

# Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial

*Gustavo D. Buzai\**

Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina

*Claudia A. Baxendale\*\**

Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina

## RESUMEN

Este artículo presenta las relaciones entre la geografía como ciencia y el ordenamiento territorial como práctica, vinculados ambos por el análisis geográfico mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). El alcance del análisis geográfico se define en el interior del análisis espacial mediante los conceptos de: localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial, en la búsqueda de la realización de la síntesis del sistema territorial. Basándose en estas relaciones conceptuales, el artículo muestra las diferentes posibilidades ofrecidas por el análisis geográfico mediante el uso de los SIG en los diferentes componentes de la planificación y la gestión territorial.

## Palabras clave

Análisis geográfico, análisis espacial, Sistemas de Información Geográfica, ordenamiento territorial, planificación territorial, geografía aplicada

---

\* Profesor de Geografía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina; licenciado en Geografía (UBA) y doctor en Geografía, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Director Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG), Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Correo electrónico: mail: gesig-proeg@unlu.edu.ar.

\*\* Licenciada en Geografía, Universidad del Salvador, Argentina; especialista en Planificación Urbana y Regional (UBA). Investigadora GESIG, Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina. Correo electrónico: gesig-proeg@unlu.edu.ar.

## Contributions of the geographical analysis with Geographical Information Systems as a theoretical, methodological and technological tool for the practice of territorial planning

### ABSTRACT

This paper presents the relationship between geography as a science and territorial planning as a practice, both linked by the geographical analysis performed with the use of Geographical Information Systems (GIS). The scope of the geographical analysis is defined within spatial analysis through the concepts of: location, distribution, association, interaction and spatial evolution in pursuit of the realization of the synthesis of territorial planning. Based on these conceptual relationships the article shows the different possibilities offered by the geographical analysis supported by the use of the GIS in the different components of territorial planning and management.

### Keywords

Geographical analysis, spatial analysis, Geographical Information Systems, territorial planning, applied geography

## Introducción

El análisis geográfico, realizado desde un punto de vista cuantitativo, tuvo un continuo desarrollo desde hace medio siglo y a través de su incorporación a la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha convertido en una herramienta fundamental para la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial.

Enmarcados en la geografía como ciencia humana, la incorporación de procedimientos matemáticos y estadísticos a la investigación científica no solo ha presentado un avance metodológico, sino principalmente se ha establecido como una manera específica que permite pensar la realidad.

Diferentes definiciones operativas de la geografía, tales como el estudio de la relación sociedad-ambiente (ecológica), de la diferenciación areal (corológica) y de las leyes que rigen las pautas de distribución espacial (sistémica), se combinan actualmente bajo la consideración de ciencia de la organización territorial (Baxendale, 2010). Por lo tanto, el momento actual presenta la necesidad de comprender nuevas relaciones conceptuales, metodológicas y aplicativas de la geografía como productora de conocimientos a través del análisis geográfico y ante la posibilidad

de realizaciones que lleven a la solución de problemáticas a través de la tecnología SIG en apoyo al ordenamiento territorial.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las relaciones de la geografía como ciencia y del ordenamiento territorial como práctica vinculada, a través del análisis geográfico, al uso de SIG. Se definen los alcances del análisis geográfico en el interior del análisis espacial y se detallan los conceptos centrales de naturaleza espacial, tales como localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial, los cuales le brindan especificidad a la geografía como actividad científica. Estos abordajes, de naturaleza espacial, para una completa interpretación encuentran fundamentos en perspectivas paradigmáticas de la geografía, apoyada desde un punto de vista sistémico, más específicamente desde la teoría de los sistemas complejos.

El ordenamiento territorial es una práctica compleja con etapas de trabajo claramente definidas, de las cuales una de ellas, la planificación, se presenta vinculada a la actividad académica y científica. Es aquí donde el aporte del análisis geográfico a través de los SIG, encontrará su ámbito contextual de eficiente aplicación.

La puesta en práctica lleva a vincular el análisis geográfico con la realización de diagnósticos parciales, en los cuales serán estudiadas variables físico-naturales y humanístico-sociales. Los conceptos centrales estarán apoyados por procedimientos metodológicos precisos y la etapa de síntesis aparece tanto en la integración de resultados como de diagnósticos hacia una visión global del sistema territorial.

La confluencia del análisis geográfico con el ordenamiento territorial ha cobrado una nueva dimensión a través del uso de los SIG. El espacio geográfico toma un lugar central en todo el proceso y estos aspectos serán tratados en los puntos siguientes.

## Análisis espacial y análisis geográfico

Cuando se lo aborda desde un punto de vista temático, al interior de la geografía el análisis espacial es entendido como la aplicación de un conjunto de técnicas estadísticas y matemáticas a datos distribuidos sobre el espacio geográfico. Cuando se lo aborda desde un punto de vista tecnológico, se lo considera el componente central de los SIG, como sinónimo del subsistema de tratamiento, ya que posibilita aplicar procedimientos que permiten estudiar las relaciones espaciales de las entidades contenidas en la base de datos geográfica.

La evolución científica en el campo de la geografía ha permitido que el análisis espacial cuente con diferentes definiciones de variada amplitud, ya que, aunque el término análisis espacial surgió ante la abstracción presentada por el paradigma

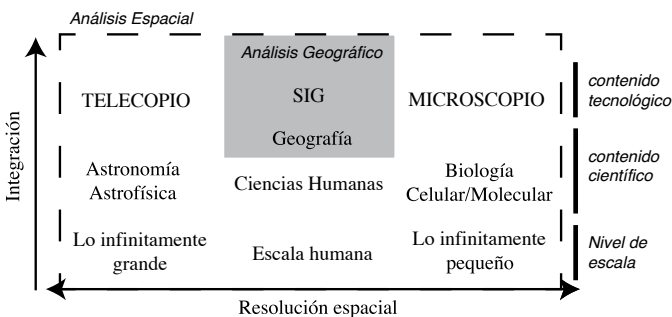
cuantitativo, actualmente es utilizado desde todo enfoque geográfico. De esta manera, existen diferentes formas de concebirlo, desde aquellas que consideran todo proceso de consulta espacial, con un importante papel de la visualización actual (Cheshire y Batty, 2012) hasta aquellas que solo lo consideran en el campo de la geometría espacial, es decir, a través de la aplicación de procedimientos cuyos resultados dependen de la localización, aspecto sostenido por Berry (1996).

Por supuesto, cuando se trabaja exclusivamente con bases de datos numéricas pueden brindarse una serie de resultados a-espaciales, aunque en una segunda instancia pueden verse distribuidos mediante su representación cartográfica. En este sentido, la definición dejaría de ser estricta y tendría mayor amplitud. A nuestro entender, el paso inicial corresponde a la realización de un mapa temático que presente localizaciones de entidades y distribuciones de conjunto, donde la definición estricta solo sea aplicable en otra instancia del trabajo. El análisis espacial abarca la totalidad de las posibilidades.

De esta manera, el análisis espacial cuenta con una gran amplitud dentro de una amplia gama de resoluciones espaciales e integraciones temáticas. Estos diferentes niveles de análisis brindan la posibilidad de definir un espacio de relaciones central en su interior, ocupado por el análisis geográfico, y también posibilitan considerar el análisis espacial posible de ser realizado por otras ciencias al variar los objetos de estudio.

La Figura N° 1 muestra cómo el análisis espacial cubre todos los niveles en el espacio de relaciones *resolución-integración*, y en su interior el análisis geográfico se ubica en una escala intermedia con altos niveles de integración. El eje de *resolución espacial* hace referencia 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 al análisis multivariado. El límite que le brinda identidad al análisis geográfico varía de acuerdo al objetivo de cada aplicación.

Figura N° 1. Amplitud del análisis espacial y el análisis geográfico



Fuente: Buzai y Baxendale (2011, p. 53)

El gráfico precedente fue realizado a partir de Buzai y Baxendale (2006), incorporando aspectos conceptuales desarrollados por De Rosnay (1977), para quien entre lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande se encuentra la escala humana conteniendo lo infinitamente complejo, situación que solo puede ser estudiada a través de una perspectiva sistémica, que brindaría la posibilidad de completa integración a los temas abordados. Para cada una de las escalas espaciales se presentan ejemplos de disciplinas científicas que actúan en ellas y las principales tecnologías que mediatizan la relación entre el investigador y la realidad.

