

An aerial photograph of a rugged, mountainous landscape. The terrain is characterized by steep, rocky slopes and deep valleys. In the upper right corner, there is a large, modern building complex with a prominent dark rectangular structure. The overall scene is a mix of natural and man-made elements.

**NUEVAS TECNOLOGÍAS  
EN BÚSQUEDA FORENSE:**  
Recursos para la crisis de  
desapariciones en México





Esta publicación ha sido posible gracias al generoso apoyo del pueblo de los Estados Unidos, a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Los contenidos son responsabilidad del Equipo Argentino de Antropología Forense y de las personas autoras, y no necesariamente reflejan el punto de vista de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

# **NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BÚSQUEDA FORENSE: Recursos para la crisis de desapariciones en México**

**Editado por Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y  
Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM)**



***NUEVAS TECNOLOGÍAS EN BÚSQUEDA FORENSE:  
Recursos para la crisis de desapariciones en México***

**EDITORAS GENERALES**

Mercedes Doretti  
Bea Abbott

**EDICIÓN**

Rachel Daniell  
Alexandra Jiménez  
Rebecca Echevarría  
Verónica Martínez

**CORRECCIÓN DE ESTILO**

Alexandra Jiménez  
Verónica Martínez

**TRADUCCIÓN**

Julia Benseñor  
Patricia Trejo Smith

**DISEÑO**

Amy Thesing

**PORTADA**

Vista Satelital de la Ciudad de México.  
©InterNetwork Media/Stockbyte via Getty Images

**TEXTOS INTRODUCTORIOS**

Bea Abbott  
Alexandra Jiménez  
Rachel Daniell  
Mercedes Doretti  
Xóchitl Morales

**ENTREVISTAS**

Mercedes Doretti  
Rachel Daniell  
René Pacheco  
Bea Abbott  
Carmen Eulalia Osorno Solís  
Karla Hernández Mares  
Alexandria Sevilla Maldonado

**REVISIÓN DE CONTENIDO**

Alexandria Sevilla Maldonado  
Alexandra López Cercera  
René Pacheco  
Mirian Palma  
Carmen Eulalia Osorno Solís

Primera edición: 2021

D.R. © Equipo Argentino de Antropología Forense  
Centro de Derechos Humanos de las Mujeres

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización de las editoras. El infractor se hará acreedor a las sanciones establecidas en las leyes sobre la materia. Si desea reproducir contenido de la presente obra, escriba a [ny.office@eaaf.org](mailto:ny.office@eaaf.org)

Editado en México

# Agradecimientos

El Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y el Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDHEM) desean expresar su profundo agradecimiento a todo el equipo editorial formado por mujeres y hombres que por más de un año trabajaron arduamente en la revisión, traducción, corrección de estilo, diseño gráfico y edición de cada uno de los textos para hacer posible esta publicación. Su compromiso con los derechos humanos y con la contribución que la tecnología puede hacer en esta área, se tradujo en tiempo y esfuerzo generosamente dedicados a este material.

Extendemos también nuestro sincero reconocimiento a todas las personas expertas, provenientes de la academia, de la experiencia en campo, personas defensoras de derechos humanos y periodistas que han contribuido ampliamente desde sus áreas de especialización, aportando tiempo y trabajo a esta publicación.

Igualmente agradecemos el respaldo de todas las personas que participaron en el Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, que se llevó a cabo en 2019, donde contamos con la presencia de la Comisión Nacional de Búsqueda, comisiones locales de búsqueda y peritos de fiscalías estatales. A partir del Encuentro y de la colaboración multidisciplinaria para esta publicación, hemos construido relaciones importantes con personas expertas en varias disciplinas científicas, tecnológicas y sociales, quienes ahora nos acompañan en distintas investigaciones de derechos humanos en México.

Finalmente, agradecemos profundamente a las familias de personas desaparecidas en México y organizaciones de derechos humanos que las acompañan en la búsqueda de sus seres queridos, y que han compartido sus testimonios, experiencias y conocimientos extensos que han adquirido, así como los retos a los que se enfrentan de forma cotidiana frente a la crisis de desapariciones en México.

Confiamos en que esta publicación será una herramienta que contribuya al trabajo incansable de familiares de personas desaparecidas y de quienes las acompañan todos los días en su búsqueda de verdad, justicia y dignidad. A todas ellas se la dedicamos.



# Índice

## Introducción

- Nota de las editoras ..... 10  
*Equipo Argentino de Antropología Forense*
- Nuevas tecnologías de búsqueda forense en el contexto de la crisis forense en México ..... 14  
*Mercedes Doretti, Equipo Argentino de Antropología Forense*  
*Gabino Gómez Escárcega, Centro de Derechos Humanos de las Mujeres*

## Sección 1. México. Desaparición de personas y búsqueda forense

- Introducción. Una nueva etapa de búsqueda forense en México ..... 16  
*Equipo Argentino de Antropología Forense*
- ¿Por qué importan los registros de desaparición de personas en México? ..... 26  
*Data Cívica, México*
- “Buscando, nos encontramos”. La experiencia de las Brigadas Nacionales de Búsqueda en México ..... 32  
*Entrevista con Juan Carlos Trujillo Herrera, Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas, México*
- La incansable búsqueda de familiares desaparecidos ..... 40  
*María Herrera, Familiares en Búsqueda María Herrera, México*
- Experiencia de las familias en la búsqueda en Veracruz, México ..... 44  
*Jannette Helen O’Relling Carranza, Colectivo Solecito de Veracruz, México*
- Las búsquedas de las familias ante la violencia y las desapariciones en Nuevo León, México ..... 46  
*Entrevista con Leticia Hidalgo, Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León, México*
- Búsquedas y hallazgos en el estado de Chihuahua, México ..... 56  
*Entrevista con Eberth Castañón Torres, Fiscalía General del Estado de Chihuahua, México*
- El fenómeno de las fosas clandestinas en México ..... 66  
*Denise González Núñez y Jorge Ruíz Reyes, Universidad Iberoamericana, México*
- Investigación periodística sobre fosas clandestinas en México ..... 72  
*Entrevista con Marcela Turati, Quinto Elemento Lab, y Alejandra Guillén, Periodista Independiente, México*

## Sección 2. Percepción remota: tecnologías geoespaciales y geofísicas

- Introducción. Tecnologías geoespaciales y geofísicas en la búsqueda forense ..... 84  
*Equipo Argentino de Antropología Forense*
- Descomposición de cuerpos en fosas y sus efectos en la superficie y el subsuelo ..... 92  
*Giovanna Vidoli, Universidad de Tennessee en Knoxville, Estados Unidos*
- Geodesia y LiDAR en la búsqueda forense ..... 100  
*Daniel Del Cogliano, Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

<b>Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense .....</b>	<b>120</b>
<i>Entrevista con Jonathan Drake, Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, Estados Unidos</i>	
<b>Uso y efectividad de tecnologías de percepción remota en la localización de fosas clandestinas .....</b>	<b>134</b>
<i>Entrevista con Soren Blau y Jon Sterenberg, Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica, Australia</i>	
<b>Investigaciones con percepción remota en la búsqueda de fosas .....</b>	<b>142</b>
<i>Entrevista con Amy Mundorff, Universidad de Tennessee en Knoxville, Estados Unidos</i>	
<b>Empleo de drones en las aplicaciones de percepción remota y detección de enterramientos .....</b>	<b>152</b>
<i>Entrevista con Derick Schoeman, Consultor independiente, Sudáfrica</i>	
<b>Aplicación de métodos geofísicos en las ciencias forenses.....</b>	<b>160</b>
<i>Entrevista con Santiago Perdomo, Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina</i>	

### **Sección 3. Análisis y visualización de datos**

<b>Introducción. Análisis y visualización de datos en investigaciones sobre derechos humanos .....</b>	<b>170</b>
<i>Equipo Argentino de Antropología Forense</i>	
<b>La geografía en la narrativa. Visualización de datos, genocidios y ciencias forenses .....</b>	<b>178</b>
<i>Entrevista con Alberto Giordano, Universidad Estatal de Texas, Estados Unidos</i>	
<b>Análisis espacial y visualización de datos en investigaciones de los derechos humanos .....</b>	<b>190</b>
<i>Entrevista con Brad Samuels, SITU Research, Estados Unidos</i>	
<b>Tecnologías de visualización de datos como herramientas de búsqueda y de contranarrativa de violaciones de derechos humanos .....</b>	<b>200</b>
<i>Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez A.C., México</i>	
<b>Aporte de la física forense en casos de violaciones de derechos humanos .....</b>	<b>206</b>
<i>Entrevista con Rodolfo Pregliasco, Grupo de Física Forense del Centro Atómico Bariloche, Argentina</i>	

### **Sección 4. Probabilidad y métodos estadísticos en la búsqueda de desaparecidos**

<b>Introducción. Uso de modelos probabilísticos como herramientas en la búsqueda forense .....</b>	<b>212</b>
<i>Equipo Argentino de Antropología Forense</i>	
<b>Modelos probabilísticos para el hallazgo de fosas clandestinas.....</b>	<b>216</b>
<i>José Luis Silván Cárdenas, Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, México</i>	
<b>Datos, Machine Learning y derechos humanos: ¿dónde buscamos a quienes no están? .....</b>	<b>222</b>
<i>Data Cívica, México</i>	
<b>Contribución de los casos resueltos en la investigación de personas desaparecidas en contextos masivos .....</b>	<b>228</b>
<i>Inés Caridi, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina, Carlos Somigliana y Mercedes Salado Puerto, Equipo Argentino de Antropología Forense</i>	



## **Sección 5. Aspectos jurídicos sobre el uso de tecnologías emergentes**

<b>Introducción. Marco legal de aplicación de nuevas tecnologías en investigaciones de derechos humanos.....</b>	<b>236</b>
<i>Equipo Argentino de Antropología Forense</i>	
<b>Nuevas tecnologías en los tribunales: ¿cómo incorporarlas en los procesos de justicia? .....</b>	<b>242</b>
<i>Entrevista con Theresa Harris, Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, Estados Unidos</i>	
<b>Buenas prácticas en la adquisición, uso y análisis de imágenes geoespaciales .....</b>	<b>254</b>
<i>Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, Estados Unidos</i>	
<b>Entorno digital, búsqueda y derechos humanos.....</b>	<b>258</b>
<i>Entrevista con Luis Fernando García, Red en Defensa de los Derechos Digitales, México</i>	

## **Epílogo**

<b>Lecciones y oportunidades para el uso de nuevas tecnologías en la búsqueda forense .....</b>	<b>266</b>
<i>Equipo Argentino de Antropología Forense</i>	

## **Apéndice**

<b>Semblanzas de autores y colaboradores .....</b>	<b>270</b>
--	------------



# Introducción





Mercedes Doretti, Karla Irasema Quintana Osuna, Gabino Gómez Escárcega y Jesús Peña Palacios, en la presentación del Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense (Foto: EAAF).

## Nota de las editoras

Esta publicación nace a raíz del Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, el cual se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019 en el Museo Memoria y Tolerancia, de la Ciudad de México, organizado por el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y el Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM). El propósito de este Encuentro fue dar a conocer, de una manera sencilla y práctica, el uso de nuevas tecnologías en la búsqueda forense de personas desaparecidas, especialmente para la localización de fosas clandestinas, y explorar sus posibles aplicaciones al contexto mexicano.

Para cumplir con ese propósito, el EAAF y el CEDEHM convocaron a diversos actores del contexto mexicano de derechos humanos y búsqueda forense, y más de 20 profesionales de México, Estados Unidos, Canadá, Australia, Argentina y Suiza, cuyas especialidades en Geología, Geofísica, Arquitectura, Arqueología, Matemáticas, Leyes y Comunicación, resultan relevantes para ser aplicadas en México. Durante el Encuentro, las y los participantes, tanto nacionales como internacionales, compartieron sus experiencias en esfuerzos multidisciplinarios de búsqueda forense en situaciones complejas en diversas partes del mundo.

Entre las participaciones de actores mexicanos, se encuentran los colectivos y familiares de personas desaparecidas buscando a sus seres queridos; académicos y periodistas que investigan sobre la crisis de derechos humanos y de desapariciones, y aportan datos desde sus áreas; organizaciones de derechos humanos que a partir de diversas acciones acompañan a las familias en la búsqueda de verdad y justicia; organismos internacionales y fundaciones que respaldan estos esfuerzos, y también representantes de instituciones gubernamentales involucradas en acciones de búsqueda forense en México, como la Comisión Nacional de Búsqueda, comisiones estatales de búsqueda, representantes de algunas fiscalías estatales y de la Fiscalía General de la República.

A lo largo de cuatro días de presentaciones y conversaciones, las personas que participaron tuvieron la oportunidad de intercambiar tanto experiencias de búsqueda forense en México y en otros países, como reflexiones, ideas y posturas en torno a las tecnologías disponibles, así como los principales retos para incorporarlas en el contexto mexicano.

Algunas de las tecnologías que se exploraron fueron del área de percepción remota, incluyendo imágenes satelitales, LiDAR, georradar, resistividad, multiespectrometría e hiperspectrometría, las cuales son tecnologías que permiten recolectar información a diversas distancias y que han sido usadas inicialmente en otros contextos, como la Agronomía, la investigación del espacio, el clima, la deforestación o la Arqueología, y que cada vez más se están utilizando en el área forense.

Entre las temáticas abordadas en el Encuentro, también se presentaron ponencias sobre el uso de información que se puede obtener de teléfonos celulares y de redes sociales en la búsqueda de personas, así como de nuevas y diversas formas avanzadas de análisis de datos para examinar patrones de violencia y desaparición. Asimismo, se expusieron ejemplos de plataformas digitales interactivas creadas a partir de información obtenida mediante percepción remota, comunicaciones u otras fuentes, y su uso como herramientas tanto en la investigación como en la comunicación de casos concretos.

### **¿Qué incluye esta publicación?**

El objetivo de esta publicación es similar al del Encuentro: brindar una introducción al uso de nuevas herramientas y tecnologías de búsqueda forense. Creemos importante hacer una versión escrita que incluya los conocimientos y experiencias que fueron compartidas en el Encuentro y que su contenido pueda ser conocido por un público más amplio. En particular, pretendemos que esta publicación sirva como herramienta para familiares de personas desaparecidas, organizaciones de derechos humanos, personas defensoras, funcionarios, instituciones y actores diversos que hoy día están involucrados en búsqueda forense. En el contexto mexicano, la publicación busca contribuir técnicamente en la implementación de la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de



Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda, aprobada en noviembre de 2017; pero sobre todo, aspira a brindar recursos a las familias, buscadoras de verdad y justicia en un país con más de 80 mil personas desaparecidas y cerca de cuatro mil fosas clandestinas.

Las aportaciones de quienes participaron en el Encuentro de julio de 2019 fueron recopiladas en tres formatos: dos testimonios de familiares presentados en el Encuentro, entrevistas realizadas a algunos panelistas y artículos de especialistas. Dichos artículos fueron escritos o adaptados específicamente para esta publicación y brindan un resumen del tema presentado en dicho Encuentro. En varios casos, estos textos son resúmenes de investigaciones mucho más extensas. En cuanto a las entrevistas, se trata de conversaciones de los panelistas con colaboradoras del EAAF, realizadas en el primer trimestre de 2020, transcritas y redactadas exclusivamente para esta publicación.

El contenido está organizado en cinco secciones. La primera de ellas presenta una introducción sobre la situación actual en México con respecto a desapariciones y búsqueda forense. Las siguientes tres secciones abordan distintas áreas de la tecnología: percepción remota, análisis de datos y modelos probabilísticos. Y la quinta sección presenta aspectos relevantes sobre elementos jurídicos a considerar en el uso de nuevas tecnologías como evidencia en procesos de justicia.

Un ámbito importante que no se incluye aquí es el análisis de datos de las telecomunicaciones, que comprende temas de acceso y análisis de registro de llamadas, datos de redes sociales, o lo que se conoce como análisis de triangulación celular para determinar las ubicaciones aproximadas de la comunicación por teléfono celular. A pesar de que el análisis de datos de telecomunicaciones constituye un área muy importante, tanto en la búsqueda en vida como en la búsqueda forense de personas desaparecidas, fue un tema que no se abordó en el Encuentro, y tampoco lo consideramos aquí. Sin embargo, esperamos que este tema pueda ser incluido en futuras conferencias y publicaciones.

El Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense de 2019 y la presente publicación fueron posible gracias al generoso apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), lo cual permitió al EAAF, además de desarrollar el Encuentro, recopilar los textos, redactarlos, traducirlos, editarlos e imprimirlos.



Participantes y coordinadores del Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense (Foto: EAAF).

Esta publicación es producto del esfuerzo de un equipo multidisciplinario del EAAF en colaboración con CEDEHM. Cabe mencionar que ningún panelista del Encuentro ni autor fueron remunerados económicamente por su participación. Las opiniones de los autores de los artículos o de las personas entrevistadas aquí, no necesariamente expresan las opiniones de USAID, CEDEHM o del EAAF.

# Nuevas tecnologías de búsqueda forense en el contexto de la crisis forense en México

**Mercedes Doretti**

Cofundadora y directora para Centro y Norteamérica del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF)

**Gabino Gómez Escárcega**

Cofundador del Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM)

México se encuentra en un momento crucial en lo que respecta a la búsqueda de personas desaparecidas. Al 27 de diciembre de 2020, la versión pública del Registro Nacional de Personas Desaparecidas y No Localizadas (RNPEDNO), reportaba que había 81,872 personas desaparecidas y no localizadas en el país,<sup>1</sup> de las cuales, el 97 por ciento fueron registradas desde 2006 a esa fecha. El RNPEDNO fue presentado en conferencia de prensa el 13 de julio de 2020,<sup>2</sup> donde la Secretaría de Gobernación (SEGOB) y la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB) indicaron que las cifras de ese registro están basadas en información aportada por las autoridades de las fiscalías, comisiones, consulados y policías, entre otros, así como particulares,<sup>3</sup> cuyo nivel de participación desde noviembre de 2019, puede ser revisado en su versión pública. En cuanto a fosas clandestinas, a la fecha se han descubierto más de cuatro mil en el país, de las cuales se han exhumado casi siete mil cuerpos.<sup>4</sup> Estos números oficiales representan la magnitud de la crisis de violencia y desapariciones en México, y hacen evidente la urgente necesidad de incorporar nuevas tecnologías forenses para la búsqueda de personas desaparecidas y para el análisis de patrones de violencia reciente en el país.

Actualmente, tanto el gobierno, las familias de personas desaparecidas y la sociedad civil, como las organizaciones de derechos humanos y organizaciones internacionales, trabajan en la implementación de la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas. Esta Ley, aprobada en noviembre de 2017, establece nuevos mecanismos diseñados para

1 La versión pública del RNPEDNO se puede consultar en <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/Dashboard/Index>

2 El 13 de julio de 2020, la SEGOB y la CNB presentaron el informe relativo a la búsqueda, identificación y registro de personas desaparecidas, así como la versión pública del RNPEDNO. El boletín oficial de esta presentación se puede consultar en <https://www.segob.mx/segob/prensa/gobernacion-y-la-cnb-presentan-el-informe-relativo-a-la-busqueda-identificacion-y-registro-de-personas-desaparecidas-y-no-localizadas>. Asimismo, los datos presentados en esa fecha se pueden consultar en <http://www.alejandrocinas.mx/wp-content/uploads/2020/07/Presentacio%CC%81nCNB-13-de-julio-2020-final.pdf>.

3 En el sitio oficial del RNPEDNO se muestran los datos estadísticos de la información que conforma este registro, la cual, según el propio sitio, es recabada e integrada al mismo por las autoridades de la Federación y de las Entidades Federativas, mediante las herramientas tecnológicas implementadas por la CNB: Sistema Único del Registro Nacional de Personas Desaparecidas y no Localizadas (SU), Carga Masiva (CM), Web Service (WS) y el portal *web* de reportes de personas desaparecidas y no localizadas: <https://cnbreportadesaparecidos.segob.gob.mx/> (PW). Asimismo, el sitio detalla que cualquier información que no se visualice, se puede consultar con la autoridad de origen. Disponible en <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/>

4 Véase <https://piadepagina.mx/en-10-municipio-41-de-las-fosas-clandestinas-encontradas-en-dos-anos/>

mejorar significativamente la búsqueda de personas desaparecidas en México. De ahí surge una ventana de oportunidad para impulsar, de una manera sencilla y multidisciplinaria, el conocimiento y uso de nuevas tecnologías para este propósito.

Las tecnologías que se presentan en esta publicación no son un instrumento inmediato ni recetas que se puedan aplicar indistintamente; sin embargo, hay varias tecnologías que nos pueden ayudar a detectar cambios en las superficies del suelo, subsuelo o espacios donde se podría encontrar una fosa clandestina. Existen otras herramientas que ayudan a visualizar los datos obtenidos de una manera ágil y transparente que sirve a la investigación y comunicación sobre desapariciones, como son las plataformas digitales y colocar datos sobre líneas de tiempo y espacio. También existen modelos probabilísticos que contribuyen a saber dónde buscar y dónde es más probable que haya fosas clandestinas. Los análisis realizados por periodistas e investigadores mexicanos, así como la experiencia acumulada de las familias en los diversos estados del país, son indispensables para lograr una fotografía actual del problema, dimensionar y actuar ante la magnitud de las desapariciones en el país.

La mayoría de las tecnologías de búsqueda forense presentadas en el Encuentro y analizadas en esta publicación, aún no se utilizan en México o su uso se limita a un número pequeño de casos. A partir de recopilar las ponencias del Encuentro, realizar entrevistas e invitar a especialistas a escribir sobre su experiencia en el desarrollo y aplicación de estas tecnologías, deseamos seguir contribuyendo a que sean conocidas y utilizadas por las instituciones responsables de la búsqueda de personas. Asimismo, queremos reconocer que es a través de los esfuerzos interdisciplinarios, intersectoriales e interinstitucionales, a partir de la participación de forenses, fiscales, comisiones estatales y federal de búsqueda, periodistas, científicos, académicos, organizaciones y, sobre todo, de quienes han sido la mayor fuerza, las familias de personas desaparecidas, que se impulsen acciones para avanzar en el acceso a la justicia y a la verdad frente a la crisis de desapariciones.

Por último, siempre es muy importante señalar que la búsqueda forense no implica de ninguna manera que no haya que seguir buscando a las personas con vida. Sin embargo, el área forense es desde donde el EAAF puede contribuir, aportando su experiencia de trabajo en México y otros países y construyendo posibilidades frente a los esfuerzos actuales en México.

Abril 2021



En los últimos años se han sumado diversos actores a la búsqueda forense junto con las familias de personas desaparecidas.

## SECCIÓN 1. INTRODUCCIÓN

# Una nueva etapa de búsqueda forense en México

### Equipo Argentino de Antropología Forense

La desaparición de personas en México, tanto por parte del crimen organizado como por miembros de fuerzas de seguridad, es uno de los mayores traumas sociales que hoy día acontecen en México. El aumento exponencial de esta grave violación a los derechos humanos, particularmente desde el 2006 hasta la actualidad, ha convertido a las desapariciones en un fenómeno generalizado, haciendo evidente la crisis de violencia en el país. La desaparición presenta un correlato que se adhiere a la emergencia humanitaria: la existencia de varios miles de fosas clandestinas.

Desde hace varias décadas, pero particularmente en los últimos años, las familias de personas desaparecidas han encabezado búsquedas en el terreno,<sup>1</sup> en ocasiones directamente, con picos y palas o utilizando algunas tecnologías.

<sup>1</sup> En ese sentido, un esfuerzo temprano fue realizado en la década de 1990 por familiares de víctimas de feminicidio en Ciudad Juárez y en la ciudad de Chihuahua, ambas en el estado de Chihuahua, donde las familias salían al desierto a buscar los restos de sus hijas.



La complejidad de la violencia en México hace necesario sumar todas las posibilidades existentes para fortalecer los procesos de búsqueda de personas, tanto en vida como forense. En esta publicación nos referimos principalmente a la búsqueda forense porque esa es el área de trabajo del EAAF; no porque la búsqueda en vida no deba realizarse también en forma paralela. En este tenor, la incorporación de nuevas tecnologías en las búsquedas en terreno es fundamental para mejorar las posibilidades de hallazgos, el acceso a la verdad y a la justicia de las víctimas y sus familias.

Es importante que estas tecnologías sean de conocimiento público y que el uso de drones, LiDAR, imágenes geoespaciales, modelos 3D, georradars, modelos probabilísticos, plataformas de visualización de datos, entre otras, sean cada vez más accesibles y complementarias a todos los esfuerzos para localizar e identificar a las personas desaparecidas.

