

Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica marco conceptual basado en la teoría de la geografía

Gustavo D. Buzai y Claudia A. Baxendale

Resumen

La potencialidad actual de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el desarrollo de los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) han proporcionado novedosas posibilidades para los estudios de las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales.

Las metodologías de mayor aplicación fueron desarrolladas en el interior de perspectivas racionalistas y cuantitativas, las cuales encuentran en la teoría de los Sistemas Complejos el marco que justifica la focalización espacial.

El presente trabajo arriba a la consideración de un marco teórico sustentado en la teoría de la Geografía en la búsqueda de resultados concretos a través de una ciencia aplicada que permita actuar sobre la realidad empírica.

Palabras clave: Teoría de la Geografía / Epistemología de la Geografía / Sistemas de Información Geográfica / Análisis Espacial / Geografía Aplicada

Abstract

Sociospatial analysis with Geographic Information Systems. Conceptual framework based on the theory of Geography

The current potential of the Geographic Information Systems and the development of the Spatial Decision Support Systems have provided new possibilities for the study of spatial locations, distributions, associations, interactions and evolutions.

The methodologies of major application were developed in the interior of rationalist and quantitative perspectives which finds in the theory of Complex Systems the

framework that justifies spatial focalization.

The present work arrives to the consideration of a theoretical framework based on the theory of Geography in seeking concrete results through an applied science that allows acting on empirical reality.

Keywords: Theory of Geography / Epistemology of Geography / Geographic Information Systems / Spatial Analysis / Applied Geography.

Gustavo D. Buzai (www.gesig-proeg.com.ar - gesig-proeg@unlu.edu.ar); **Claudia A. Baxendale** Universidad Nacional de Luján. Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG), Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica han producido una revolución tecnológica y una revolución intelectual. La primera se encuentra asociada con los procedimientos metodológicos y técnicos para el tratamiento de los datos espaciales y la segunda a la forma de pensar la realidad, al traslado de conceptos fundamentales entre disciplinas que comenzaron a incorporar componentes espaciales y al apoyo brindado al desarrollo de una inteligencia espacial. La Geografía como ciencia está en el centro de este proceso y claramente se ha convertido en la disciplina central de esta evolución.

Una serie de perspectivas paradigmáticas de la Geografía han contribuido para la formación de la actual Geografía Automatizada. El racionalismo y cuantitativismo que comenzaron a desarrollarse desde 1930 ayudaron a que muchos conceptos del tratamiento espacial de la información pudieran comenzar a ingresar en las computadoras a partir de la década de 1960 y formar la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica del siglo veintiuno.

Cabe indicar que estos avances no estuvieron exentos de problemas en su relación con la identidad de la disciplina al recorrerse un camino que avanza hacia la interdisciplina. La posición de la Geografía ante cualquier construcción disciplinaria es central y tiende a buscar siempre la integración a través de aspectos espaciales como un hilo conductor en la construcción de conocimientos.

En el presente trabajo se aborda la cuantificación en Geografía Humana ya que la mayoría de los fundamentos tecnológicos se encuentran enmarcados en esta línea de estudio. Su recorrido de fundamentación conceptual a lo largo de la segunda mitad del siglo veinte han generado una serie de consideraciones que serán detalladas.

Se analizan los fundamentos y alcances del *análisis espacial*, el *análisis geográfico* y se define el *análisis socioespacial*. Se ha generado un espacio de relaciones en el continuo *resolución-integración* con la finalidad de enmarcar estos conceptos en tanto contenedores de las diferentes metodologías empleadas en las aplicaciones.

Finalmente se abordan los conceptos fundamentales del análisis espacial para la aplicación de Sistemas de Información Geográfica: *localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial*, y se definen cuatro líneas básicas del *análisis socioespacial*. En ambos casos se enmarcan los procedimientos

técnicos y las aplicaciones presentadas a lo largo de los temas tratados.

CUANTIFICACIÓN EN GEOGRAFÍA HUMANA

Fundamentos iniciales

1. *El abordaje geográfico es principalmente espacial:* Desde el inicio de la Geografía como ciencia humana hemos visto que existen dos formas principales de encarar la investigación geográfica: como el estudio de la relación hombre-medio (definición ecológica) y como el estudio de la diferenciación de espacios sobre la superficie terrestre (definición corológica), las cuales pueden complementarse. Indudablemente cualquiera de estas perspectivas tiene su sustento en el espacio geográfico y para la Geografía Cuantitativa no existe posibilidad de realizar estudios geográficos sin sustento espacial, esta base de asociaciones y correlaciones espaciales es la que brindaría la identidad que singulariza a la Geografía en el contexto de las ciencias.