El análisis geográfico se presenta en la escala humana, la ciencia que lo sustenta conceptualmente es la geografía y la tecnología que permite principalmente su aplicación son los SIG, una tecnología informática que, desde un punto de vista sistémico, posibilita la obtención, almacenamiento, tratamiento y reporte de datos espaciales para el apoyo en la toma de decisiones territoriales. Asimismo, tiene una focalización central en la dimensión espacial a partir de estudiar patrones de distribución univariado y multivariado, sustentado en sus conceptos teóricos fundamentales detallados en el próximo punto.

Las teorías se presentarán como medios y no como fines de una investigación abstracta. El conocimiento teórico se presenta como base a partir de la cual se podrá observar la realidad durante el proceso de investigación científica. Pero cabe aclarar que las teorías no pueden encadenarse históricamente en un proceso lineal en el cual las más actuales tienen mayor aptitud para el análisis de la realidad (Buzai, 2004).

La actual tecnología SIG demuestra que rescata aspectos conceptuales desarrollados en diferentes momentos históricos, no necesariamente encadenados históricamente, pero sí vinculados a través de la necesidad concreta de poner el espacio geográfico en el centro del análisis.

## Perspectiva conceptual del análisis geográfico

A través de la aplicación tecnológica SIG, son cinco los conceptos fundamentales que sustentan el análisis geográfico. El geógrafo francés Emmanuel de Martone (1873-1955), en su intento por delimitar el campo disciplinario, estableció lo que denominó *principios de la geografía*, los cuales fueron los de localización, extensión, complejidad, dinamismo, conexión y globalidad territorial. Estos conceptos han sido claramente presentados y analizados por Vilá Valentí (1983), y a partir de ellos surgen cinco conceptos fundamentales del análisis geográfico: *localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial, evolución espacial*. Se-

rán obtenidos resultados sustentados por cada uno de estos conceptos, los cuales finalmente serán integrados en una composición global que presente una síntesis del sistema espacial.

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 uso de los SIG y constituyen el núcleo fundamental del análisis geográfico en el sustento de la especificidad disciplinaria (Lakatos, 1975). A continuación serán desarrollados sus contenidos y alcances para su aplicación en la investigación científica.

## Localización

El concepto considera que todas las entidades geográficas, junto a sus atributos asociados, tienen una ubicación específica en el espacio geográfico. Esta puede ser vista de dos formas complementarias. Si se la relaciona al *espacio absoluto* corresponde a un *sitio* específico y fijo de emplazamiento sobre la topografía local, y si se la relaciona al *espacio relativo* corresponde a una *posición* específica y cambiante respecto de otros sitios con los cuales pueden establecerse vínculos funcionales.

El sitio se encuentra referenciado a un sistema de coordenadas; estas pueden ser geográficas en latitud y longitud, que no cambian con el tiempo, a partir de lo cual se asignan valores específicos de localización. La posición se referencia a diferentes escalas como distintas formas de medición (tiempo, costo, energía) con resultados que cambian ante el avance tecnológico.

En síntesis, mientras los sitios (lugares) siempre se encuentran en la misma ubicación y las distancias físicas son las mismas entre ellos, las posiciones varían y se acercan constantemente a partir del avance tecnológico aplicado a la circulación (transporte, comunicaciones), es decir, que el mundo se hace más pequeño y esto puede generar cambiantes configuraciones.

## Distribución espacial

El concepto considera que el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una manera determinada sobre el espacio geográfico. Las diferentes características medidas en entidades de naturaleza espacial nunca se distribuyen de manera

homogénea, por lo tanto es común que las distribuciones presenten diferentes características.

Si la distribución espacial es de naturaleza puntual se pueden calcular medidas resúmenes a partir de una aproximación centrográfica y la mancha de entidades puede tener una estructura concentrada, regular con patrón uniforme o aleatoria sin un patrón definido, aspectos que pueden ser medidos a través de un análisis de vecindad. Si la distribución corresponde a un mapa temático coroplético a través de polígonos con colores, la representación básica es un mapa de densidad de cualquier variable; entonces pueden ser aplicados cálculos de índices de concentración espacial o análisis de autocorrelación espacial.

Desde el punto de vista de la geometría espacial, pueden incluirse aquí estudios correspondientes a las formas de las entidades. Los estudios de la forma espacial privilegian generalmente el análisis de unidades político-administrativas que dividen el territorio en un mosaico completo. Aquí puede aplicarse el cálculo del índice de forma y luego verse de qué manera estas formas serían más eficientes al movimiento interno.

Una actual posibilidad para el estudio de las formas espaciales irregulares y fragmentadas es la aplicación de procedimientos de la geometría fractal. Los cálculos de las dimensiones físicas efectivas pueden utilizarse para tener una medida cuantitativa precisa de las distribuciones espaciales empíricas.

El concepto de distribución espacial es central en el análisis geográfico, a tal punto que se lo considera el foco de atención principal de la geografía y resulta principalmente útil cuando el objetivo es comenzar una investigación a partir de tener una primera aproximación a través de las diferenciaciones espaciales en el interior de un área de estudio.

## 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 realizado luego de superponer cartográficamente dos distribuciones espaciales. Cuanto mayor sea la superficie de superposición, mayor será el vínculo entre ellas.

Desde un punto de vista racionalista, el método de superposición es un procedimiento clave de la geografía como ciencia, pues permite una construcción regional por divisiones lógicas. Un determinado número de distribuciones espaciales de diferentes temas cada uno con sus propias categorías, se superponen

para formar una gran fragmentación de espacios homogéneos de características combinadas.

La historia oficial de los SIG presenta este procedimiento como un importante avance realizado a partir de las pautas metodológicas provistas por el trabajo pionero de McHargh (1967). Desde un punto de vista geográfico, la construcción regional mediante el uso de documentos cartográficos superpuestos había sido considerada central mucho tiempo antes por el geógrafo francés Max Sorre (1947-48), aunque como procedimiento de comprensión y no de planificación.

La superposición de mapas es el paso inicial para el desarrollo de SIG raster a través del modelado cartográfico (Tomlin, 1990), avanzando en las técnicas de evaluación multicriterio (Malczewski, 1999). En SIG vectorial pueden considerarse las técnicas del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA) y las de aplicación de cálculos de correlación y análisis multivariado.

Poder definir diferentes áreas homogéneas permite al geógrafo hacer uso de una de sus mayores capacidades: poner límites en el espacio geográfico. Ese trazado de límites sobre el mapa, como resultado de combinaciones de las distintas distribuciones y asociaciones espaciales, se transforma en una herramienta fundamental de la planificación territorial.

## 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. Por los elementos analizados corresponde básicamente al análisis sistémico.

El análisis de la interacción espacial siempre ha sido importante en la investigación geográfica y ha permitido el avance hacia un campo interdisciplinario de las ciencias sociales como lo es la Ciencia Regional (Benko, 1998), la cual pone el foco de atención en los sistemas espaciales a diferentes escalas, considerando principalmente una distancia multidimensional (física, económica, social y política).

Estos estudios privilegian el abordaje de la interacción espacial humana a partir de una macrogeografía considerada un avance que procede de la física social (Warntz, 1975). Corresponde a la definición de una perspectiva generalizada que permite obtener un panorama espacio-temporal de la integración espacial para luego encontrar sectores a ser estudiados en detalle.

Los estudios que abordan el análisis de la interacción espacial apuntan a medir diferentes tipos de vínculos horizontales entre las entidades geográficas localizadas.