Esta sección tiene como objetivo introducir el contexto de la búsqueda forense en México. Se presentan trabajos sobre este tipo de búsqueda y síntesis de investigaciones sobre fosas clandestinas en México, realizados por colectivos de familiares de personas desaparecidas, organizaciones de la sociedad civil, periodistas, académicos, fiscalías y más recientemente por la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB).

### **El momento actual y el largo camino para impulsar las búsquedas**

El rol de las familias de personas desaparecidas como principales impulsoras no solo de procesos de búsqueda sino de la adopción de nuevas tecnologías para encontrar a sus familiares, ha sido y es permanente tanto en México como en otros países del mundo. En México y Centroamérica, gracias a la multiplicidad de colectivos y organizaciones de familiares que han surgido sobre todo en los últimos años, y al hecho de que se han sumado diferentes organizaciones civiles, investigaciones periodísticas e instituciones académicas en su apoyo, se ha logrado impulsar bases legales encaminadas a atender los procesos de búsqueda, acceso a la verdad y justicia frente a las desapariciones.

Cabe destacar el impulso que han dado los movimientos y colectivos para construir leyes esenciales como la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y la Ley General de Víctimas, publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* el 17 de noviembre de 2017 y el 9 de enero de 2013, respectivamente. La Ley General en Materia de Desaparición establece el Sistema Nacional de Búsqueda (SNB), incorporando la creación de las comisiones estatales de búsqueda en cada estado de la República y la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB), entre cuyas funciones se encuentra coordinar a las instancias encargadas en los procesos de búsqueda y la creación de una nueva plataforma que permita de forma confiable el registro, tratamiento y búsqueda de personas desaparecidas.

La Ley General en Materia de Desaparición también establece la obligatoriedad de crear registros forenses, en cuanto a restos no identificados y no reclamados (incluyendo aquellos en fosas comunes en panteones), y desarrollar un plan nacional de exhumaciones, un banco forense nacional que incluirá un banco nacional de ADN, entre otros registros.

En junio de 2020, la CNB lanzó la consulta a colectivos e instituciones del borrador inicial del Protocolo Homologado para la Búsqueda de Personas Desaparecidas y no Localizadas, el cual fue aprobado por el SNB en agosto del 2020 y publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 6 de octubre del mismo año.

Si bien se han dado pasos institucionales relevantes en materia de búsqueda de personas a partir de la publicación de la Ley General en Materia de Desaparición, uno de los pendientes transversales que mencionan las voces de los diferentes participantes de esta sección, es la importancia de mejorar la investigación, la búsqueda y la identificación forense.

Ha sido largo el camino que han recorrido los colectivos de familias y las organizaciones para fortalecer los procesos de búsqueda de personas desaparecidas. Las lecciones aprendidas en este camino indican que ante los desafíos que se presentan, es crucial construir alianzas e intercambiar saberes.

### **Una mirada sobre esta sección**

La publicación presenta algunos testimonios de familias de personas desaparecidas, quienes realizan procesos de búsqueda junto con sus colectivos. Es el caso de Jannette Helen O’Relling Carranza, quien comparte su experiencia iniciada a raíz de la desaparición de su hermano, así como los hallazgos forenses que ha tenido como integrante del Colectivo Solecito de Veracruz.

El testimonio de María Herrera sobre la desaparición de sus cuatro hijos, visibiliza la potencia que tienen los colectivos de familiares de personas desaparecidas, no solo en el proceso de búsqueda sino también en el empoderamiento y acompañamiento de las familias. En entrevista con el EAAF, Juan Carlos Trujillo Herrera, hijo de María Herrera, narra el surgimiento de la Red de Enlaces Nacionales y nos introduce a la labor que desde hace varios años realiza la Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas, así como los avances y desafíos en la aplicación de nuevas tecnologías de búsqueda forense.

También se incluye el testimonio de Leticia Hidalgo, quien desde la desaparición de su hijo en 2011, con otras madres en igual circunstancia, han estado luchando para encontrar la verdad sobre el paradero de sus seres queridos. Juntas crearon la organización Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León (FUNDENL) frente al contexto de violencia generalizada y desaparición en ese estado. En entrevista, Leticia Hidalgo nos comparte su experiencia de búsqueda en campo y la importancia del uso de herramientas tecnológicas que coadyuvan a los procesos de búsqueda e identificación.

Desde la esfera institucional, Eberth Castañón Torres, coordinador de investigación especializada en el Departamento de Peritaje Estratégico de los Servicios Periciales y Forenses de la Fiscalía General del Estado de Chihuahua (FGE), resalta que buscar significa reconocer las particularidades y complejidades de los *modus operandi* de los distintos grupos criminales que realizan estas acciones. La alta demanda de procesos de búsqueda forense ha requerido la capacitación y especialización institucional para fortalecer los procesos de búsqueda y recuperación de hallazgos, que en muchas ocasiones ha sido en condiciones que dificultan los procesos de identificación.

A partir de la reinstalación del SNB en marzo de 2019, se han abierto posibilidades de reorganizar los procesos de búsqueda, ante el complejo entramado institucional y un nuevo registro de personas desaparecidas. Ha quedado de manifiesto que la búsqueda corresponde a diversas instituciones del Estado mexicano; es decir, no solo está a cargo de la CNB y de las comisiones estatales de búsqueda, sino también de la Fiscalía General de la República (FGR) y de las fiscalías estatales. La Ley General es muy clara cuando indica que las fiscalías deben seguir impulsando la búsqueda de las personas desaparecidas, a pesar de la renuencia de la FGR a ser parte del SNB. En la búsqueda también deben participar diversas instituciones de seguridad o de otro tipo de instituciones, como los consulados y el Instituto Nacional de Migración.

La Ley General otorga a la CNB diversas facultades; una de ellas es la coordinación entre las diferentes instituciones, siempre con el principio inicial de búsqueda en vida e inmediata y larga data. También a la CNB competen las relaciones con las fiscalías y la búsqueda desde las comisiones estatales y la nacional. Otras funciones que corresponden a la CNB incluyen el Registro Nacional de Personas Desaparecidas o no Localizadas y el conteo de fosas clandestinas. Es preciso mencionar que el principio número uno de la Organización de Naciones Unidas (ONU) sobre la búsqueda de personas desaparecidas es hacerlo en vida, lo cual sigue siendo un pendiente en torno al cual se deben redoblar esfuerzos institucionales.

A la fecha, el SNB continúa con el reto de lograr que finalmente exista un engranaje real entre las comisiones de búsqueda y las fiscalías, tanto las locales como la federal. Históricamente han sido las fiscalías las encargadas de la búsqueda. Las comisiones de búsqueda que existen en otros países trabajan para periodos históricos muy determinados, mientras que las fiscalías continúan haciendo la búsqueda del día a día. La complejidad también radica en establecer lo que corresponde a cada una de las instituciones, especialmente fiscalías y comisiones de búsqueda, pues no deben trabajar por separado, ya que verdad y justicia deben ir de la mano.

En México, las comisiones de búsqueda existen para buscar a las personas que desaparecen en la actualidad, y también a quienes han desaparecido en décadas anteriores. Por tanto, existen diversos tipos de búsqueda: búsquedas en vida que se realizan de forma inmediata, búsquedas en vida o sin vida de larga data, búsquedas históricas, búsquedas

jurídicas, búsquedas judiciales, búsquedas forenses, búsqueda de identificación humana, y todas las que se nos puedan ocurrir, que apenas estamos empezando a conceptualizar.

En cuanto al análisis de inteligencia, es necesario generar unidades de análisis de información y de contexto, no solo para contar con mayores hipótesis de búsqueda, sino también para poner en marcha, eventualmente, medidas de prevención de donde están desapareciendo personas; es decir, es indispensable saber en dónde buscar y dónde prevenir.

### **El Registro Nacional de Personas Desaparecidas o No Localizadas**

Como es sabido, y las familias han constatado a lo largo de los años, existe un déficit de información en muchos ámbitos. En primer lugar, no existe información completa sobre quiénes son y cuántas son las personas que estamos buscando en México. Durante los últimos años, gracias al incansable trabajo de los familiares, así como de diferentes agentes provenientes de organizaciones de la sociedad civil y académica, se ha logrado tener avances significativos respecto a generar, sistematizar y visualizar la información que hay hasta la fecha.

Uno de estos esfuerzos es el realizado por la organización no gubernamental Data Cívica, que explica en esta sección la estructura de los registros existentes de desapariciones en México. En este texto, Data Cívica analiza los alcances y limitaciones de los esfuerzos para contar con datos de desaparición a nivel nacional, y coloca en el tintero la importancia de contar, monitorear, examinar y analizar de manera constante las desapariciones.

El anterior Registro Nacional de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED), que integró los datos de personas no localizadas, obtenidos a partir de las denuncias presentadas ante la autoridad ministerial correspondiente, se actualizó por última vez en abril de 2018. Los problemas que tenía ese registro eran varios; por ejemplo, nombres repetidos y que no se actualizaba constantemente, o no se eliminaba el registro de la persona que aparecía con o sin vida.

En noviembre de 2019, la CNB presentó una nueva plataforma para el registro, tratamiento y búsqueda de personas desaparecidas, con el fin de que esta nueva base de datos fuera integrada en colaboración con diversas instancias y se pudiera reunir toda la información que existe sobre cada persona desaparecida, incluyendo si hubiese o no, una denuncia o carpeta de investigación. En esta base también se puede registrar a cualquier persona que en los hechos se encuentre no localizada o desaparecida, por ejemplo, casos por trata de personas o por secuestro, no solo de desaparición forzada.

El 13 de julio de 2020, la CNB presentó el informe relativo a la búsqueda, identificación y registro de personas desaparecidas y no localizadas, así como la versión pública del Registro Nacional de Personas Desaparecidas y No Localizadas (RNPEDNO),<sup>2</sup> el cual es alimentado por

2 La versión pública del RNPEDNO se puede consultar en <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/Dashboard/Index>

las autoridades de las fiscalías, comisiones, consulados, policías y particulares, cuyo nivel de participación, desde noviembre de 2019, puede ser revisado en la versión pública del registro.<sup>3</sup> Durante su presentación, la CNB mencionó que buscan integrar las mejores prácticas comparadas e internacionales al RNPEDNO, entre ellas, los Principios para la Búsqueda de Personas Desaparecida de la ONU, en donde no solo se cumple con una obligación legal, sino también con un compromiso de transparencia y rendición de cuentas.

A lo largo de 2020, la CNB realizó actualizaciones sobre el número de personas desaparecidas en México; según el RNPEDNO, desde 1964 hasta el 27 de diciembre de 2020 había 81,872 personas desaparecidas y no localizadas en el país.<sup>4</sup> El 98 por ciento de estos últimos casos se registran como desaparecidos desde 2006 a la fecha. Sobre el total de personas que continúan desaparecidas, las cifras indican que el 74.5 por ciento son hombres, el 24.8 por ciento son mujeres y un 0.7 por ciento se registra sin establecer género. El rango de edad del grupo de hombres que más desaparecen se encuentra principalmente entre los 20 y 25 años; seguido por aquellos que tienen entre 25 y 29 años. En el caso de las mujeres, el grupo de edad más desaparecidas se encuentra entre los 15 y 19 años, y luego entre los 20 y 24 años. Los estados con mayor número de desapariciones son Tamaulipas, Jalisco, Estado de México, Chihuahua, Nuevo León, Puebla, Coahuila, Guerrero, Veracruz y Sinaloa. Las fiscalías continúan actualizando su información, por lo que estas cifras son dinámicas y pueden cambiar en cualquier momento.

Tal como indicó la Comisionada Nacional de Búsqueda, Karla Quintana, en el Primer Encuentro Internacional de Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense: “si bien requerimos contar con cifras y datos precisos sobre a quiénes estamos buscando, es elemental ser conscientes de que detrás de cada registro existe una familia e historias de mucho dolor, y conforme se van actualizando los números, paralelamente trasciende la realidad de la tragedia de desapariciones en el país”.

## Fosas clandestinas

Muchos actores han tratado de contribuir a dar respuestas sobre la complejidad de esta interrogante: ¿Dónde están nuestros desaparecidos?<sup>5</sup> Si bien el principio básico de búsqueda es búsqueda en vida, en esta publicación nos centraremos en los esfuerzos realizados en la búsqueda forense ya que es el área de trabajo del EAAF como organización forense, así como la intención del Encuentro y de esta publicación. Entre las aportaciones académicas, se encuentra la investigación realizada por el Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México (PDH Ibero) que, en conjunto

3 SEGOB. “Gobernación y la CNB presentan el informe relativo a la búsqueda, identificación y registro de personas desaparecidas y no localizadas”. Boletín núm. 233/2020. Disponible en <https://www.gob.mx/segob/prensa/gobernacion-y-la-cnb-presentan-el-informe-relativo-a-la-busqueda-identificacion-y-registro-de-personas-desaparecidas-y-no-localizadas>

4 La versión pública del RNPEDNO se puede consultar en <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/Dashboard/Index>

5 Durante el Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense realizado en 2019, en la mesa sobre quienes están buscando a las personas en México, Karla Irasema Quintana Osuna explicó el trabajo de la CNB; sin embargo, para esta publicación incluimos su intervención en una sección aparte.



con otras organizaciones civiles, han documentado la dimensión de las desapariciones y la inhumación clandestina en el país. En su texto, el PDH Ibero ofrece una radiografía respecto a la dimensión y localización de las fosas clandestinas en todo el país, dentro de un periodo de tiempo, en función de fuentes hemerográficas y de fiscalías, abriendo un hilo reflexivo sobre estas prácticas y las dificultades metodológicas para alcanzar un conocimiento claro y preciso sobre las mismas.

Por su parte, en entrevista con el EAAF, Marcela Turati y Alejandra Guillén exponen algunos detalles de su investigación periodística relacionada con la geolocalización de hallazgos de restos, cuerpos y fosas clandestinas. A lo largo de su explicación metodológica utilizada para recuperar y sistematizar la información, dan cuenta de al menos dos dificultades similares a las encontradas por la investigación del PDH Ibero: 1) la fragmentación y modificación de la información, y 2) la heterogeneidad que presenta la contabilización y registro de restos óseos por parte de las autoridades institucionales, a nivel nacional.

Durante el Encuentro, la Comisionada Nacional de Búsqueda explicó que para presentar información pública con datos sobre fosas clandestinas, se enviaron solicitudes de información a todos los estados y más del 90 por ciento de las fiscalías contestaron; sin embargo, puesto que el conteo público solo refleja la información aportada por las fiscalías, es necesario hacer un cruce de información de esos registros con las investigaciones sobre fosas clandestinas que se han realizado hasta ahora. Son muchos los retos a los que se enfrentan quienes buscan generar información y contar con datos actualizados; uno de esos retos ha sido la falta de información proporcionada por las autoridades gubernamentales en años anteriores.

Otras dificultades para realizar investigaciones se relacionan con la metodología y los criterios para establecer el conteo, de acuerdo con lo mencionado por los ponentes en el Encuentro; por ejemplo, ¿cómo se cuenta una fosa?, ¿qué es una fosa clandestina?; ¿debe tener cierta profundidad?, ¿debe tener más de un cuerpo? Esto se debe a la ausencia de una metodología o criterios uniformes a nivel nacional para determinar qué es lo que estamos considerando como “fosa clandestina”. Otro reto es hallar una metodología clara para registrar las llamadas “cocinas”, cuya existencia revela una metodología de desaparición y de ocultar cuerpos. En consecuencia, ante la falta de metodologías unificadas, las fiscalías producen números basados en distintos criterios.

Adicionalmente, algunas fiscalías registran el número de cuerpos, pero no el número de fosas clandestinas en las que fueron encontrados; otras fiscalías no comparten información al respecto. El número de cuerpos también presenta desafíos. Hay fiscalías que informan sobre cuerpos completos, y otras que no distinguen entre fosas y restos humanos. Entonces, todavía hay que seguir perfeccionando la metodología para obtener información más cercana a la realidad.

Además, se debe considerar que en el tema de fosas clandestinas, los datos también son dinámicos; se mueven de manera constante porque al ir verificando la información se puede tratar o no, de una fosa, o pueden ir apareciendo más en los siguientes días a un hallazgo inicial. Por tanto, los números públicos muestran una fotografía del momento en que se está actualizando el registro.

En resumen: desde las voces de familias, periodistas, académicos y del Estado, esta sección muestra diversos ejemplos de los caminos recorridos, aproximaciones numéricas y geográficas sobre las búsquedas y hallazgos en México, los desafíos que persisten y los resultados actuales. La incorporación de nuevas tecnologías, aunada a los esfuerzos y voluntades de colaboración, podrían ser de utilidad ante el momento actual de la crisis de desapariciones en México.

## TÉRMINOS CLAVE DE ESTA SECCIÓN

### “Cocinas”

Este es un término coloquial en México para nombrar a zonas clandestinas donde el crimen organizado destruye y desaparece los restos humanos de sus víctimas y otras evidencias, en la mayoría de los casos a través del uso de fuego o químicos. En ocasiones se refiere específicamente a sitios de disolución de cadáveres.

### Comisión Nacional de Búsqueda (CNB)

La Comisión Nacional de Búsqueda fue creada a partir de la Ley General de Desaparición de 2017. La CNB se encarga de la coordinación institucional para iniciar el proceso de búsqueda de personas desaparecidas. Asimismo, le competen las relaciones y coordinación entre la Fiscalía General de la República, fiscalías de los estados de la República y la búsqueda desde las comisiones estatales y nacionales. El mandato de la CNB no se ocupa solo de buscar personas de un periodo reciente, sino que contempla la búsqueda de las personas desaparecidas o no localizadas sin importar la fecha de su desaparición.

### Fosa clandestina

Las definiciones de algunos autores sobre este término pueden variar; sin embargo, en esta publicación lo usamos para referirnos a un sitio donde uno o más cuerpos, o restos de personas, fueron enterrados de forma ilegal.

### Fosa común

Si bien existen distintas definiciones en términos forenses, generalmente se refiere a un enterramiento de más de un cuerpo, independientemente si se trata de una fosa clandestina o en un panteón. Sin embargo, en México, la “fosa común” se diferencia de una fosa clandestina, puesto que la fosa común se refiere a la sección o área donde se inhuman los restos no identificados o identificados, pero no reclamados legalmente dentro de los panteones.

### Información ante mortem

Se refiere a la recolección de datos físicos de las personas desaparecidas tales como la edad de la persona al momento de su desaparición, peso, sexo, datos médicos y odontológicos, huellas dactilares, radiografías, entre otros. Muchas veces, los formularios de datos *ante mortem* también incluyen información sobre las circunstancias en que desapareció una persona, e información genética en cuanto a muestras de sangre o saliva de familiares de personas desaparecidas para poder extraer ADN, a fin de compararlo con el material genético de restos no identificados.

### Información post mortem

Se refiere a información física sobre restos o cadáveres, obtenidos típicamente durante el examen de autopsia y/o antropológico de los mismos. Puede incluir también información sobre la toma de muestras de los restos para realizar análisis genéticos con fines identificatorios, así como información recolectada durante el levantamiento de estos.

### Ley General de Víctimas

La Ley General de Víctimas fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 9 de enero de 2013. A través de esta ley se reconoce a víctimas directas e indirectas, incluyendo a las familias en esta última categoría, y sus derechos, además de que surgieron instancias y mecanismos orientados a atender, proteger y reparar el daño.

### Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas

La Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 17 de noviembre de 2017. Su aprobación fue gracias a los esfuerzos de colectivos de familias de personas desaparecidas

y organizaciones de derechos humanos, y en respuesta del Estado mexicano a las recomendaciones internacionales de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), que desde años previos recomendaron a México adoptar una ley general para prevenir y sancionar las desapariciones.

### **Persona desaparecida**

Según el Artículo 4 de la Ley General en Materia de Desaparición, se refiere a la “persona cuyo paradero se desconoce y se presume, a partir de cualquier indicio, que su ausencia se relaciona con la comisión de un delito”.

### **Persona no localizada**

También de acuerdo con el artículo antes citado, se refiere “la persona cuya ubicación es desconocida y que, de acuerdo con la información que se reporte a la autoridad, su ausencia no se relaciona con la probable comisión de algún delito”.

### **Registro Nacional de Personas Desaparecidas o No Localizadas (RNPEDNO)**

La Ley General en Materia de Desaparición ordenó la creación de este nuevo registro de personas desaparecidas, el cual tiene que concentrar la información de los registros de Personas Desaparecidas y no Localizadas a nivel federal y estatal. La CNB es la encargada de publicar y manejar el nuevo RNPEDNO, que es el sucesor inmediato del Registro Nacional de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED), el cual estuvo bajo la gestión del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública. Los primeros datos del RNPEDNO se presentaron en conferencia de prensa el 13 de abril de 2020, mientras que la última actualización del RNPED fue en abril de 2018.

# ¿Por qué importan los registros de desaparición de personas en México?

## Data Cívica

*Data Cívica es una organización de la sociedad civil mexicana que utiliza datos desde una óptica cuantitativa y humanitaria, desarrolla tecnologías y fortalece capacidades para la construcción de una ciudadanía activa. En los últimos años, ha desarrollado proyectos con instancias académicas y sociedad civil en torno a graves violaciones a los derechos humanos. Este texto comparte la urgencia de contar con un registro nacional de personas desaparecidas desde una metodología transparente y eficaz para emprender procesos de búsqueda e identificación y analizar el estado actual del fenómeno de desapariciones en México.*

Ante el aumento en el número de casos de desaparición sufrido durante los últimos años, México no solo se ha convertido en un país de personas desaparecidas, sino también en uno de familias fragmentadas que día a día luchan por encontrar a sus seres queridos. Este aumento ha logrado ser visibilizado gracias al esfuerzo de distintas organizaciones civiles, grupos de acompañamiento y colectivos de búsqueda que operan a lo largo del territorio nacional. Lo anterior ha desencadenado la creación de distintos mecanismos e instrumentos institucionales para asistir a las miles de familias que hoy viven entre la esperanza y la incertidumbre de encontrar a sus desaparecidos.

Estos mecanismos e instrumentos provienen tanto de órganos gubernamentales como de organizaciones civiles que comprenden los diversos sistemas de alerta,<sup>1</sup> redes de búsqueda, registros de desaparición y medios de difusión que han sido establecidos a nivel nacional para coadyuvar a la localización de personas extraviadas o desaparecidas. Lo anterior ha representado un avance fundamental en la materia, pues a pesar de sus limitaciones, estos instrumentos han contribuido a sentar las bases del entramado institucional con el que hoy día cuenta México para enfrentar el fenómeno de desapariciones.

Sin embargo, si bien es cierto que este entramado institucional alcanza sus mejores resultados cuando la acción conjunta de sus distintos componentes es alcanzada, durante los últimos años los registros de personas desaparecidas han adquirido una relevancia mucho mayor a la de otros instrumentos. Debido a la información que recopilan, los registros de personas desaparecidas se han convertido en uno de los insumos más importantes para generar estrategias de búsqueda e identificación, brindando datos sistematizados que permiten identificar los patrones de victimización más recurrentes en nuestro país.

<sup>1</sup> Tal como la Alerta AMBER, emitida para la búsqueda de niños y niñas menores de 18 años, y la Alerta ALBA, emitida para niñas y mujeres desaparecidas o no localizadas.



Sin embargo, la relevancia de los registros de personas desaparecidas es en gran medida consecuencia de la innegable connotación política que desde un principio han adquirido este tipo de instrumentos. Esto se debe a que los registros más grandes y pormenorizados han sido aquellos producidos desde instancias de gobierno, sometidos a un amplio escrutinio público que ha contribuido a la politización del fenómeno de desaparición y al empoderamiento de la ciudadanía. Al conocer las cifras “oficiales” de desaparición, la ciudadanía mexicana ha sido capaz de monitorear y exigir mejores resultados a las autoridades responsables de investigar y prevenir este tipo de delito.

En este sentido, contar con un registro confiable de personas desaparecidas se ha convertido en un elemento indispensable para generar políticas efectivas que contribuyan a la localización e identificación de víctimas, así como para impulsar una verdadera rendición de cuentas por parte del Estado mexicano que provenga de la propia ciudadanía y de las familias directamente afectadas por este fenómeno.

Con base en lo anterior, en la siguiente sección discutiremos la historia y las lecciones aprendidas del Registro Nacional de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED), el instrumento que de 2012 a 2019<sup>2</sup> fungió como el registro oficial de personas desaparecidas en México. Para ello, examinaremos las principales características y deficiencias de este instrumento, así como los elementos que podrían ser ajustados o corregidos para generar un mejor registro de desaparición. Para concluir, hablaremos del panorama actual de los registros de desaparición examinando las nuevas herramientas publicadas por el gobierno mexicano.

