (CNAA) tomando estos últimos 20 años veremos cómo es la relación. Este lapso temporal abarca los últimos seis de estos importantes eventos, que cada tres años brindan una muestra representativa

de la variedad de temas, enfoques y problemas de interés de la comunidad académica. También es muy útil analizar críticamente los artículos publicados en las principales revistas de Arqueología y de Geografía, puesto que en Argentina no hay revistas especializadas en la aplicación de SIG en Arqueología.

El seguimiento de estos congresos y publicaciones permite observar un avance creciente de las investigaciones arqueológicas que abordan temas de uso del espacio prehispánico/histórico bajo la modalidad de estudios sobre “espacialidad”, “paisajes arqueológicos” y temas afines. Sin embargo, analizando la metodología en la cual se basan los artículos, vemos que son pocos los que utilizan como herramienta científica a los SIG. Prevalecen aún los enfoques humanistas, en los que el espacio geográfico se analiza en base a la subjetividad del investigador y sus percepciones que son transpoladas al pasado.

Cabe destacar sin embargo la existencia de dos Simposios especialmente destinados a trabajos sobre SIG en Arqueología. Uno durante el XV CNAА (Río Cuarto, 2004) y otro en el XIX CNAА (Tucumán, 2016), que muestran que la comunidad arqueológica conoce la existencia de esta potente herramienta de análisis espacial y su potencialidad. Estos trabajos de investigación abarcan temas de arqueología del NOA y de la Patagonia, principalmente, y también sobre la gestión del patrimonio cultural en la provincia de Buenos Aires.

La existencia de estos dos Simposios, bastante alejados en el tiempo uno de otro, muestra de algún modo que si bien cada vez son más los equipos de investigación que contemplan la utilización de SIG en trabajos arqueológicos, aún no son prioritarios dentro de los temas generales de uso del espacio/paisaje/espacialidad.

En este sentido creemos que es necesario fortalecer los vínculos teórico-metodológicos entre la Geografía y la Arqueología. Los SIG, que nacieron y se desarrollaron en el seno de la Geografía, se perfilan no sólo como una herramienta, sino también como un acercamiento teórico-metodológico apropiado

para abordar la relación sociedad-medio en el presente, y también en el pasado.

Bibliografía

- Lanzelotti, S.L. (2017) Los Sistemas de Información Geográfica en la Arqueología Argentina, *RED Sociales*, 4, 5, 183-193.
- XIV CNAА. (2001) *Libro de Resúmenes y cronograma de actividades*, Rosario, Universidad Nacional de Rosario, 17 al 21 de septiembre.
- XV CNAА. (2004) Arqueología e Integración Conceptual. Fronteras del Conocimiento. *Libro de Resúmenes y Cronograma de Actividades*, coordinado por Marcela Tamagnini y Osvaldo Mendonça, Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto, 20 al 25 de septiembre.
- XVI CNAА. (2007) *Libro de Resúmenes y cronograma de actividades*, San Salvador de Jujuy, Universidad Nacional de Jujuy, 8 al 12 de octubre.
- XVII CNAА. (2010) *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo*, editado por J. Roberto Bárcena y Horacio Chiavazza, Tomos I a V, Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo – CONICET INCIHUSA, 11 al 15 de octubre.
- XVIII CNAА. (2013) *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Asamblea General Constituyente del Año 1813*, editado por J. Roberto Bárcena y Sergio Martín. La Rioja, Universidad Nacional de La Rioja, 22 al 26 de abril.
- XIX CNAА. (2016) *Actas. Serie Monográfica y Didáctica Vol. 54*, San Miguel de Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, 8 al 12 de agosto.

El uso de Sistemas de Información Geográfica en investigación y aplicación ecológica

Silvia D. Matteucci

La ecología se ocupa del estudio de la interacción de los organismos vivos (plantas, animales incluyendo a los humanos)

con su ambiente, entendiendo por ambiente el conjunto de factores (relieve, clima, suelo, topografía, disponibilidad de agua, etc.) que determinan su calidad para la vida vegetal y animal. Se divide en numerosas ramas que van desde la investigación de poblaciones a la de paisajes, pasando por comunidades y ecosistemas. Sus aplicaciones son diversas: inventario de recursos naturales; conservación de la biodiversidad o de un paisaje; manejo de recursos naturales (bosques, lagunas, pastizales, etc.); planificación del uso de la tierra; monitoreo de los efectos de los cambios de uso de la tierra sobre los componentes naturales; evaluación de la conectividad entre parches aptos para la vida y circulación de una especie particular, incluyendo a los humanos. Estos estudios y muchos otros son requeridos para la planificación del uso y manejo de recursos naturales y de los cambios de uso de la tierra, así como para evaluar los efectos de estas acciones de manejo.

Los sistemas de información geográfica juegan un rol muy importante en todos estos estudios ecológicos y también en la aplicación práctica de sus resultados. Una toma de decisiones exitosa requiere informaciones e interpretaciones adecuadas. Los SIGs facilitan el almacenamiento, elaboración e interpretación de información de sistemas complejos como los ambientales y así, constituyen una herramienta fundamental para la planificación de los usos de la tierra y de sus recursos.

Mucho antes de la aparición de los SIGs, algunos campos de la ecología aplicaban la metodología geográfica para la comprensión de los procesos naturales. Probablemente, el primer trabajo en este sentido fue el de Snow (1855) quien, mediante puntos ubicados sobre un mapa de tipos de tierra (ecosistemas) logró asociar la presencia del cólera con la presencia de una fuente de agua. Aunque los epidemiólogos aseguran que en este momento comenzó la epidemiología moderna, este trabajo puede insertarse en la ecología ya que estudia la asociación entre un grupo de humanos y su medio ambiente.

El inicio del uso del SIG en ecología fue dispar en las diversas ramas de la ecología. En ecología de paisajes se inició

tempranamente, porque cuando apareció el SIG ya había muchas experiencias de enfoque geográfico para la resolución de preguntas ecológicas (Matteucci et al., 1983). En las otras ramas de la ecología el uso del SIG se inició en los primeros años de la década de 1990. Las primeras aplicaciones usaban mapas de cobertura para planificar el muestreo a campo de las especies a estudiar y también para identificar las asociaciones entre la presencia de una especie y alguna propiedad del territorio. Más adelante se usaron los SIGs para contestar preguntas acerca de procesos ecológicos, como por ejemplo identificar el impacto de la fragmentación del paisaje sobre la diversidad de especies o sobre el movimiento de especies en un paisaje heterogéneo. Dos de las estrategias en entorno SIG más empleadas son la evaluación multicriterio para generar mapas de aptitud de hábitat y el análisis de costo de traslado para identificar rutas de traslado de las especies (Matteucci 2015); tanto la aptitud de hábitat como el costo de traslado de especies son factores importantes en la conservación de la biodiversidad. Los trabajos sobre costo de traslado se han multiplicado porque sirven no sólo para identificar los recorridos de los animales, sino también las barreras que enfrentan y para establecer áreas de protección a lo largo de sus recorridos y de esta manera reducir el riesgo de extinción local de especies grandes en regiones de avance de la agricultura y la urbanización (Desrochers *et al.* 2011).

Como en toda actividad humana, primero se origina la pregunta a resolver y luego la herramienta para resolverla. Por eso, las preguntas de los ecólogos y de los geógrafos estimularon el desarrollo modelos y herramientas de SIG, que contribuyen a la interpretación de procesos dinámicos. Los modelos de distribución de especies, como Maxent, que calculan correlaciones en entorno SIG entre datos ambientales y la presencia de la especie, se generaron ante la necesidad de interpretar o explicar de la presencia de una determinada especie en un ambiente particular, de predecir su distribución en un territorio espacialmente heterogéneo (Kozak *et al.* 2008), o el riesgo de ataques de enfermedades según la calidad del ambiente

(La Manna *et al.* 2012), o la distribución potencial de una especie en condiciones de heterogeneidad temporal, por ejemplo, en situaciones de cambio climático (Kearney *et al.* 2010), o la dinámica estacional de la abundancia y distribución de grandes mamíferos que compiten en superficies extensas (Schroeder *et al.* 2014).

Ante el riesgo de pérdida de la biodiversidad de especies a causa del crecimiento de la población humana, de la expansión de la agricultura y de la urbanización, una de las ramas más activas en la actualidad es la ecología de la conservación y los SIG constituyen la herramienta imprescindible en este caso; muchos de los hallazgos y aplicaciones han sido posibles gracias a los SIG. Los trabajos incluyen la cuantificación de la pérdida de hábitat para una determinada especie a lo largo del tiempo, la identificación de los impulsores de la reducción de la población, la identificación de áreas aptas para la conservación de especies, ecosistemas y paisajes, la predicción de la posible presencia de una especie en parches de paisaje según sus características físicas, naturales y de ocupación humana, entre otros. Todas estas investigaciones requieren de los SIG para medir variaciones en tamaño de hábitat para una determinada especie, ubicación de parches con condiciones apropiadas para la reproducción de la especie, correlaciones entre variables ambientales y presencia de la especie, posibilidades de dispersión de la especie, etc.

En la actualidad, una variedad de dispositivos de campo permiten incrementar las escalas de estudio de patrones y procesos ecológicos. Este es el caso de los sistemas de posicionamiento global (GPS) y radiotransmisores, que permiten rastrear objetos en movimiento (Broseth & Pedersen 2000), los drones y UAVs (vehículos aéreos no tripulados) que permiten tomar imágenes de alta resolución y construir mapas tridimensionales de la cobertura vegetal, entre otros (Pimm *et al.* 2015). Estos dispositivos multiplican las investigaciones y los datos y sólo mediante los SIG se puede integrar el cúmulo de información recolectada.

Este artículo presenta a modo de muestra una muy reducida de la enorme cantidad de trabajos ecológicos publicados en que se emplean SIG. Un largo recorrido se ha transitado desde los primeros trabajos ecológicos realizados antes de la aparición de los SIGs. En la década de 1970 los cambios de textura de la superficie terrestre se delineaban sobre fotos aéreas, luego se recorría el terreno verificando el tipo de relieve e inventariando aquello que se observaba sobre la superficie: tipos de vegetación, cultivos, lagunas, etc. Luego, las líneas dibujadas sobre la foto se restituían al papel sobre un mapa oficial impreso mediante un pantógrafo óptico, que en nuestro caso ocupaba dos plantas de un edificio. Los mapas resultantes (tipo de relieve, carreteras, tipos de vegetación, fuentes de agua, etc.) se realizaban en papel transparente para poder superponer los temas trabajando sobre una mesa iluminada desde abajo. De esta manera, los tipos de cobertura vegetal se asociaban con características del relieve, de la topografía, del clima local, etc. El estudio de 24.000 km² nos llevó unos 6 años (Matteucci *et al.* 1985) y no pudimos incluir todas las variables ambientales que influyen en la calidad del hábitat y el tipo de vegetación de la unidad de tierra. Los que pasamos por esta experiencia podemos dar fe de que el desarrollo de los SIG ha constituido un enorme aporte para la ecología, especialmente para aquella vinculada a la planificación del manejo de áreas naturales y de los cambios de uso de la tierra.

Bibliografía

- Desrochers, A., Bélisle, M., Morand Ferron, J. & Bourque, J. (2011) Integrating GIS and homing experiments to study avian movement costs, *Landscape Ecology*, 26, 47–58.
- Kearney, M.R., Wintle, B.A. & Porter, W.P. (2010) Correlative and mechanistic models of species distribution provide congruent forecasts under climate change, *Conservation Letters*, 3, 203–213.
- Kozak, K. H., Graham, C.H. & Wiens, J.J. (2008) Integrating GIS-based environmental data into evolutionary biology, *Trends in Ecology and Evolution*, 23, 3, 141-148.

- La Manna L., Matteucci, S.D. & Kitzberger, T. (2012) Modelling phytophthora disease risk in *Austrocedrus chilensis* forests of Patagonia, *European Journal of Forest Research*, 131, 323–337.
- Matteucci, S.D. (2015) El uso de Sistemas de Información Geográfica en Ecología, en Miraglia, M., Caloni, N. & Buzai, G.D. (Coord.) *Sistemas de información geográfica en la investigación científica actual*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Matteucci, S.D., Colma, A. & Pla, L. (1985) Multiple purposes land mapping and resources inventory, *Environmental Management*, 9, 3, 231-242
- Pimm, S.L., Alibhai, S., Berg, R., Dehgan, A., Giri, C., Jewell, Z., Joppa, L., Kays, R. & Loarie, C. (2015) Emerging technologies to conserve biodiversity, *Trends in Ecology & Evolution*, 30, 11, 685-696.
- Schroeder, N.M., Matteucci, S.D., Moreno, P.G., Gregorio, P., Ovejero, R. *et al.* (2014) Spatial and seasonal dynamic of abundance and distribution of guanaco and livestock: insights from using density surface and null models, *PLOS ONE*, 9, 1, e85960.
- Snow, J. (1855) *On the mode of communication of cholera*, London.

Los Sistemas de Información Geográfica, nuevos indispensables en la caja de herramientas sociodemográficas

Mariana Marcos

Los sociodemógrafos (en Argentina, muchos de ellos licenciados en sociología –y otras ciencias sociales o carreras afines a la estadística– con posgrados en demografía) tradicionalmente han tenido un rol protagónico en la producción de información cuantitativa de las poblaciones en el marco de equipos de investigación o de análisis estadístico. Para ello se han valido de una caja de herramientas compuesta por marcos teóricos y un corpus de conocimiento acumulado acerca del

comportamiento de las estructuras y fenómenos sociodemográficos (ambos con sus contradicciones y lagunas), así como por nociones de metodología de investigación y técnicas de análisis estadístico y demográfico.

Para gran parte de estos profesionales, el espacio ha ocupado en sus quehaceres un lugar secundario, si no marginal. Siempre a la sombra del tiempo, el espacio remitía a la vieja –aunque recurrente– noción de “espacio escenario” (Lefebvre, 1969, 1972), en este caso, a las unidades político-administrativas en las que se asienta la población sobre la que se requieren datos para su gestión y a las unidades operativas para las que producen información las fuentes secundarias.

