

LA REVOLUCIÓN

DE LOS DRONES



Los geodatos generados mediante UAV impulsan la innovación en políticas

Los funcionarios estiman que en 2015 había 20.000 drones en funcionamiento solo en Brasil, con funciones principales en la agricultura, minería, inspecciones de infraestructuras, seguridad y control de fronteras, y diagramación de zonas ambientales y ciudades. Crédito: iStock.com/dabidy

Por John Wihbey

LOS DRONES REVOLUCIONAN LA RECOLECCIÓN DE DATOS Y EL MAPEO, Y DAN LUGAR A GRANDES CAMBIOS Y NUEVAS OPORTUNIDADES EN LOS CAMPOS DE LA GESTIÓN DE SUELO, POLÍTICAS Y DEFENSA.

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) empezaron a usarse de forma generalizada en todo el mundo hace una década aproximadamente, cuando su costo cayó rápidamente en el mercado de consumo. En los países en vías de desarrollo y en las zonas que se urbanizan a toda velocidad, los drones se están convirtiendo en una herramienta esencial para garantizar los derechos territoriales, actualizar los mapas en línea en tiempo real y comprender los patrones de los asentamientos no planificados. Desde América Latina hasta Asia Meridional se están lanzando drones en los sectores de la información geoespacial y la gestión territorial. Esta actividad está a cargo de agrimensores, para definir parcelas urbanas específicas; tasadores, para determinar el valor de un terreno en un territorio periurbano; y empleados privados y públicos, para actualizar información territorial.

Los drones pueden poseer cámaras aéreas multiespectrales de formato pequeño y producir imágenes tanto del entorno visible como del espectro infrarrojo; esta capacidad técnica ofrece un complemento importante a la fotografía aérea tradicional e incluso a las imágenes satelitales de alta resolución. Dado que los UAV pueden volar muy bajo y seguir patrones estrechos y repetitivos, pueden crear imágenes detalladas con resolución de un centímetro o, mejor, permitir crear imágenes tridimensionales.

Además, su potencial democrático está generando entusiasmo, dado que dan más poder a los ciudadanos, a las organizaciones no gubernamentales y a otras redes informales más pequeñas. “Los drones marcarán la diferencia en los procesos de políticas y de toma de decisiones, dado que los

ciudadanos participan en la creación de datos en momentos críticos”, destaca Diego Alfonso Erba, ingeniero tasador y experto en sistemas de gestión de suelo en América Latina. “Los ciudadanos pueden controlarlos, tomar fotos de una situación y compartir los resultados con las autoridades. En situaciones que evolucionan a toda velocidad, en las que se observa la generación de asentamientos informales, extracciones de recursos no autorizadas o conflictos, los drones pueden ofrecer pruebas a los sistemas legales”.

El uso pionero de los drones en América Latina para enriquecer y mejorar las políticas y la gestión de suelo está haciendo eco en todo el mundo. “En China estamos haciendo lo mismo”, dice Zhi Lui, director del programa en China del Instituto Lincoln y director del Centro de desarrollo urbano y políticas de suelo de la Universidad de Pekín y el Instituto Lincoln (PLC), de Beijing. En Asia Oriental, los drones están ayudando en las investigaciones y experimentos nuevos de alta tecnología para modernizar los registros de usos contemporáneos y para ayudar a abordar otros desafíos a gran escala, como la implementación potencial de un impuesto inmobiliario.

El potencial democrático de los drones está generando entusiasmo, dado que dan más poder a los ciudadanos, a las organizaciones no gubernamentales y a otras redes informales más pequeñas. “Los drones marcarán la diferencia en los procesos de políticas y de toma de decisiones, ya que los ciudadanos participan en la creación de datos en momentos críticos”.

Catastros: registros territoriales públicos en América Latina

En América Latina y Asia, los drones demuestran ser particularmente útiles en la evolución de los “catastros” territoriales: registros públicos que gestionan la información relacionada con parcelas y que tienen una función clave en la toma de decisiones sobre el uso territorial en toda América Latina.

