

## Simulan escenarios urbanos futuros usando redes neuronales artificiales

Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales que simulan el funcionamiento del cerebro humano para procesar información y predecir comportamientos de un fenómeno o problema. Investigadores de la UNNE utilizan esta tecnología para simular la expansión del suelo urbano hacia el año 2030 en ciudades intermedias de la provincia de Corrientes.

Una red neuronal es un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información. Funciona simultaneando un número elevado de unidades de procesamiento interconectadas que parecen versiones

abstractas de neuronas. El proceso permite predecir cambios o comportamientos futuros de un fenómeno en base a datos del pasado.

Se trata de una tecnología en auge a nivel internacional en distintas disciplinas y una de las ramas de aplicación es la planificación urbana-territorial.

En la UNNE, una investigación aborda el uso de métodos basados en redes neuronales artificiales para la modelización del cambio de usos de suelo en ciudades intermedias de la provincia de Corrientes. Las ciudades intermedias en la región presentan un proceso sostenido de crecimiento poblacional y de cambio de uso de suelo en las últimas décadas.



"Los modelos de redes neuronales artificiales tienen múltiples aplicaciones"

"En su aplicación al estudio del uso del suelo urbano, los modelos de redes neuronales artificiales constituyen una herramienta tanto para explicar los procesos generados en un territorio, así como para simular posibles situaciones futuras en base a datos del pasado" explicó la agrimensora Laura Fabiana Gómez, responsable del estudio.

La profesora Gómez es docente-investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE, y especialista en Tecnologías de Información Geográfica por la Facultad de Humanidades de la UNNE, especialización en la que como trabajo integrador final realizó un análisis de la expansión urbana entre los años 1990 y 2016 en las ciudades de Paso de los Libres, Santo Tomé y Curuzú Cuatiá (Provincia de Corrientes).

Como continuidad de esa línea de abordaje, comenzó un nuevo estudio sobre la expansión del suelo urbano entre los años 1990 y 2010 en ciudades intermedias de la Provincia de Corrientes, para identificar tendencias y escenarios para los próximos 20 años. Esta nueva investigación se apoya en modelos de redes neuronales artificiales para simular "escenarios futuros".

En el marco del proyecto, se está avanzando en simular escenarios de uso de suelo de trayectoria lineal para el año 2030 para la ciudad de Curuzú Cuatiá. Entre algunos de los resultados que se están observando de modelar los posibles escenarios de la expansión del suelo urbano de Curuzú Cuatiá, se prevé una fuerte consolidación del área urbana consolidada, un avance del área consolidada hacia el oeste, superando la Ruta Nacional N° 119 y un crecimiento del área urbana consolidada hacia el sector sur.

"Describir un escenario futuro no es hacer futurología ni una predicción que no fallará, sino disminuir incertidumbre de los cambios que podrían producirse en base a los datos ingresados como variables" señaló la especialista.

Para el trabajo aplicado a la ciudad de Curuzú Cuatiá se trabaja con bases de datos geográficas que recogen dos periodos temporales de estado de usos de suelo urbano (1990 y 2010) para simular escenarios al año 2030.

Se espera que el proceso aplicado en Curuzú Cuatiá sirva para ajustar metodologías de trabajo para aplicarse en otras ciudades intermedias para el estudio de usos de suelo.

**Detalles del Estudio.** La profesora Gómez explicó que los modelos pueden ser clasificados en base a los Sistemas de Información Geográfica como "descriptivos", cuando intentan responder a cuánto y dónde ha cambiado algo; "explicativos" cuando intentan responder al porqué de tales cambios; y de

"simulación" cuando busca responder el interrogante de "qué pasaría si suceden determinadas cuestiones".

En esta última categorización, de "simulación", los modelos basados en redes neuronales artificiales se constituyen como una herramienta muy interesante, aunque existen muchas otras posibles.

En este tipo de estudios existen determinados factores que intervienen en procesos de cambio del uso del suelo. Diferentes autores los exponen como factores topográficos, existencia de equipamiento, nuevos estilos de vida en ambientes suburbanos, factores socioeconómicos y legales-administrativos, crecimiento de población, y factores derivados de proximidad, como cercanía a cursos de agua, vías de comunicación, a zonas urbanas existentes, entre otros.

"Si bien de la relación del crecimiento urbano y todos esos factores no es posible deducir una consecuencia directa, el entendimiento de esta relación se convierte en un elemento más para la comprensión de las problemáticas actuales y la reducción de la incertidumbre para prever lo que podría pasar a futuro" señaló la investigadora en referencia a distintos autores que toma en cuenta para el trabajo.