Para otros (pocos) especializados en migraciones y (los menos) en distribución espacial de la población, el espacio ha tenido mayor importancia en la medida que interviene en la definición misma de los fenómenos de estudio: las fronteras trazadas, que eventualmente se trascienden, son un elemento constitutivo de las migraciones internacionales e internas, y de los patrones de asentamiento de la población. Sin embargo, el espacio continúa teniendo un papel secundario, como atributo de la población, cuyos integrantes han nacido, residido o se encuentran asentados en determinado país/ provincia, en ámbitos rurales/ urbanos, etc.

Los sociodemógrafos interesados en las desigualdades fueron quienes, tal vez, han mirado la cuestión espacial con mayor detenimiento, preocupados por la calidad de vida y las estructuras y dinámicas demográficas diferenciales entre distintas regiones, unidades político administrativas, ámbitos rurales y urbanos e, inclusive –aunque más recientemente–, dentro de las grandes ciudades.

Esta forma de concebir al espacio por parte de la sociodemografía, se ve en la actualidad profundamente desafiada por la emergencia de preguntas de investigación e inquietudes acerca de la gestión del territorio que tienen que ver con escalas micro-espaciales de análisis. Con una amplia mayoría de la población argentina residiendo en las ciudades, la pregunta por la

localización de poblaciones específicas y su efecto en la producción y reproducción los atributos que las definen como tales, se vuelve recurrente; al mismo tiempo que ya es usual la demanda de información poblacional a nivel microespacial, en la medida que otros actores de la comunidad académica, gubernamental, no gubernamental y privada conocen la existencia de microdatos censales y de sistemas de información capaces de representarlos, e inclusive la posibilidad de georreferenciar información microespacial primaria. En la actualidad, en cualquier ámbito profesional se espera que un sociodemógrafo pueda construir y preparar información “mapeable”, contribuir a la resolución de problemas en el marco de equipos interdisciplinarios y hasta representar ellos mismos los patrones espaciales de los datos que producen.

En este marco, la tradicional caja de herramientas sociodemográficas se evidencia insuficiente, y es recurrente que en nuestro país los sociodemógrafos no puedan dar respuesta, aún en equipos integrados también por geógrafos, a ciertas preguntas y demandas, por desconocimiento de cómo está estructurado y cómo funciona un Sistema de Información Geográfica (SIG) y otras Tecnologías de Información Geográfica ampliamente difundidas como Google Earth, qué particularidades tiene una matriz de datos geográfica, cuáles son y qué particularidades tienen las unidades geoestadísticas locales, para cuáles de ellas producen información las distintas fuentes de datos sociodemográficos, cómo se elaboran los mapas temáticos y qué posibilidades brinda el análisis espacial más allá de ellos; así como es también habitual que geógrafos, informáticos y técnicos en SIG no conozcan en profundidad las fuentes de datos sociodemográficos, sus limitaciones y posibilidades, la forma en que se procesan los datos estadísticos para construir información. Así las cosas, existen lagunas en la producción de conocimiento y cortocircuitos en los equipos de trabajo interdisciplinarios.

La resolución de este nudo problemático no requiere derribar las fronteras entre las disciplinas –que siempre

continuarán teniendo su especificidad–, pero sí que éstas tengan relativa porosidad y permitan la circulación de elementos teóricos, metodológicos y técnicos que solían ser exclusivos de la caja de herramientas de unos y no de otros, y fomentar interfaces con equipos mixtos donde los unos y los otros se complementen y, por momentos, los más aventureros y abiertos hasta se confundan entre sí.

En respuesta a ello, las instituciones educativas que forman demógrafos en Argentina –ante la presión del propio estudiantado preocupado por sus competencias laborales y bajo la mirada recelosa de los representantes más ortodoxos de la disciplina– han empezado a actualizar sus planes de estudio incorporando nociones básicas de SIG. Signo de madurez de la especialidad o de resignación ante lo inevitable, la incorporación en sus instancias formativas de profesionales de otras disciplinas (en este caso, geodemógrafos como docentes de SIG), genera en las aulas el germen del trabajo interdisciplinario y las condiciones de posibilidad para poner el foco en los problemas de investigación que requieren de respuesta, más que en las posibilidades de las disciplinas y sus metodologías. Después de todo, la población es una, y su desmembramiento en dimensiones abordables desde distintas ciencias de la población es indicador de nuestra imposibilidad de aprehenderla en su complejidad, más que de la falta de unidad del objeto en sí.

Bibliografía

- Lefebvre H. (1969) *El derecho a la ciudad*, Madrid, Península.
 Lefebvre, H. (1972) *La revolución urbana*, Madrid, Alianza Editorial.

Sistemas de información Geográfica y Economía

Ignacio Mattarollo

La importancia de la dimensión espacial en el análisis económico no ha sido clara ni precisa a pesar de los innovadores propuestas que han venido a aportar la economía regional y urbana.

La concepción de un espacio homogéneo donde por designios del azar se inscribe una actividad económica para luego ser modelada por las reglas del mercado ha ido dando paso a una visión más integral del territorio. Es la actividad humana, las relaciones humanas de todas clases, las que constituyen la sustancia misma del espacio, el cual es un campo fuerzas en donde interactúan los factores históricos y físicos, con la acción múltiple de los agentes sociales. (Benko & Lipietz, 2000).

El espacio se constituye entonces en un elemento explicativo esencial de los procesos económicos al materializar las relaciones en términos de ubicaciones, distancias, direcciones, formas y patrones revelando toda una novedosa serie de características y atributos de la estructura económica.

La integración de los temas espaciales dentro de las ciencias sociales ha sido motorizada en la praxis por una herramienta que ha restituido el análisis geográfico al centro de la escena: los Sistemas de Información Geográfica.

Es a partir de esta innovación tecnológica que la administración, manipulación, análisis, modelización y visualización de datos espaciales ha tomado un alcance inédito en una gran variedad de disciplinas académicas. Es en este marco que el mapeo de cualquier variable socio-económica nos permite amplificar nuestro entendimiento de determinados fenómenos descubriendo patrones y relaciones que se despliegan en el territorio.

Desde el punto de vista de la economía, su alcance ha sido más limitado. Este condicionante puede estar relacionado a la marginalidad de la cuestión espacial en el corpus teórico de la economía. En este sentido, es notoria la falta de información económica y estadística georeferenciada a diferentes escalas provista por organismos gubernamentales. Por ejemplo, conocer en nuestros días el Producto Bruto Geográfico a nivel municipal no tiene mucho sentido teniendo en cuenta que el último Censo Nacional Económico fue realizado en el 2005 a partir de una metodología sin carácter territorial. En muchos países los institutos estadísticos han comenzado a subsanar este déficit

proveyendo los datos y la información estadística con sus respectivos atributos espaciales.

Sin embargo, a partir de la utilización de funciones analíticas disponibles en cualquier SIG es posible la construcción de un conjunto de datos espaciales abriendo líneas de investigación nunca antes abordadas. Estos sistemas, al introducir la posibilidad de medir distancias entre observaciones o entre observaciones y otras características de interés redefinen y fortalecen el marco de análisis.

Un ejemplo emblemático de utilización de SIG en economía ha sido el mercado inmobiliario. De acuerdo al modelo de precios hedónicos, los precios de las viviendas varían de acuerdo a sus características estructurales (antigüedad, número de habitaciones, superficie, etc.), su localización (distancia al centro de la ciudad, distancia a escuelas, accesibilidad, etc.) y las características del entorno (distancia a parques, vistas a un lago, niveles de contaminación ambiental, etc.). Es factible entonces estimar una ecuación que contemple y cuantifique todos estos atributos en el precio final de una vivienda. (Des Rosiers (2002); Tyrvaainen & Miettinen (2000))

También en los estudios de usos del suelo, un SIG es una herramienta fundamental no sólo por el nivel de procesamiento de información socio-territorial sino también por la forma de presentar el análisis y los resultados ante la ciudadanía.

Otro uso cada vez más extendido es la utilización de información catastral en los estudios económicos. La valuación de los costos de una catástrofe ha fomentado el debate promoviendo y convalidando determinadas obras de infraestructura en el marco de una efectiva gestión de riesgos. Por ejemplo, dados un nivel de inundación y su afectación directa sobre determinadas parcelas catastrales se estima de acuerdo a su valuación fiscal o precio de mercado los daños estructurales ocasionados. De esta manera es posible analizar y ponderar diferentes proyectos de inversión en obras hídricas. (Sanghi, 2011).

También es notable la capacidad de procesamiento de un SIG en la captación de plusvalía urbana al integrar información

catastral con las rezonificaciones de usos del suelo o la realización de alguna obra pública, pudiendo calcular los gravámenes tributarios correspondientes.

Además, un SIG puede ser usado para medir distancias, construir medidas de área o para definir zonas o áreas de influencia (buffers) alrededor de objetos o lugares. De esta manera es factible definir mercados potenciales, modelizar procesos de expansión urbana y segregación residencial, realizar estudios de movilidad, estimar costos de transporte, entre otras posibilidades.

Los SIG también son necesarios para introducir en el análisis económico una nueva fuente de datos proveniente de sensores remotos: las imágenes *raster*. Estos mapas de bits proveen una gran cantidad de información de la superficie de la tierra. Han sido utilizados ampliamente en la gestión de recursos naturales como en la explotación agrícola estimando rendimientos de la tierra o de cualquier otro recurso natural. También pueden proveer información del tipo de suelo, características geológicas y del paisaje, elevación del suelo y clima, entre otras.

Todas estas nuevas fuentes de datos nos permiten construir variables explicativas que incorporadas a nuestros modelos mejoran nuestro entendimiento de los diferentes entornos económicos bajo estudio.

Son evidentes las enormes posibilidades que abren los SIG tanto en la investigación como en la gestión económica del territorio. Es prioritario desplegar estrategias novedosas de instrumentación para vincular diferentes organismos públicos generadores de información económica con los diferentes niveles de gobierno e instituciones relacionadas con el desarrollo económico y territorial. En este sentido, un primer paso importante sería conocer la distribución espacial de las principales variables agregadas de la economía como el consumo, la producción, el gasto público, la inversión, etc. Así, se podrá comenzar a identificar los flujos reales de la economía desplegando un instrumental específico indispensable para

diseñar y fomentar estrategias de desarrollo que potencien la productividad territorial.

Bibliografía

- Anselin, L. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Benko, G. & Lipietz, A. (2000) *La richesse des régions. La nouvelle géographie socio-économique*, Paris, PUF.
- Buzai, G.D. (Dir.) (2013) *Sistemas de Información Geográfica: Teoría y Aplicación*, Luján, Universidad Nacional de Luján.
- Des Rosiers, F. (2002) Power Lines, Visual Encumbrance and House Values: A Microspatial Approach to Impact Measurement, *Journal of Real Estate Research*, 23, 3, 275-302.
- Fujita, M. & Krugman, P. (2004) The New Economic Geography: Past, Present and the Future, *Papers of Regional Sciences*, 83, 139-164.
- Isard, W. (1975) *Introduction to Regional Science*, New Jersey, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Moreno, R. & Vaya, E. (2000) *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial*, Barcelona, Ed. Universitat de Barcelona.
- Tyrvaainen, L. & Miettinen, A. (2000) Property Prices and Urban Forest Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, 2, 205-223.
- Sanghi, A. (Dir) (2011) *Peligros naturales, desastres evitables: La econometría de la prevención efectiva*, Washington, The World Bank.

CAPÍTULO 16

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SUS CIMENTOS GEOGRÁFICOS CUANTITATIVOS / TEORÍA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA GEOGRAFÍA

Geografía científica, Fred K. Schaefer, 1953

Ernest Ruiz i Almar

No son muchas las ciencias que pueden aducir, cuando se habla de ellas, que fueron el objeto de interés de Immanuel Kant. El filósofo prusiano enseñó Geografía Física, entre otras materias, en la Universidad de Königsberg durante cuarenta años, entre 1757 y 1797. Kant, en su proceso por intentar explicar el universo como un sistema armónico a través de un orden matemático de relaciones perfectas, llegó a la conclusión que no podía entender toda la complejidad de la realidad universal empleando únicamente tales recursos matemáticos (Rojas, 2007).

Esta contradicción que advirtió y que asumió como una evolución de su pensamiento, es la que abrió la puerta a que considerase a la Geografía y a la Historia como dos ciencias especiales, excepcionales. Desde su perspectiva, la primera tendría como objeto de estudio el espacio y la segunda el tiempo. De este modo, los objetivos de estas ciencias serían, respectivamente, la descripción de los fenómenos que coexisten en ese espacio en el caso de la Geografía y la descripción de los fenómenos que ocurren sucesivamente en el tiempo en el caso de la Historia.

Kant atribuía a ambos conceptos, tiempo y espacio, un carácter único y como tales no podían explicarse mediante la matematización y la formulación de leyes que él consideraba esenciales en esa explicación del universo que intentaba conseguir. Ambas ciencias estudiaban “fenómenos heterogéneos, irrepetibles y únicos” y, por lo tanto, debían ser consideradas ciencias excepcionales, distintas del resto de ciencias. En ese sentido, podían describir y comprender fenómenos en el espacio y en el tiempo, pero no podían formular leyes que pudieran

aplicarse sistemáticamente a esos fenómenos analizados, con el objetivo, por ejemplo, de predecir escenarios futuros basados en esas leyes (Capel, 1971).

En el campo de la Geografía este enfoque, que se conoce como enfoque ideográfico, fue mantenido por numerosos geógrafos a lo largo de los años, especialmente los dedicados al ámbito de la Geografía Regional, que consideraban cada región como un caso único de análisis. Entre ellos, se encontraba Richard Hartshorne que podría ser considerado como el máximo exponente de esta visión de la Geografía y protagonista, junto con Fred K. Schaefer, de uno de los debates geográficos más intensos e interesantes que se han producido en este ámbito científico a lo largo de su historia.

