

**ANÁLISIS ESPACIAL Y EVALUACIÓN DE ZONAS DE POTENCIALES
CONFLICTOS AMBIENTALES, PRODUCTIVOS Y PATRIMONIALES ANTE LA
EXPANSIÓN URBANA EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN (PROVINCIA DE
BUENOS AIRES, ARGENTINA).
PERSPECTIVA PRELIMINAR.**

**Dr. Gustavo D. Buzai, Dra. Sonia Lanzelotti, Lic. Gabriel Acuña Suarez,
Lic. Claudia A. Baxendale, Lic. Luis Humacata y Lic. Noelia Principi**

Universidad Nacional de Luján
Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información
Geográfica (GESIG) – Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO)
gesig-proeg@unlu.edu.ar / www.gesig-proeg.com.ar

Introducción

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) es un organismo dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva cuya función es apoyar proyectos de investigación cuya finalidad sea la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. Para ello cuenta con cuatro líneas de trabajo¹ entre las cuales el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), es el encargado directo de apoyar proyectos y actividades cuya finalidad es la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos -tanto en temáticas básicas como aplicadas- desarrollados por investigadores pertenecientes a instituciones públicas y privadas sin fines de lucro radicadas en el país. Su visión es precisamente ser un instrumento efectivo para la excelencia científica y el desarrollo tecnológico.

En este marco, el FONCYT realiza anualmente concursos abiertos a la presentación de proyectos denominados PICT (Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica) que cuentan con un estricto sistema de evaluación.

En este artículo presentamos los aspectos técnicos del proyecto titulado "Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina)", que desarrollamos desde el Instituto de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional de Luján, y que fuera aprobado por el FONCYT en su

¹ Se trata del **Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT)** destinado a proyectos de investigación cuya finalidad sea la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos; el **Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR)** destinado a proyectos dirigidos al mejoramiento de la productividad del sector privado a través de la innovación tecnológica; el **Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT)** destinado a la finalización de carreras de grado, la generación de nuevos emprendimientos y el fortalecimiento de PyMES, productoras de bienes y servicios pertenecientes al sector de Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones (TIC); y el **Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC)** destinado a financiar proyectos y actividades cuyo objetivo sea desarrollar capacidades críticas en áreas de alto impacto potencial y transferencia permanente al sector productivo. Ver instrumentos disponibles.

convocatoria 2014-2015. La investigación se basará en la utilización del análisis espacial con SIG para la determinación de potenciales conflictos entre diferentes usos del suelo en los partidos pertenecientes a la Cuenca del Río Luján (Figura 1), y temáticas relevantes para diferentes áreas de la cuenca. El proyecto tiene como plazo de ejecución los años 2015 a 2017.

Objetivos generales del Proyecto

Los objetivos generales surgen a partir de problemáticas desencadenadas por la dinámica de expansión urbana sobre la cuenca del río Luján. Será analizado el impacto de la evolución espacial de la aglomeración sobre ambientes rurales y de conservación para los partidos de la cuenca², sobre sitios de interés patrimonial (arqueológicos, paleontológicos e históricos) para la cuenca alta³ y sobre la actividad agrícola tradicional para el eje de crecimiento noroeste⁴ de la aglomeración del Gran Buenos Aires.

En todos los casos se determinarán las zonas de potencial conflicto ante la evolución espacial en la distribución espacial de los usos del suelo. El conflicto Urbano/Rural/Conservación ambiental para toda la cuenca. El conflicto urbano/Patrimonial para la cuenca alta. El conflicto Urbano/Productividad agrícola tradicional para el sector de crecimiento oeste de la aglomeración Gran Buenos Aires.

Objetivo General a nivel cuenca

- Determinar y analizar la distribución espacial de las áreas de potencial conflicto entre usos del suelo en los partidos correspondientes a la cuenca del río Luján con centralidad en los usos urbano, agrícola y de conservación ambiental.

Objetivo General de focalización patrimonial

- Determinar y analizar la expansión urbana de las últimas dos décadas en los partidos de la cuenca alta del río Luján y evaluar el riesgo que representa para los sitios arqueológicos (históricos y prehispánicos) de interés patrimonial y los fenómenos de identidad asociados.