Conexión y accesibilidad son los conceptos centrales. La conexión se puede medir a través de la estructura topológica de los circuitos en red, a partir de la aplicación de cálculos en su geometría basados en la *teoría de grafos*. La accesibilidad permite medir posiciones y vínculos entre las entidades puntuales localizadas. Cálculos de accesibilidad ideal (AI), accesibilidad real (AR), índice de calidad en la comunicación (ICC), índice de trayectoria (IT) y de potencial de población (PP) son centrales en esta línea de aplicación.<sup>1</sup> La interacción espacial a través de los flujos generados entre localizaciones puede ser calculada a partir de modelos gravitatorios (Buzai, 2012) o de optimización, centrados en la localización-asignación (Moreno Jiménez, 2012).

Desde un punto de vista general, el análisis de interacción espacial constituye una temática de importante tradición dentro del análisis espacial cuantitativo. Su continuo avance se produjo durante más de medio siglo y ha llegado a la actualidad con excelentes posibilidades de aplicación en los SIG.

## Evolución espacial

El concepto considera la incorporación de la dimensión temporal a partir de captar los estados cambiantes de las distribuciones espaciales. Los estudios geográficos son generalmente abordajes del presente, ya que la geografía se presenta como una ciencia que estudia el momento actual; sin embargo, no se deja de reconocer la importancia que tiene la dimensión temporal para la realización de estudios completos. Dirigir la atención hacia el pasado muestra la génesis de las distribuciones espaciales y explicar *cómo* sucedieron se realiza abordando la combinación entre el espacio (*dónde*) y el tiempo (*cuándo*).

Los cambios de estado en estructuras raster son desarrollados en el trabajo de Monmonier (1990), quien presenta aspectos evolutivos a través del procedimiento denominado *chess-map*, sucesivos mapas como diferentes configuraciones en un tablero de ajedrez. El análisis puede ser realizado por superposición temática a través del modelado cartográfico con capas temáticas de diferentes años (Tomlin, 1990) o por tabulación cruzada (Schneider y Pontius, 2001).

Un avance producido a través de la aplicación de métodos cuantitativos fue considerar que la geografía también podría generar visiones de futuro a través de trabajos en modelización espacial. Se generan estructuras espaciales hipotéticas

<sup>1</sup> Los cálculos de accesibilidades ideales y reales de una localización se realizan considerando movimientos en línea recta y por vías de circulación, respectivamente. AI y AR se obtienen a través de la sumatoria de distancias.  $ICC=AI/AR$  y  $IT=AR/AI$ . En el cálculo del potencial de población intervienen los pesos poblacionales.

como instrumentos para la gestión territorial. Es lo que normalmente se denomina *escenarios*, terminología de la ficción teatral que preferimos cambiar por *configuraciones espaciales*.

Las configuraciones espaciales corresponden a la modelización, entendida como proceso que lleva al modelado dinámico de los datos espaciales mediante lo que se denomina *simulación digital*. A partir del modelado cartográfico pueden obtenerse zonas con potencialidad futura; por ejemplo, el método LUCIS (Carr y Zwick, 2007; Buzai y Baxendale, 2012a) o configuraciones espaciales futuras por evolución mediante diferentes procedimientos, entre los que pueden mencionarse la utilización de técnicas de evaluación multicriterio, autómatas celulares o modelos de regresión (Aguilera Ontiveros, 2002; Gómez Delgado y Rodríguez Espinosa, 2012).

En síntesis, se considera de gran importancia el tratamiento de la dinámica espacial a través de la incorporación de la dimensión temporal. Los procedimientos han avanzado a partir de mostrar una creciente flexibilidad, desde la posibilidad de superponer mapas hasta el modelado dinámico con posibilidad de dirigir el análisis hacia el futuro.

## Hacia la síntesis geográfica a través de la integración de resultados

El concepto alude a la presentación conjunta de resultados obtenidos a través de la aplicación de procedimientos basados en los conceptos de *localización*, *distribución espacial*, *asociación espacial*, *interacción espacial* y *evolución espacial*. Corresponde a la generación de una síntesis relacional de la estructura espacial analizada.

Básicamente, la composición final presentará entidades geográficas localizadas, distribución espacial de características multivariadas y asociaciones espaciales por superposición, el espacio relacional a través de vínculos y flujos entre localizaciones, y mediciones de evolución a través de indicadores sintéticos. Los polígonos se localizarán en la parte inferior, las líneas en la intermedia y los puntos en la superior. De esta manera serán elegidas las relaciones fundamentales que presentan de manera global el espacio absoluto y relativo del área de estudio.

La geografía como ciencia de síntesis tiene una amplia tradición. Surge como cierre de los principios analizados anteriormente y como procedimiento que lleva a la integración final de los resultados. Es en esta instancia en la cual se evidencia la mayor diversidad, en la cual surge el concepto de complejidad, que permitirá analizar el conjunto.

## Teoría sistémica en la interpretación de la síntesis geográfica

A partir de los aspectos teórico-metodológicos sustentados en los conceptos fundamentales del análisis geográfico, surge con claridad la aplicación de la perspectiva sistémica para el análisis de la realidad territorial.

Esta postura fue sistematizada inicialmente como Teoría General de los Sistemas (*General Systems Theory*, si bien seguramente sería más adecuado hablar de teoría de los sistemas generales) por Von Bertalanffy (1968), al centrar la 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, la perspectiva de análisis puede ser ampliada 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 la definición de los componentes del sistema complejo. Se definen sus *elementos* por medio de mutuas determinaciones; sus *límites* ante la presentación del recorte que se va a estudiar, en nuestro caso principalmente los 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 disciplinarios o intentando un abordaje más completo a través de estudios interdisciplinarios, 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 geográfico realizado con SIG es empírico y su práctica se hace operativa a través de la apelación a aspectos teóricos (Teoría de la Geografía), aspectos metodológicos (Análisis Geográfico) y las principales posibilidades de aplicación (Planificación Territorial).

En Buzai y Baxendale (2006, 2011 y 2012b) se han presentado muchos elementos generalizables que apoyan los fundamentos de una teoría general de los sistemas. Sin embargo, resulta de gran importancia la perspectiva de ampliación proporcionada 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 del análisis de lo que se conoce y de qué manera se lo hace. La teoría de los sistemas complejos surge de proposiciones constructivistas y superan la crisis del apriorismo y el empirismo a través del trabajo empírico separado del empirismo.

El componente ontológico aborda la estructura de la realidad como totalidad organizada por estratos. Hay diferentes niveles de procesos y niveles de análisis. Cada uno es semiautónomo y teorías que pueden ser aplicadas en un nivel pueden no serlo en otros.

Una serie de aspectos resultan destacables para el análisis geográfico en el marco de la perspectiva sistémica.

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 por qué en la geografía ningún paradigma desplazó completamente a otro, sino también por qué gran cantidad de discusiones paradigmáticas resultan estériles al ser planteadas en diferentes niveles de la base empírica.
2. En la porción bajo estudio de la realidad definida como *totalidad organizada* se producen diferentes niveles de análisis; por lo tanto, en geografía nunca un paradigma pudo brindar visiones completas. En este sentido, la teoría de los sistemas complejos brinda elementos que justifican finalizar con las discusiones paradigmáticas y avanza 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, la geografía racionalista y la geografía cuantitativa, a través de las tres definiciones operativas de la geografía, provenientes de un abordaje ecológico, corológico y sistémico, respectivamente. Estas definiciones estarán presentes en todo abordaje de análisis geográfico apoyado metodológicamente con SIG.
4. La ciencia es empírica porque trabaja con elementos concretos de la realidad. La geografía como ciencia empírica se posiciona como ciencia aplicable/aplicada (Phlipponneau, 2001) 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.

## El análisis geográfico en apoyo a la geografía aplicada

Definir la geografía como 'ciencia pura' implica saber que estamos considerando un cuerpo de conocimientos racionales, sistemáticos, que tienden a la exactitud,

verificables, falsables y que fueron adquiridos mediante la aplicación de un método específico con la finalidad de generalizar y establecer regularidades en relación a las manifestaciones espaciales de la relación entre el hombre y su medio. Estas regularidades permitirían llegar a explicar y predecir futuros patrones en las estructuras territoriales a partir del descubrimiento de lo que inicialmente Schaefer (1953), al inicio de la denominada revolución cuantitativa, denominó *leyes concernientes a la disposición espacial*.