Fue Schaefer el que en su texto *"Excepcionalism in Geography. A methodological examination"*, planteó la crítica más contundente a esta visión que mantenía la excepcionalidad de la Geografía. Para Schaefer, la Geografía no podía ser considerada una ciencia excepcional que no podía establecer teorías, leyes o modelos, sino que debía ser considerada una ciencia capaz de hacerlo. Creía, tomando el ejemplo de la región que, aunque era cierto que no todas ellas eran iguales, eso no significaba que fueran únicas, sino que cada una podía tener características específicas, pero en todas ellas era posible identificar ciertas características comunes que debían ser estudiadas en toda la superficie terrestre y a partir de este estudio, establecer teorías, leyes y modelos que sirvieran "para explicar situaciones aún no consideradas" (pág 229).

Es a partir de este marco conceptual que plantea Schaefer, que la Geografía transita desde la ideografía y la limitación descriptiva kantiana, hacia la nomotética y, con ello, hacia la cuantificación y la matematización, hacia la construcción de teorías, leyes y modelos, es decir, hacia el paradigma teórico-cuantitativo en Geografía que se inaugura con este texto (con permiso de Walter Christaller y su Teoría del Lugar Central).

Desde la perspectiva que se plantea en este breve análisis, vinculado a las geotecnologías y en especial a los Sistemas de

Información Geográfica (SIG), las ideas más relevantes de la aportación de Schaefer se encuentran entre las páginas 243 a 245 de la versión original inglesa del texto, publicada en la revista "*Annals of the Association of American Geographers*". En ellas el autor expone su opinión acerca de la condición morfológica de la Geografía y como el geógrafo debe centrarse en la observación de las estructuras geográficas tal y como las encuentra obviando las referencias a los procesos que las generan, que implican tiempo y cambio, a diferencia de lo que propone Berry con la matriz geográfica y de lo que actualmente se contempla en el análisis geográfico. En estos pasajes es donde reflexiona acerca de cómo ese carácter morfológico de la Geografía encuentra su propia herramienta de expresión en la Cartografía, los mapas y la correlación cartográfica.

En estas apenas veinticinco líneas, Schaefer introduce toda una serie ideas verdaderamente trascendentales para la Geografía, la Cartografía y los SIG. Empieza su argumentación, manifestando que la Cartografía es mucho más que una simple taquigrafía para la Geografía, sino que lo que verdaderamente es, es lo que los matemáticos describen como un modelo isomorfo, en este caso del espacio geográfico (no utiliza explícitamente el término modelo, sino que usa la palabra "*blueprint*", que en los años 1950 era como se denominaba a los planos constructivos que usaban arquitectos e ingenieros). Señala, seguidamente, que los procesos y técnicas de análisis geográfico se basan en gran medida en esos isomorfismos, es decir, en el uso de mapas por esa condición de modelos territoriales que les atribuye.

A continuación, indica que para la construcción de esos modelos son necesarios complejos procesos intelectuales de selección (la generalización cartográfica) de manera que, por un lado, se muestran sólo aquellos elementos en los que el geógrafo está interesado y, por otro lado, que esto se hace despreciando las diferencias que puedan existir entre ellos, representándolos, por ejemplo, usando los mismos símbolos. Nos advierte de lo conveniente que es disponer de un vehículo como el cartográfico para llevar a cabo estos procesos de abstracción espacial.

En tercer lugar, establece que los mapas, al ser representaciones isomorfas de la realidad geográfica (modelos geográficos), no sólo sirven para representar los elementos entre los cuales se intentan establecer correlaciones espaciales, sino que muestran directamente esas correlaciones. Por ejemplo, en un mapa un elemento aparece dibujado cerca de otro, un elemento comparte un límite con otro, un elemento puede superponerse a otro que comparta su misma localización y que esté dibujado en otro mapa, etcétera.

Para Schaefer eso significa que del mismo modo que otros científicos utilizan los gráficos o los diagramas para representar relaciones funcionales, los geógrafos usan el mapa y las técnicas de correlación cartográfica implícitas en él para alcanzar ese objetivo. Así, usan la técnica de la superposición de mapas, una técnica absolutamente habitual en el mundo de los SIG, para encontrar esas relaciones entre, por ejemplo, un mapa que almacene registros de precipitaciones y otro que lo haga con tipos de cultivos. Mediante la combinación de ambos y la observación de los resultados obtenidos en ese proceso es posible advertir las mencionadas correlaciones, por ejemplo, si se da el caso que donde más precipitación se registran, mayor es la intensidad de los cultivos.

Todo ello, según argumenta Schaefer, hace que la Cartografía y el análisis de la información geográfica basado en mapas, y aquí es donde aparece de nuevo la vinculación con los SIG, sean mucho más que unas simples técnicas (sin dejar de serlo), sino unas herramientas específicas para la abstracción y el análisis espacial como no existen otras y que es por estos motivos que la Geografía las utiliza como no lo hace ninguna otra ciencia.

La aportación de Schaefer a la evolución de los paradigmas geográficos es clave en la historia de esta especialidad científica. Desde la perspectiva geotecnológica y de los SIG, lo es porque en el enfoque que expone el autor, respecto al carácter morfológico de esta ciencia, a la capacidad de los mapas para la abstracción territorial, para mostrar correlaciones y para el análisis espacial, es donde encuentran sus cimientos

fundacionales, conceptuales y metodológicos las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

El impacto que han causado estas tecnologías en la Geografía han transformado radicalmente esta ciencia en las últimas cuatro décadas, convirtiéndola en lo que el propio Schaefer auguraba en su texto, una especialidad capaz de ir más allá de la necesaria, pero limitada, descripción de los elementos, fenómenos y procesos físicos y humanos que se producen sobre el territorio, que avanza hacia la comprensión del territorio de la mano de estas tecnologías que hacen operativos los conceptos centrales del análisis geográfico que propusieron los geógrafos cuantitativos durante los años 1950 y 1960 del siglo XX (Buzai, 2018).

Bibliografía

- Buzai, G.D. (2018). Geografía Global: la dimensión espacial en la ciencia y en la sociedad. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*. 263(3):9-26.
- Capel, H. (1971). Schaefer y la nueva Geografía. *Excepcionalismo en Geografía*. 9-25. Universitat de Barcelona. Barcelona. España.
- Rojas, T. (2007). Los aportes de Kant a la Geografía. *Terra (Nueva Etapa)*, vol. XXIII, núm. 34, pp. 11-33. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Schaefer, F.K. 1953. Exceptionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*. 43(3):226-249.

Automatización, Waldo Tobler, 1959

Ernest Ruiz i Almar

Resulta verdaderamente llamativo que alguien en 1959 pudiera plantear el uso de las computadoras en Cartografía, a sólo ocho años de la aparición de la primera fabricada de manera comercial, el Univac I. Eso es lo que hizo el geógrafo Waldo R. Tobler en su artículo *Automation and Cartography*, objeto de este breve análisis.

Waldo Tobler fue un geógrafo y cartógrafo estadounidense, que se formó en la Universidad de Washington, en el grupo que dirigía el geógrafo cuantitativo William Garrison y al cual también pertenecían los geógrafos Brian J.L. Berry y William Bunge. Tobler fue profesor de Geografía en las Universidades de Michigan y de California-Santa Bárbara y es conocido por haber formulado la primera ley de la Geografía que indica que “todas las cosas están relacionadas entre ellas, pero las más cercanas entre sí están más relacionadas que las que están más alejadas”, cuyo enunciado es el fundamento teórico que toman como referencia las operaciones de interpolación espacial.

El texto sobre la automatización de la Cartografía que aquí se revisa, fue escrito para la revista “*Geographical Review*”, cuando el autor colaboraba profesionalmente con la empresa “*System Development Corporation*” considerada la primera empresa desarrolladora de software. Este aspecto relativo a la actividad profesional de Tobler debe ser destacado pues es precisamente en un entorno profesional, tan relevante en el contexto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en cuanto a las posibilidades profesionalizadoras que ofrecen en la actualidad a los geógrafos, donde este cartógrafo advirtió que los sistemas computacionales que usaba y desarrollaba esta empresa, podían tener un papel destacado en la automatización de la especialidad que él practicaba.

A lo largo de su trabajo, Tobler intenta responder a la pregunta de si existe la posibilidad de aplicar la automatización en la Cartografía y de qué manera puede llevarse a cabo este proceso. El texto empieza con una frase tremendamente reveladora, “*Automation, it would seem, is here to stay*”, que podría traducirse como “La automatización parece que ha llegado para quedarse”. Con el objetivo de acometer tal automatización, el autor propone que el proceso de elaboración de mapas sea entendido como un proceso complejo de procesamiento de datos, intentando buscar similitudes entre los procedimientos de tratamiento de datos en general y aquellos que pueden ser específicos de la Cartografía. Tobler intenta entender la

Cartografía en el nuevo contexto computacional como el procesamiento de datos geográficos a alta velocidad utilizando las computadoras para, con ello, transformar el mapa convencional en papel en un mapa digital, concretamente como un elemento de almacenaje de información geográfica, lo que hoy en día equivaldría a un SIG.

En primer lugar, Tobler se centra en contemplar el mapa digital como mecanismo para el almacenamiento de datos. Estos datos se guardarían de manera simbólica y selectiva y el mapa sería el equivalente a un almacén de información geográfica.

En segundo lugar, Tobler apunta al concepto de mapa como elemento de entrada de datos. Para esa adquisición de datos propone la conversión de los mapas analógicos en digitales usando, por ejemplo, tarjetas perforadas o, de una manera más directa, mediante sistemas de adquisición de datos basados en video (algo parecido a un proto-escáner) que posteriormente pueden ser convertidos a otros formatos utilizando máquinas de reconocimiento de patrones (una suerte de programas para la vectorización).

En tercer lugar, se centra en entender el mapa digital como mecanismo de salida de los datos procesados, que considera la aplicación más interesante de todas las mencionadas. Habla de salidas de datos a través de pantallas o soportes físicos obtenidos mediante dispositivos mecánicos de dibujo. Distingue entre salidas que utilicen mapas previamente preparados, donde se dibujan datos procedentes de tablas, o mapas que se generan desde cero en hojas en blanco. En este último caso, Tobler considera que se cierra el proceso de automatización cartográfica cuando puede usarse el mapa tanto para almacenar datos, como para introducir datos, como para recuperarlos y augura que quizás llegará el día en que existirán grandes repositorios de tarjetas perforadas que contendrán información geográfica diversa (límites administrativos, líneas de costa, ciudades, líneas de ferrocarril, etcétera) para ser usada por quien lo necesite en estos entornos digitales. En relación con esta propuesta, ¿no es posible identificar los geoportales, las infraestructuras de datos espaciales o los geoservicios como los herederos de esta idea?

Para concluir con su premonitoria visión, Tobler toma aún más riesgos en su afán por descubrir a sus coetáneos el futuro de la Cartografía digital al aventurar otros usos de la automatización. Por ejemplo, piensa que en el futuro quizás sea posible calcular intersecciones de planos y superficies (las mismas superposiciones y correlaciones espaciales que menciona Schaefer en su artículo *Exceptionalism in Geography: A methodological examination*), realizar cambios de escala y proyecciones cartográficas, llevar a cabo otras operaciones lógicas, representar complicados relieves topográficos y acometer procesos de generalización cartográfica.

Cada una de estas aplicaciones son, hoy en día, totalmente habituales en el campo de los SIG. En estos sistemas existen operaciones de superposición basadas, por ejemplo, en la teoría de conjuntos (intersección, identidad, unión, diferencia simétrica...), análisis basados en la algebra de mapas, la posibilidad de usar cientos de proyecciones cartográficas para representar fidedignamente la información almacenada, la capacidad de representar la tercera dimensión de los datos territoriales o de llevar a cabo operaciones de generalización geométrica y conceptual.

Los pioneros planteamientos de Tobler acerca de la automatización de la Cartografía probablemente fueron considerados más cercanos a la ciencia ficción que a la realidad cuando fueron planteados. Con la ventaja que proporciona observar sus ideas desde hoy en día, debe admitirse que, en realidad, eran la visión premonitoria de un cartógrafo que entendió perfectamente el papel que podían jugar las nuevas tecnologías en la transformación de esta especialidad y, por extensión, de la Geografía.

Bibliografía

- Schaefer, F.K. (1953) *Exceptionalism in Geography: A methodological examination*, *Annals of the Association of American Geographers*, 43, 3, 226-249.
- Tobler, W. (1959) *Automation and Cartography*, *Geographical Review*, 49, 4, 526-534.

Matemática espacial, William Bunge, 1962

Gustavo D. Buzai

A pesar de que la necesidad de construir una Geografía científica había sido propuesta inicialmente por Schaefer (1953) es posible afirmar que una década después queda definida la *Geografía Cuantitativa*, que obtiene su primera sistematización en el libro de Bunge (1962). El artículo de Burton (1963) considera la existencia de una *revolución cuantitativa* aunque el modelo desarrollado por Kuhn (1962), el cual permite explicar esta revolución como parte del desarrollo científico, recién comenzaría a ser utilizado unos años más tarde cuando se incorpora el concepto de *paradigma* en el análisis histórico disciplinar (Haggett y Chorley, 1967).

Theoretical Geography de William Bunge muestra claramente que la Geografía Humana había experimentado una revolución científica con un cambio paradigmático, convirtiéndose en el *hito* del paso de la Geografía Racionalista a la Geografía Cuantitativa (Buzai, 1999).

Su objetivo fue establecer los vínculos entre la teoría con los hechos (descripción) y con la lógica (matemáticas) haciendo que la Geografía incorpore procedimientos científicos aplicados a la investigación del espacio geográfico. El desafío del nuevo paradigma es hacer que la teoría pueda integrar la base empírica de los hechos observados y su representación lógica simbólica a través de la matemática, considerándose a la matemática como lenguaje de la ciencia y a la geometría como lenguaje de la dimensión espacial, aunque Bunge (1976) reconoce posteriormente una “matemática espacial” como vinculación de ambas.

El lenguaje matemático resulta esencial ya que, desde un punto de vista teórico, permite la máxima *claridad* a sus formulaciones eliminando toda contradicción que pueda aparecer en las formulaciones verbalizadas y, desde un punto de vista metodológico, permite abordajes con *simplicidad* a través del

control del número de variables, *generalidad* en el alcance de la información considerada y *exactitud* entre las mediciones y los hechos observacionales. Asimismo, a la actividad científica, se incorpora la posibilidad de predicción y en Geografía puede lograrse con la consideración de la generalización y el uso de métodos cuantitativos.