2. *La región se construye:* Tomando el avance teórico generado por la perspectiva racionalista los estudios de Geografía Cuantitativa consideran que la región, como delimitación de espacio sobre la superficie terrestre, se construye. No existe una región como realidad objetiva previa al investigador, sino que éste le pondrá límites de acuerdo a los objetivos de la investigación.

3. *La metodología de construcción regional es cuantitativa:* A diferencia de la perspectiva racionalista, la cual construía sus espacios geográficos a partir de la superposición cartográfica en un nivel cualitativo, la Geografía Cuantitativa utiliza métodos clasificatorios en los datos espaciales medidos en las entidades geográficas del área de estudio. El procedimiento de clasificación, que en las ciencias es utilizado para obtener clases de objetos específicos, en Geografía Cuantitativa se utilizaría para agrupar unidades espaciales y esto a nivel cartográfico lleva a definir espacios en un proceso de regionalización.

4. *Se busca la construcción de modelos:* Es una de las finalidades principales como ciencia nomotética, ya que atiende a las características espaciales generalizables. Los modelos espaciales son construcciones simplificadas de la realidad espacial que permiten comprenderla en sus rasgos fundamentales y también pueden actuar como una guía para la planificación territorial. La realización de modelos permite tener una base firme para avanzar en la construcción y transmisión del conocimiento.

5. *Se destruye el excepcionalismo:* La Geografía no es una ciencia excepcional y por lo tanto tiende a realizar estudios de aspectos modelizables. Como cualquier

otra ciencia, la Geografía puede utilizar metodologías de mayor rigurosidad para estudiar aspectos espaciales como configuraciones generalizables donde el investigador pondrá a prueba sus hipótesis y generará otras.

6. *Se producen capacidades interdisciplinarias:* El poder estandarizar el pensamiento y la acción al lenguaje matemático le brindaría la posibilidad de compartir un lenguaje común a otras ciencias con lo cual la Geografía adquiere una mayor capacidad en sus vínculos extradisciplinarios. Los estudios geográficos podrán ser disciplinarios, multidisciplinarios e interdisciplinarios, siempre apuntando a su focalización espacial.

7. *Se obtiene un mayor nivel de objetividad:* En ningún momento se considera que la investigación científica sea objetiva ya que intervienen constantes niveles de subjetividad a través de diferentes niveles decisionales del investigador. Sin embargo, se considera que se avanza en el nivel de objetividad al brindar abiertamente los métodos y procedimientos seguidos en la construcción de conocimientos, es decir, una concreta posibilidad de repetición, ya que cualquier investigador podrá reproducir los procedimientos implementados y obtener los mismos resultados.

Fundamentos de afianzamiento

1. Sobre los cambios paradigmáticos: A partir del trabajo de Kuhn (1962, 1970) muchos geógrafos estudiosos del desarrollo conceptual de nuestra ciencia aplicaron su modelo de evolución científica. La Geografía del siglo XX, si bien podía presentar la regularidad de cambios paradigmáticos con períodos de ciencia normal de 20-25 años de duración, se aparta del modelo cuando se verifica que en ningún momento un paradigma eliminó al anterior, sino que lo desplazó momentáneamente. De esta manera como la Geografía Cuantitativa no eliminó a la Geografía Regional ni a la Geografía Racionalista, los paradigmas de la Geografía Crítica y la Geografía Humanista no eliminaron el paradigma cuantitativo, es así como Slocum (1990) demuestra que la perspectiva cuantitativa aumentó su caudal de trabajos y se ampliaron sus posibilidades metodológicas.

2. *Sobre el monismo metodológico:* La incorporación de técnicas cuantitativas en Geografía no necesariamente hace que los abordajes geográficos deban ser realizados bajos los cánones de las ciencias experimentales, las cuales son tomadas generalmente como modelos de ciencia. De hecho, la Geografía Cuantitativa, como perspectiva de análisis espacial, no puede llegar al nivel de experimentación logrado por algunas Ciencias Exactas ya que las variables socioespaciales son de imposible manipulación. Sin embargo, cabe aclarar, que las ciencias son prin-

principalmente observacionales y que la experimentación es simplemente una de las formas posibles de observar.

