

## **Análisis socioespacial y modelización prospectiva del contexto de riesgo por inundaciones en la ciudad de Luján (Buenos Aires, Argentina) 2010-2030**

Noelia Principi (2021). Tesis de Doctorado en Geografía (CONEAU Res. 754/09. Categorización A). Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. 213 pp. Fecha de defensa: 12/03/2021. Director: Dr. Gustavo D. Buzai. Codirector: Dr. Marcelo Sili.

Agradezco a los editores de *Revista Universitaria de Geografía* por la invitación realizada, la cual me permite presentar con agrado esta reseña de la tesis de doctorado realizada por Noelia Principi bajo mi dirección, defendida el viernes 12 de marzo y aprobada con la máxima calificación. Aprovecho esta oportunidad para manifestar la satisfacción de haber compartido la tarea con Marcelo Sili como codirector de la investigación y agradecer a los miembros del jurado compuesto por Alejandra Gheraldi (UNS-CONICET), Liliana Ramírez (UNNE-CONICET) y de Maurici Ruiz Pérez (UIB, España), por sus valiosos comentarios al trabajo.

Esta tesis es el resultado del recorrido académico de la autora en la línea temática del análisis espacial cuantitativo con Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el cual participé por un lapso de tiempo de poco más de una década, como director de sus diferentes becas<sup>1</sup>, que dieron lugar a las tesis de licenciatura, especialización y maestría, siendo la primera y la tercera publicadas como libro (Principi, 2013, 2019a). En estos trabajos se encuentra una importante secuencia de avances teóricos y aplicaciones metodológicas a diferentes casos de estudio que se presentan como base sustancial de la investigación doctoral.

La tesis de maestría fue realizada en Costa Rica mediante una beca de la OEA vinculada a su participación como integrante del PICT 2014-1388<sup>2</sup> desarrollando un tema central del proyecto, el modelado de las áreas de potencial conflicto de usos del suelo en la cuenca del río Luján. Al finalizar esta investigación, Noelia Principi me propuso avanzar en un cambio de escala hacia un mayor detalle centrado en el contexto del riesgo por inundaciones en la ciudad de Luján, una temática, en una primera instancia, de gran relevancia para la población local.

---

<sup>1</sup> Beca de entrenamiento de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), 2011-2012. Beca de Posgrado de la Universidad Nacional de Luján (UNLu), 2013-2014. Beca para estudios de posgrado de la Organización de los Estados Americanos (OEA), 2014-2016. Becas de perfeccionamiento y formación superior de la UNLu (2016-2021).

<sup>2</sup> “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)”, realizado en la Universidad Nacional de Luján entre el 2015 y 2019. Dirección: Gustavo Buzai. Codirección: Sonia Lanzelotti.

La propuesta me resultó muy interesante cuando me planteó estudiar el tema desde una perspectiva modelística y sistémica, esta vez, apoyada conceptualmente en la teoría de los sistemas complejos. En un contexto académico en el que hay una gran cantidad de trabajos geográficos que se focalizan en aspectos cualitativos basados en la percepción y la realización de encuestas como estrategia metodológica principal, sin desconocer su importancia, la investigación planteada sería superadora vinculándose a una postura objetivista del materialismo sistémico y, en este sentido, en una segunda instancia, no tuve dudas de su importante relevancia científica como aporte geográfico.

Cuando analizamos la planificación de su desarrollo, no pude dejar de recordar que hace poco más de treinta años comenzábamos a leer trabajos que realizaban una crítica al concepto de desastres naturales, considerando que no eran naturales, sino sociales, ya que si no existiera una población no existiría el riesgo y la vulnerabilidad. Es real y un buen punto de partida, pero lo escuchamos una y otra vez durante décadas, como si todavía mereciera ser afirmado. A mi modo de ver, este accionar corresponde a un desarrollo crítico que mantiene discusiones sin sentido y que quedan estancadas ante la dificultad de superación.

La formulación inicial, basada en la Geografía Humana, consideró la problemática socioespacial y a partir de allí permitió avanzar en teorías multiescalares y métodos de análisis espacial prospectivo. El nivel de focalización es espacial, abordando problemáticas socioespaciales, y se consideraron otros niveles de análisis en interacción, supra-focales como el económico e infra-focales como las opiniones específicas de las personas. El estudio tiene en cuenta a los individuos en particular, siendo que sus resultados serían logrados para avanzar en el mejoramiento de las condiciones de vida de grupos de población asentados en áreas sometidas a tensiones de diferente índole. Este tipo de abordaje científico-tecnológico se encuentra vinculado al desarrollo tecnológico en el marco de la cuantificación, una línea que se presenta como un importante campo de desarrollo de los estudios de Geografía Humana en Argentina.