Objetivo General de focalización productiva primaria

- Determinar y analizar la expansión urbana de las últimas dos décadas en los partidos de la del sector de crecimiento oeste de la aglomeración Gran Buenos Aires a fin de evaluar su impacto sobre la productividad tradicional en la región.

Cada objetivo apunta a una problemática diferente de manera prospectiva para la próxima década:

² Campana, Carmen de Areco, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, San Fernando, Suipacha y Tigre.

³ Carmen de Areco, Chacabuco, Mercedes, San Andrés de Giles y Suipacha.

⁴ General Rodríguez, Luján, Mercedes, Moreno y San Andrés de Giles.

1. Conflicto socioespacial que genera la expansión urbana sobre la productividad rural y zonas de conservación ambiental en la cuenca.
2. Conflicto socioespacial que genera la expansión urbana sobre los sitios arqueológicos (históricos y prehispánicos) de interés patrimonial, con detalle en la cuenca alta.
3. Conflicto socioespacial que genera la expansión urbana sobre la productividad tradicional, con focalización en el eje de expansión oeste del Gran Buenos Aires.

Figura 1. Cuenca del río Luján



Fuente: Lanzelotti y Buzai (2015)

Objetivos específicos e hipótesis

Objetivos específicos a nivel de la cuenca

- Realización de la base de datos geográfica en formato raster con múltiples capas temáticas (Capas temáticas: área de estudio, urbano, rutas, ferrocarriles, hidrografía, vegetación, entre otros).
- Creación de mapas de aptitud para la expansión urbana.
- Creación de mapas de aptitud para la producción agrícola.
- Creación de mapas de aptitud para la conservación.
- Creación de mapas de conflictos combinados (urbano-agrícolas, urbano-conservación, agrícola-conservación).

Objetivos específicos en la cuenca alta

- Relevamiento de información acerca de la ubicación de los sitios de interés patrimonial (arqueológicos, paleontológicos e históricos)
- Creación de bases cartográficas con la ubicación de estos sitios de interés patrimonial.
- Evaluación del estado de conservación de estos sitios
- Realización de excavaciones y sondeos en lugares que resulten de interés patrimonial y/o identitario.
- Creación de mapas de conflictos entre el crecimiento de la aglomeración y sitios de interés patrimonial.

Objetivos específicos el sector de crecimiento oeste de la aglomeración Gran Buenos Aires

- Ampliación de la base de datos geográfica en formato raster con información específica para este nivel de análisis (variables socio-demográficas, actividades productivas primarias, aptitud del suelo, uso del suelo, nuevas urbanizaciones, entre otras)
- Creación de mapas de aptitud para la expansión urbana.
- Creación del mapa social.
- Creación de mapas de actividades económicas.
- Creación de mapas de conflictos combinados (urbano-actividades económicas primarias)

Relevancia del problema planteado

La temática general tiene su sustento en el fenómeno de dispersión urbana (*urban sprawl*), una tendencia de larga data en Argentina. Las oleadas migratorias desde finales del siglo XIX, el proceso de industrialización a mediados del siglo XX y las políticas neoliberales de la década de 1970 y 1990 consolidaron esa tendencia. La última etapa permitió ampliar los límites de la expansión de manera notable, principalmente por actuar en el campo de accesibilidad general a través de la creación de autopistas urbanas.

La importancia del tema está dada por el impacto que genera el cambio en los usos del suelo a través de la expansión urbana en espacios naturales, en sitios de valor patrimonial y en sitios de producción rural tradicional. Aparecen conflictos de competencia entre usos del suelo y ello afecta notablemente a las actividades desarrolladas por las poblaciones locales.

Los procedimientos empleados en esta investigación permitirán generar mapas de potenciales conflictos en una visión prospectiva que definirá una herramienta de utilidad para avanzar en propuestas de actuación en materia de ordenamiento territorial transferibles a las instancias de gestión.