3. *Sobre las temáticas incorporadas:* La Geografía Cuantitativa, poniendo su eje de atención en las relaciones espaciales, no incorporó aspectos de la realidad social que resultaban imprescindibles para el entendimiento contextual. Difícilmente podría aportar a soluciones en un orden a-espacial y es por esto que las posturas radicales tuvieron que basarse en estudios de otras disciplinas que se encontraban más capacitadas para captar otros niveles de análisis. Las nuevas problemáticas no se encontraban en la agenda de la Geografía Cuantitativa y es por eso que las nuevas perspectivas buscaron posicionarse a través de un mayor compromiso social. Sin embargo, actualmente pasaron tres décadas del surgimiento de la Geografía Crítica y los problemas centrales evidenciados con el nuevo paradigma no solamente se han mantenido, sino que se han agravado considerablemente. En síntesis, la Geografía Cuantitativa no ha dado solución a las nuevas problemáticas y la Geografía Crítica tampoco, aunque ahora estas problemáticas ya no son nuevas.

4. *Sobre la esencia y la apariencia:* La Geografía Cuantitativa pone su foco de atención en las manifestaciones espaciales, las que se consideran resultado de procesos sociales. No niega la existencia de una dialéctica socioespacial, sin embargo, no es interés de la Geografía Cuantitativa realizar abordajes ontológicos y deja ese nivel para la Filosofía, la cual, según una definición clásica, se encargaría de estudiar las primeras causas en el orden del ser y las últimas en el orden del conocer. Así también deja a otras ciencias la explicación de relaciones a-espaciales que pueden ser consideradas por los geógrafos para comprender más acabadamente la realidad espacial bajo estudio. Esencia y apariencia no son aspectos contrapuestos sin embargo puede notarse que en la búsqueda de la esencia espacial muchas veces se deja de lado el nivel empírico necesario para intentar dar respuesta a problemas socioespaciales concretos. La Geografía cuantitativa tiende a la búsqueda de soluciones corroborables.

5. *Sobre el nivel de abstracción:* Generalmente se considera que la aplicación de métodos matemáticos brinda un grado de abstracción que separa los estudios geográficos de un nivel empírico. Sin embargo, las fases del proceso de investigación, nos muestra el camino que se recorre desde la base empírica hacia la abstracción sistémica y desde allí, nuevamente hacia la base empírica para su aplicación. La Geografía Cuantitativa tiene dos niveles: la mayor abstracción en el proceso de tratamiento y la mayor concreción en el momento de aplicación.

6. *Sobre la relevancia:* La Geografía Humana puede formularse múltiples preguntas sobre la realidad. Las preguntas que se realiza la Geografía Cuantitativa son básicamente de orden espacial, tendientes hacia la planificación territorial. El objetivo que persigue es colaborar en el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Cuando las aplicaciones intentan obtener sitios óptimos para determinadas actividades, cuando se intenta analizar la eficiencia o equidad espacial, cuando se cuantifican y mapean las diferencias socioespaciales o cuando se intentan ver las posibilidades de evolución espacial se lo hace desde una visión centrada en mejorar la calidad de vida de la población.

7. *Sobre los alcances:* Los estudios realizados desde la Geografía Cuantitativa no son completos, así como tampoco son completos los estudios realizados desde otras perspectivas paradigmáticas. Ningún paradigma es el mejor, el más actual y el de mayor relevancia, adherir a uno u otro permite definir las preguntas a responder y las formas de buscar el conocimiento para lograr soluciones. La Geografía Humana se puede hacer a través de múltiples abordajes paradigmáticos, individuales o en combinaciones, y también a través de trabajos interdisciplinarios.

Discusiones actuales

1. *Sobre la revalorización del espacio:* Gran cantidad de trabajos teóricos consideran el período actual como un momento de “revalorización del espacio”. Al respecto esta aseveración no debe corresponder a la Geografía como ciencia de múltiples enfoques, sino que sería una necesidad propia de la Geografía Crítica basada en estudios sociales de gran cantidad de componentes a-espaciales. Por su parte, otros enfoques geográficos y entre ellos la Geografía Cuantitativa nunca perdieron su horizonte espacial como sustento fundamental de la Geografía Humana.

2. *Sobre un nuevo paradigma:* Podría considerarse que la Geografía Automatizada es un nuevo paradigma de la Geografía. Su aparición se produjo 20-25 años más tarde que las últimas visiones paradigmáticas establecidas, pero esta automatización, a nuestro entender (Buzai, 1999) no sería una nueva forma de ver la realidad, simplemente significa que mediante el uso de las tecnologías digitales se han podido automatizar muchos de los procedimientos de análisis geográfico realizados por los abordajes racionalista y cuantitativo, por lo cual consideramos que es una excelente revalorización de estas posturas a través de un nuevo ambiente de trabajo.