Theoretical Geography presenta a la Geografía como *ciencia espacial* y, en ese sentido, la totalidad de temas están destinados al análisis claro, simple, general, exacto y predictivo de las distribuciones espaciales. Desde un punto de vista sintético, la combinación de temas, lleva a comprender la organización espacial en la actualidad y su posible tendencia futura. En su contenido aborda cuestiones fundamentales como los alcances de la metodología geográfica, cartografía, formas espaciales, matemática descriptiva, teorías del movimiento, teoría del lugar central y la representación de las distancias y las cercanías-lejanías a través de la geometría.

La cartografía tradicional se basa en la escala que lleva a la generalización y distorsión, mientras que la cartografía científica se basa en la distancia y la dimensionalidad. La *Metageografía* (término sugerido por Torsten Hägerstrand) avanza con formulaciones matemáticas que permiten abordar los aspectos subyacentes de un *espacio relativo*.

Analiza la *forma* como una de las principales características empíricas del espacio geográfico y aporta elementos para su medición. Las distribuciones espaciales tienen diversas formas y los *índices* permiten compararlas con precisión.

La tradicional tarea de la descripción en Geografía puede avanzar hacia un nivel cuantitativo a través de la *matemática descriptiva* donde las mediciones y gráficos muestran nuevas perspectivas de la realidad.

Las *teorías del movimiento* y la *teoría del lugar central* se combinan para contener gran parte de la teoría geográfica cuantitativa. El primero incluye la dimensión temporal, ya que el

tiempo se hace evidente a través del movimiento y el segundo la organización espacial por áreas de influencia según los tamaños de centros poblados y sus conexiones. Las relaciones de cercanía y lejanía pueden representarse claramente a través de la geometría y el uso de aspectos topológicos a través de la *teoría de grafos*.

Muchas décadas después, aún se discute sobre los alcances del análisis espacial y aunque haya diferentes posturas (Buzai y Baxendale, 2006) todas ellas no dudan que en su interior estarían los contenidos de la *matemática espacial* planteada en *Theoretical Geography* con alcance teórico y metodológico sintetizado en la aplicación.

El trabajo de William Bunge es la sistematización inicial de la Geografía Cuantitativa, con lo cual obtuvo mayores capacidades multidisciplinares y constituye la primera base fundamental para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica. A través de su aplicación se logra el objetivo paradigmático: la aplicación de procedimientos lógicos que, a través de la matemática, lleven a la Geografía a un *status* científico orientado al análisis espacial de la sociedad.

Bibliografía

- Bunge, W. (1962) *Theoretical Geography*, Lund, The Royal University of Lund.
- Bunge, W. (1976) Film interview with William W. Bunge. Geographers on film, project of the Association of American Geographers, interviewed by Donald G. Janelle, November 3, 1976. Washington DC., Library of Congress.
<https://www.loc.gov/item/mbrs01844974/>
- Burton, I. (1963) The quantitative revolution and theoretical geography, *The Canadian Geographer*, 7, 151-162.
- Buzai, G.D. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2006) *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Lugar Editorial.

Haggett, P. & Chorley, R. (1962) Models, Paradigms and the New Geography, en Chorley, R. & Haggett, P. (Ed.) *Integrated Models in Geography*, London, Methuen, 19-39.

Kuhn, T.S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, The Chicago University Press.

Schaefer, F.K. (1953) Exceptionalism in Geography: A methodological examination, *Annals of the Association of American Geographers*, 43, 3, 226-249.

Revolución, Ian Burton, 1963

Gustavo D. Buzai

No existen dudas de que el impacto de la cuantificación en la Geografía generó una revolución, no en el inicial significado del concepto en el ámbito de las ciencias físico-naturales, como regreso al lugar de inicio, sino en el significado que adquiere en las ciencias sociales al aludir a un cambio drástico, opuesto al orden establecido y con cierta violencia (Cohen, 1989).

La *Revolución Cuantitativa* en Geografía ocurrió durante los años previos a que Kuhn (1962) propusiera el modelo que brindaría la más acabada explicación del desarrollo científico centrado en el concepto de *paradigma*.

Es el trabajo de Burton (1963) el que presenta las características conceptuales de la revolución cuantitativa en Geografía, un proceso que para ese año ya había concluido, es decir, que el libro de sistematización publicado por Bunge (1962) concluye la revolución y permite que, desde ahí en adelante, los conceptos generados pasen al acervo general de la disciplina.

Esta revolución se gesta en contraposición a la perspectiva *idiográfica* que mantenía la Geografía tradicional a partir de superar el determinismo geográfico como marco interpretativo de los procesos espaciales a finales del Siglo XIX. El determinismo, mediante abordajes mecanicistas, permitía comprender los hechos históricos como resultado del contexto general impuesto por la geografía regional y mundial.

La Geografía tradicional estudiaba aspectos únicos e irrepetibles. Su mayor actualización teórica fue realizada por Hartshorne (1939) a partir de seguir los lineamientos teóricos de Alfred Hettner (1859-1941), el cual se basaba en la filosofía idealista de Emmanuel Kant (1724-1804) y se apoyaba en la clasificación de las ciencias formulada por Wilhelm Windelband (1863-1936) y Heinrich Rickert (1848-1915) que separaba a la Geografía del nivel aplicativo.

Pasaron 14 años para que la publicación de Hartshorne tuviera una importante crítica conceptual realizada por Schaefer (1953). Esta se centraba básicamente en el hecho de apelar a la necesidad de construcción de una Geografía Científica contemplando aspectos de la ciencia pura y aplicada. Esto sería logrado ante la posibilidad de incorporar métodos basados en la cuantificación que permitan realizar modelos y formular leyes científicas de las pautas de distribución espacial.

La incorporación de métodos cuantitativos se había producido inicialmente en el campo de la Geomorfología. Los trabajos de Grove Gilbert (1843-1918) encuentran en los desarrollos de Arthur Strahler (1918-2002) (Strahler, 1957) un importante avance basado en la cuantificación. Sin embargo estos trabajos no producen impacto en el campo de la Epistemología de la Geografía ya que formaban parte en un área temática apartada de una posición central en la Geografía que había sido definida de manera sólida como ciencia humana.

En la década de 1940 avanzan estudios de cuantificación espacial provenientes de la Física. El trabajo del filólogo George Zipf (1902-1950) (Zipf, 1949) genera la *regla del rango-tamaño*, ley científica que permitiría estudiar la cantidad y tamaño de los centros urbanos lo que permite avanzar en procesos de interacción espacial. Sus características se vinculan a la teoría del lugar central propuesta por Christaller (1933) y abría un camino de importancia para avanzar en los estudios de Stewart y Warntz (1958) como una macrogeografía de los fenómenos humanos.

Para Burton (1963) la revolución cuantitativa en Geografía comenzó a finales de la década del cuarenta o principios de los

cincuenta y finalizó una década después. En nuestro análisis (Buzai, 1999) el inicio queda claramente representado en el trabajo de Schaefer (1953) reconociendo avances en aplicaciones previas de investigaciones en Geomorfología y Geografía Económica para finalizar con el trabajo de sistematización realizado por Bunge (1962).

Esta revolución intelectual fue concluida cuando las ideas anteriores son reemplazadas por ideas nuevas y las ideas revolucionarias pasan a formar parte del conocimiento convencional. Se considera el establecimiento de un nuevo orden, aspecto que, tomando el modelo de Kuhn (1962) posteriormente se vincularía al dominio de un nuevo paradigma en un nuevo período de *ciencia normal*.

En esta segunda etapa, ya habiendo pasado la revolución, reconocemos un período de ciencia normal de casi una década en la cual la Geografía progresa por acumulación de conocimientos hasta las últimas sistematizaciones teórico-metodológicas realizadas por Cole y King (1968), Harvey (1969) y Abler, Adams y Gould (1971).

Revolución (1953-1962) y consolidación (1963-1971). A medio siglo de la finalización del predominio paradigmático, la *revolución cuantitativa*, vuelve a generar interés de nuestra comunidad científica en los que se reconoce que los desarrollos teórico-metodológicos del período son fundamentales para el avance de una Geografía que, a través de los avances tecnológicos actuales, genera un *giro espacial* en las ciencias sociales.

Bibliografía

- Abler, R., Adams, J. & Gould, P. (1971) *Spatial Organization*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Bunge, W. (1962) *Theoretical Geography*, Lund, The Royal University of Lund, C. W. K. Gleerup.
- Burton, I. (1963) The Quantitative Geography and Theoretical Geography, *The Canadian Geographer*, VII, 4, 151-162.
- Buzai, G.D. (1999) *Geografía Global*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Christaller, W. (1933) *Die zentralen Orte in Süddeutschland: Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*, Jena.

- Cohen, I.B. (1989) *Revolución en la ciencia*, Barcelona, Gedisa.
- Cole, S. & King, L. (1968) *Quantitative Geography*, Glasgow, John Wiley & Sons.
- Dobson, J.E. (1983) Automated Geography, *The Professional Geographer*, 35, 2, 135-143.
- Harvey, D. (1969) *Explanation in Geography*, London, Edward Arnold.
- Kuhn, T.S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, The Chicago University Press.
- Schaefer, F.K. (1953) Exceptionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*, 43, 3, 226-249.
- Stewart, J.Q. & Warntz, W. (1958) Macrogeography and social sciences, *Geographical Review*, 48, 167-184.
- Strahler, A.N. (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, 6, 913-920.
- Zipf, G. (1949) *Human Behaviour and the Principle of Least Effort*, Cambridge, Addison-Wesley.

Matriz geográfica, Brian J.L. Berry, 1964

Gustavo D. Buzai, Ernest Ruiz i Almar

El concepto de *matriz* tomó un lugar central en el ámbito de la investigación cuantitativa en Geografía y se transformó en la base fundamental de los Sistemas de Información Geográfica.

Fue Berry (1964) quien introdujo sus posibilidades operativas en nuestra ciencia, las cuales fueron orientadas hacia el tratamiento de unidades espaciales con la posibilidad de aplicar el análisis multivariado en procesos de regionalización. La propuesta del autor se presenta como una síntesis organizativa a partir de la cual es posible identificar claramente los principales enfoques del análisis regional.

La *matriz de datos tradicional* es una estructura que organiza los datos cuantitativos en una tabla de doble entrada en donde las filas representan las unidades espaciales y las columnas las diferentes variables medidas en ellas.

Toda propuesta de aplicación estadística en esta organización estará centrada en el tratamiento de variables y el objetivo metodológico es la obtención de macrovariables formadas por un conjunto de variables de similares comportamientos. El resultado final se obtiene como procedimiento clasificatorio que, representado en el mapa, cada macrovariable brinda una síntesis de la distribución espacial de sus componentes.

La *matriz geográfica* también almacena información sobre la observación de un fenómeno en un lugar determinado (hecho geográfico, geographical fact) pero su marco es transpuesto, en este caso las variables se encuentran ubicadas en el sentido de las filas y las unidades espaciales en las columnas.

La propuesta de aplicación estadística difiere del abordaje tradicional al aplicar el análisis multivariado en el sentido de las columnas y, de esta manera, su objetivo es unir unidades espaciales en regiones de mayor amplitud. El resultado final muestra una regionalización asociada a una matriz de datos con datos agrupados para las nuevas unidades espaciales.

La construcción matricial es una propuesta conceptual coherente que nos permite mostrar los diferentes tipos de abordajes realizados en el análisis regional.

Si analizamos la matriz en el sentido de las filas estamos viendo como cada tema se distribuye espacialmente en el área de estudio (*Geografía General*) y si lo hacemos en el sentido de las unidades espaciales estamos viendo como el conjunto de hechos geográficos se combinan de manera específica en cada una de ellas (*Geografía Regional*). La dimensión temporal se logra por superposición de matrices de diferentes años (*Geografía Histórica*).

Considerando esta perspectiva pueden realizarse diferentes abordajes de análisis: (1) Un tema en la totalidad de unidades espaciales (distribución espacial, un mapa temático), (2) Una unidad espacial en la totalidad de contenido (combinación de diferentes hechos geográficos en un sitio), (3) varios temas en la totalidad de unidades espaciales (asociación espacial de variables), (4) varias unidades espaciales en la totalidad de contenidos (diferenciación areal) y (5) Todos estos estudios pueden realizarse en un subconjunto dentro de la matriz.

Los procedimientos corresponden a la metodología de un proceso de generalización ya que se parte de la mayor diferenciación interna para ir construyendo agrupamientos más amplios y con mayor superficie de homogeneidad. Es lo que se denomina *regionalización por agregación de sitios*.

En síntesis, la *matriz geográfica* desde su conceptualización a mediados de la década de 1960 se ha convertido en una de las herramientas de mayor operatividad para la investigación en Geografía cuando el objetivo de la tarea demanda un eficiente almacenamiento y tratamiento de la información cuantitativa utilizada. Resultó también importante porque a través de su estructura brindó una integración satisfactoria en los criterios demarcatorios de diferentes perspectivas de abordaje geográfico. En la actualidad la *matriz de datos tradicional* corresponde a la tabla de atributos del SIG vectorial, la *matriz geográfica* es utilizada con programas de análisis estadístico en el campo de la Geoinformática y el concepto de matriz se traslada a la estructura del SIG *raster* donde el hecho geográfico se asigna directamente a una celda que se localiza por la coordinada fila-columna y que corresponde a un dato georreferenciado. Los métodos en esta estructura corresponden a los del modelado cartográfico y el álgebra de mapas.

Esto indica que en el interior del concepto matriz geográfica pueden ser incluidos en la actualidad tres organizaciones matriciales con datos vinculados al espacio

geográfico, por lo que el concepto inicial propuesto por Brian J.L. Berry logra mayor amplitud, mayores posibilidades metodológicas y una importante vigencia.