### **¿Qué era el RNPED, cuál era su importancia y cuáles fueron sus limitantes?**

Desde un aspecto metodológico, los registros de desaparición pueden ser construidos a partir de distintas fuentes de información y utilizando distintos datos de las víctimas. Sin embargo, a pesar de esta posible variación, en la práctica casi todos los registros de personas desaparecidas son construidos por medio de bases de datos que sistematizan el nombre, la edad y las características físicas y sociodemográficas de las víctimas; así como los lugares y fechas en las que fueron vistas por última vez. A su vez, estos registros suelen basarse en las denuncias por desaparición realizadas por los familiares de las víctimas, especialmente cuando estos son producidos por autoridades gubernamentales de seguridad y justicia.

Lo anterior era precisamente la estructura que seguía el RNPED, el cual actuó como el registro oficial de personas desaparecidas en México desde su creación hasta abril de 2018. Gracias a su publicación y actualización trimestral, ambas a cargo del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP), se logró establecer por primera vez

<sup>2</sup> El RNPED fue creado por decreto el 17 de abril de 2012 y abrogado por la nueva Ley General; su última actualización fue realizada el 30 de abril de 2018.

una fuente de datos pública, accesible y actualizada que generaba información trimestralmente sobre los casos de desaparición activos en nuestro país.

En términos operacionales, el RNPED fue el primer esfuerzo por crear un registro único nacional que homologara la información sobre casos de desaparición generada por las fiscalías de justicia locales. Para lograr lo anterior, el RNPED se alimentaba de las carpetas de investigación sobre casos de desaparición que reportaban las fiscalías estatales y los ministerios públicos federales a la entonces Procuraduría General de la República (PGR, hoy FGR). En su papel de intermediario, la PGR entregaba la información recabada desde las fiscalías al SESNSP, la instancia que finalmente publicaba la información recibida en su sitio *web* por medio de dos bases: una dedicada a los casos del fuero federal —que englobaba los casos de desaparición forzada—<sup>3</sup> y otra para los casos del fuero común.<sup>4</sup>

A pesar de sus méritos, el RNPED padecía cuatro grandes deficiencias que perjudicaban la calidad de su información.

La primera era que, aun cuando los registros incluidos en su base en teoría eran depurados y actualizados por la PGR, mucha de la información capturada mostraba claros errores al presentar datos incorrectos, errores tipográficos o casos duplicados. Esto era consecuencia del proceso para nutrir el RNPED, el cual carecía de mecanismos efectivos para verificar la información y generar cruces con otras bases de datos oficiales que logran prevenir este tipo de errores (provenientes tanto del denunciante como de la persona encargada de capturar la información).

Lo anterior sucedía a pesar de que la PGR tenía el mandato explícito<sup>5</sup> de depurar los datos antes de enviarlos al SESNSP, lo cual sugiere que la información que las fiscalías estatales compartían a la PGR era incluida letra por letra en la base de datos del RNPED; independientemente de si dicha información presentaba errores o no.

El segundo gran problema de la base del RNPED era que esta se encontraba estructurada como una base “saldo” que solo capturaba los casos de desaparición activos sin generar un registro histórico del fenómeno. Esto, en otras palabras, significa que el RNPED solo registraba aquellos casos en los cuales la víctima seguía siendo buscada por las autoridades. En contraste, el RNPED excluía todos aquellos casos en donde 1) la víctima era localizada con o sin vida, 2) el delito se reconfiguraba y dejaba de constituir una probable desaparición, o 3) el caso pasaba de un fuero a otro, ya fuera del fuero federal al común o viceversa. De igual forma, 4) los casos duplicados que se lograban identificar también eran retirados.

3 Se clasifica como desaparición forzada aquellos casos en donde uno o más agentes del Estado se involucran en la desaparición de una víctima, ya sea de manera material o por medio de su autorización, apoyo o aquiescencia.

4 El fuero común se refiere a casos investigados por las fiscalías estatales.

5 Responsabilidad señalada por la política integral de búsqueda y localización de personas creada por la propia PGR y a la cual la SESNSP refiere en sus notas metodológicas e informes. Véase [https://www.senado.gob.mx/comisiones/derechos\\_humanos/docs/Informe\\_Anual\\_2014\\_RNPED.pdf](https://www.senado.gob.mx/comisiones/derechos_humanos/docs/Informe_Anual_2014_RNPED.pdf) y [http://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/rnped/Nota\\_metodologica\\_fuero\\_comun.pdf](http://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/rnped/Nota_metodologica_fuero_comun.pdf)



**Figura 1.** Proceso de registro del antiguo RNPED para capturar casos de desaparición (Tomada de Data Cívica, *Análisis y evaluación de registros oficiales de personas desaparecidas: hacia el nuevo registro nacional*, 2019, p. 23).

Si bien la estructura anterior ayudaba a agilizar la operación y actualización del registro, el problema era que las actualizaciones del RNPED eran realizadas con poca transparencia. En cada una de estas actualizaciones, un número desconocido de registros entraba a la base de datos del RNPED y otro número desconocido de registros era retirado sin especificar los motivos por los cuales una u otra acción era realizada. Esto significa que las actualizaciones del RNPED no generaban ninguna clase de acotación por medio de la cual se pudieran identificar los registros eliminados ni la razón por la que habían sido removidos, lo cual impedía que se pudiera obtener una cifra histórica del número de personas que habían desaparecido en nuestro país a lo largo de los años, independientemente de si estas habían sido localizadas con o sin vida, o si sus casos habían pertenecido a fueros distintos.

La tercera deficiencia del RNPED era el anonimato que se decidió mantener respecto a los nombres de las personas desaparecidas que se encontraban en la base del fuero común, la cual concentraba la mayoría de los casos registrados en este instrumento. La falta de nombres impedía que la información oficial de las víctimas se cruzara con los registros generados por organizaciones y colectivos de búsqueda regionales, generando un proceso de rendición de cuentas. Asimismo, el anonimato de los registros obstaculizaba los esfuerzos emprendidos para estimar la magnitud del subregistro en el que muy probablemente el RNPED —junto con cualquier otro registro basado en denuncias y reportes de desaparición— incurría, ya que por lo general este tipo de registros no contabilizan aquellos casos que no son denunciados por miedo a represalias o por falta de recursos e información.

Finalmente, la última deficiencia del RNPED se relacionaba con su proceso de generación. Como se mencionó anteriormente, los registros contenidos en el RNPED eran realmente generados por la PGR, la cual reunía y —en teoría— depuraba la información procedente de las fiscalías estatales. El órgano de la PGR que se encargaba de generar la base de datos

original de la cual se alimentaba el RNPED era el Centro Nacional de Planeación, Análisis e Información para el Combate a la Delincuencia (CENAPI), un órgano desconcentrado<sup>6</sup> que hoy día forma parte de la nueva Fiscalía General de la República (FGR).

A pesar de que la base del RNPED era alimentada directamente por la información del CENAPI, los datos de la primera eran mucho más escasos. Basta con señalar que, a pesar de que la base de datos del CENAPI capturaba 200 variables de interés, la base del RNPED solo incluía 17 variables. Asimismo, es importante señalar que a diferencia del RNPED, la base del CENAPI registraba el nombre de las víctimas y el estatus de localización de cada una.

Esto significa que en lugar de funcionar como la base saldo del RNPED que solo incluía casos de desaparición activos, la base del CENAPI también presentaba todos los casos de desaparición que en algún momento estuvieron activos, pero en los que posteriormente las víctimas fueron localizadas —con o sin vida—. Lo anterior quiere decir que la base del RNPED era en realidad un subconjunto de la base del CENAPI, con la diferencia de que la primera era publicada y actualizada cada tres meses, mientras que la segunda nunca estuvo abierta al público.

De hecho, hasta abril de 2019 fue posible contar con una versión pública y consultable del CENAPI. Sin embargo, la versión consultable de este registro se publicó con datos que llegaban hasta junio de 2018, mostrando solo 70 de sus 200 variables y omitiendo el nombre de las víctimas.

### **¿Cuál es el estado actual de los registros de desaparición?**

Por medio de la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas, se creó la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB), organismo responsable de crear, mantener y publicar el nuevo Registro Nacional de Personas Desaparecidas y No Localizadas (RNPEDNO). Dicho registro representa el sucesor inmediato del RNPED, el cual generó su última actualización en abril de 2018 reportando cerca de 36 mil personas desaparecidas.

Sin embargo, hasta el 13 de julio de 2020 —más de dos años después de la última actualización del RNPED— una primera versión del nuevo RNPEDNO fue publicada por la CNB, reportando un total de 73,201 personas desaparecidas y no localizadas a nivel nacional. No obstante, contrario a lo que se esperaba, esta primera versión no consistió en la publicación de una nueva base de datos consultable, sino en la publicación de una plataforma *web* con filtros y gráficos interactivos<sup>7</sup> que actualmente no cuenta con la posibilidad de descargar los microdatos completos del registro.

<sup>6</sup> Los órganos desconcentrados son entidades jerárquicamente subordinadas a una dependencia de gobierno. A pesar de no ser autónomos, los órganos desconcentrados reciben ciertas facultades por parte de sus dependencias para actuar en una materia específica.

<sup>7</sup> Véase <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/Dashboard/Index>

Si bien los subconjuntos de datos con los que son elaborados estos gráficos interactivos, pueden ser descargados por los usuarios, esta información solo presenta cifras agregadas. Lo anterior no solo significa que la estructura de este nuevo registro nacional es insuficiente para subsanar las deficiencias del antiguo RNPED, sino también que la nueva versión del RNPEDNO publica menos información que la de su antecesor —el cual permitía la descarga de una sola base de datos centralizada con observaciones desagregadas— y dificulta el acceso a la misma, ya que la única forma de acceder a toda la información disponible en la plataforma es por medio de descargas individuales a nivel estatal o municipal.<sup>8</sup>

A pesar de sus errores y omisiones, el RNPED era la única herramienta nacional con la que ciudadanos, miembros de la sociedad civil, familiares de personas desaparecidas y colectivos de búsqueda contábamos para entender —aun con las carencias antes señaladas— la magnitud del fenómeno, y conocer el perfil de sus víctimas para así generar propuestas viables para la búsqueda e identificación de las personas en México. Por ello, a pesar de los esfuerzos realizados por la CNB, la realidad es que desde la última actualización del RNPED hace más de dos años, México ha dejado de contar con una fuente de datos pública y accesible que nos permita monitorear, examinar y analizar el estado actual del fenómeno de desapariciones en nuestro país.

Este vacío de información nos lleva a exigir que la implementación del nuevo RNPEDNO se realice bajo los estándares de datos abiertos necesarios para impulsar la transparencia y la rendición de cuentas en materia de desaparición de personas. Para ello, el primer paso deberá ser la publicación de una base de datos completa y accesible que nos permita explorar toda la información recabada por la CNB junto con la metodología que actualmente es utilizada para recabar dicha información. Lo anterior son dos elementos imprescindibles para evaluar la capacidad que este nuevo registro tendrá para enfrentar las deficiencias que el RNPED arrastró durante sus años de operación y para continuar asistiendo a las familias que hoy día continúan buscando a sus seres queridos.

---

<sup>8</sup> Cabe recalcar que estas descargas individuales son señal de que existe la información necesaria para construir una base centralizada y se encuentra al alcance técnico de la CNB, pues los mismos datos agregados que hoy pueden ser descargados individualmente para cada entidad o municipio, podrían ser concentrados en una sola base.

# “Buscando, nos encontramos”.

## La experiencia de las Brigadas Nacionales de Búsqueda en México

### Entrevista con Juan Carlos Trujillo Herrera

*Juan Carlos Trujillo Herrera es miembro de una familia que desde hace varios años se ha dedicado a la búsqueda de sus familiares desaparecidos: Raúl, Jesús, Luis y Gustavo, sus cuatro hermanos. Como activista, impulsó la creación de la Red de Enlaces Nacionales, la cual se ha convertido en un espacio de articulación que tiene como objetivo encontrar a las personas desaparecidas en México y regresarlas a sus familias. En esta entrevista<sup>1</sup> nos habla sobre el surgimiento y experiencia de la Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas, así como de los avances y desafíos en la aplicación de nuevas tecnologías de búsqueda forense.*

**EAAF** ¿Cómo se organizaron los colectivos en la Red de Enlaces Nacionales para hacer la búsqueda a nivel nacional?

**Juan Carlos Trujillo Herrera** La Red de Enlaces Nacionales (REN) tiene su raíz en la convocatoria que hace Javier Sicilia<sup>2</sup> en el contexto del Movimiento por la Paz con Justicia y Dignidad.<sup>3</sup> En ese entonces, a través de las caravanas dentro del país se evidencia el dolor de las familias, pero no sabíamos qué seguía. Yo no tenía capacidad para pensar qué seguía, además ni siquiera estaba formado en la política. Después de las caravanas, las familias se quedan en los estados a seguir viviendo sus propios dolores en una desatención social.

Luego el movimiento perdió fuerza. En algún momento de 2012, nosotros como familia decidimos buscar mecanismos de búsqueda directa. Entendimos que “el movimiento”, era un medio, pero no era el fin de nuestra causa; que necesitábamos buscar herramientas que pudieran llevarnos directamente a nuestros familiares y así creamos la organización Familiares en Búsqueda María Herrera. Al hacer mayor sinergia entre los compañeros, empezamos a pensar cómo generar esos mecanismos directos para la búsqueda de nuestros familiares. Al inicio pensamos que primero era la red antes que el colectivo, por lo que hicimos lo que Javier nos enseñó: empezamos a hacer caravanas en ocho estados de la República con nuestros propios recursos. Comenzamos a escuchar a más familias, a conocer sus dolores que se habían quedado en el paso de la Caravana y comenzamos a cruzar

- 1 Esta entrevista se hizo en compañía de un colaborador de la Red de Enlaces Nacionales, por lo que en algunos momentos se encontrará su participación.
- 2 Javier Sicilia es un poeta y activista mexicano, a quien el crimen organizado le mató un hijo el 28 de marzo de 2011.
- 3 El Movimiento por la Paz con Justicia y Dignidad surgió el 27 de marzo de 2011. En junio y septiembre de 2011, Javier Sicilia y organizaciones civiles convocaron a la realización de caravanas en el norte y sur del país, nombradas en su momento como Caravanas del Consuelo.



miradas entre nosotros, ¿qué necesitamos?, ¿cómo nos ayudamos? Era una inercia de hermandad de la que no sabíamos lo que saldría.

Con ocho grupos comenzamos a trabajar en la Red Nacional de Enlaces, hicimos sinergias, buscamos a los aliados con quienes desde el movimiento ya habíamos tenido referencias del trabajo. Recuerdo que en 2013 llegué a las oficinas del Centro de Estudios Ecuménicos y les planteé que necesitábamos acompañamiento para una ruta de búsqueda. En el camino nos fuimos acercando con otras organizaciones civiles, como el Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez (Centro Prodh), Cauce Ciudadano y otras. Tuvimos talleres con el Centro Prodh, el Instituto Mexicano de Derechos Humanos y Democracia (IMDHD), Litigio Estratégico en Derechos Humanos (IDHEAS) y el Equipo Mexicano de Antropología Forense (EMAF). Entonces los llevamos, dijimos bueno vamos avanzando. También tuvimos algunas reuniones institucionales con la Procuraduría General de la República (PGR<sup>4</sup>), con la Comisión Ejecutiva de Atención a Víctimas (CEAV) y con la Secretaría de Gobernación (Segob).

Convocamos a un primer encuentro en 2014 y para entonces ya éramos 28 colectivos del país. Algo que nos ha permitido generar lo que hoy se conoce como la Brigada o Gran Red. No nos metemos a las agendas de las familias, ni de los colectivos; generamos una red, no franquicias. Cada quien es libre de decir, caminar y de su perspectiva, lo que les hace sentido o lo que les va fortaleciendo. Eso es importante para nosotros porque es más grande la causa que nuestra mecánica de cómo funcionar. Desde ese primer encuentro, pudimos tener ese pensamiento en conjunto con las familias. Encontramos algo en común: si somos familiares, no queríamos que nos llevaran hacia agendas que desconocíamos o a intereses de otras figuras, entonces comenzamos a trabajar con organizaciones aliadas, que una de sus principales virtudes ha sido escucharnos y priorizar a las familias.

En aquel entonces vimos la necesidad de generar una unidad de búsqueda de desaparecidos, pero dijimos, “una unidad no puede ser porque lo van a confundir con el Estado”. Desde 2011 habíamos estado haciendo gestiones institucionales con dependencias del Estado, pensando que detrás de un escritorio podían encontrar a nuestros familiares. Yo no soy abogado, pero estaba intentando interpretar expedientes, tomos, diligencias, para encontrar a mis hermanos. En eso estábamos cuando se dio la desaparición de los jóvenes en Ayotzinapa<sup>5</sup> y casi a la par surge el colectivo Los Otros Desaparecidos de Iguala.<sup>6</sup> Entonces nos dimos cuenta de que estábamos engañando inconscientemente a las familias, encaminando algún proceso jurídico para generar un camino a la justicia, cuando la justicia fue la primera que había desaparecido y era la primera que no íbamos a encontrar. Entonces, desde otra comunidad de dolientes, las familias, Don Mario Vergara, Don Joel y

4 Actualmente Fiscalía General de la República (FGR).

5 La desaparición forzada de los 43 estudiantes de la Normal Rural de Ayotzinapa, Guerrero, sucedió entre la noche del 26 y 27 de septiembre de 2014, y fue un acontecimiento que colocó a México en la mirada internacional y vislumbró la punta de *iceberg* de las desapariciones en el país.

6 Se refiere a cientos de familiares de personas desaparecidas en Iguala, Guerrero, en los últimos cuatro o cinco años, que no pertenecían a la Escuela de Ayotzinapa, pero que se animaron a comenzar a denunciar estas desapariciones a partir de la atención nacional e internacional que cobra ese caso, y la situación general de violencia e impunidad no solo en Iguala sino también en sus alrededores.

Jonas nos dieron una muestra de dignidad de cómo se debería buscar lo que se perdió y, sin querer, nos metieron una inercia de empoderamiento, de transformación social y de muchas cosas más.

Luego sucede la desaparición de los jóvenes en Tierra Blanca, Veracruz. Y hay una situación muy particular para la familia porque dos de mis hermanos desaparecieron en Guerrero, y otros dos en Veracruz. Recuerdo que en aquel momento venía con nosotros Laura Carlsen, del Programa de las Américas, y le digo: “cómo me gustaría tener dinero para ir y que ese proceso de búsqueda, ahorita que hay condiciones, se encuentre un círculo de seguridad y podamos hacer una brigada de búsqueda, una brigada nacional”. Y Laura me dice: “y ¿qué necesitas?, ¿dinero?” Y ¿qué decir? “Sí, quisiera”. “Pues vete”. No lo pensé dos veces. El Centro de Estudios Ecuménicos nos ayudó a tener recursos para poder ir. Después fui al Centro Prodh; todos nos indicaban que buscáramos al Padre Julián Verónica, en Veracruz, y lo fui a buscar en compañía de Mario Vergara y le dijimos: “Padre vinimos a ver si nos pueden ayudar. Mire, tenemos personas desaparecidas. Aquí en Tierra Blanca acaban de desaparecer unos jóvenes y queremos ver si nos pueden ayudar para poder venir, que nos reciba en la iglesia”. Le planteamos cinco cosas. Esa imagen se me quedó muy guardada porque el padre dijo: “A ver, hijos, ustedes no necesitan eso”. Y tiene su lista ahí. “Ustedes necesitan uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, doce”. Nos dijo que él ya estaba preparado para trabajar por todas las familias que tenían personas desaparecidas en su comunidad. Entonces comenzamos a trabajar, hicimos una avanzada que duró dos meses con el Padre Julián; fuimos a Xalapa, a Orizaba, a Córdoba, a muchas reuniones con él. Pudimos construir muchas cosas interesantes, convencimos al obispo y los ecuménicos nos cobijaban desde la parte nacional. En ese momento, sí era el acompañamiento de la Iglesia.

Nos fuimos a la brigada y empezamos la labor de búsqueda en Veracruz. Subimos a los cerros con la varilla y tratamos de perforar la tierra para poder pinchar el globo de gas que tiene el cuerpo en el subsuelo. Es un mundo muy amplio. Cuando estaba lo de mis hermanos, mi mamá me hablaba mucho de que la Iglesia tenía un gran poder, que buscáramos su apoyo. Entonces, aprovechamos para que dentro de la ceremonia habláramos con la comunidad. Ese ejercicio lo hicimos en medio de la brigada, apelando a la sensibilidad, a la humanidad de las personas y cuando nosotros hablábamos, las personas conectaban con el culto, con la religión, con la misa y comenzaban a llorar. Al principio se sentían desprotegidas, pero después, con la brigada, se sentían protegidas y comenzó a fluir la información y con ello logramos hacer una micro base de investigaciones especiales, donde juntábamos las servilletas con datos que nos iban dando para ver cuál era el lugar aproximado. Nuestra tecnología eran servilletas con información que la gente nos entregaba.

Así, con la información que nos iban dando hacíamos nuestro análisis de contexto. De esa manera llegamos aquí. Encontramos las fosas de San Rafael Calería, en Córdoba, Veracruz. La gente comenzó a confiar en nosotros y a reconocer nuestra labor. Y es que cuando vas generando confianza, la gente te va dando información. Por eso es importante generar un



**Foto 1.** Juan Carlos Trujillo en una manifestación (Foto: Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas).

espacio simbólico, de amor, de transformación y de confianza. En ese momento, eso era la brigada; no con ejes, sino con una conexión especial con la Iglesia. Siempre hemos dicho que la brigada sin la Iglesia no puede funcionar.

#### **EAAF** ¿En dónde fue la tercera brigada?

**JCT** Las dos primeras fueron en Veracruz, en Amatlán y Paso del Macho. Para la tercera brigada nos fuimos a Culiacán, Sinaloa; fue en 2017. Ahí por desgracia, tuvimos una situación muy triste. Nos tocó ver una narcocultura insertada que limitaba el proceso de la brigada, y es que ahí no hay desaparecidos; la sociedad es la que parece desaparecida.

Cuando llegaron las familias a la brigada, nos dijeron: “No venimos a buscar si son o no son [narcos], vinimos a buscar seres humanos. Aquí en Culiacán no voy a encontrar a mi hijo, pero venimos a buscar a los seres humanos que están desaparecidos”. Es ahí cuando sentimos que dimos un gran paso, porque las familias asumieron que hay que buscar a los demás. Pero mejor aún, asumieron que sea lo que sea, hayan vivido lo que hayan vivido, las condiciones geográficas y culturales que sean, tenían que buscar a las personas.

Es algo muy hermoso. Uno de los principales ejercicios de la brigada, es que tiene un eslogan: “Buscando, nos encontramos”. El tema ya no es buscar personas que ya no están con nosotros sino cómo buscar al ser humano que está perdido en las personas. ¿Cómo buscamos a ese ser humano, esa persona que está desaparecida-deshumanizada? Inclusive en el caso de los perpetradores, ¿cómo buscamos a ese ser humano que ya perdieron? Si logramos encontrar eso que está desaparecido en ellos, si estamos pensando en la posibilidad de hallar a ese ser humano que nos hace falta a nosotros. Y eso ha sido uno de los principios



**Foto 2.** La Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas está conformada por familiares y solidarios que buscan a sus seres queridos y conjuntan esfuerzos para fortalecer su misión (Foto: Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas).

rectores de las brigadas. Nos ha permitido pegar corazón con corazón, y hablar con una humanidad necesaria, tan perdida en este país.

**EAAF** Durante la entrevista está presente también Noé Amezcua, del Centro de Estudios Ecuménicos, quien apunta lo siguiente respecto a la Cuarta Brigada.

**Noé Amezcua** La Cuarta Brigada la llevamos a cabo en 2019 en Huitzucó, Guerrero. Formalmente, en esta brigada instauramos dos ejes de búsqueda: en escuelas y en iglesias. Dentro de la búsqueda, la materia prima es la información, y las familias van creando sus propias metodologías para ello. Uno de los logros de la primera brigada es que hizo que en el estado de Veracruz, pero también en otros estados, las familias salieran con más confianza. La brigada nacional ha logrado que otras familias aprendan de familias que han salido a buscar a sus seres queridos y que además se compartan sus métodos, porque si hay 74 colectivos que salen a buscar, son 74 metodologías diferentes.