En gran parte de la región los sistemas territoriales de catastro existentes provienen de un modelo “ortodoxo” importado hace siglos desde la Europa colonial, según relata Erba, coautor de *Making Land Legible: Cadastres for Urban Planning and Development in Latin America (Hacer legible el suelo: catastros para la planificación y el desarrollo urbano en América Latina)*, publicado en 2016 por el Instituto Lincoln. Erba encabeza un trabajo que pretende actualizar estos sistemas de registro territorial a los que

se conoce como “catastros multipropósito (MPC, por su sigla en inglés)” y los drones tienen un papel crítico en esta evolución.

Los catastros tradicionales u “ortodoxos” se mantienen como registros públicos gracias a organismos gubernamentales. No son válidos para la creación de políticas urbanas actuales porque solo cubren parcelas privadas y dan pocos detalles sobre los atributos físicos, legales y económicos. En cambio, los catastros multipropósito se mantienen gracias a las partes interesadas voluntarias de una jurisdicción que se comprometen a enviar información más completa e inclusiva sobre una ciudad. Los MPC pueden incluir datos alfanuméricos y catastros temáticos o específicos de un dominio, relacionados con el entorno, los sistemas de transporte o las redes de servicios, y se pueden organizar por organismos gubernamentales o privados. Algunos beneficios pueden ser un mejor planeamiento urbano, impuestos más equitativos que aumentarán la renta y una base impositiva más amplia.

“La integración de datos que ofrece el modelo de MPC es la forma más directa de identificar y controlar las características económicas, físicas, legales, ambientales y sociales de las parcelas y

sus ocupantes”, observan Erba y su coautor, Mario Piumetto, un tasador territorial especialista en sistemas de información geográfica. “Los planificadores necesitan esta información para gestionar el crecimiento de las ciudades, definir estrategias de financiación urbana, reducir la informalidad y analizar el impacto de las intervenciones del gobierno” (Erba y Piumetto, 2016). Con la democratización de las herramientas de monitoreo geoespacial, la tecnología de los drones ayuda a facilitar el camino hacia los MPC con múltiples interesados.

Las ciudades latinoamericanas consolidadas con catastros existentes utilizan drones para abordar desafíos asociados con la construcción informal. Por ejemplo, Erba y Piumetto destacan la villa 31, una de las zonas más valiosas de Buenos Aires, donde unas 40.000 personas erigieron construcciones informales de hasta cinco pisos en una superficie de 100 manzanas. En 2016, el gobierno lanzó un sondeo por dron junto con un escáner láser a nivel del suelo que creó un modelo 3D y generó estadísticas sobre la ocupación de viviendas, calles y espacios públicos. Con esta imagen más precisa del desarrollo residencial, las agencias y las partes interesadas están mejor posicionadas para que los habitantes informales hagan una transición para poseer las propiedades formalmente y participen en los procesos de planificación.

Ecuador también es una prueba de cómo los catastros mejorados por drones pueden promover la capacidad de recuperación. La ciudad de Portoviejo utiliza drones para hacer cumplir las reglamentaciones que prohíben ocupar espacios públicos. Las autoridades compararon registros de 2010 con imágenes de control tomadas por drones y se determinó que más de 7.000 construcciones nuevas violaban la normativa. En abril de 2016 este registro de asentamiento en tiempo real, que es más preciso, demostró ser imprescindible cuando un terremoto de 7.8 puntos causó estragos en las estructuras de todo Portoviejo y mató a más de 200 personas. Las fotos que se tomaron luego del terremoto se compararon con grabaciones recientes de drones; así, se facilitaron los trabajos de rescate y reconstrucción.

En abril de 2016 este registro de asentamiento en tiempo real, que es más preciso, demostró ser imprescindible cuando un terremoto de 7.8 puntos causó estragos en las estructuras de todo Portoviejo, Ecuador, y mató a más de 200 personas. Las fotos que se tomaron luego del terremoto se compararon con grabaciones recientes de drones; así, se facilitaron los trabajos de rescate y reconstrucción.