3. *Sobre la definición de ciclos:* El ciclo más común en la historia del pensamiento geográfico se define a través de los períodos de ciencia normal de 20-25 años de duración para las diferentes sucesiones paradigmáticas, aunque estos corres-

ponden a la sucesión de posturas filosóficas amplias como las del historicismo y positivismo. Las “olas” de surgimiento positivista se producen detrás de estos ciclos cortos en periodos que duplican el tiempo a 50 años (ciclos de Kondratieff): Positivismo geográfico (a) ligado a la Biología evolucionista a finales de siglo XIX, (b) ligado a la lógica-matemática a mediados del siglo XX, y (c) ligado a la Informática de finales de siglo XX y principios del XXI.

4. *Sobre la explosión disciplinaria:* En la ola inicial y final de este ciclo largo se producen dos explosiones disciplinarias de la Geografía: a finales del siglo XIX la Geografía brinda objetos de estudio a campos específicos explotando en muchos fragmentos y quedando definida como ciencia humana, y a finales del siglo XX a través de la tecnología SIG la Geografía brinda visiones y perspectivas espaciales al resto de las ciencias. A través de los sistemas computacionales se trasladan saberes teórico-metodológicos de la Geografía al resto de las ciencias.

5. *Sobre la “globalización” de la visión espacial:* Desde las diversas ciencias las visiones espaciales incorporadas en los medios computacionales llegan paulatinamente a la sociedad a través de los diferentes servicios de información. De esta manera muchos conceptos de base geográfica aparecen utilizados en diferentes contextos (ej: *mapa del genoma humano, atlas del cerebro, mapas conceptuales, entre otros*).

6. *Sobre la incorporación del Ciberespacio:* El nuevo espacio electrónico que se encuentra entre las pantallas de las computadoras también brindan la posibilidad de realización de estudios espaciales desde diferentes perspectivas. La Geografía Cuantitativa aporta mediciones a esta nueva dimensión a través de estudios globales en el ámbito de la Cibergeografía (Buzai, 2002; Toudert y Buzai, 2004), de las mismas posibilidades en computadoras personales y servicios remotos a través del SIG en línea (*GIS On-line*) y desarrollos de la *Realidad Virtual*.

La visión espacial como enfoque predominante en la tecnología SIG

Poner el espacio geográfico en el centro de la Geografía no puede hacerse solamente desde un punto de vista discursivo y sin sustento aplicado, sino que resulta completamente necesario actuar de forma concreta sobre él.

En este sentido el desarrollo metodológico de las tecnologías digitales en las últimas dos décadas es fundamental para poder captar e intentar brindar alternativas de mejoras a dichas características espaciales y en este sentido Cook (2005) reconoce que el momento actual es privilegiado para lograrlo debido a que

las nuevas tecnologías destruyen intereses individuales y llevan a un camino de privilegio a actividades cooperativas en el marco de la investigación y la docencia. Las entidades ubicadas sobre la superficie terrestre difícilmente puedan ser reclamadas como objetos exclusivos de estudio de disciplinas particulares, por lo tanto la cuestión central de cada campo de conocimiento es su enfoque, y el enfoque geográfico es espacial, las teorías y metodologías de la Geografía están destinadas al estudio de las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales.

En este contexto los estudios geográficos mediante tecnologías digitales permiten, sin lugar a dudas, poner su atención en la organización espacial a través de la planificación territorial, e intenta abordarla con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus funciones y llevar mayor equidad a sus habitantes, como lo han hecho durante décadas muchos geógrafos aún en ausencia de estas técnicas o ante la preeminencia de paradigmas en donde lo espacial quedó relegado a lo social.

ESPACIO DE DEFINICIONES

Análisis Espacial y Análisis Geográfico

Cuando se lo enfoca desde un punto de vista temático, el Análisis Espacial constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos sobre el espacio geográfico. Cuando se lo enfoca desde la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica el Análisis Espacial se considera su núcleo (sinónimo del subsistema de tratamiento) ya que es el que posibilita trabajar con las relaciones espaciales de las entidades contenidas en cada capa temática de la base de datos geográfica.

Según los diferentes momentos de evolución científica el Análisis Espacial ha contado con diferentes definiciones de variada amplitud, ya que, aunque el término Análisis Espacial surgió ante la abstracción presentada por el paradigma cuantitativo, actualmente este término es utilizado por todos los enfoques geográficos. Existen diferentes perspectivas del Análisis Espacial, desde aquellas que consideran todo proceso de consulta espacial hasta aquellas que consideran únicamente los aspectos geométricos de las configuraciones espaciales sin tener en cuenta sus atributos asociados.

En un nivel de definición, Berry (1996) considera que el Análisis Espacial se define a través de operaciones cuyos resultados dependen de la localización

espacial, es decir, que si se mueven espacialmente las entidades los resultados cambian.