Podemos considerar, de esta manera, que el estudio de las *manifestaciones espaciales* y la conformación de una *síntesis* son respectivamente objeto de estudio y objetivo central de la geografía en su proceso de investigación científica. Realizar un estudio geográfico implica, por lo tanto, considerar un abordaje focal *espacial* en un área de estudio donde se integran diferentes variables a modo de lograr la composición de un todo en una visión sinóptica global.

El *contenido focal* estaría dado por los cinco conceptos fundamentales del análisis geográfico, junto al resultado final de síntesis analizados previamente, los cuales han sido incorporados por los SIG a través de diferentes metodologías.

Tomando esta base conceptual, el proceso de investigación, que generalmente está orientado por el análisis de una problemática geográfica concreta (Buzai, Baxendale y Cruz, 2009), encontrará sustento en alguna combinación de estos conceptos y el resultado final puede tener una interpretación multiparadigmática.

De acuerdo a su contexto de actuación operativa, la geografía puede ser definida como *ciencia de la organización del territorio*, lo cual implica que, desde esta perspectiva, pasa a ser considerada como *ciencia aplicable o ciencia aplicada*, donde los conocimientos obtenidos en la investigación pura pueden aplicarse o se aplican no ya con el único objetivo de generar nuevos conocimientos sino para hacer que estos conocimientos sean útiles a la sociedad, en cuanto están orientados a la resolución de problemas prácticos y a generar acciones para crear nuevos objetos o cambiar la realidad contextual (Klimovsky, 1995).

El proceso de *organización del territorio* es el resultado de múltiples interacciones entre la sociedad y el medio, a través de la evolución histórica que contempla diferentes esquemas económicos y políticos (Roccatagliata, 1986). Esta organización puede haberse generado de forma espontánea o de acciones voluntarias que, cuando están impulsadas por organismos de planificación, se consideran sustento del 'ordenamiento territorial', cuyo objetivo final es lograr situaciones que mejoren la justicia socioespacial de la población.

Para finalizar, podemos destacar el carácter múltiple de los abordajes geográficos: *ciencia pura* para obtener conocimientos teóricos y generar conceptos que nos permitan aprehender el contexto geográfico, y *ciencia aplicada* para obtener,

mediante la aplicación metodológica, soluciones socioespaciales concretas. También se presenta como *ciencia de focalización espacial* a través de su definición ecológica, corológica y sistémica, y como *ciencia de síntesis* a través de su capacidad empírica aplicada para el ordenamiento territorial en la búsqueda de resultados de utilidad para la toma de decisiones espaciales.

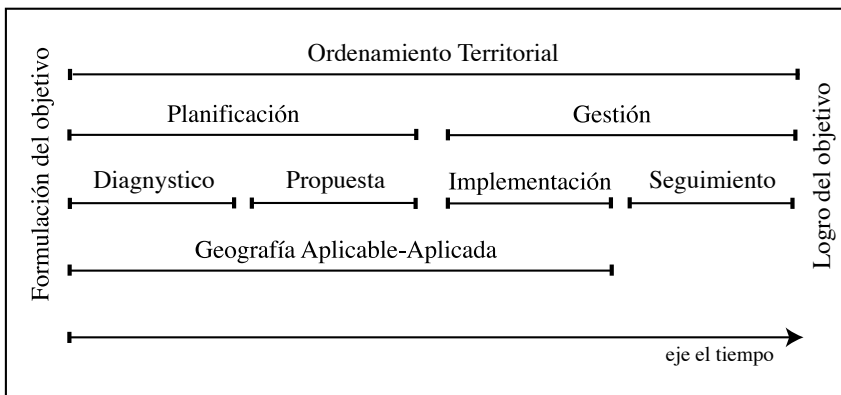
## La geografía aplicada en el ordenamiento territorial

Como se ha sistematizado en Baxendale (2010) y Buzai y Baxendale (2010, 2012b), se detallan a continuación las diferencias entre la planificación y la gestión como componentes del ordenamiento territorial.

En tanto actividad de carácter aplicado, el ordenamiento territorial presenta un *componente científico* asociado al uso de conocimientos, metodologías y herramientas para el análisis territorial, y un *componente profesional* en el que se plasman legalmente una serie de normativas y prácticas orientadas a actuar sobre las estructuras territoriales siguiendo una directriz política (Tapiador, 2001). La geografía como ciencia provee un importante contenido al primer componente y puede apoyar conceptualmente al segundo.

En cuanto a su operatividad concreta, asociada con esta clasificación, es posible diferenciar en el interior del ordenamiento territorial una serie de componentes vinculados con actividades de carácter secuencial: la *planificación* y la *gestión* (Figura N° 2), cada uno con sus propios contenidos.

Figura N° 2. Componentes del ordenamiento territorial, fases de trabajo y ubicación de la geografía aplicable/aplicada



Fuente: Buzai y Baxendale (2012b, p. 23).

El ordenamiento territorial contempla acciones organizadas de carácter científico-profesional en la instancia de *planificación territorial* y ejecutivas en la instancia de *gestión territorial*, ambas en conjunto con la finalidad de obtener el desarrollo armónico y sostenible de un área. Considerando el interior de la *planificación territorial*, el *diagnóstico* realiza el análisis del sistema territorial pasado, presente y sus posibilidades de evolución futura ante el mantenimiento de las condiciones vigentes, y la *propuesta* establece una proyección de configuraciones definiendo la mejor de ellas junto a las medidas que deben tomarse para lograrla; finalmente, la *gestión* corresponde a la actuación administrativa que lleva al cumplimiento de esas medidas en una fase de *implementación* y por último su *seguimiento* administrativo (Gómez Orea, 2008).

Consideramos que la planificación territorial tiene base en la actividad tecnológica-científica. Su primera etapa, el diagnóstico, encuentra sustento científico en la geografía ante la utilización de procedimientos propios del análisis geográfico, tendientes a interpretar la estructura del espacio geográfico actual y sus tendencias futuras; su segunda etapa, la propuesta, apunta a la búsqueda de alternativas que lleven a modificar la estructura del sistema y sus tendencias en la búsqueda de soluciones, las cuales estarán orientadas principalmente hacia una serie de objetivos fundamentales como resultan ser la búsqueda de equilibrios territoriales con eficiencia, equidad (económica y social) y sostenibilidad, el desarrollo regional, la compatibilidad de usos del suelo, y la mejora en la calidad ambiental y la calidad de vida (Salado García, 2010; Fuenzalida Díaz y Moreno Jiménez, 2012).

La tecnología implica procedimientos y acciones para lograr determinados objetivos, ya sea comprender estructuras y funcionamientos, construir objetos, solucionar problemas prácticos o modificar la realidad. De acuerdo a Klimovsky (1995), las acciones tecnológicas, además de emplear ciencia aplicada, utilizan la experiencia e idoneidad adquiridas en materia de resolución de determinados problemas.

La diferencia entre *técnica* y *tecnología* se produce en el nivel de aplicación. Mientras la primera se encuentra destinada a la búsqueda de una solución eficiente sin conocimiento consciente de su base teórica (se incluyen conocimientos artesanales y precientíficos), la segunda corresponde a aplicaciones de base científica, como por ejemplo el uso de los SIG.

Es en este nivel en el cual la geografía aplicada, apoyada en los SIG, encuentra concreción en la realización de aportes al ordenamiento territorial como práctica de importante complejidad. Una práctica que ha evolucionado históricamente en diferentes tipos de abordaje: físico, ambiental, participativo y estratégico, aunque independientemente de esto el análisis geográfico se orientará exclusivamente,

tomando la diferenciación realizada por Pierro et al. (2004) hacia las problemáticas territoriales, dejando las relativas a los agentes e instituciones a otras ciencias sociales.