Bibliografía

- Berry, B.J.L. (1964) Approaches to Regional Analysis: A Synthesis, *Annals of the American Association of Geographers*, 54, 2, 2-11.
- Buzai, G.D., de la Cuétara, O. & Baxendale, C.A. (1997) El hecho geográfico como unidad de tratamiento matricial. Revalorización en geoinformática y actuales perspectivas de aplicación en la investigación en Geografía, *XI Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.
- Cebrián, J.A. (1994) La matriz geográfica, casi treinta años más tarde, *Estudios Geográficos*, LV, 214, 183-190
- Ruiz, E. (2019) Releyendo a los clásicos. Acerca de "Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica", Fred K. Schaefer, Waldo R. Tobler y Brian J.L. Berry, *Boletín Red GESIG*, 11, 10-15.

Sistema locacional, Peter Haggett, 1965

Eloy Montes Galbán

Una obra de central importancia para la Geografía Humana con enfoque cuantitativo es el libro *Locational Analysis in Human Geography* realizado por Haggett (1965). Lo que según el autor, comenzaron siendo un compendio de notas realizadas para el dictado de cursos y conferencias universitarias, pasaron a ser capítulos de la obra, la cual tuvo como propósito dar a conocer lo acontecido en la Geografía académica en cuanto al creciente uso de los modelos teóricos y de las técnicas del análisis espacial cuantitativo aplicados al estudio de los sistemas locacionales.

El trabajo se encuentra estructurado en dos partes. La primera referida a los modelos de estructura locacional, donde se

desarrollaron diversos modelos teóricos (clásicos y modernos) y aspectos de interés geográfico agrupados en función de la simetría geométrica detectada en los sistemas regionales. La segunda corresponde a los métodos de análisis locacional con un recorrido por las diferentes herramientas disponibles con finalidad empírica.

En la perspectiva de Haggett (1965) los conceptos centrales de la estructura locacional están referidos al movimiento, redes, nodos, jerarquía y superficies. Cada uno de ellos se encuentra contemplado en los procedimientos de análisis espacial con SIG.

El movimiento y, de manera conjunta, la noción de difusión, resultan relevantes para describir y explicar las estructuras regionales en su dinámica, un aspecto poco considerado en décadas anteriores al prevalecer el estudio de la Geografía Humana en los elementos estáticos y estables de la superficie terrestre, sin embargo, esta perspectiva fue cambiando. Los SIG permiten realizar de forma automatizada la detección de cambios espaciales a través de la aplicación del modelado cartográfico, series temporales, superficies de costo (isotrópicas y anisotrópicas) y el análisis de flujos de interacción espacial.

El movimiento se vincula al concepto de red, puesto que si bien los movimientos pueden producirse en cualquier dirección, en general la mayoría se desarrollan por canales específicos. Se desarrolla el análisis de redes (Haggett, 1969) apoyado por la teoría de grafos, en los cuales pueden calcularse índices de conectividad, encontrar caminos óptimos por distancias, tiempos y fricciones y análisis globales a partir del uso de matrices origen-destino.

Al igual que los movimientos se vinculan a las redes, estas últimas se apoyan en lugares centrales como *nodos* al ubicarse como vértices. Entre los temas considerados en el análisis de nodos se encuentran sus agrupamientos, formas y tamaños. Pueden ser incluidos métodos de la centrografía, análisis del vecino más próximo y la autocorrelación espacial.

Un concepto relacionado al de nodos es el de jerarquía locacional, hecho operativo a partir de la concentración poblacional, con base en los modelos clásicos de la teoría del lugar central (Christaller, 1966[1933]) y su ampliación (Lösch, 1954 [1939]). Actualmente aparecen posibilidades de los SIG en el campo de la geometría espacial, como la utilización de uso de mallas regulares en diversas escalas (hexágonos, cuadrados, triángulos) y la triangulación de Delaunay (TIN, *Trianguled Irregular Network*).

El último concepto es el de la estructura locacional de superficies, en este caso considerando superficies de densidad de población urbana que pueden ser derivadas del modelo de localización agrícola (Thünen, 1826) con el avance de aplicación intraurbana en el modelo de los anillos concéntricos (Burgess, 1925). Las posibilidades actuales incluyen el cálculo de superficie con uso de isolinneas o de *buffers* como áreas de influencia ideales.

El aporte central de Peter Haggett corresponde a la sistematización de aspectos fundamentales del análisis espacial que hoy se encuentran en los SIG, desde la construcción de modelos espaciales que permiten proponer y contrastar teorías, hasta la posibilidad de hacer operativos los conceptos centrales sistematizados, los cuales resultan ser la base para analizar la estructura locacional de los sistemas regionales actuales. Es una valiosa contribución al cuerpo teórico y metodológico de la Geografía ya que presenta un puente entre la teoría geográfica y los instrumentos cuantitativos puestos a disposición a través de las matemáticas aplicadas.

Bibliografía

- Burgess, E.W. (1925) The growth of the city: an introduction to a research project, en Park, R.E., Burgess, E.W. & McKenzie, R.D. (Eds.) *The City*, Chicago, The Chicago University Press, 47-62.
- Christaller, W. (1966 [1933]) *Central Places in Southern Germany*, New Jersey, Prentice Hall.
- Haggett, P. (1965) *Locational Analysis in Human Geography*, London, Edward Arnold.

- Haggett, P. (1969) *Network Models in Geography*, en Chorley, Richard & Haggett, Peter (Eds.) *Integrated Models in Geography*, London, Methen, 609-668.
- Lösch, A. (1954 [1939]) *Economics of Location*, New Haven, Yale University Press.
- Thünen, J.H. von (1966 [1826]) *The Isolated State*, Oxford, Pergamon Press.

Moda en la ciencia, David Harvey, 1969

Gustavo D. Buzai

El libro *Explanation in Geography* (Harvey, 1969) es un excelente manual de Geografía Cuantitativa que resulta ser de lectura obligatoria para aquel que intente adquirir conocimientos sobre esta perspectiva. Es la última y más completa sistematización, realizada en el año en que daría inicio la finalización de su período de ciencia normal y en el que se vislumbraba la aparición de un nuevo cambio paradigmático.

Todos estudiamos contenidos de este manual y su autor, en las páginas iniciales, demuestra ser el más grande defensor de la Geografía Cuantitativa al manifestar que “los geógrafos estaban desperdiciando, en general la oportunidad de aprovechar el fantástico potencial del método científico. Y lo que estaba implícito en la cuantificación era la filosofía del método científico” (Harvey, 1983:19). Una apreciación que claramente se encuentra en la línea de los iniciales esfuerzos realizados por Fred K. Schaefer y William Bunge para la construcción de una Geografía científica.

El contenido se estructura en seis partes: Filosofía, metodología y explicación, La base metodológica y la explicación en Geografía, El papel de las teorías, leyes y modelos en la explicación en Geografía, El lenguaje de los modelos en la explicación en Geografía, Modelos descriptivos en Geografía y

Modelos explicativos en Geografía. Incluye detalladas explicaciones teóricas de los temas y claros ejemplos de sus desarrollos metodológicos en la búsqueda de resultados.

A lo largo de sus páginas existe un claro hilo conductor que se apoya en el estudio de las leyes que rigen las distribuciones espaciales, las posibilidades de su modelización a través de métodos cuantitativos y su representación a través de la geometría. Un anclaje espacial necesario, porque el espacio es considerado el principal concepto organizativo de la metodología geográfica.

Resulta notable que este libro haya sido escrito como un proyecto de aprendizaje de la Geografía Cuantitativa, ya que el autor nos dice que “Escribí este libro, sobre todo, para educarme. Intenté publicarlo porque pienso que hay muchos geógrafos, de todas las edades, que se encuentran en el mismo grado de ignorancia en el que yo mismo me hallaba antes de escribir” (Harvey 1983:17).

Pero más llamativo aún es que el objetivo haya sido un posicionamiento personal en la disciplina, de poder ingresar en la última discusión, aunque sea a último momento, ya que nos informa que “Para no quedarme atrás seguí la moda naturalmente” (Harvey, 1983:17). La Geografía Cuantitativa era el paradigma dominante y el autor lo toma como *de moda* y considera natural plegarse a ella, aspecto que demuestra claramente su proceder académico.

Esta afirmación resultó motivadora para una discusión ¿debía ser algo natural seguir la moda en ciencia?, en este sentido el epistemólogo Mario Bunge indicaba que no seguir la moda “no implica quedarse atrás, sino tan sólo no participar de ciertas carreras. El investigador maduro tiene un programa de trabajo de largo alcance. No se deja distraer por las modas” (Bunge, 1972). Aparece así una respuesta contundente al accionar oportunista.

A David Harvey no solo le parece natural seguir la moda, sino que va más allá, porque antes de ingresar en la cuantificación nos relata que hizo geografía tradicional, producto de su formación de base en Cambridge, y que tenía que cambiar su marco teórico, al decir que “si no era capaz de ajustar mi filosofía el proceso de cuantificación me llevaría a un proceso sin salida” (Harvey, 1983:18). La necesidad de justar una forma de pensar para estar a la moda es algo frecuente en las ciencias sociales.

Es tradicional que al estudiar la historia de la Geografía surja la duda de como un geógrafo cuantitativo pasa a ser geógrafo crítico marxista con tanta rapidez y después de haber escrito a favor de la cuantificación con tanta contundencia. La respuesta es que a pesar de haber escrito un manual de referencia, David Harvey nunca fue geógrafo cuantitativo. A las citas anteriores se agrega el contenido del libro, en el que se presentan resultados cartográficos y materiales gráficos de otros autores, y que en las citas bibliográficas no existe mención a un trabajo cuantitativo de autoría propia realizado durante la totalidad del período de ciencia normal. Por supuesto, estos aspectos no tienen valoración negativa, simplemente representan una realidad objetiva.

Consideramos incorporar el tema de la moda con un ejemplo clásico que genera confusiones en los análisis básicos del período. Resulta interesante y llamativo que este libro considerado clásico haya sido escrito por un geógrafo que intentaba estudiar el paradigma cuantitativo y que pasó por el como una moda que lo llevaría a un buen posicionamiento personal en la discusión disciplinar. Una estrategia de investigación que denominamos como *heliotropismo*, siempre orientándose a la fuente de luz y calor, a los paradigmas dominantes.

En síntesis, el adoptar una perspectiva científica por moda es posible pero nos dice mucho más del investigador que de la ciencia. Esta situación también se verifica, en algunos casos, ante

el uso de los actuales Sistemas de Información Geográfica ya que en la década de 1990 frecuentemente se los consideraban *de moda*. Se ve aquí una nueva dicotomía de la Geografía, el uso superficial de los SIG como herramienta de moda o su uso profundo y crítico a través de considerarlos como herramientas teórica-metodológicas de la Geografía Cuantitativa.

Bibliografía

- Harvey, D. (1969) *Explanation in Geography*, London, Edward Arnold.
- Harvey, D. (1983) *Teoría, leyes y modelos en Geografía*, Barcelona, Ariel.

Espacialidad, Peter Gould, 1985

Gustavo D. Buzai, Eloy Montes Galbán

La obra *The Geographer at Work* (Gould, 1985) puede considerarse un final de recorrido y un importante balance sobre los alcances de la Geografía Cuantitativa y del papel del geógrafo ante los problemas socioespaciales mundiales. Incluye una notable sistematización de los caminos que pueden transitarse cuando se ingresa al campo de la investigación geográfica y, junto a ellos, contempla las posibilidades existentes en la construcción de conocimientos de utilidad para la resolución de problemas geográficos (Buzai, 2008). En esta línea de reflexión, sus consideraciones también se encuentran publicadas en *Pensamientos sobre la Geografía* (Gould, 1987).

En la obra de Peter Gould (1932-2000) destacan las siguientes ideas y reflexiones: la valorización y defensa de la perspectiva espacial, el interés por el dominio espacio-temporal, la posibilidad que ofrece la Geografía para realizar estudios globales, los nuevos medios de análisis que ofrecen las computadoras personales y por último, la preocupación por la educación geográfica.

En general, los desarrollos teóricos novedosos tienen inicial resistencia por parte de la comunidad científica poco proclive al cambio. Muchos aspectos emergentes se insertan en discusiones de moda y poco se consolidan con verdadero impacto estructural en la disciplina. A esta segunda línea pertenece la *revolución cuantitativa en Geografía* (Burton, 1963) que a través del uso de las matemáticas fue delineándose como un “campo apasionante e intelectualmente vital” (Gould, 1987:4).

Asimismo, uno de los cambios más notorios durante la revolución cuantitativa fue la popularización del uso de la palabra “espacial” como adjetivo, ya sea por un mero cambio terminológico, por pura presunción o porque realmente tenía una connotación más profunda, se habla desde entonces de: interacción espacial, organización espacial, estadística, comportamiento, modelos, planificación, aplicaciones, patrones, difusión...y estructura espacial (Gould, 1987). El autor destaca en este punto que esto llevo al redescubrimiento de los trabajos clásicos de von Thünen, Christaller y Lösch, ya que estos autores ya habían destacado aspectos como las regularidades, patrones, relaciones y estructuras dentro del espacio geográfico. Por otro lado, esto condujo al interés explícito por las propiedades geométricas y a las analogías teóricas entre el mundo físico y el humano (Bunge, 1966), dando paso a variadas posibilidades de aplicaciones, principalmente de modelizaciones locacionales centrados en la búsqueda de optimizaciones (Gould, 1987:6).

Considera un creciente interés por los estudios geográficos que intentan describir y explicar el cambio en el contexto de un dominio espacio-temporal inserto en el centro de la perspectiva geográfica. En esta línea se incluye el estudio de la difusión espacial que expresa una dinámica vinculada a las innovaciones tecnológicas que reducen las distancias en un espacio relativo y crean un acceso diferencial a los recursos localizados de manera diferencial (Gould, 1987:8).

