

Artículos de reflexión / revisión

# Geoinformática, el camino hacia la formación de un campo científico-tecnológico

Gustavo D. Buzai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Luján (UNLu), Instituto de Investigaciones Geográficas / CONICET, Buenos Aires.

\* E-mail: [gdbuzai@conicet.gov.ar](mailto:gdbuzai@conicet.gov.ar)

Recibido: 05/12/2025; Publicado: 15/12/2025

## Resumen

El trabajo surge a partir de realizar un recorrido que muestra la construcción del concepto Geoinformática, el cual surge como la unión de dos disciplinas con un importante contenido técnico. Se presenta una secuencia histórica que se desarrolla por dos eras, la geoanalógica con el trabajo tradicional que lleva a la obtención productos materiales y la geodigital en donde los resultados se sustentan en la representación inmaterial plasmada en la pantalla de las computadoras. En la segunda era existe una etapa de convergencia en la cual quedan vinculados los softwares *utilizados* en la investigación y la etapa de circulación en la cual tienen predominancia desarrollos de las tecnologías de la información, la automatización y representación digital. El desarrollo geoinformático muestra un continuo e importante dinamismo donde el espacio geográfico es el gran protagonista.

**Palabras clave:** Geoinformática, Tecnologías de la Información Geográfica, Geografía Cuantitativa, Geografía Automatizada, Geografía Global.

Los trabajos de análisis espacial que realizamos los geógrafos cuantitativos hace 40 años eran muy rústicos y laboriosos, sin dudas había que tener mucha vocación y convicción para dedicarse a trabajar en esta línea temática.

Estudiábamos los libros de Robert Hammond y Patrick McCullagh *Técnicas cuantitativas en Geografía* (1980), Peter Haggett *El análisis locacional en la Geografía Humana* (1977), José Estébanez Álvarez y Roy Bradshaw *Técnicas de cuantificación en Geografía* (1978), Grupo Chadule *Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía* (1980), David Ebdon *Estadística para Geógrafos* (1982) y David Harvey *Teorías, leyes y modelos en Geografía* (1983) y realizábamos diversas aplicaciones mediante el uso de papeles, lápices, gomas de borrar, regla, compás y los vidrios de las ventanas para tener luz de fondo y hacer superposiciones que permitan determinar el alcance de la correspondencia espacial entre las distribuciones espaciales de dos mapas.

Era una tarea ardua realizar una regionalización por divisiones lógicas y definir regiones geográficas formales mediante la superposición de regiones sistemáticas, también resultaba muy laborioso intentar una regionalización por agregación espacial realizando la matriz geográfica estandarizada

en el sentido de las unidades espaciales como insumo de la matriz de correlaciones espaciales que sería la base para la aplicación de procedimientos de análisis multivariado.

Recuerdo que un procedimiento así me llevó 2 meses de trabajo para obtener una regionalización socio-demográfica de la Región Metropolitana de Buenos Aires con datos del censo nacional de 1980 a partir del uso de una calculadora manual y muchas planillas en papel que iba completando con gran paciencia.

Con esta experiencia recibimos con mucha expectativa la llegada de las computadoras personales y los primeros *softwares* para el tratamiento de datos geográficos. Los libros básicos de análisis cuantitativo comenzaron a complementarse con nuevas lecturas. Inicialmente con la compilación *Aplicaciones de la informática a la Geografía y las Ciencias Sociales* (1988) en el que fueron autores geógrafos referentes españoles como Joaquín Bosque Sendra, Juan Cebrián y Antonio Moreno Jiménez. A los pocos años comenzarían a aparecer los primeros libros sobre Sistemas de Información Geográfica en español como los de Joaquín Bosque Sendra *Sistemas de Información Geográfica* (1992), David Comas y Ernest Ruiz *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica* (1993) y el de Javier Gutiérrez Puebla y Michael Gould *SIG: Sistemas de Información Geográfica* (1994).

Si bien el primer Sistema de Información Geográfica, CGIS (*Canada Geographic Information System*), realizado por el geógrafo Roger Tomlinson, lo implementó el gobierno canadiense en el año 1964, hace 61 años, el formato digital se impuso masivamente hace 35 años a partir de la difusión generalizada de las primeras computadoras personales y, en el análisis espacial, con la aparición de los primeros *softwares* orientados a diferentes tareas para el tratamiento de datos geográficos. Todos ellos, presentados inicialmente como cajas de herramientas cerradas, eran utilizados para la aplicación de procedimientos específicos.