Desde el ámbito universitario, ya sea en puestos de docencia e investigación o en roles de profesionales técnicos contratados en tareas de extensión hacia la administración pública, cuyo común denominador es la aplicación de capacidades tecnológicas-científicas alejadas de los poderes de decisión, consideramos que el aporte de la geografía aplicable/aplicada es de gran importancia para la planificación del territorio. Por otra parte, la gestión queda en manos de funcionarios políticos, administradores públicos, agentes y técnicos de planta permanente de organismos de gobierno con diferentes niveles en el poder decisional (incluyendo el 'mantenimiento administrativo-funcional del territorio' que es permanente). De allí esta clara postura de diferenciar entre las prácticas de planificación territorial, por un lado, y de la gestión territorial, por el otro, aunque se establezcan vínculos claros al momento de utilizar SIG con Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) en las diferentes etapas.

Finalmente, podemos destacar la claridad con que se presentan las *orientaciones* y los *componentes* del ordenamiento territorial. Existe una orientación socioinstitucional centrada en los agentes e instituciones y una espacial centrada en el territorio. Existen dos componentes con base tecnológica-científica (diagnóstico y propuesta en el interior de la planificación territorial) y un componente con base ejecutiva (gestión territorial). Desde la geografía, a través de la tecnología SIG, se estarán realizando estudios de focalización espacial en el análisis de distribuciones espaciales de temáticas específicas y la propuesta de alternativas para la intervención.

## La planificación territorial con SIG desde una perspectiva geográfica

Teniendo en cuenta las capacidades que brinda la geografía en cuanto a su utilidad como ciencia pura y ciencia aplicada, podemos decir que en la segunda surge la posibilidad de un apoyo concreto a la 'intervención' para el mejoramiento del espacio geográfico. Para poder lograrlo, la primera etapa corresponde a la realización de un diagnóstico que tiene por finalidad comprender una situación dada y sentar las bases para la realización de propuestas a implementar.

### *El diagnóstico territorial desde el análisis geográfico*

Desde una perspectiva geográfica, los procedimientos realizados en el diagnóstico serán los que permitan avanzar en una investigación tendiente a comprender la



estructura y funcionamiento del territorio, entendido como *sistema socioespacial* compuesto por el *subsistema físico* y el *subsistema humano*, ambos en permanente interacción.

Desde un punto de vista operativo se considera la realización de *diagnósticos específicos* dentro de cada subsistema y un *diagnóstico integrado* que podría ser considerado una *síntesis* geográfica.

El análisis conceptual de las diferentes instancias incluye las siguientes tres instancias con sus contenidos conceptuales y operativos:

Cuadro Nº 1. Conceptos y componentes para el diagnóstico territorial

	CONTEXTOS	RELACIONES
1	Ciencia pura~Organización del territorio (aspectos conceptuales)	1a. La sociedad organiza el espacio geográfico a través de factores históricos, pautas culturales, la organización política y el modelo económico. 1b. Estos componentes intervienen en la relación sociedad/ambiente, la cual se encuentra mediatizada a través de la tecnología. 1c. Esta relación genera la estructura espacial. Espacio geográfico/sistema socioespacial.
2	Ciencia aplicable/ aplicada~Ordenación del territorio (etapa diagnóstica)	2a. Definición del área de estudio. 2b. El subsistema humano modifica el subsistema físico. 2c. El subsistema físico-natural condiciona al subsistema humano. 2d. Con la finalidad de estudiar el subsistema humano se realiza el diagnóstico espacial del componente demográfico-poblacional (cdp) y del componente económico-productivo (cep). 2e. Con la finalidad de estudiar el subsistema físico se realiza el diagnóstico espacial del componente del medio natural (cmn) y del componente del medio construido (cmc). 2f. Cuando el cmc se estudia en tanto espacio funcional, los resultados se incluyen en el diagnóstico del cdp. 2g. Al finalizar la totalidad de los diagnósticos parciales, se realiza un diagnóstico total integrado que incluye tres mapas principales: modelo territorial, problemáticas y potencialidades.
3	Situaciones contextuales	3a. El marco jurídico-institucional es contexto de 2. 3b. El sistema decisional nacional es contexto de 1, 2 y 3a. 3c. El sistema decisional internacional es contexto de 1, 2, 3a y 3b.

Fuente: elaboración propia.

Los componentes del diagnóstico incluyen las diferentes ramas de la geografía. Desde un punto de vista general existen dos subsistemas interactuantes, el *subsistema humano* y el *subsistema natural*, que tienen que ver con la tradicional definición de tipo ecológica de la geografía; sus componentes incorporan estudios en las áreas

de población, economía, aspectos físico-naturales, ecología e infraestructura, para finalizar con una síntesis geográfica aplicada al área de estudio.

Desde un punto de vista geográfico, serán analizadas las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales dentro de cada componente. El componente demográfico-poblacional aportará el estudio de las manifestaciones espaciales de aspectos poblacionales y sus diversas características; el componente económico-productivo aportará el estudio de las condiciones del empleo, la producción y el consumo y los usos del suelo; el componente del medio natural aportará las características físico-naturales en cuanto se evidencien como limitantes o potencialidades para la receptividad de actividades humanas; y el componente del medio construido presenta el inventario de infraestructuras, siendo que su utilización en la definición de espacios relacionales será incorporada en los componentes integrantes del subsistema humano.

Asimismo, se diagnostica particularmente el *contexto 3a*, el *marco jurídico-institucional*, es decir, la realización de un análisis de las normas y regulaciones existentes para la comparación de los resultados del diagnóstico y aplicación de la propuesta en la etapa de implementación. El sistema socioespacial se analizará a través de los diagnósticos parciales realizados en el territorio a diagnosticar. Se realizan estudios en el marco de cada componente y del contexto jurídico-institucional para llegar a una síntesis que los combina en una visión integral.

Cabe mencionar que, desde un punto de vista más amplio, aparecen los contextos 3b y 3c, representados por los sistemas decisionales nacional e internacional, respectivamente. Esta situación permite conceptualizar la existencia de una *frontera decisional nacional*, que actúa como filtro de menor o mayor permeabilidad según los países y extensión de las áreas a ser ordenadas territorialmente (Buzai, 2000).

Cada uno de estos componentes puede ser analizado con aproximaciones de progresiva profundidad. Considerando las instancias metodológicas del diagnóstico presentadas por Kullock et al. (1995), se puede observar que en todo el proceso el conocimiento producido se debe apoyar en cuatro indagaciones consecutivas: 1) definir sus principales características a través de la descripción para responder cómo es el sistema socioespacial; 2) estudiar los principales procesos que lo llevaron a estructurarse de determinada manera; 3) incorporar una valoración para determinar si es correcto que la estructura sea de esa forma; y 4) realizar un análisis evolutivo a través de la proyección de cómo será en el futuro si no se realiza una intervención.

Estas preguntas pueden apuntar al estudio de diferentes niveles, por lo cual el análisis geográfico proporcionará bases de focalización espacial para obtener características significativas espacializadas, el establecimiento de procesos espaciales

determinísticos de relaciones causales y análisis proyectivos para obtener posibles distribuciones espaciales futuras. Las cuestiones valorativas estarán apoyadas por una combinación de componentes geográficos a través de la consideración de leyes espaciales y de otras perspectivas en visiones multiparadigmáticas o multidisciplinares. Todo esto, en función de considerar que el estudio de la realidad puede abordarse claramente como un *sistema complejo*.

Mediante la aplicación de SIG se abordarán específicamente las características espaciales del área de estudio, como territorio delimitado en el espacio geográfico, al ser este el ámbito que contiene los elementos, relaciones y procesos a ser analizados de forma general. El nivel operativo corresponde a una abstracción de la realidad con la finalidad de ser transformada en un modelo territorial para su análisis y tratamiento.

### Distribución espacial para el diagnóstico de los componentes. Una visión desde el inventario

En un primer momento, el uso de los SIG se realiza con la finalidad de producir un inventario digital que lleve a la generación de mapas temáticos de las variables utilizadas. En esta instancia se apela a su definición más simple, orientada a su contenido como base de datos computacional que contiene información referenciada geográficamente. Procedimientos desarrollados en el ámbito de la cartografía temática serán los utilizados para la realización de un primer análisis, el de las *distribuciones espaciales*.