El ejemplo clásico de esta definición lo constituye el cálculo del promedio de una serie de datos. Si son numéricos y se encuentran en la columna de una base de datos, aunque cambiemos de lugar cualquiera de las posiciones el resultado será igual (se obtendrá el mismo valor promedio). Si es gráfico lo deberemos tratar mediante las técnicas centrográficas obteniendo un promedio espacial o centro medio de la distribución de puntos a partir de los promedios de las localización en los ejes x e y .

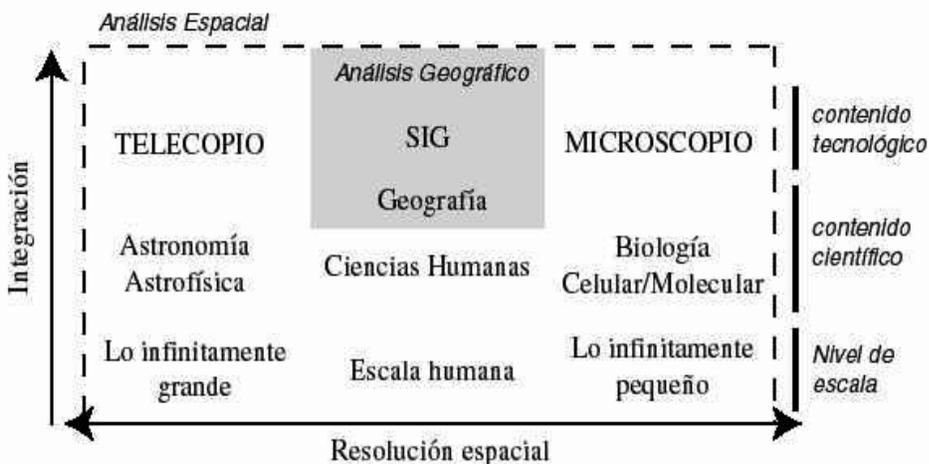
Efectivamente, el trabajar exclusivamente con bases de datos numéricas puede brindar una serie de resultados a-espaciales aunque los resultados correspondan a una determinada área de estudio. Cuando estos datos se encuentran vinculados a un mapa consideramos que los resultados son espaciales y el límite de la definición entonces cuenta con una importante amplitud.

Los datos intercambiables de población/área generan diferentes valores de densidad, mientras que el intercambio de lugar de los polígonos en el mapa ampliaría el análisis al brindar distintas distribuciones espaciales de la variable. En este sentido, la distribución espacial de los datos, a nuestro entender, sería uno de los procedimientos básicos que estaría definiendo el inicio del alcance del análisis espacial.

Sin embargo, como el Análisis Espacial puede realizarse dentro de una amplia gama de resoluciones e integraciones espaciales, estos diferentes niveles de detalle y complejidad brindarían el límite que le daría existencia al *Análisis Geográfico* en su interior.

Basado en Buzai (2005) en la Figura 1 el Análisis Espacial cubre todos los niveles en el espacio de relaciones *resolución-integración* y en su interior el Análisis Geográfico se ubica en los mayores niveles de *integración* en el interior de la escala humana. El eje de *resolución* espacial alude al nivel de *detalle* entre dos extremos y el eje de *integración* corresponde al nivel de combinación de variables en la búsqueda de resultados desde el análisis univariado hasta el análisis multivariado. El límite entre el Análisis Espacial y el Análisis Geográfico fluctúa de acuerdo al objetivo de cada aplicación.

Figura 1. Campos del Análisis Espacial y el Análisis Geográfico



Resulta interesante considerar en este punto algunas consideraciones proporcionadas por de Rosnay (1977), para quien entre lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande, en la escala humana, se encuentra lo infinitamente complejo, situación posible de ser estudiada a través de una perspectiva sistémica que funcionaría como *macroscopio*.

Entre los dos extremos, ubicamos la definición del *análisis socioespacial* en dos sentidos: (a) el estudio de los patrones de distribución espacial univariado y multivariado de temas sociales, económicos y demográficos medidos en la población, y (b) la importancia que la componente espacial ejerce en dichos patrones de distribución.