Si había que almacenar datos se lo hacía mediante el uso de un administrador de base de datos, si era necesario hacer diferentes tipos de cálculos matemáticos en una matriz de datos se utilizaba una planilla de cálculos, si se necesitaba realizar una digitalización vectorial se utilizaba un sistema de diseño asistido por computadora y si se quería procesar básicamente una imagen satelital Landsat teníamos un programa realizado para tal fin (Landsat) y así sucesivamente para toda tarea que fuera trabajar con información geográfica. Durante un lustro se dispuso de muchos sistemas limitados y con deficiente vinculación entre ellos. Los geógrafos que nos abocamos a su estudio compartíamos nuestros experiencias y hallazgos para la obtención de resultados.

Con la llegada de los Sistemas de Información Geográfica a América Latina en 1987 y a la Argentina en 1988, se experimentó un importante salto cualitativo.

El primer Sistema de Información Geográfica que utilizamos a partir de la primera donación fue OSU MAP-for-the-PC (OSUMAP), sistema de estructura *raster*. El trabajo de superposición temática realizado por Ian McHargh (1920-2001) en su libro *Design with Nature* (1969) con fines de planificación paisajística fue incorporado y estandarizado de forma ampliada en el contexto digital *raster* por C. Dana Tomlin en su tesis doctoral *Digital Cartographic Modeling Techniques for Environmental Planning* (1983) presentada en Yale University, trabajo que llegaría a nosotros siete años más tarde con la publicación de *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling* (1990). La tesis daba como resultado el completo desarrollo metodológico del álgebra de mapas junto con el Sistema de

Información Geográfica *Map Analysis Package* (MAP), el cual sería tomado como base para su avance por Duane Marble en The Ohio State University (OSU) generando OSUMAP.

El segundo Sistema de Información Geográfica llegó también a partir de donaciones realizadas en 1988, fue el sistema ARC/INFO de estructura vectorial para computadoras personales y producto de la empresa *Environmental System Research Institute* (ESRI) de Redlands, California. El proyecto tomaba antecedentes de ODISSEY GIS realizado en *Harvard Laboratory of Computer Graphics* (1967) y con esa experiencia algunos geógrafos, principalmente Jack Dangermond y Scott Morehouse, pasaron al ámbito empresarial para desarrollar un Sistema de Información Geográfica que sería considerado el referente principal durante décadas. La primera versión de ARC/INFO fue lanzada en 1982 y presentaba avances en el manejo de diversos tipos de datos y automatización de procedimientos de análisis espacial.

Ambos sistemas, OSUMAP y ARC/INFO, al llegar a la Argentina fueron instalados en la sala de computación de la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FAU-UBA), donde me desempeñaba como personal de apoyo técnico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en el Programa Hábitat dirigido por el Arq. Horacio A. Torres. Esto me permitió ser integrante de la primera generación de usuarios de nuestro país.

OSUMAP nos resultaba maravilloso y, día a día, nos generaba permanentes desafíos. Nos hacía enfrentar a una pantalla monocromática con un cursor que titilaba delante nuestro a la espera de que escribamos algo... una indicación a partir de los comandos de una *toolbox* que implicaba conocer palabras extrañas y armar con ellas una frase que las combinaba de forma incomprensible con la apariencia de un criptograma propio de *El Código Da Vinci*. El misterio que podía salir a la luz ante este mensaje era que se desplegara delante nuestro un mapa.

Conociendo el uso de diferentes *softwares* individuales y seguidamente el trabajo con OSUMAP, tuve la posibilidad de tener el primer acercamiento de experimentación respecto de la vinculación entre sistemas, principalmente a partir de la carga de las capas temáticas *raster* con MAPENT, un *software* desarrollado por el Asian Institute of Technology (AIT) de Tailandia. El formato del archivo generado era ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) y toda corrección podía realizarse con un editor de textos que permitía cambiar los números digitales erróneos. El primer vínculo geoinformático que se me presentó, estuvo formado por la relación entre un Sistema de Información Geográfica y un editor de textos.

ARC/INFO también nos generaba muchos idas y vueltas para poder entenderlo. La separación entre la base cartográfica y la tabla de atributos nos demandaba llegar a la confección de lo que se llamaba una *tipología sana* y a su vez cargar datos que quedarían organizados en la tabla de atributos como matriz de datos tradicional. El trabajo mediante este sistema ampliaba nuestro conocimiento en el manejo de tablas internas y asociadas de forma externa, ya sea de planillas de cálculo o de programas de análisis estadístico, en este sentido comenzaba a verse que muchos trabajos que luego se harían dentro del sistema podían tener un origen en *software* externo y luego proceder a su importación. Al mismo tiempo quedaba claramente establecido que llegar a la *matriz geográfica* (1964) propuesta por el geógrafo Brian J.L. Berry solo podría realizarse con transformaciones matriciales que estuvieran

hechas fuera del sistema, esta línea la trabajé con mi colega geógrafo Darío C. Sánchez. Las mayores posibilidades que podría brindar la Geografía Cuantitativa aún debían esperar algunos avances más en la automatización computacional de procedimientos.