Consideré que poner en marcha este proyecto constituía una decisión académica muy valorable y comprometida hacia una Geografía Aplicada que presentara desarrollos conceptuales a perfeccionar en el ámbito de la Geografía Humana. Es de destacar las acciones principales en el nivel de capacitación curricular a través de cursos de afinidad temática ofrecidos en la carrera de doctorado<sup>3</sup> y otros realizados en diferentes instituciones con el objetivo de profundizar conocimientos aplicables

---

<sup>3</sup> “TIG y ocupación del territorio (Land Use/Land Cover) en la delimitación de riesgos naturales”, dictado por Alfredo Ramón Morte, y “Análisis y modelado espacial de diferentes problemáticas ambientales a partir de la aplicación de geotecnologías”, dictado por Guillermo Ángeles. Ambos cursos desarrollados en el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, 2019).

en *hidrografía*<sup>4</sup>, *cambios de usos del suelo*<sup>5</sup>, *modelos digitales de elevación*<sup>6</sup> y *riesgos urbanos*<sup>7</sup>. En este sentido, es destacable los resultados de importantes síntesis teóricas que fueron consolidando el camino analítico del riesgo en el marco de un programa de investigación delineado que conjuga el análisis de riesgos enmarcado en la relación entre Geografía y SIG (Principi, 2019b) y un enfoque sistémico integrado que considera la complejidad, no como complicación, sino como perspectiva de interdefinibilidad e interacciones en relaciones multivariadas (Principi, 2020).

Sin dudas, esta investigación constituye un modelo del progreso paulatino que se produce por acumulación de conocimientos en un contexto paradigmático que permite trazar un claro camino para la realización de un programa de investigación que se dirige a objetivos precisos.

La tesis se focaliza en la dimensión espacial del riesgo por inundaciones en la ciudad de Luján, Argentina, en su configuración actual y circunstancias futuras. Apoyado en el paradigma de la Geografía Cuantitativa efectúa un análisis sistémico a partir de relacionar el subsistema físico-natural centrado en la amenaza por inundaciones mediante la representación de diferentes niveles de agua, y el subsistema humano en la caracterización de la vulnerabilidad socioeconómica de la población considerando variables de índole social, económica, educativa y habitacional integradas con procedimientos estadísticos de análisis multivariado. El modelado cartográfico, asimismo, permitió generar el panorama prospectivo del impacto de la expansión urbana. Los vínculos entre elementos de los subsistemas posibilitaron mostrar un claro equilibrio entre teoría, metodología y aplicación al brindar elementos conceptuales que permiten ampliar el acervo de conocimientos del *estado del arte* y el apoyo concreto a la toma de decisiones en el ámbito del ordenamiento territorial.

Considerando los aspectos generales presentados, los objetivos particulares, que fueron alcanzados en su totalidad, consistieron en determinar y representar espa-

<sup>4</sup> Estadía de capacitación en el Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, actividad realizada con Ilda Entraigas, Guadalupe Ares, Luisa Fajardo y Georgina Cazenave (Azul, 2017).

<sup>5</sup> Curso “Simulación de escenarios de cambios de usos del suelo urbano mediante Sistemas de Información Geográfica. Análisis de sus impactos ambientales y en salud”, dictado por Santiago Linares, Natasha Picone y Adela Tisnés en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Tandil, 2018).

<sup>6</sup> Curso “Aplicaciones de Modelos Digitales de Elevación”, dictado por María Isabel Sassone en la Universidad Nacional de Luján y organizado por la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER) en la XII Jornadas de Geotecnologías y Educación (Buenos Aires, 11 al 15 de noviembre de 2019).

<sup>7</sup> Cursos de capacitación “Parametric modeling simulate alternative futures of cityscape”, dictado por Ana Clara Moura, y “The use of Geodesign for the environment conflict: negotiation about urban growth, risk management and environmental protection”, dictado por Carl Steinitz, ambos realizados en la Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) como actividad del evento Risk Management, Urban Growth and Environmental Protection-GeoDesign 2019 (Florianópolis, 11 al 13 de diciembre de 2019).

cialmente las áreas con peligro de inundación, determinas niveles de vulnerabilidad socioeconómica de la población, realizar cartografía de riesgo vinculando los dos grandes componentes del análisis mencionados anteriormente y analizar las configuraciones espaciales proyectadas al futuro.