El componente demográfico-población (cdp) considera a la población como elemento central debido a sus múltiples influencias, toma recursos del medio natural y adapta a este para sus actividades, crea el medio construido para convertirlo en espacio funcional y es el destinatario final de las acciones del ordenamiento territorial, que en última instancia tendrá como prioridad lograr un mejoramiento en su calidad de vida (Gómez Orea, 2008).

Desde un punto de vista geográfico, se estarán analizando diferentes tipos de distribuciones espaciales, de las cuales podemos nombrar:

- Distribución espacial de características poblacionales
- Distribución espacial de características educativas
- Distribución espacial de características sanitarias
- Distribución espacial de características habitacionales

El componente económico-productivo (cep) se refiere a las actividades económicas de la población. Desde el punto de vista geográfico serán realizadas y

analizadas diferentes tipos de distribuciones espaciales, de las cuales podemos nombrar:

- Distribución espacial de actividades económicas y usos del suelo
- Distribución espacial de características ocupacionales
- Distribución espacial de indicadores económicos

El componente del medio natural (cmn) incluye el análisis de los elementos de la naturaleza considerados como recursos, servicios y funciones ecológicas que se presentan como potencialidades, y los riesgos naturales que se presentan como limitaciones para el desarrollo de los componentes del subsistema humano. Son de relevancia en la confección de la base de datos los siguientes aspectos:

- Distribución espacial de naturaleza abiótica
- Distribución espacial de naturaleza biótica

El componente del medio construido (cmc) corresponde a la ubicación (sitio y posición) de los elementos que se encuentran sobre la superficie terrestre y las vinculaciones entre ellos. En muchos casos, el análisis del medio antrópico se realiza conjuntamente con el de la población, ya que ambos en conjunto permiten analizar el espacio funcional del *enfoque espacial* propuesto por Haggett (1988).

Desde un punto de vista geográfico, se estarán analizando diferentes tipos de distribuciones espaciales como inventario de infraestructura, de las cuales podemos nombrar:

- Distribución espacial de núcleos poblacionales
- Distribución espacial de infraestructura vial
- Distribución espacial de servicios

Cuando de estas distribuciones espaciales se derivan características funcionales a partir del cálculo de jerarquía urbana, áreas de influencia o flujos tangibles-intangibles, los resultados se incluyen en el subsistema humano.

El contexto que supone el marco jurídico-institucional (mji) corresponde a la consideración de la legislación como elemento que presenta las reglas de funcionamiento del sistema socioespacial en su conjunto y de las instituciones que tienen atribuciones en su formulación y aplicación.

Las normativas vigentes resultan de utilidad para el mantenimiento administrativo-funcional del territorio. Para la implementación concreta del plan seguramente será necesario incorporar nuevas normativas o modificar las existentes. Estas pueden estar dirigidas a regular relaciones sociales y relaciones espaciales,

siendo que en este segundo caso, y desde la perspectiva cartográfica, se cuenta con las zonas del plan regulador.

- Distribución espacial del marco legal territorial

### *Asociación e interacción espacial para el diagnóstico de los componentes. Una visión desde el tratamiento*

Considerando las grandes temáticas clasificadas en Buzai y Baxendale (2012b), se presenta a continuación una serie de procedimientos técnicos ofrecidos por la tecnología SIG hacia los diferentes tipos de diagnósticos, mencionados con sus siglas entre paréntesis.

Cuadro N° 2. Procedimientos técnicos en SIG y diagnósticos

	PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS	DIAGNÓSTICOS
1	Aplicación de procedimientos de generalización por reclasificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de capas temáticas individuales con la finalidad de unir clases para generar nuevas bajo un concepto genérico. Raster (cdp, cep, cmn)</li> <li>• Creación de mapas booleanos para su posterior uso en superposiciones temáticas. Raster (cdp, cep, cmn)</li> </ul>
2	Aplicación de procedimientos de modelado cartográfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superposición temática para la realización de mapas de mosaicos de paisajes a partir de combinaciones de distribuciones espaciales físico-naturales. Raster (cmn)</li> <li>• Superposición temática para la definición de regiones geográficas formales de variables del medio natural. Raster (cmn)</li> </ul>
3	Aplicación de procedimientos de evaluación multicriterio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de mapas de aptitud o propuesta de sitios candidatos para la localización de usos del suelo. Raster (cdp, cep, cmn)</li> <li>• Clasificaciones fuzzy para la obtención de mapas de accesibilidad a múltiples centralidades. Raster (cmc)</li> <li>• Realización de mapas de riesgos ambientales. Raster (cmn)</li> <li>• Obtención de mapas booleanos de restricciones a partir de la zonificación del plan regulador. Vectorial (mji)</li> </ul>
4	Aplicación de procedimientos de la ecología de paisajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métricas para analizar la estructura del paisaje. Raster (cmn)</li> <li>• Ventanas móviles para obtener mapas de índice de riqueza relativa, diversidad, dominancia, fragmentación, etc. Raster (cmn)</li> </ul>
5	Análisis de evolución temporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelado cartográfico con capas temáticas de diferentes momentos históricos (<i>chess-map</i>). Raster (cdp, cep, cmn, cmc)</li> <li>• Geometría fractal para el análisis temporal de la evolución de la irregularidad y fragmentación en usos del suelo. Raster (cdp, cep, cmn, cmc)</li> <li>• Autómatas celulares para modelar cambios de usos del suelo. Raster (cdp, cep)</li> <li>• Cálculo temporal del centro medio de la distribución de puntos para ver evoluciones de tipo puntual. Raster-Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> </ul>

6	Aplicación de procedimientos del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficos univariados (histograma, box-plot) combinados con cartografía temática para analizar la distribución espacial de las variables. Vectorial (cdp, cep)</li> <li>• Gráficos bivariados y trivariados (scatter plot) combinados con cartografía temática para el análisis combinado de dos o tres variables simultáneamente. Vectorial (cdp, cep)</li> </ul>
7	Aplicación de procedimientos de clasificación y regionalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables de beneficio para lograr mapas síntesis de situaciones socioespaciales de favorabilidad social. Vectorial (cdp)</li> <li>• Variables de costo para lograr mapas síntesis de situaciones socioespaciales de desfavorabilidad social. Vectorial (cdp)</li> <li>• Combinación de variables de costo, beneficio y objetivo a través del cálculo de indicadores de planificación. Vectorial (cdp, cep)</li> <li>• Regionalización a partir del trabajo con la matriz de datos SIG transpuesta (Matriz de Datos Geográfica) y de la unión de unidades espaciales como mecanismo de clasificación por linkage analysis y cluster analysis. Vectorial (cdp, cep)</li> </ul>
8	Aplicación de procedimientos centrográficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro medio de la distribución de puntos como medida de centralidad de distribuciones puntuales. Raster-Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> <li>• Centro de desplazamiento mínimo. Raster-Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> <li>• Elipse de dispersión como medida de esparcimiento de distribuciones puntuales. Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> </ul>
9	Aplicación de procedimientos de análisis de áreas de influencia, accesibilidad e interacción espacial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buffers y polígonos de Thiessen para la determinación de áreas de influencia de entidades puntuales desde un punto de vista geométrico. Raster-Vectorial (cmc)</li> <li>• Ajustes de áreas de influencia con restricción de distancia y/o capacidad teórica de la centralidad. Raster-Vectorial (cep, cmc)</li> <li>• Isolíneas de accesibilidad (ideal, real, calidad en la comunicación, trayectorias). Vectorial (cdp, cmc)</li> <li>• Potencial de población para cálculos de interacción espacial de servicios. Raster-Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> </ul>
10	Aplicación de procedimientos de análisis de concentración y autocorrelación espacial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Concentración Espacial Global (ICEG). Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> <li>• Índice de Concentración Espacial Areal (ICEA) combinado con la cartografía temática de distribución. Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> <li>• Índice de Moran para el cálculo de autocorrelación espacial. Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> </ul>
11	Aplicación de procedimientos para el análisis de regresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regresión múltiple para analizar la influencia de variables con base territorial. Vectorial (cdp, cep)</li> <li>• Regresión múltiple ajustada geográficamente para analizar el ajuste territorial del cálculo de regresión, parámetros y errores. Vectorial (cdp, cep, cmc)</li> </ul>
12	Elaboraciones de mapas mentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas basados en la percepción visual y en las preferencias como visión cualitativa y complemento del mapa social. (cdp)</li> <li>• Regionalizaciones por niveles de asociación cualitativa como visión cualitativa y complemento de la construcción regional. (cdp)</li> <li>• Mapas mentales como aproximación al espacio funcional del área de estudio. (cdp)</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### *Integración de resultados. Una visión de síntesis*

El diagnóstico integrado corresponde a la síntesis geográfica que se hace operativa al integrar los diagnósticos individuales de tres componentes: demográfico-poblacional (que incluye las relaciones espaciales del componente del medio construido), económico-productivo y medio natural.