Valuación masiva con ayuda de SIG en China

En China, los drones podrían resultar de gran utilidad en los trabajos actuales para calcular el valor de las propiedades (ver pág. 8). Desde 2003, China espera que se introduzca un impuesto inmobiliario municipal sobre la tenencia privada de propiedades residenciales, algo que durante muchas décadas, los gobiernos municipales no pudieron hacer. Sin embargo, la mayoría de las ciudades se enfrentan a una barrera técnica inmensa: no hay un sistema de tasación de propiedades ni una base de datos. Los investigadores esperan que los drones puedan ayudar a formar la base subyacente para hacer las tasaciones.

“El asunto es cómo podemos ayudar a tantas ciudades de China a desarrollar con rapidez un sistema de catastro, que es la base de los sistemas de impuestos inmobiliarios”, confiesa Liu, y destaca que el PLC financia un proyecto de investigación en China orientado a ofrecer innovaciones en esta materia. En la etapa siguiente, los investigadores de China deberán combinar los datos de derechos de propiedad con representaciones 3D de parcelas creadas por tecnologías de drones. Es indispensable que el gobierno entregue a los investigadores todos los datos relativos a derechos de propiedad, como información formal de propiedad y el tamaño de las unidades, parcelas y edificios, para poder emparejar las imágenes 3D de forma precisa. Liu destaca que, en muchas ciudades, no se sabe si estos registros están

En la villa 31 de Buenos Aires, un sondeo por dron lanzado por el gobierno junto con un escáner láser a nivel del suelo creó un modelo 3D y generó estadísticas sobre la ocupación de viviendas, calles y espacios públicos. Así, se logró una imagen precisa del desarrollo residencial. Crédito: Javier Palmieri/Alamy Stock Photo



totalmente digitalizados. Si bien los datos generados por drones no pueden ofrecer la documentación de propiedad que falta, eventualmente, los datos mejorados sobre las parcelas acelerarán el proceso de generar un sistema de catastro preciso.

Chun Zhang, profesor de planificación de ciudades en la Universidad Beijing Jiaotong y líder del proyecto financiado por el PLC, dice que en este momento los drones están usando fotografía con efecto diorama (mediante el cual los rasgos fotografiados pueden parecer una representación en miniatura) y crean modelos 3D con las imágenes capturadas. Luego, el proyecto ofrecerá información espacial básica. Hoy, las técnicas de drones se aplican en pueblos pequeños como Jimingyi, Shexian y Gubeikou. Pero a medida que los investigadores avanzan con los experimentos con drones, se están encontrando con límites técnicos y normativos. “La zona de sondeo no puede ser demasiado grande”, destaca Zhang, debido a los límites de la batería del dron. “La dificultad más importante para los investigadores es el control aéreo en ciertas zonas [limitadas]; por ejemplo, en el 6.º anillo de Beijing”. Pero esto no debería ser un problema si los gobiernos municipales deciden usar drones para desarrollar una base de datos de propiedades en 3D.

La tasación de las propiedades escapa al alcance del proyecto de investigación actual de Zhang, pero será un desafío a gran escala en China. En última instancia, el proceso de trabajo intensivo se podría resolver mediante métodos informáticos con la ayuda de datos generados por drones. Liu indica que en Estados Unidos los gobiernos locales usan técnicas de valuación masiva asistida por computadora (CAMA) desde hace mucho tiempo para tasar todas las propiedades de una zona determinada. “En China, trabajamos con unas pocas ciudades que están perfeccionando el modelo de valuación masiva asistida por computadora para incorporar gran cantidad de datos y poder tasar el valor de una propiedad con mayor precisión”, dice Liu. Ese tipo de trabajo podría ser la siguiente etapa de la investigación. Pero la etapa actual aún se concentra en descifrar qué nivel de unificación se puede lograr entre los registros de propiedad existentes y los datos de los drones.

En el contexto de los registros territoriales, resulta imprescindible usar drones para la identificación inicial y provisoria de límites físicos de propiedad, en las ciudades y jurisdicciones en las que todavía no hay un sistema formal de administración territorial y la estructura del territorio se desconoce.