Desde un punto de vista temático podemos señalar los trabajos de Borsdorf (2003), Bruegmann (2005), Tsai (2005), Arellano y Roca (2010), Arribas-Bell *et al.* (2011),

los cuales se centran en el *urban sprawl* detallando sus efectos socioespaciales. Desde la Geografía Aplicada, el Análisis Espacial constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos sobre el espacio geográfico (Buzai y Baxendale, 2011).

En diferentes momentos de la evolución científica el Análisis Espacial ha contado con dos líneas de definición. Una propuesta por O'Sullivan y Unwin (2003); que consideran su amplitud a partir de definirlo en base a cuatro contextos: (1) tratamiento de datos espaciales, (2) análisis de datos espaciales de forma descriptiva y exploratoria, (3) aplicación de estadística espacial, y (4) modelado espacial en la búsqueda de diferentes escenarios; y otra propuesta por Berry (1996), que considera que el Análisis Espacial se define a través de operaciones cuyos resultados dependen de la localización espacial.

Existen trabajos de Análisis Espacial con SIG en diferentes áreas, un ejemplo es el trabajo realizado por Baxendale (2010), "Crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en la ciudad de Rosario (1931-2000), donde fue analizado mediante procedimientos del modelado cartográfico. Este estudio se realizó con la finalidad de analizar el crecimiento urbano de la ciudad de Rosario y la pérdida de suelos productivos, se compatibilizaron diferentes fuentes cartográficas como capas temáticas para la base de datos en SIG. Las posibilidades de combinación de capas temáticas para la obtención de resultados numéricos y nuevos mapas se basó en superposiciones por imposición. Otro antecedente es el trabajo realizado por Buzai y Baxendale (2011) "Determinación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo en el partido de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina"⁵, donde se presentan diferentes mapas de aptitudes (urbana, agrícola, conservación), a partir de la implementación de evaluación multicriterio y método LUCIS (*Land Use Conflict Identification Strategy*), lo que permite determinar las zonas que son factibles de tener potenciales conflictos entre usos del suelo.

Un antecedente de importancia inicial lo constituyó el "Atlas Digital de la Cuenca del Río Luján. Sociodemográfico, económico y habitacional" desarrollado en el Laboratorio de Cartografía Digital del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján (Buzai, 2002), ya que brinda información de base fundamental para el desarrollo de este proyecto. A partir de los antecedentes mencionados se cuenta con la información básica para generar las capas temáticas a ser utilizadas posteriormente en la aplicación del modelado cartográfico y del método LUCIS. Conocer y analizar las zonas que presentarían conflictos a futuro, los cuales en el marco de la Geografía Aplicada, permitirían brindar propuestas de solución y movilizar mecanismos de toma de conciencia, gestión y planificación a partir de estrategias que prioricen el ordenamiento territorial. La investigación permite hacer confluir dos líneas de investigación desarrolladas por el Grupo de Estudios sobre Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica (GESIG) del Programa de Investigación y Docencia en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Con la finalidad de poder implementar el trabajo de investigación propuesto es necesario confeccionar una base de datos para Sistemas de Información Geográfica de estructura raster. Con una focalización hacia la expansión urbana se detallarán

⁵ Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación *Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica: Avances teórico-metodológicos para la identificación de zonas de potencial conflicto ante la evolución espacial de usos del suelo. Aplicación en diferentes escalas espaciales*, radicado en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján mediante Disposición CDD-CS N° 840/09.

problemáticas ambientales, patrimoniales y productivas de relevancia regional/local, en tanto detección de conflictos producidos por el cambio de uso del suelo.

Respecto del enfoque patrimonial cabe destacar que la cuenca del río Luján ha sido objeto de análisis y debate a escala internacional desde el siglo XIX, de la mano de las propuestas de Florentino Ameghino (Ameghino 1880-81; Lanzelotti y Acuña 2014)⁶ y continuaron a lo largo de todo el siglo XX y lo que va del siglo XXI (Acuña Suarez *et al.* 2013; Vilorio *et al.* 2011). Lamentablemente muchos de los nuevos hallazgos arqueológicos y paleontológicos suceden con motivo del avance de la urbanización, cuyas urgencias se contraponen -aparentemente- con la protección del patrimonio. Cabe destacar que desde el año 2003 rige la Ley Nacional 25743 de “Proyección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico” que prevé la protección de los mismos.