La brigada posibilita ese intercambio de saberes que cada familia tiene para la búsqueda en campo. La acción fuerte es utilizar una metodología para sensibilizar a la comunidad sobre la problemática. Ahí buscamos principalmente la conversión del corazón; pasar de ser una sociedad que criminaliza a mujeres y hombres desaparecidos, a ser una sociedad consciente y solidaria, y en esa solidaridad está el dar información y crear condiciones de sostenibilidad a las familias, de contención y de protección.

**EAAF** ¿Cuál es la relación que se tiene con el gobierno para hacer estas búsquedas, ya sea municipal, estatal o federal? ¿Y qué tecnologías consideran que les ayudaría para poder hacer mejor las búsquedas en campo?

**JCT** Con la respuesta y los resultados de la primera y la segunda brigada, replanteamos nuevos mecanismos; nos acercamos a Roberto Campa, entonces titular de la Subsecretaría de Derechos Humanos; a la Secretaría de Gobernación; a Jaime Rochin, entonces Presidente de la Comisión Ejecutiva de Atención a Víctimas (CEAV) y a la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), para ver cómo nos podían apoyar. Entonces, para la tercera y la cuarta brigada involucramos a las instancias en algunos talleres que aparecen en el rubro de la Ley General de Víctimas, para que de primer nivel ellos pudieran accionar algunos traslados de las familias, por vía del Registro Nacional de Víctimas (RENAVI).

A raíz de la tercera y la cuarta brigada tuvimos esos mecanismos en que ejercimos nuestros derechos reconocidos por el Estado y pudimos hacer una convocatoria más amplia. También pudimos, como equipo, apoyar a las familias huérfanas, las que aún no tienen ningún tipo de atención, que no han sido reconocidas como víctimas y están más vulneradas. Nosotros nos hemos enfocado en atender ese tipo de necesidades, becándolas, para lo cual generamos un fondo con el apoyo de las personas.

En la quinta brigada que hicimos en 2020, también en Veracruz, nos dedicamos a hacer esfuerzos extraordinarios para recaudar más recursos y poder llevarla a cabo, con o sin el apoyo del Estado, porque es una acción totalmente social. Algo que decimos es que “yo le ayudo a hacer la chamba al Estado, pero no se la vinimos a hacer”. Le decimos a las autoridades: “Yo les digo más o menos cómo creemos que podemos avanzar, pero no me corresponde a mí exhumar e identificar; esa es tarea de ustedes. ¿Y qué creen? Que aquí los vamos a vigilar para que lo hagan bien”.

Es un ejercicio bien interesante porque le ganamos tiempo al Estado. En vez de hacer búsquedas en el escritorio, logramos que nos alcanzaran para realizar la brigada en campo. Esto nos llevó a reconocer que tenemos una crisis de identificación forense, porque el gobierno no tiene estructuras para investigar, ni para buscar y mucho menos de identificación forense, porque le apostaron a que nos cansáramos, nos muriéramos y que quedáramos en la historia.

¿Qué necesitamos? Necesitamos toda la tecnología sofisticada y que tenga alcances. Yo más bien pediría que hiciéramos una reflexión entre los que están, ustedes, nosotros y hasta de otros países, para ver qué funciona. Pedir lo que no conocemos es un error. Las imágenes satelitales y el aparato LiDAR que tienen puede ser muy bueno, pero el problema es que no está funcionando. El engaño de los canes, el K9, que no sé para qué estén adiestrados. Hemos tenido experiencias con peritos en que han pasado el georradar, los perros, y no han detectado nada hasta que las familias estuvimos laqueando, buscando, y encontramos restos de personas.

Sí estamos usando tecnología y no nos está funcionando. No es la tecnología, es quién la usa, quién se prepara, quién se capacita, cómo se capacita y cómo se emplea. No digo que la tecnología por sí misma sea mala, pero yo más bien pensaría cómo buscamos diseñar lo que vayamos a suministrar de la parte tecnológica, junto con una adecuada capacitación a los peritos, adaptada a la desgracia que está viviendo el país.

Primero necesitamos pensar y replantear qué escenarios tenemos y, con base en eso, hacer un análisis abierto con todos los expertos internacionales para ver la problemática que tenemos en el país y hallar las soluciones.

Otra cosa bien importante: nosotros no estamos buscando a los desaparecidos, los desaparecidos nos están buscando a nosotros. Por la negativa de toma de muestras de ADN, no hay un espejo que permita el *match* que pueda hacer comparativos exactos. Y es una realidad: los desaparecidos nos están buscando a nosotros; somos como 500 personas buscando desaparecidos y son más de 200 mil personas que nos están buscando. Yo busco cuatro hermanos y he tenido la dicha de poder encontrar más de 50 personas, en fragmentos y en cuerpos. Entonces, la realidad es que estamos rebasados nosotros mismos como familiares, como organizaciones; son ellos que están intentando ser rescatados, quienes nos están buscando a nosotros y nos dan indicadores. Lamentablemente, no tenemos la capacidad para poder descifrar qué es exactamente lo que necesitamos hacer.

**EAAF** La realidad es que no existe una tecnología mágica. Es la suma de tecnologías la que nos va a permitir encontrar, pero tiene que haber alguien que analice, que vea la información, que la sistematice.

**NA** La realidad es que son las familias las que están encontrando. Pero entonces, ¿cómo generarles más capacidades? Hay que diseñar capacitaciones para las familias, formarlas más e ir creando la posibilidad del intercambio de saberes, con especialistas y familias. No solo con el Estado, sino con personas solidarias, especialistas que trabajen en conjunto con las familias. Creo que por ahí es una ruta importante que no está tan explorada.



**EAAF** ¿Quisiera agregar algo para concluir?

**JCT** Sí. Necesitamos que el Estado genere las condiciones; no sé si declarando una emergencia humanitaria, no sé lo que tenga que hacer. Problema que no es reconocido, no puede ser atacado. Si lográramos que el Estado mexicano se declarase en ese sentido, que buscaran como deben de buscar y se convocara a las familias, a los testigos mudos, a los que quitaron las tierras para ocuparlas; eso, sumado a la tecnología, nos va a dar un panorama mucho más amplio. Desgraciadamente, eso no va a pasar. No hay una manera objetiva, sana, humana, de generar los recursos necesarios para atender las causas y las consecuencias del problema que tiene el país. Sí se puede, pero no hay voluntad política. Yo no pediría tecnología, yo pediría buscar con el corazón. La tecnología llega con el corazón.

# La incansable búsqueda de familiares desaparecidos

María Herrera

*María Herrera es madre de cuatro hijos desaparecidos: Raúl y Jesús, quienes desaparecieron en Atoyac de Álvarez, Guerrero en 2008, a la edad de 19 años y 24 años, respectivamente, y de Luis Armando y Gustavo Trujillo Herrera, quienes desaparecieron en 2010 en Veracruz, cuando tenían 24 y 28 años, respectivamente. María, junto con sus hijos Miguel Ángel y Juan Carlos, en 2014 fundaron la organización Familiares en Búsqueda María Herrera, cuya labor estratégica se ha orientado en el empoderamiento de las familias de personas desaparecidas, mediante el acompañamiento e integración al trabajo en Red de Enlaces Nacionales, donde participan colectivos de familiares de personas desaparecidas de 18 estados de la República. Este texto es el testimonio de María al inicio del Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, en el que habla sobre la importancia de los colectivos de familiares para impulsar procesos sociales de búsqueda que reconozcan a las familias como actores centrales en los mismos.*

Gracias a todos ustedes por estar aquí, por escucharnos. Espero que al escucharnos, aporten todo lo que ustedes puedan, porque tenemos necesidades apremiantes, sumamente urgentes. Todos sabemos de antemano que estamos ante una emergencia nacional. Debido a esto, estamos aquí participando y dando a conocer lo que hemos venido haciendo pese a este dolor indescriptible que traemos bajo nuestra espalda, nuestro corazón, nuestras vidas.

Tengo cuatro hijos desaparecidos y a raíz de esto me lancé a buscar como todas y cada una de las madres y familiares que pierden a un ser querido que desaparece. Al principio creemos que por nuestros propios medios vamos a lograr encontrar a nuestros seres queridos. Desgraciadamente, no es así. Una vez que luché contra viento y marea para lograr encontrar a mis dos primeros hijos, junto con sus cinco compañeros de trabajo, lo que ocurrió fue la desaparición de mis otros dos hijos. Esto te desquicia, no sabes qué hacer o a quién acudir. Nosotros buscamos apoyo ante los Ministerios Públicos, ante el Gobierno, pero la respuesta fue nula. La segunda vez fue todo lo contrario; mis hijos se lanzaron a buscar de una forma aún más difícil, porque lo hicieron arriesgando sus vidas, sin saber la magnitud del problema que teníamos encima.

Creía que yo era la única persona que estaba pasando por esta situación, pero no era así. De eso me di cuenta hasta que surgió el Movimiento por la Paz con Justicia y Dignidad, al cual me adherí, y al cual le agradezco infinitamente por haberme abrazado, haberme orientado. Ahí nos apoyaron buscando formas de organización. Nosotros, siendo de provincia, desde



**Foto 1.** Raúl, Gustavo, Luis Armando y Jesús Salvador Trujillo Herrera, los cuatro hijos desaparecidos de María Herrera (Foto: Familia Trujillo Herrera).

luego no sabíamos cómo organizarnos. Lo primero que pensamos fue: ¿qué movimiento por la paz nos iba a dar una respuesta a esta situación que estamos viviendo? Pero lo único que se logró fue la visibilización de este gravísimo problema a nivel nacional, porque siempre que caminábamos en las caravanas, en esas dos caravanas que se hicieron por el norte y el sur del país, lo único que pudimos ver fue la magnitud del dolor de lo que se estaba viviendo en México. A partir de ahí, seguimos esperando, como decíamos nosotros, que todas las víctimas encontraran una respuesta. Desafortunadamente no fue así. Pero repito: sí logramos organizarnos.

Cuando el Movimiento por la Paz se desintegró, nosotros no nos quedamos ahí. Seguimos luchando, viendo de qué manera nos podíamos organizar para poder seguir buscando a nuestros seres queridos. Ha sido una tarea sumamente difícil. Hemos logrado algunos pequeños avances; digo pequeños porque han sido restos en su mayoría lo que hemos encontrado.

Buscamos la manera de organizarnos, de abrazar nuestros dolores, de abrazar los pocos conocimientos que pudimos adquirir dentro del Movimiento e irlos enriqueciendo. ¿Cómo?, buscando formas, fuimos a las universidades a tocar esos corazones, esas mentes, que sabemos que tienen conocimientos plenos pero que no los han llevado a la práctica, y les suplicamos que nos regalaran esos conocimientos porque nosotros ya no teníamos recursos para pagar. Ha sido gente muy buena, solidaria, que nos ha venido apoyando.



**Foto 2.** María Herrera en una búsqueda en campo (Foto: Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez).

Como primer paso, tenemos la organización a la que desde ese momento le pusieron mi nombre porque surgió en familia. Poco a poco se fueron acumulando infinidad de víctimas, y nuestra intención siempre fue abrazar a todas esas víctimas que no tenían quién las apoyara, quién las ayudara, quién las guiara. Y con los pocos conocimientos que habíamos adquirido fuimos abrazando a esas víctimas.

El segundo paso fue lograr enlazar a todos los colectivos que han podido y que han querido unirse a Enlaces Nacionales, un organismo que no es de nadie, pero a su vez es de todas las personas que han querido llegar ahí, y unir esfuerzos para fortalecernos y poder salir a buscar a nuestros seres queridos desaparecidos.

El tercer paso fueron las brigadas, que hoy día continúan en gran parte de los estados de la República y tienen tres ejes en los cuales hemos tenido avances, que son la búsqueda

en vida, en campo y la identificación forense, así como la intervención en iglesias y escuelas. Nosotros no sabíamos cómo buscar, pero gracias a las personas que nos han brindado sus saberes, hemos podido caminar y buscar con la esperanza de encontrar a nuestros seres queridos.

Hemos luchado contra viento y marea, y hasta la fecha las instituciones han sido sordas, ciegas y mudas. Ellos se escudaban, desde el principio, diciendo que los grupos de la delincuencia organizada eran quienes se habían llevado a nuestros familiares. Pero bien sabemos, siempre les he dicho, que ha sido el crimen institucionalizado quien nos arrebató a nuestros hijos. Y han sido ellos quienes han estado en un hermetismo porque nunca han querido abrir las puertas a instancias internacionales para que ellos nos ayuden a buscar; porque todo mundo sabe que estamos en una emergencia nacional, pero no permiten la ayuda. Pareciera que vamos por el mismo camino porque a pesar de las denuncias ante la Corte Penal Internacional, al parecer las puertas siguen herméticamente cerradas.

Cuando me invitaron a participar en el Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, pensé que lo único que les puedo aportar es mi dolor, el dolor de tantas madres, tantos familiares que estamos aquí y que todos hemos venido sufriendo lo mismo. Todos hemos estado ante esta terrible situación sin recibir una respuesta.

Ahora quiero hacerles un llamado muy especial a todas estas personas que se encuentran aquí y que vienen de otros lugares, para que tomen en cuenta nuestra situación, y nos presten sus conocimientos, su ayuda, cuando la necesitemos, porque han sido infinidad de restos los que hemos podido sacar de entre los montes y los valles, y seguimos buscando. Esperamos y confiamos en todos ustedes, en todas esas instancias internacionales, para que nos ayuden a poder dar con el paradero de nuestros seres queridos.

# Experiencia de las familias en la búsqueda en Veracruz, México

Jannette Helen O’Relling Carranza

*Jannette Helen O’Relling Carranza es buscadora de personas desaparecidas como integrante del Colectivo Solecito de Veracruz, uno de los estados más afectados por la violencia y las desapariciones en México. Su vida cambió drásticamente cuando su hermano Rommel desapareció en mayo de 2014, y eso la motivó a ser parte del colectivo. En 2016 Solecito descubrió uno de los lugares de enterramientos clandestinos más grandes de México: Colinas de Santa Fe, en el puerto de Veracruz, donde se exhumaron restos de más de 300 personas. Este texto relata el camino que ha seguido como familiar buscando a su ser querido, su experiencia en las búsquedas en terreno y la fuerza de las familias como motor de estas acciones.*

Todo comenzó el 14 de mayo de 2014, cuando mi hermano desapareció justo en el pueblo que lo vio nacer. Ese día, los cuñados de mi hermano le pidieron que los llevara a buscar al dueño de una feria,<sup>1</sup> ya que les habían encargado llevar una al pueblo, pues se acercaba la fiesta de María Auxiliadora. Después de llevarlos al primer punto, donde se suponía que estaría el señor, fueron a otro lugar llamado Cantarranas, donde estaba la feria; se bajaron de su automóvil, fueron hacia la feria y como no hallaron a la persona que estaban buscando, regresaron al carro y ahí, hombres armados con dos camionetas los subieron y se los llevaron junto con el auto donde viajaban. Al día siguiente, encontraron el auto quemado, sin nadie adentro.

Después de un año de búsqueda, encontré el Colectivo Solecito, el cual me recibió con buenos ánimos para buscar a mis familiares y para apoyarnos mutuamente. Años más tarde, se inició una búsqueda en Colinas de Santa Fe, en donde decidí participar para ayudar en los esfuerzos para encontrar a nuestros seres queridos.

Al inicio de la búsqueda, seis trabajadores y varias compañeras comenzamos juntas la oportunidad de demostrar al gobierno que sí existían restos humanos en ese lugar. Así empecé a buscar y a aprender la forma de localizar. Nunca te imaginas lo que puedes hacer, hasta que pasas por esta pesadilla de tener un familiar desaparecido.

Para mí ha sido una experiencia increíble aprender cómo localizar una fosa, que va desde que tienes que prepararte; por ejemplo, no debes usar ningún perfume ni crema que tenga olor, ya que como buscas olores, nada te debe distraer. También es necesario conocer los hundimientos, que son parte de la naturaleza, hechos por animales o excavados por el ser humano. Aprendes a ver el cambio que hay ahí cuando hacen un entierro clandestino en un campo

<sup>1</sup> Se refiere a una serie de juegos mecánicos que se instalan con motivo de determinada fiesta en honor a algún santo de un lugar, y puede incluir circo y venta de comida y dulces.





**Foto 1.** Integrantes del Colectivo Solecito de Veracruz en el campo (Foto: Jannette Helen O'Relling Carranza).

llo de árboles y hierba, ya que notas porqué están más altos unos, y otros apenas están creciendo, y te preguntas: ¿por qué tengo que aprender esto?, ¿por qué estoy aquí? Por una sencilla razón: para poder encontrar lo que te han arrebatado, algo que es parte de ti.

Vives tantas cosas que nunca imaginé llegar a vivir, desde ver cuando se localiza un punto positivo y llegas hasta donde se encuentra el primer hallazgo. Antes pensaba cómo sería o qué pasaría cuando viera por primera vez un cuerpo, o partes de este, enterrado, embolsado, amordazado. Pero aprendes a contener tus emociones para poder rescatar a todos los que están en la clandestinidad.

Hubo un momento en que sí sentí lo más horrible: cuando tocó abrir una fosa y ver que había una camisa parecida a la que llevaba mi hermano el día que desapareció. Fue algo que me zimbó y nunca se me olvida ese momento. Lo tengo presente.

Tienes que aprender a ser fuerte por todo lo que nos está tocando vivir; vivir con riesgos desde que decides buscar al ser querido, riesgos desde la delincuencia hasta los riesgos de la naturaleza. Pero todo vale la pena para poder encontrarlos a todos. Muchas veces sientes que ya no puedes más, porque por más que hagas y hagas no lo encuentras y es desesperante no tener quien te ayude a buscar.

Nuestras autoridades no hacen nada por buscarlos y a nosotras nos faltan recursos para ello. ¿De qué sirve que haya tantas tecnologías para hacer una búsqueda mejor, si nuestras autoridades no hacen nada? No llevan a cabo un cruce como tiene que ser, no lo hacen porque no hay el mínimo interés. Pero eso no me detiene, seguiré buscando y aprendiendo cómo buscar hasta encontrarlo, porque esto es parte de mi vida.

# Las búsquedas de las familias ante la violencia y las desapariciones en Nuevo León, México

## Entrevista con Leticia Hidalgo

*Tras la desaparición de su hijo Roy, ocurrida en enero de 2011, en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, **Leticia Hidalgo** se convirtió en activista y fundadora de la asociación de familiares Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León. Desde entonces, de la mano de otras madres en igual circunstancia han luchado para que las autoridades respondan a sus llamados y les ayuden a encontrar la verdad sobre el paradero de sus hijos “ausentes”. Así, promovieron la primera exhumación ciudadana, búsquedas en campo e inspecciones forenses en Nuevo León. Leticia ha participado en múltiples mesas de trabajo con autoridades y espacios públicos con instancias nacionales e internacionales para dar su testimonio y exponer la tragedia humanitaria de las desapariciones en México; es cofundadora de Gobernanza Forense Ciudadana, proyecto impulsado por la Universidad de Durham, Inglaterra. En marzo de 2014, en el marco del Día Internacional de la Mujer, recibió un reconocimiento por parte del Congreso de Nuevo León por su trayectoria en la defensa de los derechos humanos y en 2019 recibió la Medalla al Mérito Cívico “Presea de Nuevo León”.*

**EAAF** ¿Nos podría contar un poco sobre el contexto de Nuevo León?, ¿desde cuándo ubican el aumento de la violencia y de las desapariciones, recuerdan algún evento específico de cuando empezó a ponerse difícil la situación en ese estado?

**Leticia Hidalgo** Fue luego del asesinato de Marcelo Garza,<sup>1</sup> entonces jefe de la Agencia Estatal de Investigaciones de Nuevo León, que ocurrió afuera de la Iglesia de Fátima en septiembre de 2006, en San Pedro Garza García. Su familia siempre ha estado ligada al poder en Nuevo León, sobre todo en el área policial. Este fue como un punto de quiebre, fue algo muy grave que no habíamos vivido en Nuevo León.

Después de ese asesinato, empiezan hechos muy violentos y se hacen públicos aquí y en toda el área metropolitana de Monterrey. Empezamos a ver gente colgada en los puentes,

<sup>1</sup> Marcelo Garza y Garza, quien fungía como Director de la Agencia Estatal de Investigación, dependencia de la entonces Procuraduría General del Estado de Nuevo León (ahora Fiscalía General del Estado) fue asesinado el 5 de septiembre de 2006. Al día siguiente, la prensa mexicana publicó que tres horas antes de su muerte, el funcionario había encabezado una conferencia de prensa en la cual había anunciado que serían cambiados de adscripción 61 agentes del Ministerio Público y 22 comandantes de la policía ministerial. Se explicaba que Garza quería “reformular el sistema de procuración de justicia en la entidad, que incluía la modernización, capacitación y supervisión del desempeño de policías, agentes del Ministerio Público y peritos de esa dependencia” (*La Jornada*, 7 de septiembre de 2006). El 24 de marzo de 2009, Héctor Huerta Ríos, alias “La Burra” —según la PGR, uno de los 37 narcotraficantes más buscados del país— fue detenido, acusado de ser el autor intelectual del asesinato de Marcelo Garza y Garza (*La Jornada*, 25 de marzo de 2009). Finalmente, Huerta Ríos fue liberado dos años después y asesinado en marzo de 2019.

quemada; daban muchos *granadazos*,<sup>2</sup> sobre todo a las corporaciones policiacas de casi todos los municipios de Nuevo León. Luego en las cajuelas de carros, sobre todo de taxis, aparecían personas “encobijadas”.<sup>3</sup>

Y siguieron los asaltos a mano armada en estacionamientos, en centros comerciales. A todas las personas les estaban quitando sus carros, sobre todo camionetas a las mujeres; yo siempre pensé que algún día me iban a quitar la mía. Corrían rumores de que todo mundo conocía a una persona de la delincuencia organizada, pero el consejo era que no dijéramos nada a nadie. Se decía que los taxistas estaban ligados a los Zetas y no podías decir nada a bordo. Era una situación de terror lo que estábamos viviendo.

Un hecho que marcó a la sociedad e hizo que la ciudadanía empezara a organizarse fue en marzo de 2010, con el asesinato de Jorge Antonio Mercado Alonso y Javier Francisco Arredondo Verdugo,<sup>4</sup> dos estudiantes del Tecnológico de Monterrey. La primera versión de este caso, que se da a conocer en las redes sociales, era que había sido un enfrentamiento entre militares y Zetas. La comunidad estudiantil del Tecnológico empieza a pedir explicaciones y más cuando al siguiente día de la balacera, los estudiantes ven que lavan el lugar, como si no hubiera pasado nada.

Ya teníamos un par de años con este tipo de situaciones. La militarización en Nuevo León ya era un hecho, era muy común ver los *convoys* de unos cuatro o cinco automóviles, camiones o tanques de puros militares armados. Las versiones públicas sobre los enfrentamientos siempre decían que eran entre “los malos”, y hacían pensar que estábamos seguros, que nada nos iba a pasar más que el robo de una camioneta.

Otra noticia fue en abril de 2011, cuando secuestran al jefe de policía de Apodaca, Nuevo León. Como no supieron nada de él por unos días, el jefe de más alta autoridad pide a 10 policías que lo vayan a buscar —lo que hace pensar que quienes lo tenían ya se habían comunicado con este otro jefe—, y jamás regresaron. Hechos como esos nos fueron marcando.

En enero de 2011 a mí me llega la tragedia, cuando un grupo armado, encapuchado y algunos con chalecos de policía se llevan a Roy y nos roban todo: camionetas, joyas, electrónicos, computadoras, televisiones. Nos piden un rescate. Los vecinos nos cuentan que así les había pasado a otras personas, que así le hacían, pero que sí me iban a regresar a Roy. Nosotros nunca denunciarnos porque en cada una de las llamadas para entregarles el rescate, nos amenazaban de muerte. Para esta fecha ya sabíamos que policías y ladrones eran los mismos.

A la primera persona que le llamé para comentarle lo que nos había pasado, era un regidor, pero no nos pudo ayudar porque justo lo acababan de regresar después de secuestrarlo

2 Tiene que ver con el uso de granadas, nombre que se da a un arma antipersonal, que son un tipo de proyectiles explosivos que pueden ser lanzados con la mano o con un arma. En este caso, se refiere a colocar granadas que hacían explotar instalaciones policiacas en el estado.

3 Son cadáveres envueltos en mantas o cobijas, hallados en las cajuelas de los autos.

4 Ambos fueron asesinados el 19 de marzo de 2010, en las instalaciones del campus central del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León.

tres días y estaba muy golpeado. A él le robaron su carro y su cartera; me recomendó que no denunciara porque secuestradores y policía era lo mismo. Así, también empezamos a darnos cuenta de que se habían llevado a muchos muchachos.