Con la experiencia del trabajo concreto respecto del uso de *software* para el tratamiento de datos geográficos publiqué *Geoinformática: Teoría y aplicación* (1991) en los Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, el cual representa el artículo inicial que luego, durante varios años, iría ajustando al ampliarse constantemente la compatibilidad y la cantidad de *software* interviniente. Por primera vez ligaba las estructuras de representación con paradigmas de la Geografía ya que surgía claramente que el trabajo de modelado *raster* tenía mayor afinidad con la actualización de la Geografía Regional y la representación vectorial encontraba afinidad con el análisis locacional de la Geografía Cuantitativa. El concepto de Geoinformática, surgido en el *International Training Center* (ITC) de Países Bajos en 1990, presenta la confluencia de dos campos disciplinarios, la Geografía con su centralidad en la dimensión espacial y la Informática en su avance computacional, aspecto que desde un punto de vista empírico-operacional fue completado después de dos décadas y actualmente trasciende claramente su contenido.

La Geografía Automatizada conceptualizada por el geógrafo Jerome E. Dobson en su artículo *Automated Geography* (1983) había generado un amplio debate en la revista *The Professional Geographer* y comenzaba a tener una gran identidad como continuación de la Geografía Cuantitativa a partir de las tecnologías digitales orientadas al Análisis Espacial.

Las tecnologías digitales presentan una gran variedad de posibilidades de aplicación y los Sistemas de Información Geográfica como tecnología de integración ocuparon un lugar central en este proceso. Al difundirse masivamente a través de las computadoras personales tuvieron una gran valorización científica cuando las variables de localización ( $x$ ,  $y$ ), temáticas ( $z$ ) y de tiempo ( $t$ ) comenzaron a incorporarse en estudios multidisciplinarios. Pude ver colegas de los más variados campos que comenzaron a interesarse por la Geografía y, en ese sentido, fui realizando trabajos con colegas sociólogos, físicos, biológicos, ecológicos, arquitectos y cartógrafos, quienes mostraban un genuino interés por la Geografía que se presentaba concreta a través del uso computacional, en realidad, sin saberlo, por la Geografía Cuantitativa.

La clave estaba dada por transformación del mundo real en un modelo digital con posibilidades de ser trabajado mediante procedimientos computacionales exige una serie de transformaciones conceptuales que finalizan al nivel de *byte*. Mediante esta fragmentación y estandarización, todo objeto geográfico puede definirse digitalmente a través de una geometría particular (punto, línea, polígono, celda *raster* o *x-tree*), una localización precisa en el espacio absoluto ( $x$ - $y$  o geográficas), una serie de atributos (campos de información-variables o capas temáticas-*layers*) y su existencia en un momento histórico (instante de realización de las mediciones).

En el trabajo computacional concreto estos aspectos los fuimos logrando a través de la realización de una *base de datos alfanumérica* (BDA) y una *base de datos gráfica* (BDG).

La primera se encuentra asociada al almacenamiento de números y letras que representan los atributos de cada entidad con ubicación espacial, y los *softwares* que se utilizan para su conformación

y tratamiento son los *Editores de Textos* (EDT), *Administradores de Bases de Datos* (ABD), *Planillas de Cálculo* (PLC), *Programas de Análisis Estadístico* (PAE) y *Sistemas de Posicionamiento Global* (GPS).

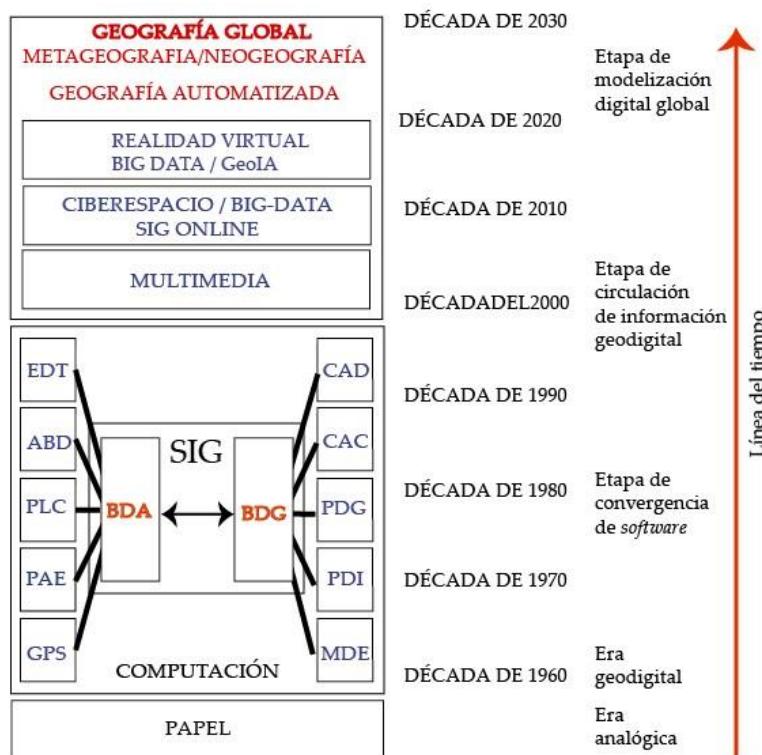
La segunda se encuentra asociada al almacenamiento de los aspectos geométricos, y los softwares que se utilizan para su conformación son los programas de *Diseño Asistido por Computadora* (CAD), *Cartografía Asistida por Computadora* (CAC), *Programas de diseño gráfico* (PDG) *Procesamiento Digital de Imágenes* (PDI) y *Modelos Digitales de Elevación* (MDE).