La centralidad de los trabajos técnicos estuvo dada en procesos de *modelización* como aproximación teórico-metodológica que permitiría llegar a resultados prospectivos. Entre estas tareas encontramos la simulación de niveles de agua para la generación de escenarios de amenazas, la aplicación de procedimientos estadísticos de análisis multivariado incorporando datos censales, interpretación modelística de la vulnerabilidad a partir del mapa social de la ciudad, modelado cartográfico en la obtención del mapa de riesgo actual (amenaza x vulnerabilidad), crecimiento urbano hacia el 2030 mediante la aplicación de autómatas celulares y una red neuronal artificial y la realización de una representación final de integración incorporando servicios públicos y privados (escuelas, centros de salud) en un producto cartográfico final que presentaba áreas de riesgo actual y futuras con diferentes prioridades de intervención para su planificación.

A partir de la modelización fueron obtenidos la totalidad de resultados, que consistieron en el reconocimiento de diferentes áreas de la ciudad donde se presenta la amenaza de inundaciones y genera los mayores inconvenientes, en el patrimonio histórico y población del centro de la ciudad, hasta los barrios periféricos y población en asentamientos precarios en valles de inundación. El mapa de vulnerabilidad puso en evidencia las diferencias socioespaciales intraurbanas necesarias para identificar la desigualdad al momento de enfrentar la amenaza de inundación. Esta distribución espacial mostró que la vulnerabilidad aumenta de forma continua desde el centro a la periferia, salvo en los casos de las últimas áreas residenciales integradas en los bordes urbanos que corresponden a poblaciones de buenos niveles socioeconómicos.

Asimismo, se determinó la relación causal entre la distribución espacial de la vulnerabilidad socioeconómica y el mapa social urbano. Esto permitió corroborar que la heterogeneidad en la distribución espacial del riesgo y, particularmente, la vulnerabilidad como su componente de mayor importancia responden a situaciones estructurales y no a aspectos coyunturales que propician rápidos cambios. El trabajo genera cartografía de riesgo como resultado inédito para el área de estudio, en la cual se presentan diferentes niveles como herramienta concreta para la planificación territorial. El resultado del modelado prospectivo prevé un aumento del 20% de la aglomeración del cual parte se produce por áreas donde existe amenaza de inundaciones, aumentando los niveles de riesgo hacia el 2030. Finalmente, fueron identificadas cuatro áreas prioritarias de planificación con altos niveles de riesgo en un diagnóstico claro en avance hacia una Geografía Aplicada de relevancia teórico-metodológica para la geografía y de relevancia aplicada para la sociedad.

Por todo lo anterior, queda de manifiesto que la investigación, a su vez, representa un compromiso ético y científico-social asumido por la autora como profesional de la geografía. Su concreción queda expresada a partir del trabajo realizado y apoyado en una ciencia empírica que utiliza su construcción de conocimientos para ser aplicado a problemáticas específicas centradas en la componente humana, principalmente generando resultados que lleven a mejorar las condiciones de vida de la población.

Como director de esta tesis estoy muy complacido por todo el recorrido realizado, por los resultados que se presentan, por la obtención del título de doctorado muy merecido para la doctoranda y porque también impulsa el avance académico del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG) del Instituto de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional de Luján. Invito a consultar esta tesis (esperando que en un futuro próximo sea publicada como libro) porque, a mi modo de ver y, como conclusión global, puedo decir que es una de las mejores muestras del rol central que cumple la Geografía para comprender el mundo y de las actuales posibilidades que tienen los geógrafos en la generación de resultados académicos concretos para su eficaz transformación.

Dr. Gustavo D. Buzai\*

## Referencias

Principi, N. (2013). *Análisis de la estructura espacial regional*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.

Principi, N. (2019a). *Análisis espacial de conflictos entre usos del suelo en la cuenca del río Luján*. Luján: EdUNLu, Editorial de la Universidad Nacional de Luján.

Principi, N. (2019b). Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Sus aportes a los estudios de riesgo. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica* (Editorial), 13, 1-3.

Principi, N. (2020). El enfoque sistémico en el análisis de riesgos en Geografía. *Anuario de la División Geografía*, Luján: Universidad Nacional de Luján, 1-8.

---

<sup>8</sup> Director del Instituto de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional de Luján e Investigador Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. gdb@unlu.edu.ar