Es cuando empiezo a moverme sola y en silencio. Levanté una denuncia en el campo militar. Y mientras yo andaba buscando quién me ayudara, el 11 de abril escucho en las noticias a un señor gritando que le habían matado a su hijo, también en Monterrey. Era un doctor llamado Otilio Cantú; decía que los militares lo habían matado. Y los militares estaban dando el reporte de que era un criminal, que hasta tenía el tiro de gracia, que le habían encontrado droga. El señor, solo, había logrado esclarecer que le sembraron droga y que los militares le habían dado el tiro de gracia. Yo pensé que era lo mismo que nos estaba pasando, no encuentras ayuda y tienes que gritar que somos inocentes y que no estábamos tan seguros como ellos decían.

Luego el 7 de junio de 2011, viene la Caravana por la Paz, con el poeta Javier Sicilia. En la televisión convocan a la plaza a las cuatro de la tarde a quien tuviera una víctima o quien hubiera sido víctima y quisiera reclamar. Yo decido a ir. Realmente fuimos pocas personas. La Caravana llegó como a las 10 de la noche, y nos quedamos muy poquitos. Ahí por primera vez doy el testimonio del secuestro de Roy.

En ese entonces, cuando la sociedad comenzaba a despertar, quemaron el Casino Royal<sup>5</sup> con gente adentro, el 25 de agosto de ese mismo año. Había una parte de la población que seguía como si nada, pero algunos de los que ya estábamos “dañados” nos empezamos a organizar.

En la época en la que Adalberto Madero era alcalde<sup>6</sup> en Monterrey, se abrieron muchos casinos y *tabledance*, los cuales empezaron a ser blanco de disturbios y disparos. Ya eran muy comunes las balaceras. En una de esas, un estudiante también de la Facultad de Filosofía y Letras, donde estudiaba mi hijo Roy, estaba haciendo su servicio social pintando una barda con la leyenda “Queremos paz”, cuando se da una balacera y lo matan. Se llamaba Felipe Neri.

Luego, en una balacera, una patrulla atropella a Lucy, otra estudiante de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Entonces yo pensé, pues también están matando a nuestros estudiantes, no solo a los malos, nos están matando a todos.

**EAAF** ¿Cómo fue que en medio de estos eventos horribles en Monterrey y la periferia, ustedes deciden crear Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León (FUNDENL)?

**LH** Con la Caravana por la Paz me doy cuenta de que hay más gente que también tiene un familiar desaparecido. Empiezo a recorrer otras instituciones y conozco a más madres, abuelas, hermanas, algunos padres de familia con hijos desaparecidos e hijos con padres desaparecidos.

5 Fue un caso muy sonado por aquellos años; un grupo de personas armadas incendiaron de manera intencional el Casino Royale, donde murieron alrededor de 53 personas. Al día siguiente del hecho, se publicó en un diario mexicano que “de acuerdo con las primeras investigaciones de las autoridades locales y que le han dado vista a la Procuraduría General de la República (PGR), el incendio del inmueble fue por falta de cumplimiento de la cuota establecida por el crimen organizado. Según versiones, el grupo de sicarios —integrado por entre 13 y 16 personas— incendió el lugar sin que fueran detenidos por guardias de seguridad privada” (*Excélsior*, 26 de agosto de 2011).

6 Se desempeñó como alcalde de Monterrey de 2006 a 2009.



**Foto 1.** Integrantes de FUNDENL en la Séptima Marcha de la Dignidad Nacional en Ciudad de México, que se llevó a cabo el 10 de mayo de 2018; exigen justicia y verdad para sus hijas e hijos desaparecidos (Foto: Diana Martínez).

Empezaron a hacer pequeños foros donde solo íbamos nosotros, y personas como Cordelia Rizzo y Jesús González, que en aquel momento eran activistas en Nuevo León. Iba gente que no tenía una víctima directa pero estaba conmovida y despierta ante tanta violencia.

Yo las convoco para juntarnos en el kiosco Lucila Sabella, de la Macroplaza de Monterrey, frente a la Catedral, para contarnos a qué institución habíamos ido y qué nos habían dicho, con quién habíamos hablado, quién nos ayudaba, también para saber qué podíamos esperar de las autoridades. Cada jueves nos reuníamos a bordar y a platicar, por invitación de Teresa Sordo, del colectivo Bordamos por la Paz Guadalajara, así vamos conociendo otros movimientos.

Luego conocemos a Jorge Verástegui, de Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Coahuila (FUUNDEC), y por él sabemos lo que ha estado haciendo la organización desde 2009; nos recomienda exigir respuestas de las autoridades. Un día le preguntamos a Jorge que si podíamos usar el mismo nombre de su organización, y es así como nos pusimos Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos Nuevo León.

**EAAF** El *modus operandi* de que entran a las casas, golpean, roban y se llevan a una persona se ha escuchado en San Luis Potosí, Tamaulipas, Guerrero, ¿crees que esto mismo sucede en más lugares de México?

**LH** Sí, prácticamente en todo México. El primer caso que supe que era muy similar al nuestro fue el de Fernando Ocegueda, en Baja California. El segundo caso que conocí fue el de Héctor, el esposo de Ixchel, de FUUNDEC. En ambos casos, quienes entraron a las casas fueron policías federales. Y en Nuevo León también hay muchos casos semejantes, pensábamos que eran atracos, pero antes no sabíamos que se estaban llevando a las personas.

**EAAF** En cuanto a la búsqueda, ¿ustedes cómo decidieron comenzar a hacerla?

**LH** Al inicio busqué el apoyo de Ciudadanos en Apoyo a los Derechos Humanos A.C. (CADHAC), una organización civil en Nuevo León. Íbamos a reuniones mensuales con instancias de justicia, pero yo no veía que mi caso avanzara.



Después fui a la Procuraduría General de la República (PGR) de Nuevo León y empezaron a darnos apoyo psicológico y psiquiátrico a mí, a mi esposo y a mi otro hijo. En 2012 nos invitaron a una reunión con Sara Irene Herrerías, de la entonces Procuraduría de Atención a Víctimas (Províctima), quien quería reunirse con familiares que estuvieran siendo atendidos. Para ese tiempo ya nos estábamos reuniendo como 12 personas en la plaza para bordar y solicité que pudiéramos ir todas. Fue la primera vez que nos recibió una autoridad federal.

Luego decidimos empezar a revisar nuestros propios casos porque nosotros no tenemos ni abogados ni nadie que nos apoye y mucho menos presupuesto. Ya para finales de 2013, sabíamos que teníamos derecho a ver nuestro expediente, empezamos a conocer más Ministerios Públicos, y a hablar directamente con ellos en reuniones grupales, pero lo único que encontrábamos era que habían mandado los oficios, que le ponían “palomita” y ya. Y regularmente es lo único que siguen haciendo hasta ahora.

**EAAF** ¿Cómo aprendieron a hacer las líneas de tiempo, el análisis de contexto, la red de vínculos?, ¿sobre la marcha o alguien los apoyó?

**LH** FUUNDEC y otras organizaciones nos empezaron a invitar a cursos y talleres que estaban haciendo. Fuimos de los primeros grupos que empezaron a hacer la Ley General de Víctimas. Jorge Verástegui, que ahora es abogado —pero en aquel entonces era estudiante—, nos asesoró para meter la iniciativa de la Ley de Víctimas en Nuevo León y luego la Ley de Declaración de Ausencia.

Aprendimos mucho con todas estas organizaciones que nos invitaban a participar, pero sobre todo cuando empezamos a hacer el Protocolo Homologado para la Búsqueda de Personas Desaparecidas de la PGR. Ahí se empezó a hablar de que teníamos que conocer las líneas de tiempo: lo que sucedió antes, durante y después. También empezamos a hacer nuestro propio mapa con nuestros propios casos y a crear una red de vínculos, y pusimos en papel los nombres y apodos de los perpetradores, los lugares y los modos de operar.

**EAAF** La primera actividad forense que hicieron fue la revisión de la identificación del caso de Brenda Damaris, en 2014, ¿cómo es que deciden involucrarse con el análisis del contexto, el manejo de casos, la vinculación de todo lo que implica, y a hacer una resolución o una búsqueda?

**LH** En octubre de 2012 Juani<sup>7</sup> nos dice que hay un hallazgo de restos humanos en Santa Catarina, Nuevo León, que es donde desaparecen a Brenda Damaris en julio de 2011. Ella se va con su esposo y sus hijos a ese terreno donde sospechan que puede estar Brenda, y llevan una manta con su rostro, y tienen un enfrentamiento con los militares porque no les permiten estar ahí y hasta se los querían llevar en la patrulla. Al siguiente día, CADHAC le informa que ya habían encontrado los restos de Brenda; que llevara el acta de nacimiento y recogiera los restos. Luego, en el Servicio Médico Forense (SEMEFO) le entregan los restos en una bolsa negra de basura y le dicen que la incinere.

<sup>7</sup> Juana Solís Barrio, integrante de FUNDENL, mamá de Brenda Damaris González Solís, quien desapareció en Santa Catarina, Nuevo León, el 31 de julio de 2011.



Nosotras ya sabíamos que no se debía incinerar porque se perdían las evidencias; es más, estaba prohibido incinerar a alguien que hubiera estado desaparecido. Además, en el SEMEFO dijeron que no la habían encontrado en ese lugar, sino que ya lo tenían desde hace un año. Nos quedamos más perplejos. Toda esta situación nos resultó sospechosa.

Finalmente, la sepultamos en el panteón y empiezo a acompañar a Juani a ver los dictámenes, a ver qué pasó, dónde la encontraron y revisar su expediente, hoja por hoja. Nos peleamos mucho con todo el mundo, con todas las autoridades, con el Ministerio Público, porque al principio no nos dejaban ver los expedientes. Ahí decía que habían encontrado 166 piezas, la ropa interior de la víctima: un bóxer talla 40. Todo esto resultaba muy extraño porque Brenda no usaba bóxer y menos de esa talla, ella era delgadita. Había muchos detalles que no correspondían con lo que estaban diciendo, es más, habían dicho que el expediente de Brenda Damaris había desaparecido.

No era posible que los restos que encontraron estuvieran en ese estado si supuestamente los habían encontrado tres meses después. Empezamos a ver muchas inconsistencias y hasta llegamos a pensar que no era Brenda Damaris; la familia también decía que había cosas que no coincidían.

En 2013 voy a otro taller a México y ahí conozco a Franco Mora, un antropólogo forense de Perú, y a Alejandro Vélez, quien en ese momento estaba en Gobernanza Forense Ciudadana; ellos eran instructores en el taller. Ahí me enteré de lo que hacían y de que Gobernanza podría hacer análisis más confiables, así que les pedí que nos ayudaran con el caso de Brenda. Ellos me dijeron que sí podían ayudarnos voluntariamente, y empezamos a hacer todas las gestiones burocráticas para que nos autorizaran una segunda prueba de ADN. Nos tardamos dos años, porque no querían darnos permiso, hasta le llevamos una carta al gobernador de Nuevo León, que en ese momento era Rodrigo Medina. Finalmente, nos autorizaron.

Empezamos a hacer todos los movimientos necesarios con los expertos de Gobernanza Forense Ciudadana; en vez de Alejandro, nos ayudó Enrique Schwartz. Para el caso específico de Brenda conseguimos donativos con activistas, defensores de derechos humanos, para cubrir hospedaje y comida de los peritos independientes y logramos traerlos en 2014; su trabajo fue voluntario. Hicimos todos los trámites burocráticos en la Procuraduría, con los de Gobernanza y con el Equipo Peruano. Franco Mora junto con Joel Hernández, del incipiente Equipo Mexicano de Antropología Forense (EMAF), hicieron la exhumación. Con la ley en la mano, limpiaron los restos; hicieron el *ante mortem*, el *post mortem*, lo que marca los lineamientos internacionales para estos casos. Tres meses después hicieron el análisis y dijeron que los restos sí correspondían a Brenda Damaris.

**EAAF** Después del caso de Brenda, ¿han hecho algún otro caso de revisión de identificación o ha sido el único?

**LH** Hasta ahora ha sido el único de identificación, pero en FUNDENL estamos trabajando en un terreno —que forma parte de mi carpeta de investigación—, al cual nunca habían ido las autoridades y que, por entrevistas a gente relacionada con el crimen organizado, se sabe que ahí se incineraban personas.

Empezamos a ir de junio a diciembre de 2019. Encontramos casi 100 fragmentos de restos óseos quemados, muy maltratados. La búsqueda antropológica y arqueológica la ha llevado FUNDENL con un equipo de especialistas, con el permiso de la Fiscalía de Personas Desaparecidas de Nuevo León. Pedimos que resguardaran los restos óseos en el SEMEFO, pero nosotros les vamos a hacer el análisis en un laboratorio independiente. El 21 de enero de 2020 llevamos una pieza de las casi 100, a un laboratorio de Nuevo León, experto de ADN. El director de ese laboratorio nos dijo que nos acercáramos a las madres con hijos desaparecidos y les ofreciéramos una prueba gratis. Esperamos tener pronto el resultado del ADN de ese fragmento de resto óseo.

**EAAF** Ustedes ya están metidos en el tema genético y de revisiones de identificación con el apoyo de tecnología, drones, fotografía aérea, modelo 3D, la ortofotografía y demás. ¿Podrían hacer el recuento del lugar donde sacaron 149 mil fragmentos y cómo fue el proceso?

**LH** En enero de 2016, el Procurador de Justicia, Roberto Flores, en una reunión nos informa que acababan de encontrar un lugar en García, Nuevo León, en donde hallaron muchos restos, que a lo mejor íbamos a encontrar a muchos de los que estábamos buscando. Días después, se publica en el periódico que habían encontrado el ADN de más de 50 personas en un predio de García, Nuevo León.

Nos dirigimos con el jefe de periciales para ir armando nuestra línea de tiempo, nuestros vínculos, etcétera. No quería darnos ningún dato, pero presionamos porque ya queríamos ir y finalmente nos guía al terreno; era un lugar muy similar a los que ya habíamos conocido. Nos dijo que ya habían terminado de trabajar, y que los restos que habían hallado los tenía otra área. A cada una de nuestras preguntas contestaba someramente.

Nos quedamos muy impactadas porque eran más de 50 personas desaparecidas encontradas ahí. Hallaron a dos hermanos de un personaje conocido de la televisión en la localidad, que siempre hablaba de sus hermanos desaparecidos. Luego otra nota de que un policía de los 10 que desaparecieron, también había sido encontrado ahí. Y otra señora que se acercó con nosotros y nos dijo que le acababan de entregar un resto óseo de uno de sus hijos (porque ella estaba buscando a dos de sus hijos). Esto fue el 25 de enero de 2016. Seguimos recibiendo testimonios y buscando notas porque no nos quedamos conformes con lo que ellos decían.

El 19 de marzo fuimos a hacer un homenaje a pie de fosa y bendecir el lugar. Además de periodistas, nos acompañó el padre Solalinde, y justo cuando estábamos haciendo una pequeña excavación para colocar una cruz de hierro, salieron 36 fragmentos; parecían como pedacitos de carbón. Evaristo Reyes Gómez, un arqueólogo que recién se había integrado al equipo, nos dijo que eran fragmentos de restos humanos. Otra vez el impacto y el terror. La policía nos quería detener, pero como había periodistas, nos soltaron.



**Foto 2.** Integrantes de FUNDENL usando el GPS durante una búsqueda en campo. FUNDENL utiliza un GPS para ubicar las coordenadas de los hallazgos de evidencia y posteriormente georeferenciar en un mapa la información obtenida (Foto: Lili López).

Abrimos una carpeta. Teníamos que hacerlo de manera independiente porque nunca nos querían dar información. Exigimos volver a revisar ese lugar y acreditarnos como observadoras. Empiezan a trabajar de mayo a octubre de 2017, y logramos que Evaristo se incorporara al equipo de ellos, al equipo oficial de periciales que no contaba con ningún arqueólogo ni ningún antropólogo, la mayoría eran criminalistas y pasantes.

Evaristo nos confirma que con la forma de excavar que hacían con picos y palas estaban fragmentando los restos hallados. Como observador, a Evaristo no le permitían nada; solo podía hacerles recomendaciones para tratar mejor los restos y por eso él les insistía que ellos eran el último eslabón que podía existir entre un resto humano y un familiar, haciéndoles conciencia de que no eran nada más levantadores de huesos. Él trataba de entender qué era lo que había pasado ahí. No tenemos certeza de lo que ha sucedido con las identificaciones, en 2017 solo nos dijeron que había más de 149 mil restos.

**EAAF** ¿Han ubicado alguna tecnología nueva que les funcione mucho mejor, dependiendo del tipo de terreno?

**LH** Hemos aprendido un poco a distinguir qué herramientas usar en cada lugar; no siempre usamos las mismas, depende de las condiciones del terreno y la búsqueda; por ejemplo, el detector de metales lo usamos en un río en Cadereyta, porque nos dijeron que probablemente ahí existieran los cuerpos de unos policías, y podríamos encontrar placas, pistolas o balas.

En otro caso, en Salinas Victoria, Nuevo León, que son terrenos más planos y semidesértico, fuimos a buscar a Carlos Anselmo Garza junto con su familia, que ya tenía muchos datos. Evaristo sacó imágenes del terreno y las proyectamos en la pared, y vimos los lugares potenciales que contarán con las características para hacer la búsqueda. Entonces marcamos los puntos y salimos a buscar en mayo de 2018. Nos apoyamos junto con Protección Civil de Santa Catarina y se hizo la búsqueda con el binomio canino. Ahí localizamos los restos de Carlos y de otras 10 personas.



**Foto 3.** Integrantes de FUNDENL durante una búsqueda en campo utilizando un dron Phantom 3, con el que obtienen imágenes que les permiten generar un modelo 3D en una aplicación llamada QGIS. Este modelo 3D permite a FUNDENL estudiar las características de un área de interés para investigar si estas podrían estar relacionadas con la presencia de restos (Foto: Lili López).

### **EAAF** ¿Habían hecho una inspección antes?

**LH** No. Habíamos analizado las imágenes Google Earth para ver los lugares potenciales, pero ahí no hicimos vuelo del dron, porque con la familia habíamos visto los puntos potenciales en los mapas que proyectamos, sobre todo porque la familia sabía de un lugar donde podrían estar los restos, pero no sabía dónde estaba ubicado.

Llegamos con una planeación previa. Junto con la familia empezamos a recorrer el terreno, siguiendo las instrucciones de Evaristo, nos organizamos muy bien con altavoz, radios, silbatos. Ya con las fotografías aéreas y el análisis de Evaristo, teníamos más cerrada el área.

En la búsqueda descubrimos casquillos de balas (nuevos y percutidos), placas de automóvil, credenciales, carteras. Iba con nosotros la Fuerza Civil, que es la policía estatal, y ellos checaban lo que íbamos encontrando. Nosotros no tocábamos ni recogíamos nada, solo avisábamos si encontrábamos algo. De pronto, una de las mamás de FUNDENL suena su silbato, de inmediato llega Evaristo y encuentra restos humanos. Pasamos al perro y da positivo. Y más adelante se ve un tambo como los que lamentablemente ya conocemos. Y es cuando decidimos desalojar el lugar para que llegaran periciales y entregárselo a la autoridad. Ahí tampoco nos querían dar información. Empezamos a acompañar a la familia para que pidiera información y estuviera al pendiente de su expediente, de todo lo que se iba agregando. Eso fue el 20 de mayo de 2018 y en agosto lo identifican las autoridades.

**EAAF** Hay unas cuestiones de tecnología específica como la ortofotografía o las imágenes 3D. ¿Ya tienen ubicada alguna tecnología específica que más les ha servido para poder determinar posibles zonas para buscar?

**LH** Nos ha servido mucho analizar las fotografías satelitales. Por ejemplo, en el último terreno que intervenimos el año pasado, detectamos unas zonas para búsqueda porque se lograba apreciar que en el 2011 había un recorrido constante de carros y ahora ya no se nota, se ve una construcción que no estaba en ese año, y está dentro del terreno donde se localizaron objetos quemados y marcas de incineración. Esas modificaciones que se dan en el transcurso del tiempo nos ayudan a identificar lugares específicos para búsqueda.

Poco a poco se han ido integrando herramientas, empezamos con varillas, luego con los binomios caninos y el detector de metales, y la más reciente es la foto tridimensional. En el modelo 3D de las fotografías se pueden apreciar algunos puntos sensibles para hacer nuevas búsquedas.

**EAAF** La tecnología va avanzando relativamente rápido y surgen nuevas aplicaciones, ¿hay algo que les falta y que crean que pueda servir específicamente en el territorio de Nuevo León?

**LH** Las fotografías satelitales son muy importantes. Trabajamos con licencias libres. Con lo de fotogrametría usamos aplicaciones gratuitas y un *software* que nos proporcionó un arqueólogo: el AGISoft Photoscan, con el que hacemos la fotogrametría, que luego pasa al QGIS y ahí hacemos lo del 3D.

Hace falta, por un lado, una apertura de las fotografías satelitales de años anteriores, tal vez de parte de las compañías y, por otro, el uso de licencias libres, que las empresas facilitaran las herramientas tecnológicas para la búsqueda de personas desaparecidas, o bien que tuvieran un costo accesible.

**EAAF** ¿Cuáles son los alcances que tiene toda esta tecnología para las búsquedas?, ¿para las familias sigue siendo más importante el análisis del expediente o el uso de la tecnología?

**LH** Pues aún estamos con la incertidumbre; por ejemplo, estamos esperando los resultados de la identificación genética y ahí veremos qué tanto avanzamos con este tipo de tecnología.

Ahora sabemos que estamos buscando como se debe; estamos trabajando de manera profesional, no solo estamos encontrando restos y recogiendo, tenemos más información. Nadie busca así en Nuevo León, ahora somos las únicas que estamos buscando de esta manera, y nos estamos respaldando con nuestros expedientes, en la ley y con un equipo de profesionales.

Tenemos mucha esperanza de seguir hallando a las personas desaparecidas y de ir conociendo la verdad, porque con ello vamos armando un rompecabezas de dónde entraban, de dónde llegaban, cómo salían, y podemos ir haciendo una interpretación de lo que sucedió ahí. Aunque sabemos que muchas veces nos vamos a quedar con la duda. Primero queremos saber dónde están y va a ser mejor si podemos encontrar la verdad de lo que sucedió.

# Búsquedas y hallazgos en el estado de Chihuahua, México

## Entrevista con Eberth Castañón Torres

**Eberth Castañón Torres** es perito coordinador de investigación especializada en el departamento de Peritaje Estratégico de los Servicios Periciales y Forenses de la Fiscalía General del Estado de Chihuahua. Su formación académica es de químico bacteriólogo parasitólogo y maestro en Biotecnología. El departamento de Peritaje Estratégico, que surgió a partir de un contexto de gran demanda para mejorar y hacer más eficientes las búsquedas de personas desaparecidas en Chihuahua, está integrado por un equipo multidisciplinario que trabaja en la búsqueda y recuperación de restos óseos y fosas clandestinas en todo el territorio estatal.

### **EAAF** ¿Cómo surgió y en qué consiste la Unidad de Peritaje Estratégico?

**Eberth Castañón Torres** La Unidad nació en la zona norte del estado en 2018, en Ciudad Juárez y sus alrededores, porque ahí teníamos una gran cantidad de decesos debido a la guerra de los cárteles. En los Servicios Médicos Forenses (SEMEFOS) había muchos cuerpos sin identificar, muchos eran casos de gente que perdía la vida ahí, pero no era nativa de Ciudad Juárez ni del estado de Chihuahua. Además, fue la época en la que aumentaron los feminicidios y los casos criminales.<sup>1</sup>

Luego de la sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) en 2009, por los feminicidios de Campo Algodonero, se obligó al estado a implementar ciertas reglas, como tener un buen manejo de casuística y de cadáveres. A raíz de eso, nosotros empezamos a trabajar en el proyecto del Panteón San Rafael en Ciudad Juárez, para tratar de reorganizar los cuerpos que teníamos en carácter de no identificados y que estaban ya inhumados en el panteón municipal.

En esa época se contrató a antropólogos egresados de diferentes partes para hacer el proyecto de reordenamiento del Panteón San Rafael. De ahí empiezan a trabajar las fosas comunes, que hoy día ya fueron analizadas y resguardadas, es lo que tenemos en osteoteca<sup>2</sup> en distritos de zona norte y zona centro de la Fiscalía General del Estado (FGE), que está dividida por zonas; zona norte corresponde a Ciudad Juárez y zona centro a la ciudad de Chihuahua.