Muchos usuarios de computadoras ya habían realizado aplicaciones con alguno de estos softwares sin relacionarlo a la Geoinformática, ¿quién podría pensar que un simple editor de texto podría estar ligado a un Sistema de Información Geográfica? Actualmente todos estos sistemas tienen posibilidades de edición, por ejemplo, para los históricos archivos *raster* .DAT de OSUMAP o para crear archivos de modelados de secuencia para la automatización de procedimientos a través de textos en .IML (*Idrisi Macro Language*) de IDRISI o en .AML (*Arc Macro Language*) de ARC/INFO o ArcView GIS. En este sentido un editor de texto claramente pertenece al campo de la Geoinformática.

Cuando se combina la base de datos alfanumérica y la base de datos gráfica, y se referencian enmarcadas en un sistema de coordenadas geográficas al espacio absoluto, lo que se llama georreferenciación, surge una definición de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como un sistema computacional para el tratamiento de datos espaciales en el núcleo de la Geoinformática.

Considerando la etapa de convergencia digital, en la figura puede verse de forma gráfica que si salimos de este núcleo hacia sus bordes encontramos diferentes tipos de software en una estructura que como totalidad relacional forma el campo de la Geoinformática.

**Figura 1.** Evolución relacional de la Geoinformática.



La Geoinformática surge de relación disciplinaria entre la Geografía y la Informática, presenta gran amplitud y técnicamente puede incluir todo tipo de *software* que se vincula ante la centralidad de los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, la Geoinformática no define su composición ante el tipo de *software* que la integra sino a través de la información sobre la cual realiza su tratamiento y análisis, que es la información geográfica. Por lo tanto, todo tipo de aplicación computacional podría ser incluida, desde las más generales hasta las más específicas, siempre que se encuentren vinculadas para modelar la realidad espacial. Cabe mencionar aquí que la presencia creciente del *software* libre y gratuito, desde mediados de la década de 1990, aceleró el proceso de definición de la Geoinformática. Como puede verse en la figura, en el año 2025 la etapa de convergencia se encuentra consolidada, sin embargo, las relaciones geoinformáticas superan la convergencia y sus posibilidades se fueron ampliando hacia la multimedia (difusión de Atlas a través de CDs), la creación de Sistemas de Información Geográfica por Internet (*GIS Online*) vinculado al aprovechamiento de los datos geográficos masivos (*big data*) y las posibilidades brindadas por ciberespacio. El avance técnico incorpora actualmente la Geointeligencia artificial (*GeoIA*) y será el turno de la Realidad Virtual para la generación de paisajes en clonación digital. Todo esto enmarcados en la evolución de la Geografía Automatizada que queda definida por la total convergencia y por las actuales posibilidades de modelización y, principalmente en la Geografía Global a través de la Metageografía de impacto científico y la Neogeografía de impacto social.

En síntesis, esta evolución tecnológica inicia en la década de 1960 cuando se consolida el paradigma de la Geografía Cuantitativa, se hace masiva en la década de 1980 con la formación de la Geografía Automatizada y demuestra un salto cualitativo de importancia hacia 1990 cuando se difunden ampliamente las computadoras personales. La línea temática lleva a la consideración de la Geoinformática como campo de relación bi-disciplinaria de fuerte contenido técnico como base de la Geografía Global de la década del 2000 y actualmente en la década de 2020 se vislumbra una nueva línea de desarrollo a través de la Geo-Inteligencia Artificial y la Realidad Virtual.

En este sentido, nos encontramos nuevamente en el prolegómeno de un nuevo mundo en el que la teoría geográfica mantendrá su centralidad para poder pensar espacialmente y aprovechar con capacidad las nuevas posibilidades científico-tecnológicas en donde la Geografía, a través de la importancia de la dimensión espacial, sigue manteniendo una importante valorización a través de sus valorados aportes de análisis espacial.



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.