La focalización estará dada en el sistema humano, en el espacio absoluto y en el espacio relativo, contemplando características correspondientes a las localizaciones, distribuciones espaciales, asociaciones espaciales, interacciones espaciales y evoluciones espaciales abordadas a través de técnicas del análisis espacial cuantitativo apoyadas en SIG. En este sistema, el componente demográfico-poblacional aporta el estudio de las manifestaciones espaciales de aspectos poblacionales y sus diversas características y el componente económico-productivo cuestiones concernientes a la producción, el consumo y usos del suelo.

Construcción de la hipótesis y justificación general de la metodología de trabajo

Hipótesis generales

- Hg₁: La expansión urbana a partir de la suburbanización de la población responde a factores socioespaciales históricos que dan lugar a una distribución desigual.
- Hg₂: La distribución espacial de la expansión urbana se encuentra ligada a cambios en el campo de accesibilidad del área de estudio.
- Hg₃: La modelización de las relaciones existentes en la aglomeración urbana y la distribución espacial de características ambientales, patrimoniales y de productividad rural permite generar herramientas para la toma de decisiones en apoyo al ordenamiento territorial.

Hipótesis generales de trabajo

- Hgt₁: La distribución espacial de la expansión urbana tiene diferentes estructuras espaciales según la clase del mapa social que la produce.

⁶Si bien sus teorías acerca del origen americano de la humanidad fueron refutadas, lo cierto es que los estudios de Ameghino permitieron plantear y probar -por primera vez en la historia- la coexistencia del hombre con aquella misma megafauna extinguida, lo cual hoy en día (y tras numerosas investigaciones posteriores) es un tema aceptado con naturalidad por la comunidad científica.

- Hgt₂: La expansión urbana genera conflictos socioespaciales al entrar en asociación espacial con ambientes naturales frágiles, sitios arqueológicos de valor patrimonial y actividades productivas rurales tradicionales.

Hipótesis derivadas (operacionales)

- Hd₁: El modelado cartográfico entre la expansión urbana y las distribuciones espaciales correspondientes a ambientes naturales frágiles, sitios arqueológicos de valor patrimonial y actividades productivas rurales tradicionales permite evaluar el grado de asociación espacial como indicador relacional.
- Hd₂: Las técnicas de evaluación multicriterio permiten definir sitios prospectivos para la futura expansión de usos del suelo.
- Hd₃: El método LUCIS permite obtener las zonas de conflicto entre usos del suelo como indicadores prioritarios de intervención inicial en las prácticas del ordenamiento territorial.
- Hd₄: Los mapas de síntesis se constituyen en una herramienta de importancia para pasar a la fase propositiva de posibilidades de aplicación en planificación y gestión territorial.

Hipótesis propositivas

- Hp₁: El modelado cartográfico, las técnicas de evaluación multicriterio y el método LUCIS permiten la completa identificación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo.
- Hp₂: Los diagnósticos realizados permiten proponer caminos de solución para eliminar y minimizar los impactos a futuro.

Los principales procedimientos técnico-metodológicos que se realizarán en esta investigación son la aplicación del modelado cartográfico, análisis de evaluación multicriterio y el método LUCIS. Esto permitirá identificar escenarios de conflicto espacial ante la evolución de los usos del suelo en el área de estudio.

Las técnicas de evaluación multicriterio se han convertido en una de las más interesantes líneas de aplicación de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta de planificación territorial. Basado en ellas, el método LUCIS presenta una serie de procedimientos que ligan aspectos cuantitativos y cualitativos tendientes a la identificación de áreas de potencial conflicto en cuanto a la expansión de usos del suelo. El resultado presentará configuraciones espaciales futuras que servirán de base para la toma de decisiones en la planificación regional del área de estudio, constituyéndose en una herramienta de primer orden en apoyo al Ordenamiento Territorial, principalmente en sus etapas de Diagnóstico y Propositiva.