Caminos hacia la revolución de los drones

Hoy, los drones funcionan con una capacidad crucial en un abanico de casos de uso en políticas de suelo y atienden necesidades culturales y legales, pero su historia de desarrollo y uso es evidentemente más profunda. La evolución hacia un uso comercial y recreativo más amplio (que incluye una definición más específica de políticas de suelo) es un poco la típica historia de los efectos secundarios de la innovación tecnológica. Su desarrollo original y el prototipo de las tecnologías de vuelo se dieron en gran parte en el contexto de la investigación militar. Pero algunos de los logros técnicos más importantes necesarios para que la instrumentación requerida para volar estuviera disponible a precios razonables fueron el resultado de las “guerras de los smartphones”, en las que varias empresas de tecnología de comunicación competían en el perfeccionamiento de hardware y software eficiente para brújulas, giroscopios, altímetros y otros instrumentos (Anderson, 2017).

Aun así, aunque la tecnología estuviera lista y la economía fuera ideal para que el público la usara de forma generalizada, el entorno de políticas para el uso de los drones debía madurar. Por ejemplo, en Estados Unidos, la Administración Federal de Aviación intentó luchar con la demanda comercial y de consumo, y al mismo tiempo equilibrar las preocupaciones sobre los conflictos con las rutas de vuelo de las aeronaves tripuladas y la invasión potencial de la privacidad y los derechos territoriales. Como se indicó anteriormente, estos tipos de debates sobre políticas se están llevando a cabo en todo el mundo.

Sin embargo, muchas de las tecnologías en desarrollo se concentran en los territorios agrícolas, donde la competencia de intereses



Un dron fotografió la sección de Mutianyu de la Gran Muralla en Huairou, al norte de Beijing. Crédito: Xinhua/Alamy Stock Photo

y los conflictos son mínimos. Se espera que la agricultura sea el sector principal para el uso comercial de las tecnologías de drones. Dado que se puede utilizar instrumentación de un dron para medir rastros de radiación y el espectro infrarrojo, estos tienen un potencial masivo para hacer mejoras en el rendimiento de las cosechas y en la agricultura en general (Wihbey, 2015). Pero los beneficios no fueron distribuidos de forma igualitaria en la última década, dado que los países como Japón y Canadá abrieron el espacio aéreo agrícola, mientras que Estados Unidos aún debate dónde abrir las políticas de espacio aéreo para la agricultura (Lewis, 2017). Para llevar la tecnología a una escala agrícola, se necesitará que los drones vuelen a una latitud muy superior, fuera de la vista de los operadores terrestres. En cualquier caso, la idea de “agricultura de precisión” se puso de moda en todo el mundo con potenciales beneficios medioambientales, como reducción y mejor concentración en el uso de pesticidas y otros químicos. Y seguramente, los avances alcanzados en los ambientes agrícolas rurales también se podrán usar, por ejemplo, para controlar reservas forestales y poblaciones de vida silvestre, y para los trabajos mundiales para limitar la expansión de asentamientos

no planificados y garantizar la sustentabilidad ecológica (Paneque-Gálvez et al., 2014).

Las políticas relacionadas con la capacitación, licencias y certificaciones que necesitan los operadores de drones siguen evolucionando en muchos países y, por supuesto, el sondeo territorial formal en sí posee sus propios estándares profesionales que integran estas nuevas tecnologías. El uso recreativo o de ciudadanos, y el control informal del suelo y los espacios urbanos están destinados a complicarse cada vez más, dado que surgen nuevos desafíos y posibilidades de observación con el uso de técnicas de “enjambre” y múltiples drones de forma simultánea. También surge un potencial de mayor autonomía, porque el software los hace más inteligentes y los independiza de los operadores humanos (*The Economist*, 2017).

Desafíos

Los drones podrían resultar ser una herramienta indispensable para afrontar los problemas extensos de uso de suelo que se espera que surjan en las siguientes décadas a medida que el mundo se urbaniza velozmente, como viviendas inasequibles o escasez de suelo disponible para espacios

abiertos (Wihbey, 2016). De hecho, pueden ofrecer una especie de “salto en rango” tecnológico parecido a la conectividad a Internet desde los celulares, que permitió a muchas personas y sociedades de los países en vías de desarrollo conectarse con la web sin la necesidad de tener líneas de banda ancha en el hogar.