Asimismo destaca la visión planetaria que provee la Geografía, a través de estudios realizado en una perspectiva global (macro-escala) que implican la toma de conciencia en

cuanto a la “interconexión, la realimentación, la estabilidad, el equilibrio dinámico, la conciencia de la preocupación por la presencia humana y la conciencia concomitante de la responsabilidad ética para con el futuro, todos estos aspectos son la base del cambio de pensamiento hacia la escala global” (Gould, 1987: 14). Esto conduce a pensar en el abordaje de la realidad como totalidad y de allí como sistema, llevando a la visualización del planeta Tierra como un todo, y tomar conciencia de las múltiples interrelaciones existentes a partir de allí, permitiendo avanzar en el estudio de la realidad socio-espacial como un sistema complejo (Buzai, 2008) al tener en cuenta la sistematización teórica realizada por García (2006), y que puede quedar plasmada considerando que pensar en la escala global permite agudizar la conciencia de las múltiples conexiones en el planeta (Gould, 1987:14).

Los temas presentados tienen clara vigencia y un hilo conductor en los actuales Sistemas de Información Geográfica, tecnología en la que confluyen aspectos conceptuales y metodológicos de la Geografía así como los grandes avances en materia de *Software* y *Hardware* para el tratamiento cada vez más eficiente de la Información Geográfica. La Geoinformática teniendo a los SIG como núcleo fundamental posibilita la revalorización de la perspectiva espacial de la Geografía Cuantitativa; permite explorar y aplicar nuevos enfoques matemáticos y de estadística espacial para el estudio de la realidad; facilita el análisis de relaciones complejas a través de la integración de variables tanto físicas como humanas, realizando estudios de cobertura planetaria (modelos globales) y presenta una gran oportunidad para la aplicación de métodos de simulación orientados a analizar aspectos dinámicos del espacio geográfico (Gould, 1987:11).

Todo lo anterior muestra que la revolución informática es la base de toda evolución y revolución actual, aunque advierte que debe ser bien utilizada, ya que puede resultar un arma de doble filo para el investigador, generando un importante cerramiento a la creatividad ante el peligro de automatizar las formas de pensar y actuar en el abordaje de problemas.

Un tema de gran importancia y que cierra las publicaciones de Gould (1985, 1987) es lo relativo a la enseñanza de la Geografía y su vínculo con la investigación geográfica. Subraya que si bien las rutas a seguir en ambos aspectos (investigación y educación) no están totalmente claras, ni todos los interrogantes sobre el tema son fáciles de responder, los geógrafos tienen un gran compromiso en la cuestión de la enseñanza, ya esa sería la responsabilidad última como geógrafos, enseñar y ayudar a otros a ver y comprender la geografía del mundo en toda la riqueza (Gould, 1987). Acerca del debate entre la educación tradicional que privilegia la descripción y la memorización y las renovaciones de los programas de estudio que apuntan a una educación que promueva la reflexión, las capacidades analíticas y aplicadas. Afirma que es necesario encontrar un punto de equilibrio entre el conocimiento, los datos y la realidad empírica que permitan analizar la espacialidad humana (Gould, 1987:22).

La Geografía en conjunto con las tecnologías digitales que tratan datos espaciales, no es incompatible con los objetivos educativos y, en el caso particular de los SIG, se presentan como una herramienta que puede contribuir con la descripción sistemática coincidente con la Geografía corológica, que estudia el espacio geográfico a través de la construcción y clasificación en regiones; asimismo, también son totalmente compatibles con perspectivas actuales que realizan estudios de modelización en la búsqueda de generalizaciones científicas que permitan pasar a una fase aplicativa en el territorio. Por otro lado, los SIG utilizados de forma apropiada, con fundamentos teórico-metodológicos coherentes, tienen un alto potencial para el desarrollo de habilidades y destrezas que contribuyan a la multialfabetización requerida por los ciudadanos del siglo XXI, aportando en su formación para la vida cotidiana y para su futuro profesional (Montes Galbán, 2016).

Los pasajes fundamentales analizados muestran una notable vigencia de las diferentes posibilidades brindadas actualmente por los SIG, aspecto que, sin dudas, se encuentra

relacionado a una importante amplitud de criterios y a la búsqueda de la eliminación de las barreras conceptuales y metodológicas de la Geografía.

Bibliografía

- Bunge, W. (1962) *Theoretical Geography*, Lund, The Royal University of Lund, C. W. K. Gleerup.
- Burton, I. (1963) The quantitative revolution and theoretical geography, *The Canadian Geographer*, 7, 151-162.
- Buzai, G.D. (2008). Consideraciones sobre el rol científico de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a dos décadas de "Pensamientos sobre la Geografía" de Peter Gould. *Huellas*, 12, 265-281.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona, Gedisa
- Gould, P. (1985). *The Geographer at Work*. London, Routledge.
- Gould, P. (1987). Pensamientos sobre la Geografía. *GeoCritica*, 68, 1-34. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/geo68.htm>
- Montes Galbán, E. (2016) Los Sistemas de Información Geográfica y la educación geográfica actual. *Boletín Red GESIG* (3), 4-5. Recuperado de https://docs.wixstatic.com/ugd/7242a9_0762ebb2d69446bf9f4ff397a189390.pdf

CAPÍTULO 17

SÍNTESIS

Los Sistemas de Información Geográfica e investigación empírica en el núcleo conceptual de la Geografía. Recorrido por las contribuciones.

Gustavo D. Buzai

En el núcleo conceptual

A partir de los textos publicados en este libro queda claro que los SIG son utilizados con una clara orientación empírica con el principal objetivo de analizar la realidad y buscar soluciones concretas.

El hábitat humano, en sus relaciones socioespaciales, forma el *Sistema Mundo* y el planeta Tierra, considerando sus elementos físico-naturales, forma el *Sistema Tierra* (Dollfus, 1992), ambos sistemas en sus interacciones representan la materialidad empírica de mayor extensión para los estudios geográficos y generan su objeto material como ciencia. Considerar estos sistemas en conjunto lleva a una perspectiva sistémica que barca gran cantidad de escalas, fenómenos que van desde la superficie completa del planeta Tierra hasta el sitio de menor extensión de 1 m² como espacio de ocupación personal. En Buzai y Cacace (2012) hemos visto que estas escalas son parte de un continuo mucho más amplio.

La Teoría de los Sistemas Complejos (García, 2000) presenta un marco conceptual que puede abarcar el sistema total teniendo un claro criterio demarcatorio en el abordaje de las diferentes escalas de análisis y procesos. Considerar la actividad científica en general y la Geografía en particular en sus capacidades de abordajes concretos lleva a prestar atención a la materialidad de las entidades en estudio.

En este contexto, la razón humana aparece como la principal fuente de conocimientos científicos al minimizar la arbitrariedad al momento de realizar generalizaciones no contradictorias y avanzar en la construcción de conocimientos. Esto resulta posible porque existe una materialidad

independiente del observador y que puede brindar objetividad (Rand, 2011, Bunge, 2019) y es por ese motivo que el análisis de la realidad puede orientarse, utilizando conceptos de Soros (2010), hacia una *función cognitiva* que se aparta de una *función de manipulación*, tan propia de la actividad política y que, en variados momentos, emerge con fuerza el ámbito de las ciencias sociales. Sobre la base de la totalidad, los sistemas son definibles considerando sus aspectos sobresalientes. La construcción sistémica se realiza en cualquier escala y extensión a través de los *datos* que generan estímulos provenientes de la realidad, los *observables* como datos interpretados y los *hechos* que surgen a partir de sus relaciones en una clara sucesión de un desarrollo racionalista.

Cuando se estudia la realidad como sistema complejo, además de los comportamientos generales, es posible utilizar teorías explicativas exclusivas para cada escala. Entre lo infinitamente grande (el universo) y lo infinitamente pequeño (lo cuántico) se encuentra la escala humana (Rosnay, 1977) y en ella la Geografía avanza en estudios de la dimensión espacial. Corresponde a investigaciones en Geografía Aplicada que actualmente se basan en el análisis espacial cuantitativo con SIG a través de trabajos empíricos.

El abordaje llega al *materialismo sistémico* cuyas características centrales llevan a considerar que la realidad existe (*realismo*), que debe ser estudiada a partir de sus elementos materiales (*materialismo*), que los elementos se relacionan en vínculos sistémicos (*sistemismo*) y que la forma más eficiente para la generación de conocimientos es la ciencia (*cientificismo*) (Bunge, 2012, 2014).

La vinculación del materialismo sistémico con la perspectiva de sistemas complejos desde un punto de vista epistemológico permite realizar un abordaje concreto de la realidad y en una escala específica, en este caso, apoyada en el nivel focal que genera la dimensión espacial.

A partir de los textos publicados en este libro se pone en evidencia que, con la finalidad de llegar a soluciones

socioespaciales, los SIG se apoyan en conceptos de naturaleza espacial que ocupan el núcleo disciplinario de la Geografía. Los textos se apoyan en sus combinaciones.

El concepto de *localización* considera que todas las entidades geográficas junto a sus atributos asociados tienen una ubicación específica en el espacio geográfico. Esta puede ser vista de dos formas: si se la relaciona al *espacio absoluto* corresponde a un *sitio* fijo de emplazamiento sobre la superficie terrestre y si corresponde al *espacio relativo* se vincula a una *posición* específica y cambiante respecto de otros sitios con los cuales pueden establecerse vínculos funcionales. El sitio se encuentra referenciado a un sistema de coordenadas que no cambia con el tiempo y a partir del cual se asignan valores específicos de localización. La posición se establece a través de diferentes escalas con otras formas de medición (tiempo, costo, energía) que lleva a resultados cambiantes ante el avance tecnológico. En síntesis, mientras los sitios siempre se encuentran en la misma ubicación y las distancias físicas entre ellos son las mismas, las posiciones varían y se acercan constantemente a partir del avance tecnológico aplicado a la circulación (transporte, comunicaciones), es decir, que al disminuir la fricción espacial los espacios se acercan y el mundo parece achicarse (Buzai *et al.* 2016). El concepto de *distribución espacial* tiene en consideración la forma en la que se reparten sobre la superficie terrestre las entidades de similar naturaleza. Las diferentes características medidas en entidades en las que se considera la dimensión espacial nunca se distribuyen de manera homogénea por lo tanto es clave analizar estas diferencias. Si la distribución espacial es de naturaleza puntual se pueden calcular medidas resúmenes a partir de una aproximación centrográfica y la nube de puntos puede tener una estructura concentrada, regular con patrón uniforme o aleatoria sin un patrón definido, aspectos que pueden ser medidos a través de un análisis de vecindad. En cambio, si tiene representación areal a través de un mapa temático coroplético de polígonos pueden ser aplicados cálculos de índices de concentración espacial o análisis de autocorrelación espacial y desde el punto de

vista de la geometría pueden incluirse aquí estudios correspondientes a las formas (Buzai y Montes Galbán, 2021) con la finalidad de analizar las posibilidades de cohesión interna de las unidades espaciales. Son estudios que principalmente privilegian el análisis de divisiones político-administrativas. Una actual posibilidad para el estudio de las formas espaciales irregulares y fragmentadas es la aplicación de procedimientos de la geometría fractal donde la estructura de autosimilitud permite modelar el comportamiento a diferentes escalas.

El concepto de distribución espacial es central en el análisis geográfico. Puede justificar desde la realización de un mapa hasta el objetivo de una Geografía considerada como ciencia de la distribución areal (Hartshorne, 1939).

El concepto de *asociación espacial* considera el estudio de la correspondencia espacial encontrada entre diferentes distribuciones espaciales o el valor de correlación obtenido en las columnas, ocupadas por las unidades espaciales, en la *matriz geográfica* (Buzai y Ruiz i Almar, 2022). La forma de comparación más clara y directa se logra mediante la superposición cartográfica. Cuanto mayor sea la superficie de coincidencia (intersección en la teoría de conjuntos) mayor será la relación entre ellas. Desde un punto de vista racionalista el método de superposición es un procedimiento central de la Geografía como ciencia al permitir una construcción regional por divisiones lógicas. Desde un punto de vista geográfico la construcción regional mediante la superposición de mapas había sido considerado inicialmente por Sorre (1943-1952) como el principal procedimiento del análisis geográfico y los SIG, en la actualidad, lo presentan con centralidad siguiendo los procedimientos operativos de McHargh (1969) y la incorporación del álgebra de mapas de Tomlin (1990). En SIG vectorial puede considerarse el camino que va desde el análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA) hasta los procedimientos de análisis multivariado como metodología de regionalización. Poder definir diferentes áreas homogéneas permite al geógrafo hacer uso de una de sus mayores capacidades: poner límites en el espacio geográfico, es decir, poder trazar límites para clasificarlo.

El concepto de *interacción espacial* considera la estructuración de un espacio relativo en el cual las localizaciones (sitios), distancias (ideales o reales) y vínculos (flujos) resultan fundamentales en la definición de espacios funcionales. Por los elementos analizados corresponde básicamente al análisis sistémico. El análisis de interacción espacial siempre tuvo un lugar de importancia en la investigación geográfica permitiendo el avance hacia un campo interdisciplinario de las ciencias sociales como lo es la Ciencia Regional (Benko, 1998) que pone su foco de atención en los sistemas espaciales a diferentes escalas al considerar principalmente una distancia multidimensional (física, económica, social y política). Estos estudios privilegian el abordaje de la interacción espacial humana a partir de una *Macrogeografía* considerada un avance que procede de la Física Social. Los estudios que abordan el análisis de la interacción espacial apuntan a medir diferentes tipos de vínculos horizontales entre las entidades geográficas localizadas donde la conexión y la accesibilidad representan sus componentes principales. La conexión se puede medir a través de la estructura topológica de los circuitos en red a partir de aplicar cálculos en su geometría basado en la *teoría de grafos*. La accesibilidad permite medir posiciones y vínculos entre las entidades puntuales localizadas a través de los cálculos de accesibilidad ideal, accesibilidad real, índice de calidad en la comunicación, índice de trayectoria y de potencial de población son centrales en esta línea de aplicación. La interacción espacial, a través de los flujos generados entre localizaciones, puede ser calculada a partir de modelos gravitatorios o modelos de optimización centrados en la localización-asignación. Desde un punto de vista general, el análisis de interacción espacial constituye una temática de importante tradición dentro del análisis espacial llegando a la actualidad con excelentes posibilidades de aplicación en los SIG.