Tipo de diseño de investigación y métodos

La *ciencia como proceso* puede ser considerado el rasgo más característico de lo que se denomina *proceso de investigación científica*. Representa una transformación que forma parte de una evolución secuencial entre dos acontecimientos centrales: el surgimiento de un problema y las acciones que se realizan para encontrarle una solución (Samaja, 2004). En este sentido, el conocimiento en formación lleva al cumplimiento de determinados procedimientos tendientes a la producción de conocimientos científicos que, en el caso de la Geografía Aplicada, resulten, a su vez, de utilidad para la resolución de problemáticas de índole espacial.

A continuación se presenta la secuencia llevada a cabo por la investigación en diferentes fases de desarrollo, desde la teoría hasta la transferencia de resultados.

Fase 1: Conceptual

A desarrollarse durante todo el proceso de investigación, con preponderancia durante el primer año de acuerdo al cronograma de trabajo.

En esta fase se consideran supuestos ideológicos, sistemas de valores, creencias, aspiraciones e intereses desde donde se realiza el estudio, al tiempo que se reflexiona sobre la pertinencia del tema o problemática planteada y su encuadre dentro del pensamiento científico. El proyecto tiene contemplado avanzar en las tres focalizaciones espaciales a través de tomar la teoría de los sistemas complejos (García, 2010).

El *marco epistémico* guía las acciones del proyecto desde el inicio, ya que la problemática a estudiar surgió desde esta instancia. La *base empírica* es el recorte espacial regional de la cuenca del río Luján y los atributos que serán tenidos en cuenta sistematizados en la base de datos geográfica en SIG. Las *prácticas geográficas* para tratar unidades espaciales y atributos se basan en el análisis espacial cuantitativo, a partir de la aplicación metodológica se llega a la Geografía Aplicada con resultados que tienen utilidad para apoyar el ordenamiento territorial prospectivo del área de estudio.

Fase 2: Conceptual-metodológica

A desarrollarse durante el segundo semestre del proyecto de acuerdo al cronograma de trabajo.

En esta fase se hace operativa la formulación aplicativa del proyecto. De esta manera, la problemática planteada se ajusta con la finalidad de poder encuadrarse en el interior del pensamiento científico y surge el interrogante correspondiente a su correcto planteamiento ante la necesidad de su confrontación metodológica con la base empírica.

Comienza con la conformación exhaustiva del *estado de la cuestión* a partir de fuentes bibliográficas obtenidas desde diferentes medios. Esta búsqueda llevará a realizar ajustes en el marco teórico de la investigación, principalmente respecto de los conceptos de base. Esta sistematización permite demarcar definitivamente la investigación, demostrando aquellos aspectos que no fueron tratados o el avance sobre diferentes temas, en definitiva, permite determinar los alcances teóricos y metodológicos de la investigación.

Se delimita el *espacio* (área de estudio), se determina el *tiempo* (años o período), se redefinen los *objetivos* (realizando ajustes en función de la disponibilidad de recursos humanos y económicos) y se determinan los *métodos* que serán empleados. La *profundidad* que tendrá la investigación se encuentra relacionada con el carácter de las hipótesis a ser formuladas.

Aunque las *Hipótesis* sean consideradas las guías de una investigación al constituir las afirmaciones que en su papel de *respuestas conjeturales a las preguntas planteadas* y pueden ser comprobadas o no, pero deben estar en estrecha relación con los objetivos de la investigación. Todas las hipótesis planeadas en esta investigación cuentan con el hilo conductor del crecimiento urbano sobre diferentes ambientes naturales y humanos.

Fase 3: Metodológica-técnica

A desarrollarse desde el segundo al quinto semestre del proyecto de acuerdo al cronograma de trabajo.

Contiene los componentes que permiten concretar lo diseñado a partir de la *definición de tareas y técnicas* que hacen operativas las metodologías. En esta instancia deben ser definidos los elementos a utilizar para medir y poder corroborar/refutar objetivamente los enunciados presentados como hipótesis.

El *procesamiento de los datos geográficos* está relacionado con el trabajo concreto que se hará con los datos obtenidos y sistematizados. En Sistemas de Información Geográfica corresponde al uso del subsistema de *tratamiento*, el cual como *toolbox* (caja de herramientas) dispone de una serie de operaciones estandarizadas que permiten obtener diferentes resultados.