Zhi Liu, director del PLC, considera que los catastros multipropósito podrían ofrecer soluciones, pero muchas ciudades de Asia necesitarán avances tecnológicos, además de voluntad política y apoyo público, para mejorar y actualizar sus catastros, dado su crecimiento veloz. Los experimentos en las ciudades pequeñas y pueblos de China pueden resultar útiles para otras ciudades más grandes de la región, o incluso para países de todo el mundo.

Las normativas en toda América del Sur y Central evolucionan para mantenerse al día con el uso extendido de los drones como herramientas para actualizar las políticas de suelo en la región. Los funcionarios estiman que en 2015 había 20.000 drones en funcionamiento solo en Brasil, con funciones principales en la agricultura, minería, inspecciones de infraestructuras, seguridad y control de fronteras y la diagramación de zonas ambientales y ciudades, según Erba y Piumetto. En mayo de 2017, gracias a este crecimiento, la Agência Nacional de Aviação Civil o ANAC de Brasil emitió nuevas normas de seguridad y operación, que citan y siguen específicamente definiciones de otras autoridades de aviación civil, como las que se encuentran en Estados Unidos y la Unión Europea (ANAC, 2017).

En México, la Dirección General de Aeronáutica Civil emitió una serie de normas similares que apuntan a evitar accidentes y proteger a terceros y propiedades en tierra y en vuelo. En Argentina, los vuelos que superan los 122 metros precisan autorización, y también hay limitaciones que dependen del peso del equipo, las zonas sobre las que vuela y la información que se recopila.

Nuevas fronteras para los drones

Muchas instituciones de todo el mundo se han interesado en aprovechar las tecnologías de los drones para resolver problemas administrativos

antiguos, en particular en zonas que sufrieron las condiciones adversas de conflictos o dificultades económicas. Por ejemplo, el Banco Mundial destacó los trabajos en los Balcanes luego del conflicto, donde en algunas zonas de Kosovo todavía hay problemas, ya que los dueños de propiedades, en su mayoría hombres, fueron asesinados en la guerra regional de la década de 1990. Las mujeres que quedaron en la zona han luchado por restablecer el orden en lo que respecta a las propiedades y las políticas de suelo, dada la falta de registros formales. El Banco Mundial comentó: “El tiempo, el costo y la complejidad de los sondeos y registros convencionales de suelo... son un obstáculo para estas mujeres. Suelen llevar años y son demasiado costosos, por lo que estas mujeres no tienen información ni protección legal de sus derechos” (Banco Mundial, 2016). Por lo tanto, se están usando drones en conjunto con la Autoridad Mapeadora de Kosovo para realizar actividades de mapeo catastral.

Además, los expertos del Banco Mundial destacan que los drones resultan ser armas efectivas en la lucha por los derechos de suelo en zonas subdesarrolladas del continente africano (Totaro, 2017). Mientras que cerca del 90 por ciento de Europa está mapeada a nivel local, apenas el 3 por ciento del continente africano posee mapas con la misma resolución. Dado que las zonas costeras se desarrollan a toda velocidad para hoteles y para uso comercial o residencial, los drones podrían ayudar a las comunidades a mantenerse al día con el desarrollo y adquirir una recaudación tributaria acorde.

En resumen, la fuerza de los drones proviene de la información cargada de detalles que pueden recopilar a un costo relativamente bajo; incluso pueden crear modelos 3D de buena calidad de calles y propiedades, y acelerar la recopilación de datos. Pero se deben tener en cuenta ciertas debilidades. Los UAV poseen limitaciones en el territorio de cobertura, la velocidad y la autonomía de vuelo. Las condiciones meteorológicas adversas también son un problema importante.

Hasta ahora, los drones demostraron ser más efectivos en las operaciones urbanas, que suelen requerir muchos detalles y gran cantidad de datos. En toda decisión de lanzar drones para

cualquier tarea se deben considerar costos y beneficios. Podría ser suficiente con las imágenes satelitales en alta resolución (que hoy llegan a los 30 cm de resolución); si la zona a sondear se extiende por más de 25 km, los archivos de imágenes satelitales pueden ser más apropiados y eficientes.