1 En 2008, la prensa destacaba que Ciudad Juárez se había convertido en la ciudad más violenta del mundo, pues tan solo en los primeros cinco meses del año, se había superado la cifra de 400 asesinatos impunes de mujeres cometidos desde 1993. En 2008 aumentaron los cuerpos decapitados o mutilados en zonas públicas, los “narcomensajes” y las balaceras en la ciudad (*El País*, 2 de junio de 2008). Entre enero de 2008 y noviembre de 2011, los homicidios registrados sumaron 9017 en esa ciudad (*Proceso*, 1 de diciembre de 2011). Según el Observatorio Seguridad, Justicia y Paz, que realiza el *ranking* de las ciudades más violentas, en ese año, Ciudad Juárez tenía 132 homicidios dolosos por cada 100 mil habitantes, y según el último estudio, actualmente ocupa el segundo lugar, con 104.5 homicidios por cada 100 mil habitantes (*Reporte Índigo*, 2 de junio de 2020).

2 Una osteoteca es una colección de esqueletos documentados para la investigación forense.



Sin embargo, en esas mismas fechas aumenta la guerra de los cárteles y comienzan las ejecuciones masivas. Empezamos a tener hallazgos sobre la manera en que opera la gente del Cártel de Juárez: básicamente inhumaciones o fosas clandestinas, hallazgos individuales y múltiples de los enterramientos.

Conforme va pasando el tiempo, nuestro equipo de antropólogos va renunciando por diferentes cuestiones, por lo que nos quedamos sin ningún especialista que nos pudiera apoyar en este tipo de trabajo. En esa misma época, alrededor de 2012 y 2013, en el Valle de Juárez aparece una gran cantidad de restos humanos en superficie, lo que nos obliga a hacer búsquedas calendarizadas, que nosotros llevábamos a cabo como peritos en criminalística.

Cuando empezamos a tener esos hallazgos, los compañeros del área de criminalística de campo tenían poca o nula experiencia con este tipo de situaciones, por lo que hacían levantamientos muy rudimentarios. Muchas de las cuestiones no se documentaban, la información estaba dispersa y cuando teníamos mesas de trabajo respecto a los restos del Valle de Juárez, nos dábamos cuenta de que nos hacía falta mucha información detallada de los casos. Se requería un análisis más especializado, incluyendo el análisis antropológico que no teníamos, o inclusive documentación del mismo levantamiento, pues nosotros, por falta de conocimiento, no registrábamos.

En ese entonces, solo me dedicaba a la genética; era perito coordinador de genética forense en la zona norte. A mí me tocaba notificar los resultados que teníamos de coincidencias de identidades con familias que buscaban a sus seres queridos, pero a raíz del caso de Valle de Juárez —que fue un parteaguas en la zona norte, después de la ola de matanzas—, teníamos un gran rompecabezas. Llegamos a recolectar hasta 300 huesos en superficie que no sabíamos de quiénes eran, pues no teníamos manera de identificar si pertenecían a un solo individuo o a varios. Teníamos que procesar la información genética para ir armando un rompecabezas, y hacer pequeños grupos para realizar las notificaciones y entregar los restos. Pero después de que hicimos las entregas, nos dimos cuenta que teníamos que estar haciendo reidentificación o reasociaciones posteriores y esto era una revictimización para las mismas familias. Teníamos que generar una estrategia diferente para llevar a cabo el procesamiento de los sitios de hallazgo y de las notificaciones.

Ya en 2016, cuando me nombran coordinador regional de zona norte, reorganizo los hallazgos que habíamos tenido, que fueron cinco. Al poco tiempo, implemento un nuevo modelo de trabajo, y al siguiente año tuvimos 55 hallazgos, 55 intervenciones. Eso cambia completamente el panorama de hallazgos y búsquedas, generamos una revolución porque era demasiado el resultado que se empezaba a tener, en comparación con lo que se había obtenido en años anteriores.

En 2018 tuvimos 40 hallazgos, fue algo que resonó no solo en zona norte, sino en muchos otros lados, y es que nosotros ya habíamos empezado a trabajar en coordinación con el Ministerio Público y con los agentes ministeriales, se hacía análisis de una carpeta, se hacía

una investigación previa y hacíamos exploraciones de zonas específicas. Logramos hacer esto mediante prospecciones del terreno, o bien, a partir de las declaraciones de testigos que se encontraban en las carpetas de investigación, y hacíamos esto en conjunto con el Ministerio Público y agentes investigadores. Es decir, hacíamos una prospección y análisis más enfocado, mientras que en otros lados solo se trabajaba de una manera fortuita.

**EAAF** ¿Cuándo se crea la Coordinación de Peritaje Estratégico en la FGE?, ¿cuáles son las disciplinas que se incorporan?

**ECT** En octubre de 2016 cambia el gobierno estatal en Chihuahua y luego, el Fiscal General del estado de Chihuahua crea formalmente la coordinación de Peritaje Estratégico para que esta tuviera facultades de trabajar a nivel estatal. Como perito coordinador de zona tienes a tu disposición o bajo tu mando todas las disciplinas forenses que necesites: criminalística de campo, química forense, medicina forense, genética forense; sin embargo, los protocolos de acción no son homogéneos en todo el estado, sino que se trabajan de manera distinta.

Entonces se genera una modificación en la Ley Orgánica y en el reglamento interno de la fiscalía, para crear la Coordinación de Peritaje Estratégico, que tiene la posibilidad de trabajar en todas las zonas con todas las disciplinas: peritos criminalistas, medicina forense, química, y todo se procesa de esa manera; es como tener un *staff* con toda esa gente. Para conformar el equipo de Peritaje Estratégico se comisionó a dos peritos de cada zona para realizar las intervenciones en sus respectivas zonas de adscripción, función que era adicional a su turno como criminalistas.

**EAAF** ¿Crees que ese *staff*, en este tiempo que han estado trabajando juntos, ha ido mejorando el tratamiento de los hallazgos y el procesamiento de los restos encontrados?

**ECT** Sí, porque como teníamos necesidad de generar capacidades, los compañeros de criminalística de campo empezamos a solicitar cursos de antropología básica para tratar de diferenciar lo que es un resto humano, sus características básicas. Empezamos a llamar a los compañeros que se encontraban como antropólogos en otros estados, para que nos compartieran los procedimientos que ellos usaban, para tratar de implementarlos aquí.

Y así nos fuimos especializando poco a poco, hasta que se propone y se formaliza la Unidad, y ahora sí queda como la encargada de la búsqueda de restos y fosas en el reglamento interno. Después del levantamiento de restos, los enviamos al análisis del laboratorio. Y eso es lo que hemos estado trabajando, inclusive el departamento acaba de solicitar de manera formal a la dirección y esta a nivel nacional, que el grupo sea parte de una de las disciplinas de los Servicios Periciales y que nuestros procedimientos sean acreditables; es decir, que las intervenciones, la prospección y la documentación topográfica pudieran ser acreditadas bajo una norma internacional como lo está haciendo criminalística. Lo que buscamos es incorporar al sistema de gestión de calidad, técnicas de búsqueda en horizontal o vertical (recuperaciones en superficie y fosas clandestinas), patrones de manchas, huellas de calzado, entre otros.

**EAAF** Chihuahua tiene una geografía muy diversa, tiene diferentes tipos de paisajes: bosques, sierra, desiertos. Ante eso, ¿cuáles son los retos que tienen para llevar a cabo búsquedas y para decidir sobre la tecnología adecuada para ello?

**ECT** Al principio desconocíamos cómo eran los ritos funerarios en cada zona; estábamos acostumbrados a uno muy específico que utilizaba la gente del Cártel de Juárez: hacían una inhumación clandestina en fosa, de uno, dos o hasta cuatro cuerpos, pero no habíamos tenido hallazgos masivos.

Conforme pasó el tiempo, el rito funerario cambió cuando entraron en acción otros grupos criminales. Y ya eran cuerpos solo en superficie, los dejaban caer en lechos de ríos o arroyos, y les colocaban piedras encima para cubrirlos. Si por alguna razón los encontrábamos cuando desprendían olores característicos, teníamos la ventaja de hallarlos todavía completos, pero empezamos a tener hallazgos en superficie ya con dispersión producida por carroñeo.<sup>3</sup> Así estuvimos trabajando en la zona norte.

En la zona centro, donde la geografía es similar a la zona norte, porque hay pastizales pero no hay tanta montaña, los hallazgos eran muy similares también porque el grupo delictivo que estaba aquí trabajaba de la misma manera; si había inhumaciones dentro de la ciudad eran en domicilios, en los patios.<sup>4</sup> Ahí trabajamos haciendo búsquedas con pozos de sondeo<sup>5</sup> y con los binomios caninos.<sup>6</sup>

Conforme estuvimos trabajando hacia el sur del estado, que son pastizales, encontrábamos cuerpos en lechos de río, y ahí nos empezamos a ayudar con el dron para hacer las búsquedas. Primero generamos los sitios de búsquedas, una prospección, los cuadrantes y ya después hacíamos las búsquedas de manera lineal o como lo fuéramos determinando en el momento.

En donde ha sido un gran reto y hasta la fecha ha sido muy difícil hacer búsquedas, es en la zona occidente, que es boscosa y los ritos funerarios han sido muy diferentes. Ahí hemos encontrado centros de incineración o cremación clandestina (las famosas cocinas), donde, imagino, asesinan a las personas y las van quemando con algún hidrocarburo, pero hacen los procesos de cremación por días completos, hasta que los dejan en reducción esquelética y pedazos muy fragmentados, pequeños y deteriorados.

3 Se refiere a la dispersión de restos en un área, producto de la intervención animal, aunque en ocasiones también puede ser debido a intervención humana.

4 Los diarios mexicanos reportaron que de acuerdo con cifras oficiales, en 2008 y 2009 aumentó la cifra de personas ejecutadas en Ciudad Juárez a 4314, con las 1656 asesinadas en 2008, de las cuales 45 de ellas fueron encontradas en dos narcofosas (<https://www.jornada.com.mx/2010/01/02/politica/003n1pol>); ejemplo de ello fueron los cuerpos hallados en los fraccionamientos Cuernavaca y La Cuesta, en Ciudad Juárez, en 2008 (<https://www.dossierpolitico.com/vernoticiasanteriores.php?artid=33943&relacion=dossierpolitico>).

5 Los pozos de sondeo son excavaciones de cierta profundidad, que pueden utilizarse para la búsqueda de fosas clandestinas.

6 Se llama “binomio canino” al equipo conformado por un humano (entrenador) y su perro, en este caso entrenado para la localización de restos.

Justo en la zona occidente es donde hemos tenido el mayor reto, ya que es difícil encontrar el sitio donde hay que buscar, porque en algunos casos generan pequeños fosos de 30 o 50 centímetros de profundidad donde echan las cenizas y las cubren. Como el terreno ahí es muy duro, solo escarban poquito y dejan los restos en superficie, o bien, los tiran en los barrancos, por lo cual hemos encontrado restos en descomposición o en dispersión muy pequeña. Hemos encontrado zonas planas en donde había asfalto, y al momento de picarlo tenía adheridos los pedazos de hueso ya fragmentados; eran astillas y huesos humanos. También hemos encontrado huesos largos con fracturas, pero que han sido provocadas *post mortem*, ya sea por palas o picos. Dadas las condiciones de los restos encontrados, hemos batallado mucho sobre todo para obtener los perfiles genéticos de estos, debido a la degradación y a que han estado expuestos al calor y a los hidrocarburos.

En las zonas planas, como en el Valle de Juárez o en la zona centro, y en todas las zonas aledañas, estuvimos utilizando unos georradars que nos donaron para hacer las lecturas y los sondeos primarios antes de realizar las búsquedas. En las superficies boscosas es prácticamente imposible utilizar el georradar, lo único que hacemos es fotografía aérea y búsquedas de manera pedestre, además del binomio canino.

**EAAF** ¿Nos podrías contar algún ejemplo de los hallazgos que hayan encontrado en cualquier parte del estado?

**ECT** Hasta la fecha, el reto más complejo que hemos tenido ha sido en el Valle de Juárez, buscando a las mujeres desaparecidas de 2012 a la fecha. Hemos estado trabajando en una zona de 10 kilómetros cuadrados y encontramos gran cantidad de restos en superficie, pero con dispersiones. De lo que tengo documentado, solo hallamos una víctima con una dispersión de un kilómetro; es decir, un hueso en sitio A y otro a un kilómetro después en sitio B, y es el mismo individuo ya genéticamente comprobado. Después de varios análisis o de ver la geografía, concluimos que esto se debe a crecientes de arroyos temporales y a dispersión por carroñeo de animales.

En un predio que está cerca del municipio de Ciudad Juárez hay un rancho al que le llamamos La Colorada, donde en diferentes temporalidades hallamos aproximadamente 70 cuerpos inhumados en fosas individuales. El predio es grandísimo, son como arenales, y ahí es muy fácil hacer una fosa. Algunos testigos nos platican que los mismos asesinados cavaban sus propias tumbas.

Cuando hicimos los sondeos, detectamos variaciones en la superficie, hundimientos que no corresponden a la geografía, y vimos que le ponían pedazos de madera para evitar derrumbes, como para tapar la fosa y dejar caer la tierra. Esas eran señas particulares con las que nos íbamos encontrando, nos dábamos cuenta que el lugar era candidato para realizar una inhumación, y cuando llegaba el binomio era muy probable que el canino lo confirmara.

Hacíamos la fosa estructurada, con su retícula y todo, y hacíamos la extracción. En una ocasión, hallamos cuatro cuerpos inhumados en una sola fosa, los recuperamos íntegros, aún estaban unidos por cartílagos.

**EAAF** ¿Cuál es tu opinión sobre las nuevas tecnologías que se utilizan para las búsquedas?

**ECT** Se han tratado de manejar todas las tecnologías en todos los hallazgos, y lo hemos hecho a manera de prueba y error, porque no hay un manual. Precisamente, como son nuevas tecnologías de búsqueda, a veces la literatura te dice que, por ejemplo, un georradar no lo puedes meter en ciertas superficies, pero nosotros lo metíamos y nos arrojaba resultados positivos. Entonces, lo que tratamos de hacer es traer siempre un equipo básico: el detector, el georradar, el binomio, el dron, y buscar que todo esto se utilice si es posible, lo que hemos constatado que generalmente funciona bien.

Se está haciendo un procedimiento homologado para que en cualquier parte del estado se tenga la misma posibilidad de utilizar estas nuevas tecnologías, y que se utilicen las de primera necesidad, para irnos aproximando a las que funcionan mejor, dependiendo de cada caso.

Vamos a empezar a trabajar con drones que tienen sensores térmicos, los cuales nos acababan de llegar. Sabemos que no los vamos a poder meter en una zona boscosa, pero sí en la llanura, por lo que hay que hacer el protocolo y los procedimientos para utilizarlos, para ver si es posible adoptarlos como una tecnología más para el grupo. La tecnología térmica la aplicaría para la prospección y para buscar sitios, pero solo sería algo indiciario. Luego tendríamos que ir a hacer el sondeo o a lo mejor pasar el binomio canino. Y si este llega a marcar, hacer el procedimiento de prospección en vertical, ahora sí, búsqueda en vertical.

Lo que estamos apuntando como esencial es utilizar el binomio canino, pero hay lugares en donde nos ha tocado, por ejemplo, que el mismo entorno está tan contaminado que el binomio canino no nos da resultado. En lugares como basureros o sitios cerca de rastros donde hay contaminación o reses muertas, es imposible que los perros determinen si el olor proviene de un animal o de un humano. Entonces, hemos optado por hacer pozos de sondeo, a base de prueba y error, pues no hay una tecnología específica que funcione mejor. Por ello tratamos de integrar todas las tecnologías en cada una de las búsquedas.

**EAAF** ¿Crees que podrían incorporar todas las disciplinas en las búsquedas?

**ECT** Sí, ahorita nosotros estamos trabajando, con el Departamento de Estadística Criminal, la documentación que generamos en estos últimos años; los GPS y las coordenadas se están vertiendo en un plano cartográfico, con la información que ellos tienen de todas las carpetas a nivel estatal. Y vamos a hacer un mapa general criminalístico.

A lo largo de los años, nos hemos dado cuenta que hay zonas o sitios que por un tiempo se utilizaron como tiraderos de cuerpos, hacemos búsqueda y como ya no encontramos nada, nos enfocamos en otra cosa. Pero también nos ha tocado ver que algunos de esos sitios de tiradero y de depósito se reactivan. Entonces, lo que hacemos, con ayuda cartográfica, es focalizarnos y hacer búsquedas calendarizadas en las zonas donde tenemos antecedentes de haber hallado depósitos o que han tirado cuerpos.

Con el análisis cartográfico nos hemos dado cuenta de lugares donde podemos hacer una prospección. Si no tenemos datos, nos llevaría meses hacer una prospección en una ruta, en una brecha, lo que se llama aquí un camino vecinal que puede tener hasta 200 kilómetros de extensión, porque Chihuahua tiene una superficie muy grande. Pero si ya tenemos el análisis criminalístico de las diferentes zonas, hallazgos o cualquier otra información externa, podemos seccionar, realizar búsquedas por cuadrantes o con diferentes grupos al mismo tiempo. Así, podemos hacer búsqueda masiva, como la que hicimos en el Valle de Juárez, cuando realizamos una búsqueda simultánea y hallamos 350 restos.

#### **EAAF** ¿Cuáles crees que son los desafíos más importantes que enfrentan actualmente?

**ECT** Estamos haciendo el trabajo de campo de una manera organizada y se está documentando adecuadamente, tanto la evidencia biológica, no-biológica y las prendas, tratando de cubrir todos los frentes para tener la información *ante mortem* y *post mortem* de los hallazgos. Pero las condiciones en las que estamos encontrando las muestras son realmente muy adversas para obtener un perfil genético —que en algunos casos sería la única manera de poder acreditar la identidad de una persona—, pues el calor y las sustancias químicas a las que son sometidos los cuerpos son los primeros enemigos del ADN. Hemos tenido la mala fortuna de estar procesando muestras, pero no logramos acreditar una identidad.

La otra condición a la que nos hemos enfrentado es la dispersión al momento de hacer el levantamiento. Anteriormente trabajábamos de una manera no tan metódica, no teníamos tanta información; se manejaba que un hueso era un individuo, pero obviamente no es lo mismo procesar una muestra de una osamenta que un hueso considerando un individuo.

Además, en los SEMEFOS se genera un cuello de botella. Nosotros levantamos mucho en campo, y eso se tiene que analizar en el laboratorio, más la casuística que tenemos de manera habitual, los homicidios y todos los casos criminales. Entonces hay una gran cantidad de muestras que los laboratorios deben procesar. Se tiene que trabajar de manera paralela con el laboratorio, con los datos *ante mortem*, pero de los reportes de desaparición para tener la mayor cantidad de información que nos pudiera dar una preidentificación inclusive desde campo. A lo mejor en zona occidente no lo podemos hacer porque las



muestras son difíciles, pero en zona norte sí es posible porque tenemos las inhumaciones en fosa individual, prendas, evidencia no-biológica, fracturas o prótesis ya documentadas porque la familia nos da una muy buena entrevista *ante mortem*, entonces se reducen las búsquedas y optimizas los tiempos de respuesta.

Los hallazgos en otras partes del estado, como Cuauhtémoc, son muy diferentes, porque lo que tenemos es una reducción esquelética, lo que encuentras son astillas, pedazos de hueso que no tienen nada. Realmente siempre esa es la limitante. Se vuelve un cuello de botella porque es mucha información y muestras complejas que se tienen que estar procesando y cotejando, y obviamente la familia demanda cada vez más, mejores resultados en menor tiempo.

**EAAF** En 2019 el gobierno de Chihuahua anunció la construcción del Centro de Inhumación Forense, ¿puedes comentar sobre este proyecto y tu participación en este?

**ECT** En el proyecto se contempla realizar cuatro centros de este tipo, que son promovidos a raíz de los cambios jurídicos en México. Principalmente, la Ley General en Materia de Desaparición Forzada y la Ley General de Víctimas, que obligan al Estado a tener un buen manejo de los cuerpos no identificados.

En Chihuahua tenemos la certeza del manejo de los restos no identificados hasta que obtenemos su perfil genético; al Ministerio Público le solicitábamos la inhumación en el panteón municipal, pero nosotros le cedimos la custodia al panteón porque ya se queda inhumado en ese lugar.

La realidad es que para los municipios o para cualquier panteón municipal, la fosa común o la de los no identificados y no reclamados, no es prioridad; hay vandalismo, se han querido robar cuerpos en los panteones municipales de Ciudad Juárez. El Centro de Inhumación Forense va a generar la certeza plena, por parte del Estado, de que el cuerpo va a tener el resguardo adecuado. El proyecto ya está aprobado y se van a hacer nichos verticales en donde se acomodarán los cuerpos. Este centro estará a cargo de la Dirección de Servicios Periciales y Ciencias Forenses.

Aún no hemos determinado cuánto tiempo se van a resguardar en la bóveda individual y cuándo los vamos a mandar a la osteoteca, pero lo vamos a determinar de manera jurídica, pues no es posible resguardar tantos cuerpos hasta saturar el lugar. Tal vez lo ideal sería de cinco a siete años; es decir, un tiempo considerable en el cual la reducción esquelética se lleve a cabo de manera natural, y que tengamos la certeza que son puros huesos. Después sería hacer la limpieza adecuada y tener ahora sí una osteoteca en otro depósito con las condiciones necesarias, así como estar convencidos que el resto que levantamos en el lugar del Valle de Juárez de la fosa A corresponda al cuerpo que tenemos depositado en el anaquel que corresponde.

Para llevar a cabo la identificación, debemos tener la certeza y la trazabilidad de dónde está el cuerpo. Nosotros estamos seguros que el procedimiento de levantamiento, depósito, análisis e identificación ha sido el adecuado, pero ya no podemos saber qué pasa después de entregar la custodia al panteón municipal. Entonces, con el Centro de Inhumación Forense, vamos a tener la certeza hasta que se identifique. Jurídicamente no sé qué sucederá después de ciertos años que tengamos el resguardo de las osamentas.

**EAAF** ¿Nos puedes contar cuál es la situación actual de los desaparecidos y las fosas clandestinas en Chihuahua?

**ECT** Las desapariciones siguen lamentablemente, es una cuestión que no termina. Sin embargo, hemos tenido mayor acercamiento con familiares que buscan a sus seres queridos, y esto ha sido motivado por las mesas de trabajo que hemos tenido con colectivos, en las cuales hemos explicado cuán importante es que las familias nos hagan sus reportes de desaparición, que tengamos sus muestras genéticas en las bases de datos, que nos entreguen información de los metadatos, lo asociado, radiografías, toda la información posible para nuestro archivo y así poder llevar a cabo una búsqueda eficiente.

Por otro lado, conforme nuestra policía ministerial investigadora se ha ido profesionalizando, las búsquedas y las herramientas nos han ayudado mucho. Nosotros platicamos que podríamos rastrear el comportamiento telefónico, hacer triangulaciones de llamadas, determinar últimas llamadas, tener cámaras en tiempo real, ver cómo se llevan a una persona o cómo la raptan, o de qué manera las herramientas cibernéticas informáticas nos han ayudado de manera paralela a las búsquedas que realizamos.

Básicamente lo que sí hemos visto es que los familiares han reportado más los casos, porque antes teníamos los restos no identificados, pero no teníamos reportes de ausencias. Porque como manifiestan las familias: la gente no nos creía, no tenía la confianza porque nos tenían miedo. Ahora ese miedo se ha ido venciendo y ellos vienen y ponen un reporte de desaparición a las dos semanas, una semana o cuatro días. Obviamente, en esos casos, las condiciones de hallazgo son muy diferentes, encontrar a una persona desaparecida que tiene 10 años inhumada, a una persona que tiene una semana, pues son muy diferentes los fenómenos cadavéricos y la facilidad con la que podemos encontrarla.

**EAAF** Sin duda, Chihuahua ha sido un ejemplo para toda la República Mexicana al crear una fiscalía especializada en derechos humanos. ¿Qué aprendizajes has tenido sobre la búsqueda en Chihuahua?

**ECT** No solo en las búsquedas sino en todo tipo de casuística. A final de cuentas, hemos tenido tanto trabajo que nos hemos tenido que especializar para sobrevivir, por decirlo de una manera muy burda. Aprendimos a manejar casos complejos criminalísticos, de violencia de género, de desaparecidos. Hemos convertido las debilidades en fortalezas.

El aprendizaje es que se han generado mecanismos adecuados, por ejemplo, tenemos tal cantidad de homicidios de mujeres en Chihuahua, que se creó la Fiscalía de la Mujer; tenemos tanta cantidad de desaparecidos que se generó una Fiscalía de Derechos Humanos y Desaparición Forzada. Eso nos ha permitido especializar al personal.