Es durante esta etapa que serán aplicados los siguientes procedimientos de análisis espacial:

Análisis de evaluación multicriterio

Existen variados procedimientos que pueden ser aplicados a esta estructura de datos espaciales, principalmente incluidas en lo que se ha denominado *modelado cartográfico*, especialidad con mayor aptitud para las estructuras de tipo *raster* (DeMers, 2002) y que define las reglas de aplicación para la obtención de resultados mediante procedimientos de superposición cartográfica.

El mayor avance en el modelado cartográfico lo constituyen las denominadas *técnicas de evaluación multicriterio*, las cuales amplían las posibilidades de trabajo hacia la obtención de resultados como configuraciones espaciales de posibilidades a futuro, que están altamente vinculados a los procedimientos *subjetivos* necesarios en el funcionamiento de las metodologías *objetivas*.

El análisis de evaluación multicriterio comienza con una información básica, como se ha dicho, compuesta por variables en formato cartográfico que sirven como criterios para realizar los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios; aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, llamados *factores*, y

las capas temáticas que actúan con la finalidad de confinar los resultados en un sector delimitado del área de estudio, llamados *restricciones*.

Mediante la selección de variables, sus tratamientos tendientes hacia la generación de factores y restricciones, y la determinación de diferentes formas de combinación nos encaminamos hacia la búsqueda de resultados. Las formas de vinculación se denominan *reglas de decisión* y su proceso de aplicación *evaluación*.

Modelo de resolución: Land-use conflict identification strategy (LUCIS)

Tomando como base la lógica de las técnicas de modelado cartográfico (Tomlin, 1990), las de evaluación multicriterio apoyadas por el uso de Sistemas de Información Geográfica, Carr y Zwick (2006, 2007) han propuesto un modelo de resolución estandarizada de interesantes capacidades para la identificación empírica de áreas potenciales de conflicto entre usos del suelo.

El modelo propuesto por estos autores ha sido denominado LUCIS y contempla la realización de diferentes pasos como camino de resolución hacia la obtención del mapa con las áreas de conflicto.

Los pasos para la aplicación del modelo son los siguientes:

1. *Definición de objetivos*
2. *Creación de la base de datos espacial*
3. *Análisis de aptitud*
4. *Determinación de preferencias*
5. *Aplicación de la regla de decisión y reclasificación de resultados*
6. *Identificación de áreas potenciales de conflicto*

El resultado corresponde a la obtención de tres mapas de conflictos para cada uno de los objetivos considerados y un mapa final con la totalidad de doce combinaciones en categorías de usos del suelo con potencialidad de conflicto.

A partir de la aplicación de estos procedimientos se llega a la obtención de resultados en forma numérica, gráfica o cartográfica, siendo esta última el resultado privilegiado de la Geografía Aplicada, y de los Sistemas de Información Geográfica. Son resultados que corresponden básicamente a la *distribución espacial* de las relaciones y problemáticas analizadas.

Al disponer de los resultados es posible pasar a la siguiente *fase* del proceso de investigación, en la cual se hará la validación operativa y empírica.

Fase 4: Validación

En esta etapa se avanza en el *análisis e interpretación de los resultados* a partir del marco teórico base de la investigación. En el caso de la Geografía Aplicada estos resultados corresponderán a *relaciones espaciales de los factores sociales*. De acuerdo a la teoría de los sistemas complejos aplicada al ámbito de la investigación en Geografía (Buzai y Cacace, 2013) desde la focalización espacial que brindan las posturas racionalista y cuantitativa es posible también abordar estos resultados en múltiples

escalas (*infra* y *supra-focal*) a partir de considerar la aptitud de diferentes paradigmas de la Geografía.

Con la finalización del análisis se realiza la *Validación de Hipótesis* cuando se confrontan los resultados con las hipótesis formuladas (*Contrastación*) es posible determinar si los enunciados planteados se corroboran o se refutan. Verificar la veracidad o falsedad de hipótesis es uno de los logros de la investigación y, de esta manera, llegar a una verdad que es provisoria.