El concepto de *evolución espacial* considera la incorporación de la dimensión temporal a partir de captar la dinámica de las distribuciones espaciales. Los estudios geográficos son generalmente abordajes del presente ya que la

Geografía se presenta como una ciencia que estudia el momento actual, sin embargo, no se deja de reconocer la importancia que tiene la dimensión temporal para la realización de estudios completos. Dirigir la atención hacia el pasado muestra la génesis de las distribuciones espaciales y responder el *cómo* corresponde a la combinación entre el espacio (*dónde*) y el tiempo (*cuándo*). Los cambios de estado en estructuras *raster* son desarrollados en el trabajo de Monmonier (1990) quien presenta aspectos evolutivos a través del procedimiento denominado *chess-map*, sucesivos mapas como diferentes configuraciones en un tablero de ajedrez. El análisis puede ser realizado por superposición temática a través del modelado cartográfico con capas de diferentes años o por tabulación cruzada. Un avance producido en base a la aplicación de métodos cuantitativos fue considerar que la Geografía también podría generar visiones de futuro a través de trabajos en modelización espacial.

A partir del modelado cartográfico pueden obtenerse zonas con potencialidad futura, a través del método LUCIS (*Land Use Conflict Identification Strategy*) (Carr y Zwick, 2007), aplicación de autómatas celulares, fractales o modelos de regresión que llevan al modelado de la dinámica urbana. En resumen, se considera de gran importancia la incorporación de la dimensión temporal. Los procedimientos han avanzado con flexibilidad creciente, desde la cartografía superpuesta hasta la evolución en secuencia continua en cambios instantáneos de las configuraciones espaciales. La cuantificación y el modelado dinámico brindan posibilidades de dirigir el análisis hacia el futuro.

Por último, el concepto de *Síntesis* alude a la combinación conjunta de resultados obtenidos a través de la aplicación de metodologías basadas en los conceptos centrales del análisis para modelar estructuras espaciales.

La Geografía como ciencia de síntesis tiene una amplia tradición puede logarse empíricamente a partir de la combinación de resultados obtenidos en cada uno de los conceptos analizados. Desde las bases del materialismo sistémico, al núcleo conceptual

de la Geografía a las aplicaciones empíricas concretas del análisis espacial con SIG tiene el objetivo de resolver problemas socioespaciales y con ello apuntar a la mejora en la justicia socioespacial de la población.

En este sentido, la utilización de SIG en proyectos de investigación basados en la cuantificación tiene el objetivo general de brindar elementos para actuar sobre la justicia espacial y, de esa manera, aportar para la mejora en el bienestar y la calidad de vida de las sociedades humanas. La búsqueda de justicia se centra en el logro de condiciones de fricción espacial y acceso a localizaciones deseables con las menores disparidades posibles (Buzai y Baxendale, 2012). En esta línea puede encontrarse la Geografía de los centros de mercado y la Geografía de los servicios (Berry, 1971; Beavon, 1980) que evolucionan desde la teoría de los lugares centrales de Christaller (1966 [1933]) hasta los modelos de localización-asignación. Estudios propios en esta línea temática se centraron en la localización óptima de establecimientos educativos (Moreno Jiménez y Buzai, 2008) y centros de atención de salud (Buzai, 2015). Aquí se demuestra en que sitios deberían ubicarse estas instalaciones para lograr una mayor justicia espacial.

El hecho de minimizar la fricción espacial acorta los tiempos de traslado y esto apunta a mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población. Existe una línea geográfica que lo toma como objetivo máximo de nuestra ciencia, la Geografía del Bienestar (Smith, 1977) que, desde un punto de vista aplicado, tiene como meta los objetivos planteados a partir de incorporar variables humanas y ambientales en sus estudios. Los procedimientos estadísticos de análisis multivariado resultan centrales en la construcción de indicadores que permiten medir condiciones y tomar acciones para minimizar disparidades. Toda postura geográfica al ubicarse en una escala humana de las ciencias sociales tiende a apoyar el logro del bienestar. En esta línea nuestros trabajos estuvieron orientados a los mapas sociales urbanos (Buzai, 2014) y mapas de la calidad de vida (Buzai *et al.*, 2022). En ellos se modela la distribución espacial de las diferencias en los índices de calidad de vida de la población.

Además de las mediciones cuantitativas precisas, en las cuales se aborda el sistema espacial concreto también resulta de interés la percepción de los individuos y con ello se pueden realizar mapas mentales (Gould & White, 1974) que en la actualidad encuentran apoyo en la geotecnología (Buzai, 2011). La percepción empírica también resulta de gran utilidad en la confección de mapas colaborativos y participativos realizados con procedimientos de la Neogeografía (Ruiz, 2010). Procesos participativos asimismo se incluyen los estudios que aplican procedimientos de evaluación multicriterio resueltos metodológicamente mediante el modelado cartográfico realizado a través del álgebra de mapas (Tomlin, 1990), principalmente cuando se buscan soluciones de consenso entre diferentes actores sociales en la definición de valores de ponderación para las capas temáticas que serán utilizadas en la resolución. En este último caso es propuesta una Geografía del Riesgo (White, 1945) actualizada hacia la perspectiva sistémica (Principi, 2020), a partir de la cual es posible determinar áreas de máxima vulnerabilidad poblacional y focalizar en ella acciones para su disminución.

Estos abordajes muestran que la Geografía es una ciencia del porqué del dónde (Murphy, 2018), es decir, brindar explicaciones. De esta manera avanza en un pensamiento crítico constructivo y operativo respecto de las estructuras socioespaciales en diferentes escalas. Los SIG permiten brindar elementos empíricos que apoyan este abordaje en la búsqueda de soluciones concretas para minimizar las injusticias espaciales, mejorar los niveles de eficiencia y equidad, considerar la percepción y participación ciudadana y finalmente minimizar la vulnerabilidad y los riesgos, todas acciones que tienen por objetivo mejorar las condiciones de bienestar y la calidad de vida de la población.

En síntesis, los trabajos de reflexión presentados en este libro son un importante ejemplo del pensamiento conceptual aplicado al nivel empírico para la resolución de problemáticas socioespaciales. La Geografía realizó importantes desarrollos teóricos y metodológicos en los que los principales conceptos del

análisis espacial se hacen operativos a través del SIG y los modelos espaciales brindan elementos para llegar a la justicia espacial a partir de disminuir las diferencias basadas en la localización. Como instancia superior, se logra una confluencia entre Ciencia, Geografía, Perspectiva espacial y SIG socialmente significativa.

Recorrido

Basado en el núcleo conceptual de la Geografía, en la crítica a la realidad socioespacial de nuestros países y ante la necesidad de generar una confluencia entre ciencia pura y ciencia aplicada se desarrolla un pensamiento sobre SIG desde Iberoamérica. El presente libro es un resultado que surge a partir de los vínculos de cooperación entre diferentes profesionales y unidades académicas de la región, muchos de ellos en el marco de la Red Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (REDISIG).

Siendo que los SIG son una tecnología que supera el medio siglo de existencia y que hoy, más que nunca, requiere de la *Geografía* quien le brinda sus bases teóricas, metodológicas y aplicativas (*Gustavo D. Buzai*), es imprescindible reflexionar sobre sus posibilidades para estudiar la realidad a través de su capacidad interdisciplinaria (*Adelmo Romero Méndez*) y apoyar estudios concretos para una ciencia aplicada (*Antonio Moreno Jiménez*). Estas aplicaciones pueden considerar la utilización de variables que den cuenta de la espacialidad humana –distancias espaciales y sociales- operativa a través de los conceptos centrales del análisis espacial (*Patricia I. Lucero*) y, en este sentido, la Geografía toma la posición de pivote sobre el cual comienza a delinearse un campo interdisciplinario como el de las ciencias sociales integradas espacialmente (*Carlos Garrocho*). En síntesis, la madurez de la tecnología SIG la convierte en una herramienta que conecta la teoría y la praxis, la cual supera los límites disciplinarios de su ciencia de origen en apoyo a estudios interdisciplinario y a la aparición de nuevos campos que se integran a través de la dimensión espacial.

Una importante práctica geográfica a través de los SIG es el **ordenamiento territorial** en la que los SIG toman una posición de *tecnología* en la que la Geografía como ciencia, le brinda los fundamentos del análisis espacial para su aplicación con valores éticos consensuados socialmente (*Claudia A. Baxendale*), sería ingenuo mantener una postura estrictamente tecnocrática centrada en el tratamiento eficiente de grandes volúmenes de datos ya que los SIG serían herramientas que permiten abordar situaciones complejas y cambiantes intentando resolver conflictos de interés en abordajes concretos vinculando conocimientos y acción (*Felipe Cabrales Barajas*). El objetivo del Ordenamiento Territorial es llegar a un mejor uso del territorio que llevará a un importante desarrollo social actual y potencial a partir de ser utilizado en la totalidad de etapas de trabajo (*Ricardo Remond y Eduardo Salinas Chaves*) aplicado en diferentes escalas, desde lo local a lo nacional y en el medio de oposiciones políticas del estatismo y liberalismo o decisionales de la conservación ambiental y el desarrollo o de objetivo funcional entre la equidad y la eficiencia (*Djamel Toudert*). De esta manera el concepto de Territorio encuentra en los SIG una herramienta que permite su eficiente abordaje para la realización de estudios aplicados (*Omar Delgado Inga*) y entre ellos sus posibilidades ambientales sobresalen en la búsqueda de maximizar los beneficios contextuales para la población (*Marcelo Sili*).

La utilización de SIG para el **análisis urbano-regional** se centra principalmente en el estudio de los cambios de usos del suelo, línea en la cual fueron desarrolladas gran variedad de metodologías de aplicación (*Noel Pineda Jaimes*). Entre estos cambios la dinámica del crecimiento urbano ha centrado la atención por presentarse actualmente como una clara problemática mundial (*Montserrat Gómez Delgado*) y, en ese sentido, la urbanización ampliamente extendida y fragmentada genera múltiples conflictos socioespaciales (*Luis Humacata y Santiago Linares*). El análisis urbano-regional tiene una gran tradición de estudios, se nombran antecedentes en los modelos regionales y mapas sociales de inicios del siglo pasado y con los

desarrollos computacionales basados en SIG llegan hoy a la máxima actualización y novedosas posibilidades.

Existe una importante tradición geográfica que sirve de base para los *estudios ambientales* desde su definición como ciencia humana al considerarse el estudio de la relación entre el ambiente y el ser humano (*Olga H. Mayorga*) y esta tradición desemboca en los estudios sistémicos generales y de sistemas complejos que a través de los SIG apoyan investigaciones de una ciencia aplicada orientada principalmente al análisis de riesgos (*Noelia Principi*), vulnerabilidad social ante la construcción de indicadores con variables que den apoyo a acciones que tiendan a su disminución (*Salvador Villerías Salinas*), cambio climático antropogénico, producto de las acciones humanas que generan efectos negativos sobre sí misma (*José Seguinot Barbosa*) y diversos aspectos que influirán en la calidad de vida de la población en una focalización que se basa en la diferenciación espacial del territorio (*Guillermo A. Velázquez*).

Uno de los temas que mejor expresan la relación ente la sociedad y el medio son las problemáticas de salud, tratadas principalmente por la *Geografía de la Salud*. En este sentido se destaca la utilidad del SIG para captar inequidades y desigualdades espaciales de la salud (*Marcela Virginia Santana Juárez*) y esta posibilidad general los hace partícipes de la totalidad de líneas de estudio, como la salud ambiental, los servicios de salud, la epidemiología, la demografía, el desarrollo humano y la salud pública (*José Seguinot Barbosa*). En síntesis, los SIG representan una tecnología de largo alcance y que permite la toma de decisiones para planificar aspectos de salud (*Iliana Villerías Alarcón*) y gestionarla incorporando la dimensión espacial a los Sistemas de Información en Salud, donde el SIG puede actuar como interfaces (*Liliana Ramírez*) en una gestión integral mediante aproximaciones diversas realizadas por diferentes organismos y aunar una clara participación ciudadana a partir de una eficiente circulación de la información (*Emmanuelle Quentin*).

Uno de los aspectos centrales del análisis espacial es la *circulación* en general y el *transporte* en particular. La

accesibilidad se presenta como concepto central que es utilizado en diversos modelos y su mejora redundante en mayor beneficio para la calidad de vida de la población (*Carolina Rosjas Quezada*), esta accesibilidad actualmente es un objetivo a cumplir por la automatización en donde confluyen diferentes tecnologías, como los satélites, GPS y SIG dirigida a la movilidad autónoma (*Oswaldo Cardozo*). Un aspecto destacable que asoma es el uso de *big data* que surge a partir de la información subida mediante las millones de conexiones a Internet y con la que pueden modelarse infinidad de aspectos sociales, entre ellos los desplazamientos de la población con múltiples finalidades (*Javier Gutiérrez Puebla y Juan Carlos García Palomares*), estos movimientos son una fuente de riesgos que se intentan minimizar, siendo los SIG una tecnología central en el mejoramiento de la seguridad vial (*Luis Chías Becerril*).

El mapa como principal lenguaje de la Geografía encuentra en los SIG nuevas posibilidades, donde la separación entre la base cartográfica y la base de datos digital presenta posibilidades ilimitadas (*Josep Rebellà i Vives*), el impacto de los SIG en la Cartografía fue inmenso y su uso fue particularmente notable debido a que llegó un momento en el que los profesionales en SIG superaron a los profesionales formados en Cartografía (*Marc Monmonier*). Impactos académicos en el uso del SIG para la confección de mapas pueden verse en la flexibilidad presentada para realizar publicaciones especializadas, como atlas, con cartografía de gran precisión (*Fernando Paso Viola*), la utilización de cartografía histórica en formato digital para reconstruir la historia del desarrollo histórico del territorio (*Marina Miraglia*), las posibilidades de modelización espacial para la construcción y transmisión del conocimiento en apoyo a la toma de decisiones (*Rosa Cuesta Molestina y Martha Villagómez*) pudiendo ser utilizados mapas que llegan a una escala 1:1 para un importante avance en el conocimiento (*José Ignacio Sánchez*). Es así como los mapas interactivos por Internet muestran centralidad actual a través de los SIG *Online* con múltiples propósitos y su favorecimiento al desarrollo del pensamiento espacial los hace

tener una importante funcionalidad educativa (*Noelia Principi y Eloy Montes Galbán*).