En el ámbito pericial, lo que nos ha servido es la experiencia, y ahora tenemos la posibilidad de acreditar y dejar por escrito los procedimientos en los cuales podemos generar intervenciones. Son procedimientos estandarizados que pueden aplicarse en todo el estado y que se van a evaluar, que nos van a permitir demostrar a la sociedad que estamos trabajando con calidad. También agradecemos la oportunidad de poder difundir lo que estamos haciendo y compartir nuestras experiencias.

# El fenómeno de las fosas clandestinas en México

Denise González Núñez y Jorge Ruiz Reyes

*Denise González Núñez fue coordinadora del Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana (PDH Ibero) de la Ciudad de México, de 2015 a 2019, y Jorge Ruiz Reyes coordina la línea de investigación sobre graves violaciones a los derechos humanos del PDH Ibero. Este programa busca contribuir a la plena vigencia de los derechos humanos en México, a través de la investigación con pertinencia social, la incidencia en el contexto político y social, y la promoción de la justicia. En los últimos años ha desarrollado proyectos de investigación para la incidencia en políticas públicas respecto a la desaparición de personas. En este texto se describen los hallazgos y la metodología de la investigación que realizó el PDH Ibero en conjunto con otras organizaciones de la sociedad civil para documentar la magnitud de las desapariciones y la inhumación clandestina como expresión contundente de la crisis de derechos humanos, violencia e impunidad que prevalece en México.*

Desde finales de 2006, el hallazgo de fosas clandestinas ha sido un fenómeno recurrente y extendido en México. Ante la gravedad del hecho, el Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México (PDH Ibero), junto con la Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de Derechos Humanos (CMDPHD), y Artículo 19 Oficina para México y Centroamérica (A19), se dieron a la tarea de documentar estos hechos para poder estimar la magnitud del problema y contribuir a la elaboración de propuestas de política pública para erradicarlo.

A continuación se describirá la metodología adoptada, así como los resultados y los retos que se han identificado a lo largo de los cuatro años transcurridos en este proyecto.

## Metodología<sup>1</sup>

Para documentar el fenómeno de la inhumación clandestina en el país, el PDH Ibero recopiló y sistematizó los hallazgos que fueron observados por la prensa escrita nacional y local, así como por autoridades federales y estatales de 2006 a 2019.

Para hacer esto, se comenzó definiendo<sup>2</sup> una fosa clandestina como un sitio donde uno o más cuerpos y/o restos de personas fueron enterrados de forma anónima e ilegal, con el objetivo de ocultar o destruir evidencia (Rosenblatt, 2015, p. 32). Es decir, solo se documentaron casos

1 Para una revisión a profundidad de la metodología, véase González *et al.*, 2019, pp. 19-27.

2 A pesar de que no existe un acuerdo sobre cómo definir una fosa clandestina, por lo general se suelen considerar características como el número de cuerpos inhumados, la forma como fueron acomodados los cuerpos, las violaciones sufridas y la dispersión de la superficie (Rosenblatt, 2015, pp. 13 y 14).

que hubieran derivado presumiblemente de un hecho ilícito y el homicidio de una persona. Además, se hizo una distinción respecto de las fosas comunes<sup>3</sup> y las fosas irregulares.<sup>4</sup>

Posteriormente, se recopilaron hallazgos reportados por la prensa escrita, utilizando un buscador llamado Eficiencia informativa, que permite hacer consultas a través del uso de palabras clave. Después de esto, las notas se analizaron y se sistematizaron en una base de datos, que para julio de 2019 contaba con 3513 registros de notas nacionales y locales.

Además, se realizaron solicitudes de acceso a la información pública a las fiscalías o procuradurías estatales, la Fiscalía General de la República (FGR) y a la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), para obtener datos de hallazgos observados por cada una de estas instituciones.

### **Panorama general**

Los datos observados por la prensa escrita arrojaron que en el periodo 2009-2016<sup>5</sup> se habían registrado 618 fosas clandestinas, de las cuales se habían exhumado 1829 cuerpos y 45,381 restos o fragmentos en 23 entidades del país. Esta cifra podría aumentar a 817 fosas con 2229 cuerpos y 93,296 restos o fragmentos.<sup>6</sup> Los estados donde se han observado más fosas clandestinas con base en esta fuente han sido Guerrero, Veracruz, Jalisco, Chihuahua y Coahuila.

La figura 1 permite observar los estados donde fueron reportadas fosas clandestinas con base en esta fuente.

Asimismo, las fiscalías o procuradurías estatales reportaron que en el periodo 2006-2017 fueron observadas 1606 fosas clandestinas, de las cuales se exhumaron 2489 cuerpos y 584 restos o fragmentos en 24 entidades del país. Los estados donde se observaron la mayor cantidad de fosas en ese periodo fueron Tamaulipas, Guerrero, Veracruz, Sinaloa y Zacatecas.

### **Hipótesis sobre la función de la inhumación clandestina**

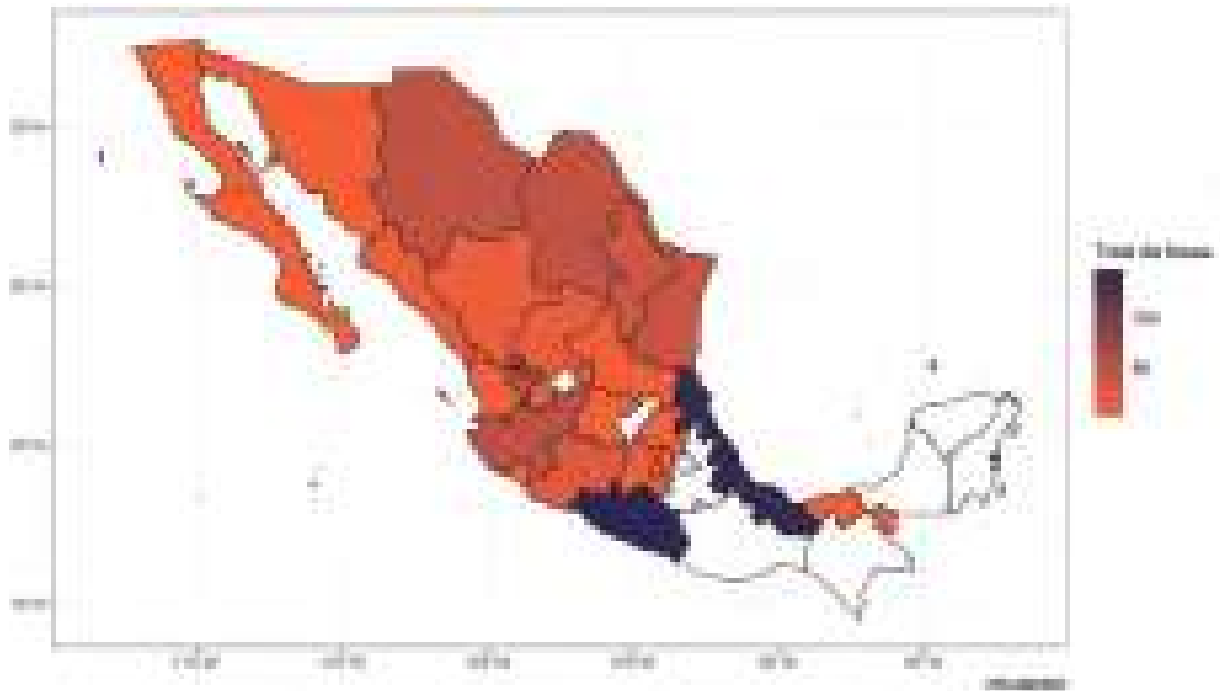
La inhumación clandestina en México, por desgracia, no es un fenómeno nuevo. La desaparecida Fiscalía Especial para Movimientos Sociales y Políticos del Pasado (Femospp) documentó en su momento que, durante el periodo denominado comúnmente como “guerra sucia” (entre 1968 y 1985), la inhumación clandestina fue usada por agentes estatales como una estrategia de contrainsurgencia contra las personas consideradas como adversarias

3 Por fosa común se entiende “un espacio o hueco en la tierra especialmente destinada a inhumar varios cadáveres que por diversas razones (principalmente por no ser identificados) no tienen sepultura particular” (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2016).

4 Por fosa irregular se entiende “aquella que está fuera de regla o norma, o es contraria a ellas; es decir que, a pesar de contar con las características de una fosa común, no cumple con los requisitos legales y los permisos correspondientes para operar como tal” (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2016).

5 Próximamente se publicarán los datos actualizados hasta el año 2019.

6 Dentro de nuestro conteo se incluyen las cifras bajas y altas reportadas por las notas de prensa para cada hallazgo. Esto se debe a que existen casos donde los medios reportan diferentes datos para el mismo hecho, inclusive en la misma fecha.



**Figura 1.** Fosas clandestinas observadas por la prensa de 2009-2016 (Elaborada por PDH Ibero).

políticas. En ese contexto, la inhumación clandestina parece haber cumplido el fin de eliminar a los “enemigos” del Estado y de quienes ocupaban el poder político (González *et al.*, 2019, pp. 89 y 90).

El fenómeno de la inhumación clandestina de personas, como expresión violenta que resurge en un “nuevo” contexto, el actual, nos obliga a reflexionar en torno a un sinfín de preguntas. Por ejemplo, ¿cuáles son las condiciones que permitieron el resurgimiento de esta práctica?, ¿quiénes la llevan a cabo y con qué medios?, ¿cuál es su propósito? Tras una serie de cambios profundos ocurridos desde finales de los años ochenta en el entorno histórico, político, social y económico de México, y en el marco de la implementación de políticas públicas evidentemente fallidas, nuestro conocimiento sobre el hallazgo de fosas clandestinas como hechos recurrentes y extendidos a partir del 2006 apenas está en proceso de construcción.

Sin duda, llegar a comprender cabalmente este fenómeno nos tomará años. No obstante, en este momento es posible no solo sistematizar información y elaborar preguntas de análisis, sino también hipótesis alrededor de algunas de ellas. En *Violencia y terror: hallazgos sobre fosas clandestinas en México*, el Programa de Derechos Humanos de la Ibero (PDH Ibero) y la Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos (CMDPDH) abordamos particularmente la pregunta relativa a la función de la inhumación clandestina en el contexto actual.



A partir de la información con la que contamos y un diálogo interdisciplinario al respecto, fue posible teorizar que el acto de enterrar cuerpos y/o restos de personas de forma anónima y/o ilegal (como acto diferenciado de otras expresiones de violencia, e.g. la disolución de cuerpos en ácido), no tiene el propósito de eliminar en sentido estricto. Sí puede tener la función de ocultar evidencias e incluso eliminar identidades, pero no de imposibilitar completamente el hallazgo del cuerpo o cuerpos en cuestión. En este sentido, nuestra hipótesis es que la inhumación clandestina en el contexto actual tiene una función pedagógica (González *et al.*, 2019, p. 91). A través de este acto se busca demostrar la facilidad con la que se puede disponer, no solo de la vida, sino incluso de la identidad de una persona.

Considerando la actual correlación de actores y las dinámicas de violencia usadas para el control de mercancías y territorios por parte de los grupos delincuenciales, ya sean estos agentes estatales o particulares, el acto de inhumar clandestinamente a una persona parece cumplir la intención de mandar un mensaje de terror a alguien más (posiblemente, a otros grupos delincuenciales). Paralelamente, parece cumplir el propósito de demostrar cómo se puede desaparecer, torturar, asesinar o ejecutar personas y, en última instancia, inhumar con toda impunidad.

### **Relación con graves violaciones a derechos humanos**

El punto anterior nos lleva necesariamente a considerar otra pregunta relevante: ¿cuál es la relación de la inhumación clandestina con las graves violaciones a derechos humanos? Nosotros sostenemos que la inhumación clandestina es una expresión contundente de la crisis de derechos humanos, violencia e impunidad que prevalece en México. En este sentido, existe evidencia que apunta a que la fosa clandestina como hecho es en realidad la culminación de una serie de actos precedentes, que incluyen numerosos delitos y violaciones a derechos humanos.

Experiencias comparadas en la historia de países latinoamericanos y de otras regiones del mundo sugieren que la inhumación clandestina de personas ha estado precedida de detenciones arbitrarias, actos de tortura, desaparición forzada e incluso ejecuciones extrajudiciales o sumarias. Así, por ejemplo, el estudio de las fuentes disponibles permite determinar que, durante el periodo de las dictaduras en Chile y Argentina, los perpetradores actuaban bajo un patrón que incluía la vigilancia de una persona, su posterior detención, tortura y ejecución para, finalmente, inhumarla de manera irregular como “N.N” (ningún nombre). Un estudio sobre el uso de la inhumación clandestina en la historia de Guatemala, Perú o incluso en la ex Yugoslavia y Camboya, permiten conocer experiencias similares.

Evidencias recuperadas en México refuerzan esta hipótesis para nuestro contexto actual. Sin llegar a concluir que existe una correlación, las tendencias generales sobre el hallazgo de fosas clandestinas coinciden con las tendencias mostradas por el registro de personas desaparecidas y con el registro de homicidios. Adicionalmente, el hallazgo de cuerpos o restos de personas reportadas como desaparecidas en fosas clandestinas corrobora lo anterior. Aunque pueda existir un debate sobre si las fosas de Tetelcingo, Morelos,<sup>7</sup> eran clandestinas o irregulares, el hecho es que el 72 por ciento de los cuerpos exhumados de ellas tenían huellas de violencia física (González *et al.*, 2019, p. 103).

Por supuesto, el fenómeno de la inhumación clandestina mantiene vigentes aún una variedad de preguntas irresueltas. ¿El Estado en verdad se encuentra rebasado por la violencia? ¿Se está delegando el uso de la violencia a nuevos grupos? ¿Qué otros intereses o economías existen alrededor de la inhumación clandestina de personas? ¿Cuál es el rol del Estado en la práctica de la inhumación clandestina?

### Retos en materia de identificación

Mientras respondemos dichas preguntas, lo cierto es que la inhumación clandestina no solo constituye una expresión de la crisis de derechos humanos, sino también evidencia una variedad de retos en materia de política pública. Sumado al número de cuerpos sin identificar que yace en los servicios médicos forenses del país, la acumulación de cuerpos provenientes de fosas clandestinas pone en evidencia las incapacidades institucionales en materia de identificación humana.

De los 42,467 perfiles contenidos en la base de datos genéticos de la Fiscalía General de la República, en julio de 2019 solo el 1.55 por ciento de los cuerpos habían sido identificados.<sup>8</sup> En el caso de las bases de datos de la División Científica de la Policía Federal, que contenía 6089 perfiles genéticos, ni siquiera existía información sobre cuántas personas habían sido identificadas.<sup>9</sup>

Al reto propiamente de identificar habría que agregar el de establecer el marco normativo adecuado para su regulación, en atención a la naturaleza de los procedimientos involucrados y los derechos implicados. Los procesos de identificación humana deben contemplar, entre otros, los protocolos específicos a nivel técnico para la recuperación y el tratamiento de datos *post mortem*; pero también los protocolos para la protección de la privacidad de quien proporciona datos *ante mortem* y datos genéticos. En tanto que esta información es

7 En marzo de 2014 se descubrió una fosa con al menos 117 cuerpos y diversos restos que fueron inhumados de manera irregular en el panteón de Tetelcingo, municipio de Cuautla, Morelos, por la Fiscalía del Estado de Morelos en años previos.

8 Oficio número 0001700059618, con fecha de 2 de abril de 2018, entregado por la PGR en respuesta a una solicitud de acceso a información realizada en la Plataforma Nacional de Transparencia.

9 Oficio número 0413100021718, con fecha de 13 de abril de 2018, entregado por la Policía Federal en respuesta a una solicitud de acceso a información realizada en la Plataforma Nacional de Transparencia.

sensible, su recopilación, procesamiento, uso, almacenamiento y eliminación debe estar condicionada a su entrega informada y consentida, además de cumplir con otros criterios y principios, como el de proporcionalidad o el de separación de las bases de datos genéticos de acuerdo con su propósito.

## Referencias

- Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2016). “Recomendación 48/2016”. En [http://informe.cndh.org.mx/uploads/menu/10070/Rec\\_2016\\_048.pdf](http://informe.cndh.org.mx/uploads/menu/10070/Rec_2016_048.pdf)
- González, D.; Reyes, J.; Vargas, L. y Bermúdez, J. (2019). *Violencia y terror: hallazgos sobre fosas clandestinas en México 2006-2017*. En <https://ibero.mx/files/2019/violencia-y-terror.pdf>
- Rosenblatt, A. (2015). *Digging for the Disappeared: Forensic Science After Atrocity*. Stanford University Press.

# Investigación periodística sobre fosas clandestinas en México

## Entrevista con Marcela Turati y Alejandra Guillén

*Las periodistas independientes Marcela Turati y Alejandra Guillén son coautoras del proyecto en línea “A dónde van los desaparecidos”, el cual pretende investigar y explicar las lógicas de la desaparición de personas en México. Marcela es colaboradora de la revista Proceso y cofundadora de Quinto Elemento Lab, organización que realiza reportajes de investigación que contribuyan a construir una sociedad más justa y transparente. Por su parte, Alejandra cursa el doctorado en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara, trabajó en el diario El Informador y Más por Más Guadalajara. En esta entrevista, ambas periodistas nos comparten detalles de su investigación “El país de las dos mil fosas clandestinas”,<sup>1</sup> que tiene como objetivo indagar sobre los patrones de desaparición de personas en México en el contexto de la “Guerra contra las drogas”. Su investigación cuenta con un mapa interactivo que ofrece información sobre fosas clandestinas ubicadas en 24 estados de México, y ha ayudado a hacer visible la magnitud del fenómeno de las fosas y la complejidad de los registros que existen a la fecha.*

### **EAAF** ¿Cómo nació la idea de hacer este proyecto?

**Marcela Turati** La idea surgió tras varias pláticas entre reporteros que estábamos preocupados porque no había un registro de las osamentas que estaban encontrando las familias de personas desaparecidas. Los fragmentos u objetos que iban hallando en las fosas los subían a Facebook o a WhatsApp, pero no quedaba una sistematización de lo que se había ubicado. Entonces, pensamos en hacer un registro y de esta manera ayudar a las familias, porque sabíamos que ni el gobierno ni nadie lo estaba haciendo. Entonces, en noviembre de 2015, convocamos a muchos reporteros de varias partes del país para intentar hacer un mapa de fosas; el primer colectivo que se sumó e hizo un mapa piloto fue Jalisco.

**Alejandra Guillén** Lo primero que consideramos incluir en el mapa fue la geolocalización de las fosas, pero sobre todo, la idea era darle seguimiento a los cuerpos que se habían encontrado, tanto los que se habían identificado como los que habían quedado como cuerpos no identificados, porque sabíamos que en algún lugar una familia los está buscando.

<sup>1</sup> Esta investigación, respaldada por Quinto Elemento Lab, fue publicada en noviembre de 2018 y puede leerse completa en <https://quintoelab.org/project/el-pais-de-las-2-mil-fosas>. En palabras de las autoras, este trabajo consta tanto de la investigación escrita como el mapa, pues ambos están profundamente interconectados; sin la historia no se puede entender el mapa en su totalidad, y la fuerza visual del mapa pone la atención donde más se necesita. También destacan que esta investigación es resultado del trabajo colectivo de periodistas y otras personas que en distintas etapas aportaron información, conocimiento local, fotografías, edición, diseño editorial, horas dedicadas a vaciar datos y a participar en espacios de diálogo y reflexión. En suma, la investigación fue realizada por un equipo amplio. Coordinación y texto: Alejandra Guillén, Mago Torres y Marcela Turati. Visualización: David Eads. Solicitudes y trabajo editorial: Erika Lozano, Paloma Robles, Aranzazú Ayala. Edición: Alejandra Xanic. Coordinación de diseño e imagen: Queso Rayones y Mónica González Islas. Asesoría: Sandra Ley y Mayra Torres. Colaboraciones: Gilberto Lastra, Juan Carlos Solís (†), Ana Ivonne Cedillo, Gabriela De la Rosa, Daniela Rea, Carlos Manuel Juárez, Carlos Quintero, Rodrigo Caballero y Pedro Zamora. Fotografía: Pedro Pardo, Félix Márquez, Queso Rayones y Rafael del Río.

**EAAF** ¿Cómo eligieron los años en los que se iban a enfocar?

**MT** Antes del gobierno de Felipe Calderón no había notas periodísticas sobre fosas clandestinas. El *boom* en los medios empezó en septiembre de 2014 a partir de la desaparición de los 43 estudiantes de Ayotzinapa. Aunque ya habíamos visto colectivos en Tijuana y en Ciudad Juárez que salían a buscar desde años anteriores, con la desaparición de los estudiantes también se intensificaron las búsquedas. Primero habíamos decidido abordar el periodo que llamamos “la guerra contra las drogas”, luego decidimos abarcar de 2006 a 2016 (11 años), porque no nos dio tiempo de concluir la información de dos sexenios. En la investigación, un dato que encontramos es que en 2006 se reportó que había dos fosas y 2010 es un año que detona, pues había al menos 250 fosas clandestinas registradas. Luego en 2011 ya había 375 fosas en 20 estados del país.

**EAAF** ¿Cuánto tiempo les llevó hacer toda la recolección de datos, desde el comienzo de la investigación hasta que dijeron “ya tenemos todo”?

**MT** La primera vez que planteamos realizar la investigación fue en noviembre de 2015 y fue publicada tres años después, en noviembre de 2018. Tan solo para encontrarle la forma y decidir que solo la haríamos por solicitudes de transparencia, nos tomó como un año o quizás dos.

**AG** La base de datos se construyó a partir de febrero de 2017, después de haber caminado y aprendido por dónde no andar.

**EAAF** ¿Cómo armaron el diseño y la metodología de esta investigación?, ¿por qué decidieron que las fuentes fueran las fiscalías a través de solicitudes de información?

**AG** En el mapa que originalmente pensamos crear había un apartado de búsqueda hemerográfica y otro de solicitudes de información. Sin embargo, justamente para poder rastrear los cuerpos, se tomó la decisión de generar una base de datos solo a partir de la información que tenían las fiscalías estatales, porque eran las que mejor podían decirnos cuántos cuerpos habían sido localizados. No podíamos compartir o mezclar información con otras fuentes porque corríamos el riesgo de duplicar casos.

Entonces decidimos alimentar la base principalmente con los registros oficiales de las fiscalías estatales, y no mezclar la información de la entonces Procuraduría General de la República (PGR) porque también se podían cometer errores a la hora de hacer un conteo de fosas; es decir, para tratar de evitar contar dos veces los casos que estaban siendo investigados tanto por alguna fiscalía estatal como por la federación. Considerando que las investigaciones generalmente se originan en las fiscalías estatales, y luego solo un número muy reducido de ellos es atraído por la federación, los registros más completos estarían dentro de las estatales, pues no podíamos mezclar metodológicamente distintas fuentes.

Empezamos a armar la base con las solicitudes de información hechas a los 32 estados de la República, y posteriormente comenzamos a darle seguimiento para que nos transparentaran sus respuestas, porque generalmente todos los estados nos decían que era información reservada, que no podía ser pública. En las solicitudes de información había varios bloques de preguntas que se les hicieron a todas las entidades, fiscalías o procuradurías, dependiendo del estado. Las preguntas que en 2016 construyó Juan Carlos Solís (QEPD) y que posteriormente Aranzazú Ayala y yo iniciamos para construir la base de datos, buscaban conocer de manera general los siguientes datos:

1. Fosas localizadas entre 2006 y 2016, desglosadas por fecha de hallazgo, número de fosas, municipio, localidad y geolocalización.
2. Cuerpos localizados en fosas clandestinas entre 2006 y 2016, desglosado por hallazgo de fosas, municipio, localidad y número de cuerpos identificados.
3. Restos óseos localizados en fosas clandestinas entre 2006 y 2016; desglosado por hallazgo de fosas, municipio, localidad y número de cuerpos identificados.

Luego, con la asesoría de la periodista Mayra Torres, aprendimos que esa información no la íbamos a poder obtener porque era considerada como información de datos personales y que jamás la íbamos a poder transparentar. Lo que sucede es que la geolocalización de la fosa te lleva al propietario del predio, lo que se considera como datos personales. Pero lo que sí podíamos conseguir era información básica, que era de dominio público, como el número de cuerpos, de restos óseos localizados, de cuerpos identificados, de restos óseos identificados, así como las características de los cuerpos, el municipio, la localidad y la fecha del hallazgo.