A partir de los aspectos obtenidos en los dos componentes previos se llega al *Modelo Explicativo de la Realidad*, instancia definida a partir del trabajo de García (2000). Mediante un proceso de sucesivas representaciones se busca llegar a un modelo que pueda explicar satisfactoriamente la base empírica de la cual partió y con la cual fue construido el sistema como totalidad organizada, no solamente con la intención de describirlo, sino que se explicará la estructura y evolución de los principales procesos que dan cuenta de su función.

Lograr la reconstrucción de la evolución de los principales procesos que determinan el funcionamiento del sistema es lo que permite predecir y plantear evoluciones a futuro. Corresponde considerar que la Geografía no es solamente una *ciencia del presente* como lo establecen las posturas clásicas, sino que también es una *ciencia del futuro* de acuerdo a la tradición sistémica. En base a estas posibilidades se prevé obtener gran parte de los resultados, configuraciones espaciales de conflictos, como visión prospectiva para la realización de propuestas de ordenamiento territorial.

Fase 5: Transferencia

Mediante la elaboración de diferentes *resultados* se llega a la fase de transferencia, que básicamente la consideraremos dirigida a dos ámbitos: Hacia la *investigación y docencia* y hacia la *planificación y gestión*. La primera corresponde a una transferencia directa en las asignaturas de grado-posgrado y a los proyectos de investigación en curso desarrollados por los miembros del grupo en el nivel universitario. La segunda como elementos de base hacia los organismos de gestión territorial brindando una herramienta para la toma de decisiones.

Organismos que presentan interés en los resultados obtenidos, tanto por participar de relaciones académicas como vinculados a través de convenios institucionales con la Universidad Nacional de Luján: Comité de Cuenca del río Luján, Municipalidad de Luján, Municipalidad de Mercedes, Municipalidad de San Andrés de Giles y Museo de Ciencias Naturales "Carlos Ameghino" de Mercedes y Red UNIDESARROLLO.

La transferencia incluye divulgación de los resultados a través de presentaciones y publicaciones, tanto de material escrito como de bases de datos. Se contempla la realización de talleres en el Laboratorio de Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica (LabSIG) para difundir el uso de resultados como herramienta de planificación y gestión.

Impacto del proyecto

Se espera que los resultados del proyecto impacten no sólo en el acrecentamiento del estado de la cuestión sobre la cuenca del río Luján sino también sobre el desarrollo de procedimientos de análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica. Esto último como elementos de base hacia los organismos de gestión territorial brindando una herramienta para la toma de decisiones. Los organismos que presentan interés en los resultados obtenidos, tanto por participar de relaciones académicas como vinculados a través de convenios institucionales con la Universidad Nacional de Luján son: Comité de Cuenca del río Luján, Municipalidad de Luján, Municipalidad de Mercedes, Municipalidad de San Andrés de Giles y Museo de Ciencias Naturales "Carlos Ameghino" de Mercedes. Las áreas disciplinares involucradas incluyen principalmente a la Geografía, Arqueología y estudios ambientales. Desde un punto de vista técnico se aporta al desarrollo de aplicaciones concretas de Análisis Espacial y de Sistemas de Información Geográfica, y desde un punto de vista de transferencia la generación de una herramienta para la toma de decisiones en la práctica del Ordenamiento Territorial.

Bibliografía

Acuña Suárez, G.E.; Lanzelotti, S.L.; Coronel, G.; Arzani, H. 2013. Arqueología y Paleontología de la cuenca superior y media del río Luján. Estado Actual y Perspectivas. ***I Congreso de Ambiente y Sociedad de la cuenca del río Luján. Programa de actividades.*** Luján, 30 de noviembre de 2013.

Ameghino, F. 1880-81. ***La Antigüedad del Hombre en el Plata.*** Masson-Igon Hnos. París-Buenos Aires

Arellano, B.; Roca, J. 2010. El *Urban Sprawl*, ¿Un Fenómeno de Alcance Planetario? Los Ejemplos de México y España. ***Arquitectura, Ciudad y Entorno*** 4(12):115-147.

