

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN AMÉRICA LATINA (1987-2021): ANÁLISIS DE SU EVOLUCIÓN ACADÉMICA BASADO EN LAS CONFIBSIG

Gustavo D. Buzai

Universidad Nacional de Luján
Instituto de Investigaciones Geográficas, CONICET

David J. Robinson

Syracuse University
Profesor Emérito Dellpain de Geografía de América Latina

Resumen

El presente trabajo es la actualización del artículo de Buzai y Robinson (2010). Centrando el análisis en el contenido de las Conferencias Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (CONFIBSIG) se realiza un análisis de la evolución temática en la región. Para ello contempla el inicio en 1987 en la Universidad Nacional (Costa Rica) y recorre los 17 eventos realizados, con los cuales se llega a los 35 años de desarrollo. Se realiza un análisis por décadas con síntesis en un gráfico de modelización temporal a partir del cual, la diferencia en la pendiente encontrada entre los países centrales y los países de América Latina produce una impronta particular respecto de la adopción de la tecnología tanto en actividades de docencia como de investigación aplicada. Esta actualización surge como nueva base para avanzar en perspectivas futuras.

Palabras clave: SIG, CONFIBSIG, REDISIG, América Latina

Abstract

This paper is an update of the article by Buzai and Robinson (2010). Focusing the analysis on the content of the Ibero-American Conferences on Geographic Information Systems (CONFIBSIG), an analysis is made of the thematic evolution in the region. For this purpose, it considers the beginning in 1987 at the National University (Costa Rica) and goes through the 17 events held, with which 35 years of development have been reached. An analysis is made by decades with a synthesis in a time modeling graph from which the difference in the slope found between the central countries and the countries of Latin America produces a particular imprint regarding the adoption of technology in both teaching and applied research activities. This update emerges as a new basis for advancing in future perspectives.

Keywords: GIS, CONFIBSIG, REDISIG, Latin America

INTRODUCCIÓN

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 LA TEMÁTICA SIG EN AMÉRICA LATINA (1987 A 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 Piroli

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 A PARTIR DE 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.

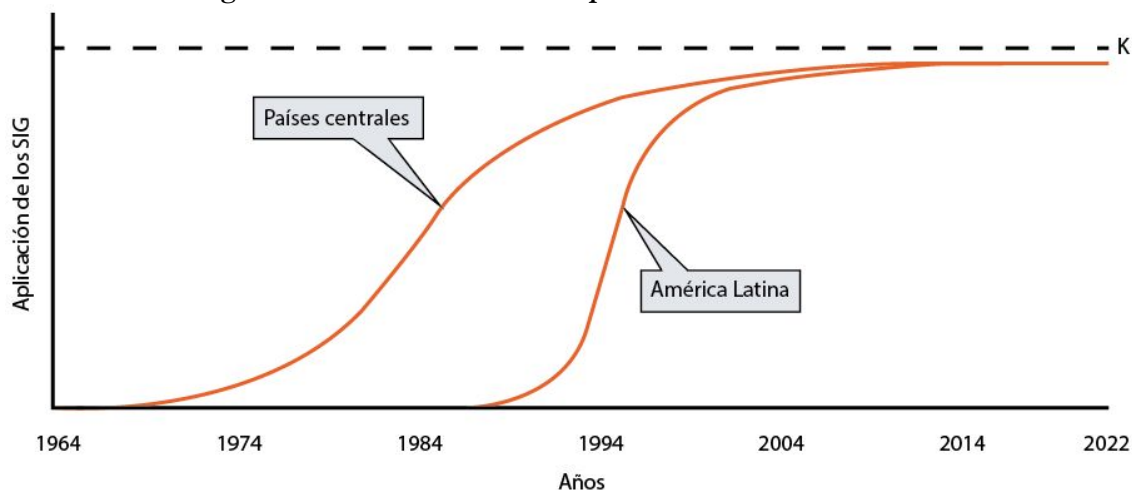
Cabe mencionar que en el período queda claro que la demanda de aplicaciones en SIG se cubre en su mayor parte con *software* desarrollado en USA –se suma con fuerza QGIS a los tradicionales IDRISI y ArcGIS (evolución de ArcView GIS) aunque sigan vigentes los principales sistemas

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). 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: 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 Pioneers*, 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), *NCGLA 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 geoprocésamiento. *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. Dicionário Ilustrado*, São Paulo Hucitec.

Teixeira, A.L.A., Moretti; E. & Christofoletti, A. (1992), *Introdução aos Sistemas de Informação 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: Aplicações*, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

Recibido: 1 de Marzo de 2022 / Aprobado: 9 de Abril de 2022 / Publicado: 30 de Abril de 2022

© 2022 Los autores (Buzai-Robinson)



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.