Conceptos centrales del análisis geográfico

Son cinco los conceptos básicos del análisis geográfico que se transforman en fundamentales al momento de realizar un análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica:

Teniendo en cuenta lo que el geógrafo francés Emmanuel de Martone (1873-1955), en su intento de delimitar el campo de la disciplina, estableció como *Principios Geográficos (localización, conexión, extensión, complejidad, dinamismo, conexión y globalidad territorial)*, los cuales fueron claramente presentados y analizados por Vilá Valentí (1983), podemos ver que de ellos son obtenidos los cinco conceptos

fundamentales del Análisis Espacial: *Localización, Distribución espacial, Asociación espacial, Interacción espacial y Evolución Espacial*.¹

A partir del estudio de Nyerges (1991) y analizando el posterior desarrollo de Nyerges y Golledge (1997) podemos verificar que estos conceptos se han transformado en sintetizadores de los principios geográficos que se hacen operativos a partir del Análisis Espacial, actualmente aplicados a través de los Sistemas de Información Geográfica. A continuación serán desarrollados sus contenidos y alcances para la investigación geográfica aplicada.

Localización

El concepto considera que todas las entidades (con sus atributos asociados) tienen una ubicación específica en el espacio geográfico.

Esta ubicación puede ser vista de dos maneras complementarias. Si se apela al denominado *espacio absoluto* corresponde a un *sitio* específico y fijo de emplazamiento sustentado por la topografía local y si se apela al denominado *espacio relativo* corresponde a una posición específica y cambiante respecto de otros sitios con los cuales se pueden establecer vínculos funcionales.

Distribución espacial

El concepto considera que el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una determinada manera sobre el espacio geográfico. Estas pueden ser puntos, líneas o polígonos (áreas) con diferentes atributos asociados en sistema *vectorial*, o localizaciones dispersas que representan puntos y zonas con clases similares contiguas en sistema *raster*. Manchas de entidades geográficas puntuales pueden ser transformadas como áreas de diferente forma y extensión. Las transformaciones en el formato espacial de las entidades (de *raster a vectorial* y de *vectorial a raster*) en sistema SIG se realizan con motivo de buscar la mayor aptitud en el posterior Análisis Espacial.

Las distintas características medidas en entidades de naturaleza espacial difícilmente se distribuyan de manera homogénea, por lo tanto, es común que las

¹ El principio de globalidad territorial no queda expresado por un concepto ya que representa el modo de accionar geográfico en la perspectiva tradicional. En todo caso corresponde a una etapa final que agrupa los principios anteriores en una integración de los diferentes resultados en una síntesis que tiene la finalidad de brindar un panorama completo de la estructura espacial analizada.

distribuciones que presentan concentraciones varíen de un sector a otro. Considerada como distribución puntual, esa mancha de entidades puede tener una estructura espacial concentrada, aleatoria (sin un patrón definido) o regular (distribución uniforme, también considerada dispersa), aspectos que pueden ser medidos a través de un análisis de vecindad. Considerada como *intensidad*, cualquier variable puede ser distribuida en un área de estudio en base a los procedimientos típicos de la cartografía temática mediante la selección de intervalos de clase y como *densidad*, la distribución espacial podría ser considerada (tomando como modelo la terminología estadística) como una frecuencia con la que estos hechos se reparten sobre el espacio geográfico.

Asociación espacial

El concepto considera el estudio de las semejanzas encontradas al comparar distintas distribuciones espaciales.

La forma de comparación más clara y directa es el análisis visual que se puede realizar con posterioridad a la superposición cartográfica de dos distribuciones. A través de este procedimiento, una distribución espacial A se puede superponer a una distribución espacial B y de esa manera verificar su grado de asociación en base a una proporción de correspondencia. Cuanto más grande sea la superficie de superposición mayor será la asociación existente entre ellas.

Interacción espacial

El concepto considera la estructuración de un espacio relacional en el cual las localizaciones (sitios) distancias (ideales o reales) y vínculos (flujos) resultan fundamentales en la definición de espacios funcionales. Corresponde a la conceptualización de los componentes básicos que se consideran en el *análisis sistémico*.

El estudio de la interacción espacial siempre ha sido fundamental en la investigación geográfica, pero al mismo tiempo también lo ha sido en la formulación de un campo interdisciplinario de las ciencias sociales como lo es la Ciencia Regional, la cual según Isard (1960) pone su foco de atención en espacios y sistemas espaciales, en regiones y sistemas regionales y en localizaciones y sistemas locacionales, en los cuales es central el concepto multidimensional de distancia (física, económica, social y política). Una interesante y útil reseña sobre la historia y actualidad de la Ciencia Regional ha sido publicada por Benko (1998).

Evolución espacial

El concepto considera la incorporación de la dimensión temporal a través de la permanente transición de un estado a otro.