*"Los modelos de redes neuronales artificiales permiten explicar los procesos generados en un territorio, así como simular posibles situaciones futuras en base a datos del pasado"*

Remarcó así que los modelos de redes neuronales artificiales permiten definir "escenarios futuros", que deben entenderse como un pensamiento futuro, posible, pero no como una realidad futura, tan sólo una herramienta para aproximarse a lo que podría llegar a pasar y además permite esclarecer la acción presente planificadora a la luz de posibles futuros.

Metodología. Sobre la metodología de trabajo, explicó que se divide en tres pasos grandes, cada uno de los cuales a su vez tiene sus propias metodologías incorporadas.

El primer gran paso es analizar cambios, para lo cual se tomaron dos mapas de uso de suelo de 1990 y 2010 de Curuzú Cuatiá. En esa construcción el software utilizado superpone los dos mapas y compara que pasa entre un momento y otro. Allí obtiene cambios en las categorías analizadas, como ser pérdidas, ganancias, cambios totales, entre otros, en cada uso de suelo, e intercambios y transiciones, entre los diferentes usos.

El paso siguiente es identificar las "transiciones dominantes", o sea los cambios más importantes hacia cierto uso del suelo, en este caso el área urbana.

Las variables seleccionadas en el estudio de expansión del uso de suelo urbano en Curuzú Cuatiá fueron: distancia entre áreas urbanas existentes, distancia a equipamientos educativos, distancia a espacios verdes, distancia a cursos de agua, área no inundable, distancia a la zona cívico-administrativa, distancia a rutas nacionales y provinciales, alturas.

El tercer paso es calcular los potenciales de transición usando redes neuronales artificiales. Para ello deben conocerse las variables que interferirán en el modelado, que pueden ser estáticas o dinámicas, siendo estas últimas posibles de recalcularse en el tiempo.

El funcionamiento del modelo parte de los mapas de usos del suelo y las variables seleccionadas. El algoritmo con el que se trabaja extrae muestras aleatorias, la mitad son usadas para entrenar el modelo y la otra mitad para validarlo. Se asignan pesos aleatoriamente y se obtiene un determinado resultado.

A partir de allí se compara lo observado y lo esperado, y se calcula el error medio cuadrático. Cuando la diferencia entre dos salidas sucesivas es mínima el proceso para y todo lo que aprendió la red se guarda y se utiliza posteriormente para generar lo que se conoce como potenciales de transición.

Algo particular es que todo este el proceso se repite entre 4 mil y 10 mil veces.

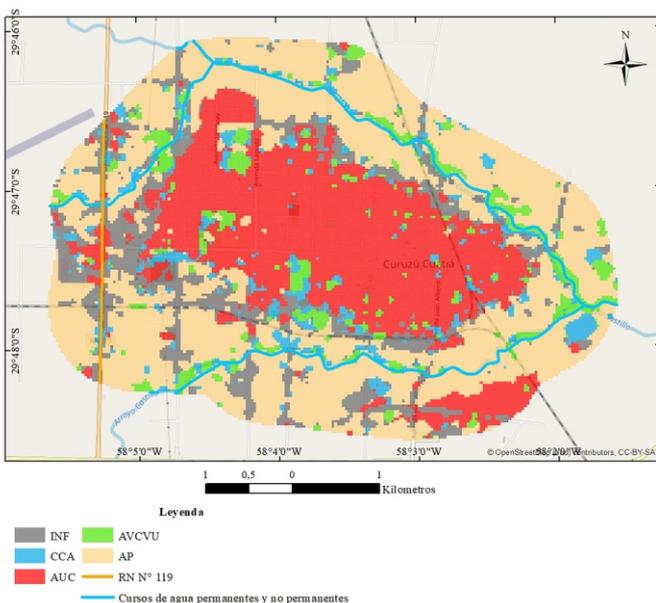
"Así se generan los potenciales de transición. Son mapas que indican las probabilidades de que los usos de suelo muten hacia un uso en particular", explicó la profesora Gómez.

Mencionó que el sistema utiliza todo lo entrenado por la red neuronal, pues en función de lo que calculó una vez luego calcula una matriz de cantidad de cambios, que se recalcula en función del año que se carga para simular, y así determina la cantidad de cambios a futuro en base a lo que sucedió en el pasado.

Se generan dos escenarios: uno de predicción dura y otra de predicción blanda que es un mapa de vulnerabilidad de cambio.

**Conclusión.** "Los modelos para localizar patrones de comportamiento son una herramienta muy útil para determinar la aptitud de ciertos territorios para recibir uso de suelo, de acuerdo a patrones establecidos previamente basados en datos del pasado" concluyó la autora del estudio.

Reiteró que el trabajo respecto a la ciudad de Curuzú Cuatiá representa una instancia de ajuste de la propuesta metodológica para posteriormente ampliarlo al estudio de otras ciudades intermedias.



Una red neuronal es un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información

José Goretta