Esta integración se sintetiza en tres ejes, que pueden brindar resultados cartográficos: el modelo territorial, el análisis de problemáticas y el análisis de potencialidades (Gómez Orea, 2008).

El modelo territorial presenta las unidades territoriales surgidas de una combinación de regiones geográficas formales (unidades de integración ambiental) y regiones funcionales. Se incluye la ubicación y jerarquía de centros, así como las vías de comunicación que las vinculan entre sí y con el exterior del área de estudio.

El análisis de problemáticas presenta aquellos elementos que se consideran negativos para el funcionamiento del sistema. Pueden diferenciarse aspectos espaciales de problemáticas actuales y potenciales relacionados con el deterioro y contaminación del ambiente, riesgos naturales y usos del suelo incompatible (Buzai y Baxendale, 2012a).

El análisis de potencialidad puede abarcar conjuntamente características de los componentes del medio natural y construido para la determinación de la capacidad receptora de distintos usos del suelo.

### *La elaboración de propuestas para el ordenamiento territorial y el aporte de los SIG para su realización*

La fase de elaboración de propuestas para el ordenamiento territorial surge como paso posterior al diagnóstico. Es en esta fase prospectiva y propositiva donde adquiere particular importancia el concepto de *planificación del territorio*, basado en el supuesto de que el futuro se puede decidir y construir, lo que constituye su esencia y fundamento (Gómez Orea, 2008).

La realización del diagnóstico permite no solo predecir cuál será el futuro más probable si no se interviene sobre el sistema territorial (configuraciones espaciales potenciales), sino también ofrece que, en la identificación de las limitaciones y potencialidades, se puedan construir configuraciones espaciales deseables y en términos más realistas escenarios viables (configuraciones espaciales viables).

Partiendo del modelo territorial actual, elaborado en la fase diagnóstica, en esta fase propositiva se diseña entonces el modelo territorial objetivo definido como el

“modelo territorial deseable a largo plazo (definido en estructura, función, imagen y variables descriptivas cuantificables) fundamentado en una visión compartida del futuro y en identificar las medidas necesarias (de regulación, de intervención y de gestión) para avanzar hacia él” (Gómez Orea, 2008, pp. 408-409).

En la elaboración de dicho diseño se deben entonces dejar formalmente expresados los objetivos a conseguir, la identificación de propuestas o medidas dirigidas a conseguir los objetivos planteados con la consiguiente generación de alternativas –entendida esta como un conjunto coherente y compatibilizado de propuestas o medidas para la consecución del conjunto de los objetivos– y la evaluación y selección de una de ellas.

Formuladas las diferentes respuestas alternativas a un determinado objetivo espacial sigue la subfase de evaluación de dichas alternativas en función de criterios compatibles y acordados con otras temáticas espaciales y a-espaciales, a fin de comprender los efectos de cada alternativa sobre el sistema territorial y de seleccionar una de ellas.

Considerando los objetivos generales del ordenamiento territorial, en base a la clasificación temática realizada por Buzai y Baxendale (2011, 2012b), se mencionan las siguientes aplicaciones como aporte que los SIG ofrecen para la fase prospectiva-propositiva.

Cuadro N° 3. Procedimientos técnicos en SIG y propuestas

	PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS	PROPUESTAS
1	Aplicación de procedimientos de generalización por reclasificación	• Propuestas de zonas de restricción de determinado uso según criterios de selección de clases del mismo uso para evitar superar densidades establecidas.
2	Aplicación de procedimientos de modelado cartográfico	• Propuestas de zonas de restricción de determinado uso según criterios de asociación de usos existentes para evitar usos incompatibles y/o disfuncionales del suelo.
3	Aplicación de procedimientos de evaluación multicriterio	• Propuestas de sitios candidatos para la futura localización de determinada actividad económica o uso del suelo. • Propuestas de sitios a restringir su uso en función de su deterioro ambiental o presencia de riesgos ambientales.
4	Aplicación de procedimientos de la ecología de paisajes (métricas paisajísticas)	• Propuestas para la determinación de potenciales áreas naturales a conservar.
5	Análisis de evolución temporal	• Propuestas de zonas a restringir determinado uso del suelo no deseado con alta probabilidad de ocurrencia en función de tendencias pasadas y presentes. • Propuestas de zonas a incentivar determinado uso de suelo en función de procesos tendenciales ya presentes.
6	Aplicación de procedimientos de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA)	• Propuestas para la localización de determinado uso del suelo, actividad económica o servicio público en función de la existencia en el área de determinadas características sociodemográficas.



7	Aplicación de procedimientos de clasificación y regionalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas de regionalización del territorio en función de la gestión que debe realizar un determinado organismo de gobierno.</li> </ul>
8	Aplicación de procedimientos centrográficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas para la localización de determinado uso del suelo o servicio puntual en función de la distribución puntual de otro uso del suelo complementario o sinérgico.</li> </ul>
9	Aplicación de procedimientos de análisis de áreas de influencia, accesibilidad e interacción espacial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas para la localización de un determinado servicio público en función de condiciones espaciales de accesibilidad de la población demandante.</li> <li>• Propuestas para el trazado de infraestructura vial o mejora en la oferta de servicios de transporte en función de la localización existente de determinado servicio puntual y localización de la demanda.</li> </ul>
10	Aplicación de procedimientos de análisis de concentración y autocorrelación espacial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas para la localización de un determinado uso del suelo que evite la difusión de otro uso no deseable que presenta autocorrelación espacial.</li> </ul>
11	Aplicación de procedimientos para el análisis de regresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas de restricción de un uso del suelo determinado en función de conocer su dependencia potencial con otros usos de suelo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## La gestión territorial con SIG desde una perspectiva geográfica

Si bien consideramos el papel preponderante que los SIG y la geografía ofrecen en la planificación como componente del ordenamiento territorial, debemos recordar la estrecha vinculación existente entre planificación y gestión, y por lo tanto indicar también el protagonismo que presenta para la gestión territorial al momento de realizarse la implementación y seguimiento de las propuestas.

Conceptualmente, podemos considerar que

el seguimiento y control de un plan se refiere a la recolección, registro, análisis, e interpretación de los datos sobre la materialización de las previsiones del plan y sobre sus efectos, así como su transmisión a los responsables con poder de decisión. (Gómez Orea, 2008, p. 617)

Por lo cual, el autor citado considera que el seguimiento comprende, por un lado, las actividades relacionadas con los datos: medición, recolección, registro, procesamiento y análisis; y por otro, las relacionadas con la transmisión de la información a los organismos y agentes socioeconómicos encargados de la gestión del plan, así como a la población afectada.

Así, entonces, cabe señalar el valioso aporte que los SIG ofrecen en la administración pública para la actualización de información georreferenciada según relevamien-

tos periódicos realizados por el organismo público en cuestión u otros organismos, como también por organismos no gubernamentales y ciudadanos particulares con las posibilidades de integración entre bases de datos y el necesario flujo de información –aun cuando su operatividad es una asignatura pendiente en algunos ámbitos.

Dicha actualización es la que, ante la implementación de las propuestas territoriales, permite realizar su seguimiento, evaluar resultados de su concreción, evaluar imponderados, dar rápidas respuestas a las nuevas problemáticas territoriales coyunturales que vayan surgiendo, realizar nuevas propuestas y llevar registro espacial de las decisiones tomadas y de las actividades realizadas.