Los estudios geográficos son básicamente abordajes del presente (recordemos que la Geografía generalmente se presentan como una ciencia del presente), sin embargo, en ningún momento se deja de reconocer que la dimensión temporal es de gran importancia en un análisis geográfico completo (Cliff y Ord, 1981), siendo que ir hacia el pasado nos muestra el origen de las manifestaciones empíricas del presente. Centrarse en el donde corresponde a una visión basada en la localización y en el cuando en una visión basada en el tiempo. El como, desde un punto de vista espacial, presentaría el camino evolutivo *espacio-temporal*.

LINEAS TEMÁTICAS DEL ANÁLISIS SOCIOESPACIAL CON SIG

Desde un punto de vista aplicado, todo *análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica* se incluye dentro de las líneas precedentes, ya que ellas permiten abordar diferentes temáticas en un importante nivel de concreción.

Al respecto, en base al análisis de Friedman (1996) hemos redefinido una serie de temáticas posibles que se presentan a título orientativo y no agotan las múltiples posibilidades existentes.

Procesos de aglomeración

Concentración poblacional en núcleos de población. Forma y dimensión de los núcleos de población. Crecimiento urbano. Estructuras de soporte del crecimiento poblacional urbano. Cambios de usos del suelo en el espacio rural, en el espacio urbano y conversión de rural a urbano. Cambios en los valores del suelo.

Procesos de diferenciación

Diferenciación social de la población en escala intraurbana o regional. Estructura espacial de la población en base a sus características socio-económicas y demográficas. Concentración y segregación espacial de grupos poblacionales específicos. Diferenciación en el grado de exposición a riesgos ambientales y sociales. Acceso diferencial a equipamientos de servicios por inversiones localizadas.

Procesos de integración

Accesibilidad e interacción espacial a nivel intraurbano, urbano y regional. Configuración del espacio funcional. Conexiones y circulación de flujos tangibles e intangibles. Estructuras básicas del sistema adaptado (fijos) y sistema de flujos (conexiones). Circuitos económicos y crecimiento económico regional.

Procesos de transformación

Huella del paisaje (local) y huella ecológica (global). Cambio de usos del suelo en entornos periurbanos y dinámicas de transformación espacial. Uso y deterioro de los recursos. Recuperación de ambientes naturales deteriorados. Revitalización de centros históricos. Producción del espacio urbano.

EL MARCO GLOBAL: APORTE DE LA PERSPECTIVA SISTÉMICA

A partir de los aspectos teórico-metodológicos presentados queda en evidencia que el *análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica* se encuentra sustentado en una *visión sistémica* de la realidad.

Esta postura fue sistematizada inicialmente como *Teoría General de los Sistemas (General Systems Theory*, quizá sería más adecuado hablar de *teoría de los sistemas generales*) por Von Bertalanffy (1968) centrando su atención en el descubrimiento de las leyes generales que podrían identificar similares comportamientos en diferentes tipos de sistemas, ya sean físico-naturales o humanos.

Sin embargo, nuestra perspectiva de análisis avanza sobre esta línea de abordaje apoyada por la teoría de los *sistemas complejos* sistematizada por García (2006) y cuyos fundamentos presentan importantes características teórico-epistemológicas en las posibilidades de abordajes concretos en diferentes niveles de análisis.

Aspectos centrales de la teoría consideran al sistema como un recorte de la realidad que se presenta como *totalidad organizada*. Mientras la totalidad es inabordable, ya que esto implicaría llegar a la esencia de sus componentes, el sistema resulta accesible al ser resultado de una construcción realizada por parte del investigador.

El recorte de la realidad se realiza a través de definir los componentes del sistema complejo. Se definen sus *elementos* a través de mutuas determinaciones,

sus límites ante la presentación del recorte que se va a estudiar (uno de los límites corresponde al uso de la materialidad geográfica), y su *estructura* como organización que se genera a partir de las relaciones de los elementos del sistema.

Estas partes del *sistema complejo* pueden estudiarse de forma aislada en estudios interdisciplinarios o intentando un abordaje más completo a través del abordaje interdisciplinario en una *base empírica* que resulta ser el dominio material de la investigación.

Toda investigación científica es empírica, porque la ciencia es empírica al tratar cuestiones del mundo real. El análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica es empírico y su práctica se hace operativa a través de apelar a aspectos teóricos (teoría de la Geografía), aspectos metodológicos (análisis espacial) y las principales posibilidades de aplicación (planificación territorial).

A partir de los diferentes casos de aplicación (Buzai y Baxendale, 2001 y 2012) se encuentran muchos elementos generalizables que apoyan los fundamentos de la teoría general de los sistemas. Sin embargo, resulta de gran importancia para nosotros una visión complementaria, generada por la teoría de los sistemas complejos a través de su componente epistemológico y ontológico.