Existen posibilidades de discusión que abarcan aspectos técnico-metodológicos. Aquí se presenta un análisis de la potencialidad del SIG como candidato para ingresar en un enfoque computacional a partir de ser considerada una de las herramientas de mayor relevancia actual (*Joaquín Bosque Sendra*) y más allá de la respuesta, los SIG, como tecnología innovadora pueden ser protagonistas en el paso del *big data* al *big data espacial* (*Joaquín Bosque Sendra*). En la línea metodológica se discute la posibilidad de utilizar estandarizaciones para poder representar espacialmente datos ambientales y sociales proporcionados por diferentes fuentes (*Heinrich Hasenack*) y una propuesta que contempla procedimientos cuantitativos y cualitativos asociados en una misma área de estudio, considerando que ambas perspectivas no son incompatibles (*Armando García de León*).

El tema de la enseñanza de los SIG y la enseñanza de la Geografía a través del SIG mantiene su particular relevancia desde sus inicios. Desde un punto de vista general el proceso educativo se encuentra inserto en un contexto amplio formado por aspectos sociales, económicos y culturales, aunque en el contexto computacional se traduce en nuevas lógicas de interacción que pueden llevar a la multialfabetización basada en tecnologías digitales (*Eloy Montes Galbán*) con lo cual estamos llegando a la nueva etapa de la Sociedad del Conocimiento en donde la formación en geotecnologías aparece de forma central en la formación de una Sociedad de la Información Geográfica (*Liliana Ramírez*). En este caso se destaca las excelentes posibilidades que brinda la educación a distancia para la capacitación en SIG y con la cual se llegó a una situación de no retorno hacia las perspectivas tradicionales de la enseñanza (*José M. Santos Preciado*), la pandemia del Covid-19 hizo potenciar estas aseveraciones vertidas poco tiempo antes de su inicio. Existe una preocupación por el geógrafo profesional, que si bien ve valorizado su accionar porque cada vez interesa con mayor ímpetu el espacio geográfico, los SIG brindan la posibilidad de

hacer geografía a múltiples profesionales, un gran desafío (*Paulo Fitz*) que parecería poder enfrentarse con la mejor formación geográfica que lleve a utilizar los conceptos centrales del análisis espacial como base y la capacitación práctica para una mejor forma de aportar empíricamente desde nuestra disciplina (*Manuel Fuenzalida Díaz*). Desde los estudios universitarios la capacitación en SIG puede dirigirse hacia la totalidad de niveles de enseñanza donde el *software* libre en los talleres de informática permiten utilizar herramientas digitales con alta significatividad, tanto para el uso de datos geográficos (*Luis Humacata*) como en el aprovechamiento del lenguaje visual que, siendo fundamental, presenta importantes posibilidades en la enseñanza de la Geografía (*Roberto Barboza Castanho*).

Los SIG ingresan al ciberespacio por lo que los procedimientos de análisis espacial pueden ser realizados de manera remota, pero en general se incorporan a través de un proceso general junto con gran cantidad de prácticas humanas. En este sentido surge la discusión respecto de si los espacios virtuales eliminarán a los espacios reales, lo cierto es que estamos viviendo un momento de superposición en el que las actividades humanas amplían sus capacidades informacionales (*Gersón Beltrán López*) y este nuevo espacio, cada vez más presente, solo puede ser conceptualizado a través de metáforas geográficas ya que no puede ser desconectado completamente de su sustento material (*Djamel Toudert*). La Cibergeografía es un campo teórico y aplicado de la Geografía con grandes posibilidades de reflexión e impactos concretos en el espacio geográfico real (*Jeffer Chaparro Mendiavelso*) y pueden ser considerado la culminación de un camino que sigue una línea conceptual que pasa por la Geografía Cuantitativa, la Geografía Automatizada y la Geografía Global (*Gustavo D. Buzai*).

El destino global de los SIG los llevó a ser utilizados por múltiples disciplinas, como la Arqueología que estudia la relación de la sociedad y su medio en el pasado (*Sonia L. Lanzelotti*), la Ecología, ante el estudio de la relación entre los organismos vivos y su medio (*Silvia D. Matteucci*), la Sociodemografía, un campo

interdisciplinario formado por la Sociología y la Demografía que se ve beneficiado ante el uso de información cuantitativa organizada espacialmente (*Mariana Marcos*) y en la Economía, en la cual existe una importante tradición de la Geografía Económica, donde estas herramientas se utilizan con la finalidad de apoyar el desarrollo (*Ignacio Mattarollo*).

Finalmente se incluye un análisis de los principales aportes de la Geografía Cuantitativa a través de ciertos hitos centrales generados por reconocidos geógrafos. La necesidad de lograr una Geografía científica propuesta de Fred Schaefer en 1953 donde la región se transforma en el laboratorio en la que se ponen a prueba teorías generales (*Ernest Ruiz i Almar*), los caminos de la automatización de procedimientos geográficos analizado por Waldo Tobler en 1957 en el ámbito de los inicios de la computación (*Ernest Ruiz i Almar*), la matemática espacial propuesta por William Bunge en 1962 en el primer libro que sistematiza el paradigma de la Geografía Cuantitativa (*Gustavo D. Buzai*), la aparición del concepto de Revolución Científica, propuesto por Ian Burton en 1963, que lleva a una nueva perspectiva en los estudios geográficos (*Gustavo D. Buzai*), la matriz geográfica propuesta por Brian J.L. Berry en 1964 que resultara fundamental para la aplicación de métodos de análisis multivariado con fines de regionalización (*Gustavo D. Buzai y Ernest Ruiz i Almar*), un abordaje central del de una Geografía basada en modelos realizado por Peter Haggett en 1965 en donde brinda las posibilidades de abordar sistemas locacionales (*Eloy Montes Galbán*), la Geografía Cuantitativa utilizada como estrategia personal de posicionamiento disciplinar en el libro de David Harvey de 1965 apoyado en la moda (*Gustavo D. Buzai*) y finalmente la espacialidad cuantitativa a diferentes escalas propuesta por Peter Gould en 1985 (*Gustavo D. Buzai y Eloy Montes Galbán*). Estos cimientos son los que se encuentran de forma subyacente detrás de la tecnología SIG.

Es evidente que este es un final *minimalista*, ya que de cada aporte sólo fue mencionado un único aspecto y con ellos fue posible realizar un recorrido por los temas de reflexión. Teniendo

presente que los contenidos individuales son muy superiores y que el conjunto presenta un panorama global que no se agota, el libro *Pensar los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica* muestra un punto preciso de evaluación temática y se presenta como un notable espacio de difusión, ya que al momento de su edición habíamos pensado bastante y se ve claramente que teníamos muchas reflexiones para aportar.

Bibliografía

- Beavon, K. (1980) *Geografía de las actividades terciarias*, Barcelona, Oikos-tau.
- Benko, G. (1998) *La ciencia regional*, Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur.
- Berry, B.J.L. (1971) *Geografía de los centros de mercado y distribución al por menor*, Barcelona, Vicens-Vives.
- Bunge, M. (2012) *A la caza de la realidad*, Barcelona, Gedisa.
- Bunge, M. (2014) *Memorias. Entre dos mundos*, Buenos Aires, Eudeba.
- Bunge, M. (2019) Realismo e irrealismo. Apuntes para un libro imaginario, en Borge, B. & Gentile, N. (Comp.) *La ciencia y el mundo inobservable*, Buenos Aires, Eudeba, pp. 155-169.
- Buzai, G.D. (2011) La construcción de mapas mentales mediante apoyo geoinformático. Desde las imágenes perceptivas hacia la modelización digital. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 44, 1-17.
- Buzai, G.D. (2014) *Mapas Sociales Urbanos*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. (2015) *Análisis socioespacial en Geografía de la Salud*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2012) *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*, Tomo 2, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Cacace, G. (2012) El concepto de espacio, *Si Muove*, 5, 34-38.
- Buzai, G.D., Humacata, L. & Principi, N. (2019) *Análisis espacial y sistemas de información geográfica*, Bernal, Universidad Virtual de Quilmes.

- Buzai, G.D. & Montes Galbán, E. (2019) *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D. & Ruiz i Almar, E. (2022) Matriz geográfica, Brian J.L. Berry, 1964. En este libro: Capítulo 16.
- Carr, M. & Zwick, P. (2017) *Smart Land-Use Analysis*, Redlands, Esri Press.
- Christaller, W. (1966) [1933] *Central Places in Souther Germany*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliff.
- Dollfus, O. (1992) Systeme Monde et systeme Terre, *L'Espace Géographique*, 3, 223-229.
- García, R. (2000) *Sistemas Complejos*, Barcelona, Gedisa.
- Gould, P. & White, R. (1974) *On Mental Maps*, Harmondsworth, Penguin.
- Hartshorne, R. (1939) The Nature of Geography: A Critical Survey of Current Thought in the Light of the Past, *Annals of the American Association of Geographers*, 29, 171-658.
- McHargh, I. (1969) *Design with Nature*, New York, The American Museum of National History.
- Monmonier, M. (1990) Strategies for Visualization of Geographic Time-Serie Data, *Cartographica*, 27, 30-45.
- Moreno Jiménez, A. & Buzai, G.D. (2008) *Análisis y planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- Murphy, A. (2018) *Geografía. Porqué importa*, Madrid, Alianza.
- Principi, N. (2020). El enfoque sistémico en el análisis de riesgos en Geografía, *Anuario de la División Geografía*, 14, 1-8.
- Rand, A. (2011) *Introducción a la epistemología objetivista*, Buenos Aires, El Grito Sagrado.
- Rosnay, J.de (1977) *El Macroscopio. Hacia una visión global*, Madrid, AC.
- Ruiz, E. (2010) Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada, *GeoFocus*, 10, 280-298.
- Smith, D. (1977) *Geografía Humana*, Barcelona, Oikos-tau.
- Soros, G. (2010) *The Soros Lecture at Central European University*, New York, Public Affairs.

- Sorre, M. (1943-1952) *Les fondements de la géographie humaine*, vol. 1-3, Paris, Armand Colin
- Tomlin, C.D. (1990) *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, New Jersey, Prentice Hall-Englewood Clift.
- White, G. (1945) *Human Adjustment to Floods: A Geographical Approach to the Flood Problem in the United States*, Chicago, University of Chicago Geography Research Series.

LOS COMPILADORES



GUSTAVO D. BUZAI

Prof. (Hon). Lic. Dr. (Hon). PosDoc

(Mar del Plata, Argentina, 1964). Profesor de Geografía (Universidad de Buenos Aires), Licenciado en Geografía (Universidad de Buenos Aires) y Doctor en Geografía (Universidad Nacional de Cuyo). Estadias de capacitación académica en la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, Brasil) y de investigación posdoctoral en la Universidad Autónoma de Madrid (UAM, España) y Universität Innsbruck (UIBK, Austria). Profesor del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Director del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG) y Director del Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO).

Mail: gdb@unlu.edu.ar



ELOY MONTES GALBÁN

Lic. Dipl. Mg. Dr.

(Maracaibo, Venezuela, 1981). Licenciado en Educación con mención Geografía (Universidad del Zulia, Venezuela), Magister Scientiarum en Geografía (Universidad del Zulia, Venezuela) y Doctor en Geografía (Universidad Nacional del Nordeste, Argentina). Diplomado en Geoinformática (LUZ/CEDIC) y Diplomado en Metodología de la Investigación (LUZ/CECOU). Docente del Departamento de Ciencias Sociales y del Departamento de Tecnología de la Universidad Nacional de Luján. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Director del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG) del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG).

Mail: emontesgalban@gmail.com

COLECCIÓN ESPECIALIDADES

Versiones digitales disponibles en www.inigeo.unlu.edu.ar

1-(2019): *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 2: Por una Geografía empírica*. Buzai, G.D.; Humacata, L.; Lanzelo_i, S.L.; Montes Galbán, E.; Pricnipi, N., Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-1548-95-1, ISBN (digital) 978-987-1548-95-8. (224 páginas).

2-(2019): *Métodos cuantitativos en Geografía Humana*. Buzai, G.D.; Santana Juárez, M.V. (Comp.), Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-1548-97-2, ISBN (digital) 978-987-1548-98-9. (352 páginas).

3-(2019): *Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján*. Buzai, G.D.; Lanzeltti, S.D. (Dir.), Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47450-0-2, ISBN (digital) 978-987-47450-1-9. (290 páginas).

4-(2020): *La construcción del espacio urbano: mutaciones y permanencias del acceso al suelo por los sectores populares en el noroeste de la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Soria, M.L., Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47450-7-1, ISBN (digital) 978-987-47450-8-8. (360 páginas).

5-(2020): *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones para el análisis de clasificación espacial y cambios de usos del suelo*. Humacata, L., Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47450-7-1, ISBN (digital) 978-987-47450-8-8. (184 páginas).

6-(2020): *Desamarradas. Geografías de mujeres en movimiento*. Varela Conesa, V. (Coord.), Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47904-2-2, ISBN (digital) 978-987-47904-3-9 (534 páginas).

7-(2020): *Viajeros y campesinos: valorización turística del valle Calchaquí salteño a partir del turismo rural comunitario*. Cáceres, C., Impreso Ilustre Digital S.R.L., Chivilcoy, ISBN (impreso) 978-87-86-8113-9 (236 páginas).

8-(2021): *Geografía del COVID-19: De Wuhan a Luján a la ciudad de burbujas*. Buzai, G.D., Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47804-6-0, ISBN (digital) 978-987-47904-7-7.

9-(2021): *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica*. Buzai, G.D.; Montes Galbán, E. Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN (impreso) 978-987-47904-7-7, ISBN (digital) 978-987-48639-3-9.

10-(2022): *Pensando los Sistemas de Información Geográfica desde Iberoamérica*. Buzai, G.D.; Montes Galbán, E. (Comp.). Impresiones Buenos Aires Editorial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN (digital) 978-987-48369-6-0, ISBN (impreso) 978-987-48369-5-3 (416 páginas).

Esta obra se terminó de editar
en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
Agosto 2022



ISBN 978-987-48369-6-0