Aun así, los drones ofrecen posibilidades que ninguna otra tecnología aérea de sondeo ofrece, dado su lanzamiento masivo en el mercado. Erba dice: “Los drones democratizarán la recolección y el análisis de la información geoespacial. Pronto, todos tendrán acceso a las herramientas que hace algunos años solo poseían los dueños de satélites. Se podrían enviar fotos a la nube todo el tiempo”. Y destaca que esta nueva habilidad podría fortalecer muchos tipos de transparencia y responsabilidad, y además ofrecer eficiencia al gobierno: “Las fotos aéreas de zonas invadidas o deforestadas tomadas en tiempo real se podrían enviar directamente al funcionario responsable del control urbano. Esta información de suma importancia se puede poner a disponibilidad sin costos para el estado y se puede utilizar de inmediato para entrar en acción”.

Ya sea que dicha acción sea una aplicación más uniforme de normativas, mejor recaudación de impuestos o datos más abundantes y dinámicos para los registros territoriales, estas tecnologías nuevas se preparan para traer cambios inmensos en varios aspectos de las políticas de suelo de todo el mundo. □

John Wihbey es profesor asistente en periodismo y medios nuevos de la Universidad Northeastern. Sus obras y su investigación se centran en asuntos tecnológicos, cambio climático y sustentabilidad.

REFERENCIAS

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). 2017.

“Orientações Para Usuários de Drones.” Brasília, Brasil: ANAC.

Anderson, Chris. 2017. “Drones Go to Work.” *Harvard Business Review*, 7 de junio. <https://hbr.org/cover-story/2017/05/drones-go-to-work>.

Los drones pueden ofrecer una especie de “salto en rango” tecnológico parecido a la conectividad a Internet desde los celulares, que permitió a muchas personas y sociedades de los países en vías de desarrollo conectarse con la web sin la necesidad de tener líneas de banda ancha en el hogar.

The Economist. 2017. “Drone Technology Has Made Huge Strides.” 10 de junio. www.economist.com/news/technology-quarterly/21723001-originally-military-technology-drones-are-now-benefiting-rapid-advances.

Erba, Diego Alfonso, y Mario Andrés Piumetto. 2016. *Making Land Legible: Cadastres for Urban Planning and Development in Latin America*. Enfoque en Políticas de Suelo. Cambridge, MA: Instituto Lincoln de Políticas de Suelo.

Lewis, Jason. 2017. “Striking a Balance on Drone Regulation.” *The Hill*, 10 de julio. <http://origin-ny1.thehill.com/blogs/congress-blog/technology/341300-striking-a-balance-on-drone-regulation>.

Man, Joyce Yanyun. 2012. “China’s Property Tax Reform: Progress and Challenges.” *Land Lines* 24 (abril): 15-19.

Paneque-Gálvez, Jaime, Michael K. McCall, Brian M. Napoletano, Serge A. Wich y Lian Pin Koh. 2014. “Small Drones for Community-Based Forest Monitoring: An Assessment of Their Feasibility and Potential in Tropical Areas.” *Forests* 5 (6): 1481-1507.

Totaro, Paola. 2017. “Newest Technologies Becoming Weapons in Fight for Land Rights.” Reuters, 20 de marzo. www.reuters.com/article/us-global-landrights-technology/newest-technologies-becoming-weapons-in-fight-for-land-rights-idUSKBN16R2IE.

Wihbey, John. 2016. “Boundary Issues: The 2016 Atlas of Urban Expansion Indicates Global De-Densification.” *Land Lines* 28 (octubre): 18-25.

Wihbey, John. 2015. “Agricultural Drones May Change the Way We Farm.” *The Boston Globe*, 22 de agosto. www.bostonglobe.com/ideas/2015/08/22/agricultural-drones-change-way-farm/WTpOWMV9j4C7kchvbmPr4J/story.html.

Banco Mundial. 2016. “Drones Offer Innovative Solution for Local Mapping” (“Los drones constituyen una solución innovadora para hacer mapas locales”). Washington, DC: Banco Mundial, 7 de enero. www.worldbank.org/en/news/feature/2016/01/07/drones-offer-innovative-solution-for-local-mapping.