El componente epistemológico aborda el problema del conocimiento a partir de analizar lo que se conoce y de que manera se lo hace. La teoría de los sistemas complejos surge de proposiciones constructivistas empíricas. El componente ontológico aborda la estructura de la realidad como totalidad organizada por estratos. Hay diferentes niveles de procesos y de niveles de análisis. Cada uno es semi-autónomo y teorías que pueden ser explicadas en un nivel pueden no serlo en otros.

Una serie de aspectos resultan destacables para todo estudio aplicado.

1. La realidad se encuentra estratificada y los diferentes paradigmas de la Geografía ponen su focalización en distintos niveles. De aquí no solamente puede entenderse porqué en la Geografía ningún paradigma desplazó completamente a otro, sino también porqué todas las discusiones paradigmáticas resultaron estériles. Evidentemente fueron planteadas en diferentes niveles y atendiendo a diferentes sectores de la base empírica.

2. En la porción de la realidad definida como *totalidad organizada* a estudiar se producen diferentes niveles de análisis, por lo tanto, en Geografía, nunca un para-

digma pudo brindar visiones completas de la realidad. En este sentido, la teoría de los sistemas complejos brinda elementos que justifican finalizar con las discusiones paradigmáticas y avanzar en la construcción interparadigmática, lo que sería equivalente al trabajo científico interdisciplinario.

3. En el interior de la Geografía el nivel focal de análisis del espacio geográfico está dado por los paradigmas de la Geografía Regional, Geografía Racionalista y Geografía Cuantitativa a través de las tres definiciones operativas de la geografía provenientes de un abordaje ecológico, corológico y sistémico respectivamente. Definiciones que estarán presentes en todo abordaje de análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Por su parte, discusiones entre paradigmas de la Geografía no tendrían clara resolución al pertenecer a *programas de investigación* (Lakatos, 1975) con objetivos focalizados en diferentes niveles de la realidad.

4. La ciencia es empírica porque trabaja con elementos concretos de la realidad, la Geografía como ciencia empírica se posiciona como ciencia aplicable/aplicada a través de la práctica del Ordenamiento Territorial. De esta manera sus acciones estarán orientadas al logro de condiciones espaciales adecuadas al correcto desarrollo de las actividades socioeconómicas de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Benko, G. 1998. *La Ciencia Regional*. Editorial UNS. Bahía Blanca.
- Berry, J.K. 1996. *The Unique Character of Spatial Analysis*. GIS World. April: 29-30.
- Buzai, G.D. 1999. *Geografía Global*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- Buzai, G.D. 2002. Cibergeografía, nuevos lugares, nuevas posiciones. *Estudios Geográficos*. 250:112-120.
- Buzai, G.D. 2005. Los Sistemas de Información Geográfica y sus métodos de análisis en el continuo Resolución/Integración. *X Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*. San Juan de Puerto Rico.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2011. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica / temáticas de base raster*. Lugar Editorial. Buenos Aires.

- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2012. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 2: Ordenamiento territorial / temáticas de base vectorial*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- Cliff, A.; Ord, J. 1981. *Spatial Process. Models and Applications*. Pion. London
- Cook, E. 2005. *Different perspectives of geography. Geographical*. February. de
- Rosnay, J. 1977. *El Macroscopio*. Editorial AC. Madrid.
- Friedman, J. 1996. *Revisión del núcleo curricular de la planificación. Ciudades*. 29:3-14.
- García, R. 2006. *Sistemas Complejos*. Gedisa. Barcelona.
- Isard, W. 1960. *The Scope and Nature of Regional Science*. Papers and Proceedings of the Regional Science Association. 6:9-34.
- Kuhn, T.S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. The Chicago University Press. Chicago (second edition, 1970).
- Lakatos, I. 1975. *Falsación y metodología de los programas de investigación científica*. En: I.Lakatos; A.Musgrave (eds.) La crítica y el desarrollo del conocimiento. Grijalbo. Barcelona.
- Nyerges, T.L. 1991. Analytical Map Use. *Cartography and Geographic Information Systems*. 18(1):11-22.
- Nyerges, T.L.; Gollidge, R.G. 1997. *Asking Geographic Questions*. NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Sciences. National Center for Geographic Information Sciences. University of California. Santa Barbara.
- Slocum, T. 1990. *The use of quantitative methods in major geographical journals, 1956-1983*. *Geographical Analysis*. 42(1):84-94.
- Vilá Valentí, J. 1983. *Introducción al estudio teórico de la Geografía*. Ariel. Barcelona.
- Von Bertalanffy, L. 1966. *Teoría General de los Sistemas*. Fondo de Cultura Económica. México.