Arribas-Bel, D.; Nijkamp, N.; Scholten, H. 2011. Multidimensional urban sprawl in Europe: A self-organizing map approach. ***Computers, Environment and Urban Systems*** 35:263-275

Baxendale, C. 2010. El crecimiento de la aglomeración de Rosario (1931-2000) y su relación con unidades cartográficas de suelos, capacidades de uso e índices de productividad. En: Buzai, G. (Ed) ***Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones,*** pp. 395-420. GESIG. Luján.

Baxendale, C.; Buzai, G.D. 2011. Dinámica de Crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en el Gran Buenos Aires (Argentina), 1869-2011. Análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica. ***Serie Geográfica,*** pp. 77-95. Universidad de Alcalá de Henares. Alcalá.

Berry, J.K. 1996. The Unique Character of Spatial Analysis. ***GIS World.*** April: 29-30.

Borsdorf, A. 2003. Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. ***Eure*** 29(86).

Bruegmann, R. 2005. ***Sprawl. A Compact History.*** The University of Chicago. Chicago.

Buzai, G.D. (Dir) 2002. **Atlas Digital de la cuenca del río Luján**. Universidad Nacional de Luján. Luján (versión CD).

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.

Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2010. Determinación de zonas de potenciales conflictos entre usos del suelo en el Partido de Luján, Buenos Aires, Argentina. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzenoletas, M.A. (2011) **Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica**. Proeg-11, pp. 175-183. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 1998. Buenos Aires (1869-1991). La geometría urbana como representación de una historia económica y sociodemográfica. **Signos Universitarios** 18(34):71-88.

Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzenoletas, M.A. 2010. Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzenoletas, M.A. (2011) **Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica**. Proeg-11. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Buzai, G.D.; Cacace, G. 2013. El concepto de espacio. **Si Muove** 5:34-38

Carr, M.H.; Zwick, P.D. 2006. Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in north central Florida. **Journal of Conservation Planning** 1(1):89-105.

Carr, M.H.; Zwick, P.D. 2007. **Smart Land Use Analysis. The LUCIS Model**. ESRI Press. Redlands.

DeMers, M. 2002. **GIS Modeling in raster**. John Wiley. Chichester.

Dzenoletas, M.A. 2010. Determinación de zonas de potencial conflicto de usos del suelo en la ciudad de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzenoletas, M.A. (2011) **Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica**. Proeg-11, pp. 184-203. Universidad Nacional de Luján. Luján.

Lanzelotti, S.L.; Acuña Suarez, G.E. 2014. **Florentino Ameghino en Mercedes. Homenaje en el centenario de su fallecimiento**. MCA Libros. Mercedes.

Lanzelotti, S.; Buzai, G.D. 2015. **Cuenca del río Luján. Su delimitación.** Informe técnico del Proyecto PICT-2014-1388. N° 1. GESIG-PRODISIG. Luján.

Matteucci, S.; Morello, J.; Buzai, G.D. 2006. **Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural.** Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.

O'Sullivan, D.; Unwin, D. 2003 **Geographic Information Analysis.** John Wiley & Sons. New Jersey.

Philipponneau, M. 2001. **Geografía Aplicada.** Ariel. Barcelona.

García, R. 2000. **Sistemas Complejos.** Gedisa. Barcelona.

Samaja, J. 2004. **Epistemología y Metodología.** Eudeba. Buenos Aires.

Tomlin, C.D. 1990. **Geographic Information Systems and Cartographic Modeling.** Prentice Hall-Englewood Cliff. New Jersey.

Tsai, Y. H. 2005. Quantifying Urban Form: Compactness versus 'Sprawl' **Urban Studies.** 42(1):141–161.

Viloria, F.; Arzani, H.; Migale, L.; Acuña, G.; Lanzelotti, S. 2011. Entre la arqueología, la historia y los recuerdos: la Pulpería de Villar en Mercedes (Buenos Aires). En: **Temas y problemas de la Arqueología Histórica**, Tomo II, pp. 91-102. Editado por Mariano Ramos, Alicia Tapia, Fabián Boggnani, Mabel Fernández, Verónica Helfer, Carlos Landa, Matilde Lanza, Emanuel Montanari, Eugenia Néspolo y Virginia Pineau. Universidad Nacional de Luján. Luján.