Metodológicamente, al momento de la gestión surge también la necesidad de realizar rápidos análisis de localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial –con los procedimientos mencionados en el apartado sobre planificación–, de los efectos de las propuestas territoriales implementadas según decisiones tomadas por el grupo político que ostenta la dirección del organismo público en cuestión.

## Consideraciones finales

A lo largo de los puntos precedentes se ha trazado un panorama amplio sobre el aporte conceptual del análisis geográfico al desarrollo de aplicaciones que, a través del uso de SIG, tienen un importante impacto en la práctica del ordenamiento territorial.

Hemos transitado un camino deductivo en el cual fueron analizadas una serie de definiciones de la geografía y conceptos centrales que confluyen en actividades del campo profesional en apoyo a la realización de diagnósticos y propuestas de planificación y aportes en la gestión.

Mientras los aspectos centrales del trabajo académico-científico concreto se encuentran claramente definidos, las decisiones tomadas en el ámbito de la gestión son determinantes en la correcta aplicación de las propuestas. La geografía como ciencia ha puesto racionalidad a gran parte de este proceso, principalmente a aquella que concierne a la incorporación de la dimensión espacial.

De esta manera, la toma de decisiones estará orientada hacia la búsqueda de visiones estructurales y no hacia la coyuntura que proponen los hechos eventuales. La opción por uno u otro tipo de orientación es fundamental para analizar el nivel de desarrollo de los países, principalmente cuando se aborda la relación entre ciencia, planificación y gestión en el marco del ordenamiento territorial. La finalidad primordial consiste en actuar concretamente sobre la dimensión

espacial y, con ello, mejorar la calidad de vida de las personas en el logro de sociedades más justas.

Recibido enero 6, 2013  
Aceptado agosto 12, 2013

## Referencias bibliográficas

- Aguilera Ontiveros, A. (2002). *Ciudades como tableros de ajedrez. Introducción al modelado de dinámicas urbanas con autómatas celulares*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.
- Baxendale, C. A. (2010). Geografía, organización del territorio y Sistemas de Información Geográfica. En Buzai, G. D. (ed.), *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones* (pp. 37-49). Luján: GESIG-UNLu.
- Benko, G. (1998). *La Ciencia Regional*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur.
- Berry, J. K. (1996). The Unique Character of Spatial Analysis. *GIS World*, April, 29-30.
- Buzai, G. D. (1999). *Geografía global*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- (2000). *Características y evolución espacial de los centros de gestión metropolitanos. Buenos Aires (1960-2000), de la modernidad a la postmodernidad*. Luján: Universidad Nacional de Luján. Cuaderno de Trabajo 14.
- (2004). *Geografía global*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- (2012). Evaluación multicriterio con Sistemas de Información Geográfica. Síntesis teórico-metodológica. En Moreno Jiménez, A., Buzai, G., Fuenzalida Díaz, M. (eds.), *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales* (pp. 323-331). Madrid: Ra-Ma.
- Buzai, G. D., Baxendale, C. A. (2006). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- (2010). Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la geografía para la elaboración del diagnóstico en el ordenamiento territorial. En Bosque Sendra, J., Pineda de Carías, M. C. (eds.), *I Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica*. Tegucigalpa: Universidad de Alcalá de Henares y Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- (2011). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Tomo 1: *Perspectiva científica/Temáticas de base raster*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- (2012a). Detección de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo (método LUCIS). En Moreno Jiménez, A., Buzai, G., Fuenzalida Díaz, M. (eds.), *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales* (pp. 367-387). Madrid: Ra-Ma.
- (2012b). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Tomo 2: *Ordenamiento Territorial/Temáticas de base vectorial*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

- Buzai, G. D., Baxendale, C. A., Cruz, M. R. (2009). Fases de un proyecto de investigación en estudios de geografía aplicada basados en el uso de Sistemas de Información Geográfica. *Fronteras*, Año 8, N° 8, 31-40.
- Carr, M. y Zwick, P. (2007). *Smart Land-Use Analysis. The LUCIS Model*. Redlands: Esri Press.
- Cheshire, J., Batty, M. (2012). Visualization tools for understanding big data. *Environment and Planning B: Planning and Design* 39 (3), 413-415.
- De Rosnay, J. (1977). *El macroscopio. Hacia una visión global*. Madrid: Editorial AC.
- Fuenzalida Díaz, M., Moreno Jiménez, A. (2012). Técnicas cuantitativas y SIG para el diagnóstico territorial: sinopsis teórico-metodológica. En Moreno Jiménez, A., Buzai, G., Fuenzalida Díaz, M. (eds.), *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales* (pp. 23-33). Madrid: Ra-Ma.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.
- Gómez Delgado, M., Rodríguez Espinosa, V., coords. (2012). *Análisis de la dinámica urbana y simulación de escenarios de desarrollo futuro con tecnologías de la información geográfica*. Madrid: Ra-Ma.
- Gómez Orea, D. (2008). *Ordenación territorial*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Haggett, P. (1988). *Geografía: una síntesis moderna*. Barcelona: Omega.
- Klimovsky, G. (1995). *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*. Buenos Aires: A-Z Editora.
- Kullock, D., Bolay, J. C., Civelli, H., Cunha, A., Gandini, C. (1995). *Planificación participativa y hábitat popular*. Buenos Aires: FADU-UBA.
- Lakatos, I. (1975). Falsación y la metodología de los programas de investigación científica. En Lakatos, I., Musgrave, A. (eds.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento* (pp. 203-344). Barcelona: Grijalbo.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McHarg, I. L. (1967). *Design with Nature*. New Jersey: John Wiley & Sons. (Trad.: *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.)
- Monmonier, M. (1990). Strategies for the Visualization of Geographic Time-Series Data. *Cartographica*, Vol. 8, N° 1, 30-45.
- Moreno Jiménez, A. (2012). Modelos de localización óptima y planificación territorial: sinopsis teórico-metodológica. En Moreno Jiménez, A., Buzai, G., Fuenzalida Díaz, M. (eds.), *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales* (pp. 205-218). Madrid: Ra-Ma.
- Nyerges, T. L. (1991). Analytical Map Use. *Cartography and Geographic Information Systems*, Vol. 18, N° 1, 11-22.

- Nyerges, T. L., Golledge, R. G. (1997). Asking Geographic Questions. *NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Sciences*. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California.
- Phlipponneau, M. (2001). *Geografía aplicada*. Barcelona: Ariel.
- Pierro, N., Podestá, M. C., Kullock, D. (2004). *Buenas prácticas docentes. Una aproximación a la didáctica de las cuestiones urbano-regionales en la formación de posgrado*. Buenos Aires: Ediciones Cooperativas.
- Roccatagliata, J. (1986). *Argentina. Hacia un nuevo ordenamiento territorial*. Buenos Aires: Pleamar.
- Salado García, M. J. (2010). Ordenación del territorio. Evolución conceptual y retos pendientes. *I Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica*. Tegucigalpa: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Schaefer, F. (1953). Exceptionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 43, Nº 3, 226-249.
- Schneider, L., Pontius, J. G. (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 85, Nº 1-3, 83-94.
- Sorre, M. (1947-1948). *Les fondements de la Géographie Humaine*. París: Colin.
- Tapiador, F. J. (2001). El papel del geógrafo en las directrices del ordenamiento territorial. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Nº 31, 137-147.
- Tomlin, D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. New Jersey: Prentice Hall/Englewood Clift.
- Vilá Valentí, J. (1983). *Introducción al estudio teórico de la geografía*. Barcelona: Ariel.
- Von Bertalanffy, L. (1968). *General Systems Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: Braziller. (Trad.: *Teoría General de los Sistemas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.)
- Warntz, W. (1975). La nueva geografía como teoría de sistemas espaciales: ¿cuenta mucho la vieja "física social"? En Chorley, R. J. (ed.), *Nuevas tendencias en geografía* (pp. 137-187). Madrid: IEAL.