La idea original era que en cada punto del mapa se pudiera ver el número de cuerpos que se habían localizado, cuántos habían sido identificados y dónde estaban los no identificados. Cuando Mago Torres y David Eads se incorporaron al equipo dijeron que no era posible porque eran muchos datos para un mapa y porque la información de las fiscalías era desigual y de mala calidad. Entonces, optamos por completar la base de datos con categorías mínimas: fecha, municipio, número de cuerpos y número de restos óseos. Desafortunadamente, los restos óseos no pudieron visualizarse por la complejidad para entender qué es un resto óseo para cada fiscalía estatal, debido a las diferencias en sus metodologías para registrar esta información.

**MT** Una de las cosas que hicimos al principio fue intentar definir el término “fosa”, pero fue complicado; algunos estados nos decían que no sabían a qué nos referíamos. También al inicio solicitamos información sobre actos de ocultamiento de cuerpos en presas, minas o lagunas, pero luego desistimos de ello, porque si nos estaban rebatiendo el término de “fosa”, seguramente también iban a rebatir los términos de presas, minas y lagunas. Esa información sobre ocultamientos en otros sitios se solicitó, pero nunca se procesó.



**EAAF** ¿Cuál fue la dificultad de definir el término “fosas”, ¿qué era lo que contaban las fiscalías?, ¿ustedes mandaban una definición o cada estado reportaba lo que entendía por fosa?

**AG** Decidimos registrar lo que los estados entendían por fosa, pero tuvimos muchos problemas; por ejemplo, Aguascalientes decía no saber lo que era una fosa. Por otro lado, también teníamos diferencias entre los estados que hacen distinción entre fosa, sitios de destrucción de cuerpos, centros de inhumación clandestina, o lugares de ocultamiento de cadáveres. Es complejo porque en algunos casos incluso una fosa clandestina puede estar en un sitio de destrucción de cuerpos. Veracruz hacía una distinción, pero dentro del listado de fosas incluían lo que consideran como sitios de destrucción de cuerpos.

Entonces, comenzamos a hacer solicitudes para preguntar metodológicamente qué era una fosa para cada fiscalía; sin embargo, sigue siendo un tema pendiente. Por ejemplo, Coahuila y Nuevo León sí hacen una diferenciación entre fosas y centros de inhumación clandestina, que son los lugares donde se encontraron los tambos de incineración de cuerpos; pero Tamaulipas, que es un estado vecino, no lo menciona. Baja California es un caso particular, pues a pesar de que se conoce la ubicación de los terrenos del *Pozolero*, nunca logramos saber cómo llamar lo que pasó ahí y siempre dijeron que no había fosas. A veces pedíamos las solicitudes de transparencia con otros conceptos como “cocina”, “centros de exterminio”, “centros de procesamiento de cadáveres”, porque habíamos visto en otra nota que el Ejército así les llamaba.

Eso muestra que sigue siendo una necesidad construir los términos de los sitios donde se incinera a personas en tambos y luego se encuentran los restos a ras de tierra. En algunos lugares le llaman “fosas” y en otros, “centros de destrucción de cuerpos”. Algo que notamos es que el tipo de fosas o lugares de destrucción de cuerpos tiene mucho que ver con la geografía del lugar y se tiene que dar un seguimiento a los otros lugares donde se trata de esconder los cuerpos o que son destino final de la desaparición de estas personas. Pero esa información quedó pendiente porque era muy difícil visualizarlo en el mapa. Consideramos que la base de datos generada podría tener más análisis, pero ya no hubo capacidad de continuar.

**EAAF** ¿Y entonces en el mapa ustedes no incluyeron datos sobre lugares de ocultamiento de restos encontrados en lagos o en superficie?

**AG** No incluimos los sitios en donde se indicaba explícitamente que los cuerpos habían sido hallados en el agua o en superficie; nada más incluimos los que estuvieran intencionalmente enterrados o semienterrados, aunque fuera un solo cuerpo. Hicimos una revisión exhaustiva una y otra vez, fosa por fosa. Y de pronto encontrábamos que decía: “cuerpo encontrado en refri”, y nos preguntábamos si no estarían equivocados. Entonces volvíamos a meter una solicitud y preguntábamos: “Oye, tú me diste esta lista de fosas, pero me incluyes esto que dice que lo encontraste en un refri, o en una maleta, ¿los encontraste en

fosas?” Y normalmente nos respondían: “Ay, no, perdón, nos equivocamos”. Ha sido una constante hallar errores en la información pública que nos entrega la autoridad, y hemos podido identificar y corregir algunas cosas evidentes.

**EAAF** El tema de que a nivel nacional hiciera falta una tipología de lugares de disposición de cadáveres, obviamente también era un problema importante. ¿Ustedes hicieron el esquema de solicitudes de transparencia porque les parecía que era el instrumento más fuerte con el que podían contar para obtener información?, ¿cómo fue que decidieron usarlo?

**MT** La primera idea fue sumar a reporteros que habían cubierto estos temas y preguntarles dónde habían reportado el hallazgo de fosas. Pero fue muy difícil, porque no teníamos gente en todos los estados. El primer ejercicio que se llevó a cabo fue en Jalisco, donde periodistas mapearon sus fosas; ahí trabajó todo un colectivo.

**AG** En Jalisco yo había realizado solicitudes de información sobre fosas clandestinas que primero negaron y en 2015 pude desclasificar. Con Marcela, en la primera convocatoria que realizamos para hacer un mapa nacional, varios colegas de Jalisco participaron haciendo el registro de la información que yo tenía. Ese mapa ya no continuó. En el último proyecto de mapa que comenzó en 2017, volví a meter solicitudes a la Fiscalía de Jalisco y nos respondieron otra información muy sesgada y con muy poca información desagregada que no coincidía con lo que teníamos originalmente. Volvimos a solicitar información y nos contestaron que no existía. Entonces les envié el documento que tenía de 2015 y les dije “ustedes me enviaron esto, no pueden decir que esa información no existe. Me la tienen que dar de nuevo con el periodo de tiempo que estoy solicitando”. De ahí la importancia de haber guardado la información que nos habían dado al principio, y con esa pudimos ver si nos estaban ocultando o no información, y solicitarla de forma desagregada con datos que deberían ser públicos.

**MT** También tratamos de hacer una búsqueda de notas en Google, pero fue muy complicado. Luego intentamos hacer un recorrido físico por fosas, pero desistimos de inmediato. Entonces, optamos por las solicitudes de transparencia porque pensamos que era la vía que nos iba a dar mejor resultado. Otro asunto que quedó en el aire fue la idea de preguntarle a los colectivos cuáles eran las fosas que ellos habían encontrado, y comparar la información que obteníamos con lo que ellos habían encontrado, para ver si era lo mismo que decían las fiscalías.

**AG** Queríamos hacer ese chequeo en campo, pero resultaba un poco difícil, no solo por la seguridad, sino también porque económicamente no teníamos manera de financiar ese recorrido. Pero lo que decidimos es que terminaríamos bien la construcción de la base de datos, con la posibilidad de que en algún momento pudiéramos ir a esos lugares estratégicos a tratar de entender lo que estaba pasando.

**EAAF** ¿En qué ocasiones usaron recursos de revisión de las solicitudes de transparencia?

**AG** Con cada fiscalía hubo una historia distinta. En primer lugar, optamos por echar mano de recursos de revisión cuando la primera respuesta de muchas fiscalías era negativa al realizarles una solicitud de información. Muchas argumentaban que era información reservada o confidencial, pero nuestro argumento fue que no estábamos pidiendo los datos personales de víctimas y que, con base en el artículo 5 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información, “no puede clasificarse como reservada aquella información que esté relacionada con violaciones graves a derechos humanos o delitos de lesa humanidad”.

En segundo lugar, usamos el recurso de revisión para acotar cierta información que no quedaba clara, aunque las fiscalías nos enviaran su lista de fosas. Esto fue muy tardado por varias razones; entre ellas, que algunos estados no respondían, como San Luis Potosí, Nayarit y Chihuahua. En otros casos se tardaron mucho los recursos de revisión porque algunas fiscalías nos alegaban que para hacerlo debíamos ir físicamente, o se caían las plataformas, no nos contestaban, o simplemente era imposible localizar a alguien de las oficinas de transparencia. Al no contestar, también podíamos meter recursos de revisión, pero se nos pasaba el tiempo. Entonces la cantidad de errores nos fue retrasando por los problemas que hay en estos sistemas de información pública. En el caso de Morelos, ganamos un recurso de revisión, pero no nos entregaron la información. Al detectar esto, el Instituto Morelense de Información Pública y Estadística sancionó al funcionario de la fiscalía que decidió no entregarnos esa información, y solo después de esa sanción, obtuvimos los datos solicitados.

**EAAF** ¿Hasta el día de hoy todas las fiscalías han contestado?

**AG** Sí, lo que hemos ganado a partir de recursos de revisión. Con cada entidad realizamos distintas solicitudes, porque a pesar de que enviaban su información siempre faltaba algo; por ejemplo, en Morelos no nos querían dar la fecha y el municipio. Coahuila es el único que aún no ha entregado la información como la necesitamos, porque la lista de fosas sí nos la entregaron con fecha y municipio donde se localizaron, pero de los sitios que ellos nombran como de “inhumación clandestina” (que asumimos que son los lugares donde estaban los tambos), solo nos dieron el número total, y fue imposible que nos dieran de forma desagregada la fecha y el municipio. A pesar de que ganamos el recurso de revisión para que nos proporcionaran estos datos, Coahuila nunca lo hizo; fue con el estado que más peleamos. Al final decidimos no incluir estos sitios, que eran unos 87 puntos, porque por la forma en como nos respondió la autoridad creemos que no entran en el término de “fosas”, además de que no teníamos los datos que necesitábamos.

**EAAF** ¿Hay algún otro tema en particular sobre las respuestas que recibieron?

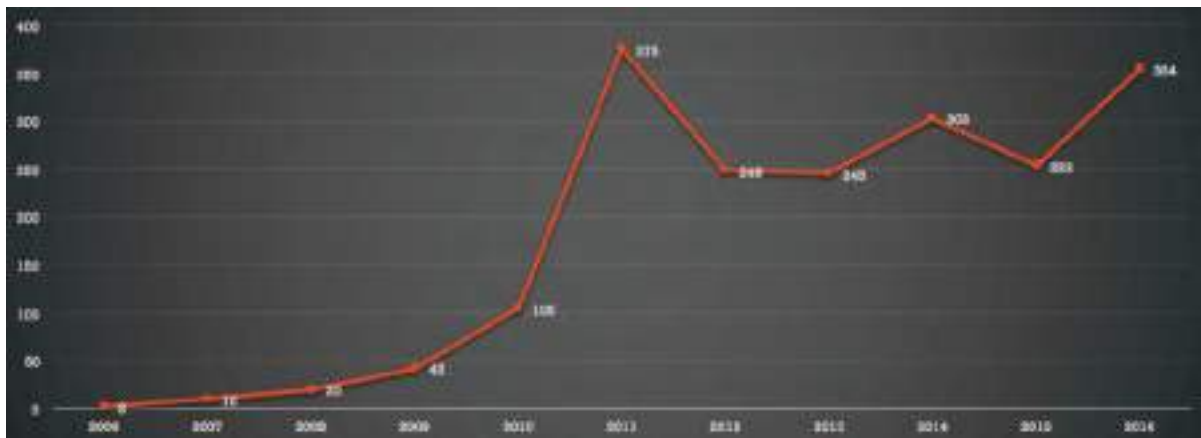
**AG** Lo más complicado ha sido no saber cómo la autoridad nombra a los sitios de destrucción de cuerpos, y que con ese argumento de “no sé”, digan que no tienen ni fosas, ni cocinas, ni centros de destrucción de cuerpos, ni nada. Entonces, evidentemente es una burla. En Baja California se metieron entre 10 y 15 solicitudes respecto a esto, pero entre la PGR y la fiscalía estatal “se tiraban la bolita”; aunque les mandábamos los *links* de las notas que daban cuenta de fosas o de sitios conocidos como La Gallera del “Pozolero”, argumentaban que no sabían; la fiscalía decía que preguntáramos a la federación y esta decía que le correspondía al estado, pero nunca nos dijeron cómo nombran esos lugares. En general, ha habido muchas inconsistencias en el registro, en el manejo de la información y opacidad para compartir datos que deberían ser públicos por tratarse de graves violaciones a los derechos humanos.

**EAAF** ¿Creen que es posible hacer una actualización de los resultados que obtuvieron?

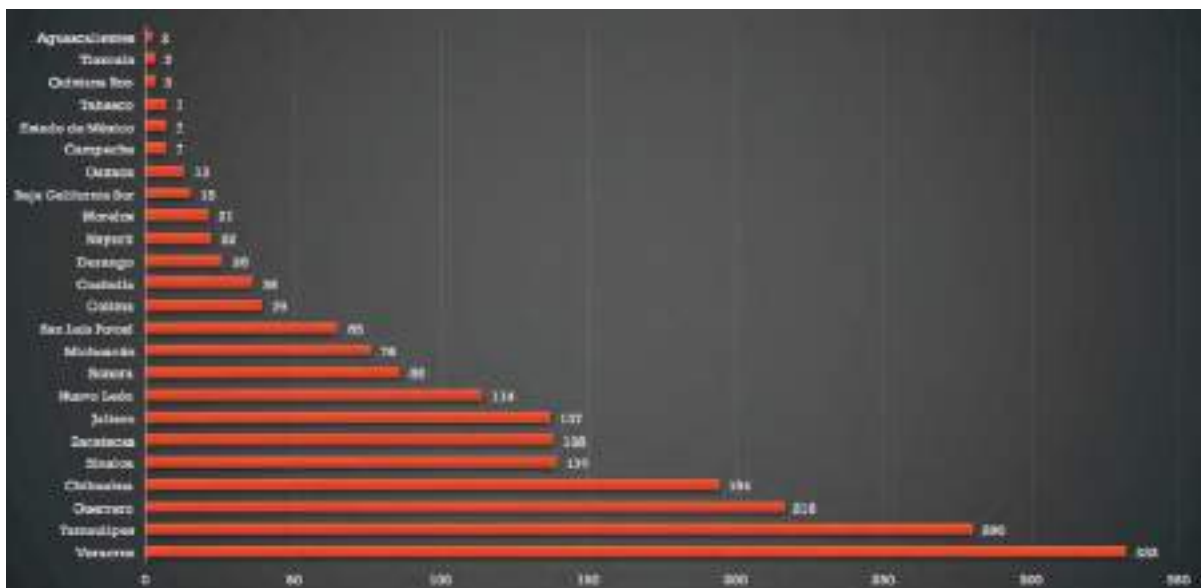
**AG** Algo que notamos al hacer las solicitudes es que la información se modificaba con el cambio de administraciones; por ejemplo, Veracruz había entregado bases de datos “decentes”, con algunos errores, pero en general era una base en Excel manejable, con información desagregada, incluso con las características de los cuerpos, y eso sí se podía analizar. Pero luego, cuando se les volvió a preguntar para actualizar la información, entregaron unos PDF inservibles, con información fatal. Por otro lado, Jalisco se está especializando en ocultar información; entregan páginas y páginas argumentando por qué reservan los datos, y así será más difícil ganar un recurso de revisión. Entonces, si se diera seguimiento se podría ver un cambio sobre cómo las distintas administraciones han estado gestionando y administrando la información. Pero ese trabajo no lo tenemos porque no lo continuamos. Sabemos que ha cambiado, pero en este momento no tenemos la información para poder sistematizarla.

**EAAF** ¿Qué obtuvieron específicamente sobre el número de fosas?

**AG** Nosotras registramos 1978 fosas clandestinas localizadas de 2006 a 2016. De los 32 estados, 8 reportaron no tener hallazgos de entierros clandestinos. Los entierros reportados se encuentran en 372 municipios que representan el 15 por ciento de los 2458 municipios del país. Y damos cuenta de 2884 cuerpos, 324 cráneos, 217 osamentas, 799 restos óseos, y miles de restos y fragmentos de huesos. Esta información está desagregada así porque a la hora de querer contar una y otra vez, nos topábamos con preguntas muy importantes: ¿qué es una persona?, ¿qué tal que me están dando cuenta de 10 restos óseos y tal vez solo son 10 fragmentos de un mismo cuerpo? Entonces lo que decidimos fue contar a partir de la manera como las autoridades lo estaban haciendo: de cuerpos contamos 2884. Pero luego cuando preguntábamos por restos óseos, nos decían: “en esta fosa encontramos dos cráneos”, o “en esta fosa encontramos dos osamentas” o “restos óseos que corresponden a dos personas”. Y en otros lugares nos decían “restos óseos”, sin decirnos a



**Figura 1.** Fosas clandestinas localizadas en México de 2006 a 2016. Resultados de la investigación realizada por Quinto Elemento y periodistas independientes, en la que se reveló la existencia de casi 2000 fosas clandestinas en todo el país (Elaborada por Alejandra Guillén).



**Figura 2.** Número de fosas clandestinas reportadas por estado de 2006 a 2016. La gráfica incluye los 24 estados que contestaron a las solicitudes de información de la investigación (Elaborada por Alejandra Guillén).

cuántas personas pertenecían. Por ello, solo damos cifra de lo único que pudimos contar como personas. Ha sido muy complejo dar cifras, porque hay un mundo increíble de restos y fragmentos de huesos, porque algunos de los fragmentos fueron incinerados y si no especifican a cuántas personas corresponden, no se pueden contar. Por eso la cifra puede parecer baja porque serían en total casi 3000 víctimas (sumando cuerpos, cráneos, osamentas y restos óseos donde sí sabemos que el número se refiere a número de personas). De ese total, solo de 1738 tenemos la certeza que fueron identificados, lo que significa que al menos hay 1300 familias que están buscando a estas personas, pero insisto: no sabemos cuántas víctimas ha habido. Serían dos problemas: por la tecnificación de la desaparición a través de métodos como la incineración o la destrucción de los huesos o porque se han

deteriorado en el lugar y también por el problema de cómo registran o no, las autoridades. Creo que esas dos cosas juntas nos hacen tener problemas a la hora de saber el número de personas que han sido encontradas en fosas clandestinas.

**EAAF** ¿En algún caso detectaron superposición entre cuerpo y cráneo?, ¿por ejemplo, que un estado les informara sobre el hallazgo de cinco cuerpos en una determinada fosa en tal municipio en tal fecha, y que a su vez los reportara como cráneos?

**AG** Veracruz reportó cráneos en Las Colinas de Santa Fe. No cuentan como cuerpos a pesar de que encontraron los cuerpos completos; al parecer al cambiar el gobierno, cambió la metodología. Entendemos que era la manera como podrían asegurar que un cráneo sí es una persona, entonces realmente encontraron 300 cuerpos. No hubo algo que nos indicara que se estuviera contando doble con esa metodología, pero se tendría que hacer un trabajo muy fino en cada estado.

**EAAF** ¿Por qué optaron por mostrar los resultados apoyándose en un mapa de visualización de datos?

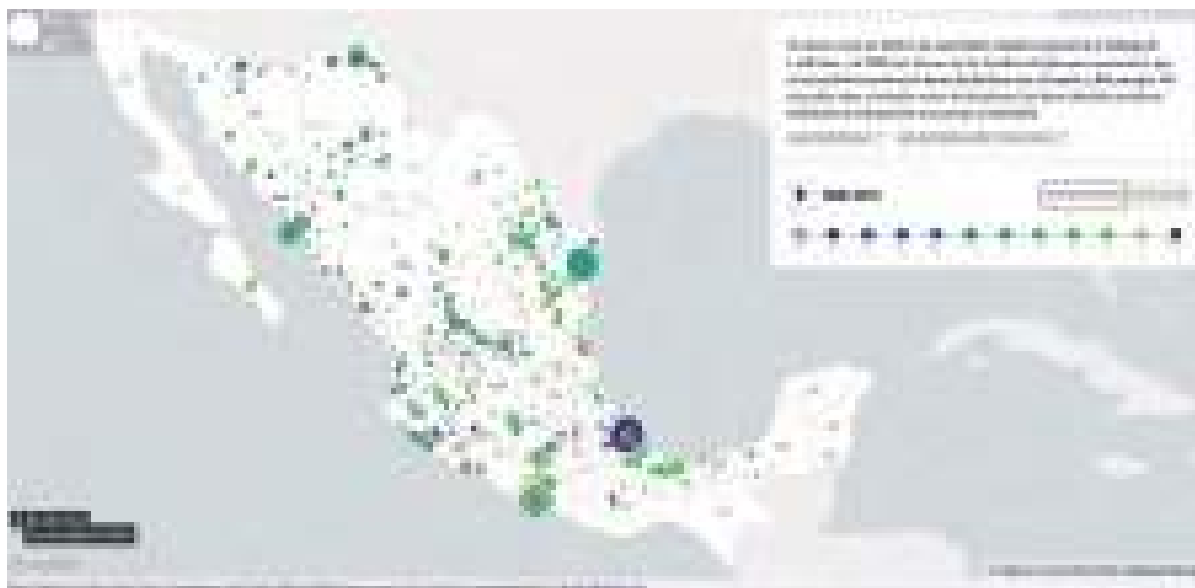
**MT** Nosotras queríamos que cada fosa apareciera en un mapa y se mostrara un poco sobre la evolución en tiempo y espacio. Y en 2015 hallamos un mapa de fosas clandestinas en España, que se publicó en el periódico *El Mundo*, y ese nos sirvió de modelo.

**AG** Consideramos la necesidad de ver la información en un mapa porque eso te ayuda a leer los datos de manera distinta. Se fue trabajando el mapa e insistimos en hallar la manera de que también apareciera la información sobre restos, porque si solo aparecía lo de cuerpos, era muy sesgado y se podía perder información. El manejo de cifras era muy delicado y finalmente estamos hablando de personas, no de cajas de cartón que no importa que no aparezcan las cajas chiquitas. Pero la visualización no permitía mostrar los restos, debido a que la información estaba muy desigual entre los 32 estados: algunas fiscalías no especificaban a cuántas personas correspondían los restos óseos, por lo que no se podían contabilizar. Metodológicamente era imposible visualizar el tema de los restos óseos, por lo que esa información se quedó en las bases de datos, y esperamos que en algún momento sea procesada y analizada.

**EAAF** Comparando un poco este tipo de estudios: el de la Universidad Iberoamericana, el de ustedes, el de la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH), y ahora también las cifras que dieron la Secretaría de Gobernación y la Comisión Nacional de Búsqueda en enero de 2020, ¿qué opinión les merecen?, ¿qué encuentran similar y qué encuentran distinto al estudio de ustedes?, ¿parece que se complementan?

**MT** El de la CNDH nos sirvió de parámetro, aunque le faltaron muchos estados, mezclan notas de prensa y solicitudes de información y decíamos ¿cómo una autoridad se va a quedar conforme con la primera respuesta que le dan? El de la Ibero es muy interesante





**Figura 3.** Mapa “A dónde van los desaparecidos”, en el que se puede visualizar el número de fosas clandestinas en 372 municipios de México, a partir de la investigación realizada por Quinto Elemento Lab. Los círculos representan el número de fosas y cuerpos localizados. Los datos se muestran en tres dimensiones: ubicación, tiempo y escala o magnitud. El mapa es interactivo y puede visualizarse en formato de acceso libre (Elaborada por Alejandra Guillén, Mago Torres, David Eads y Quinto Elemento Lab. Tomada de <https://data.adondevanlosdesaparecidos.org/>).

por las notas periodísticas, la metodología que usaron y cuántas menciones hay de fosas, aunque de todos modos la estimación final sobre el número de fosas es más baja que la nuestra. Y luego ya vimos el de la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB). Estamos en contacto con la Red de Periodistas que cubre estos temas en los estados; desde ahí empezamos a ubicar que faltaba información sobre las fosas que no estaban dando las fiscalías y que seguían dando solo la que querían. Por ejemplo, la reportera de Juárez decía: “yo fui a tantas exhumaciones y la fiscalía nos está reportando que ahí no hubo ninguna”. El reportero de Sinaloa de la red también detectó problemas, y los de Jalisco vieron que una cosa era lo que les contestaron por solicitudes de transparencia a reporteros, otra cosa lo que declaraba públicamente la fiscalía y otro número era el que reportaba la CNB en su primer corte. No teníamos la información de reporteros de todos los estados, pero usando esos tres ejemplos, preguntamos a Karla Quintana, Comisionada Nacional de Búsqueda, sobre lo qué había pasado con esta diferencia de información, y ella dijo que esto era dinámico, que para el primer informe tuvieron que hacer un corte con la información que hasta entonces tenían de las fiscalías. En agosto de 2019, en el segundo informe que presentó la CNB, ya había subido a 3000 el número de fosas.

Lo que entendemos es que los estados ya sienten un poco más de presión de no ser exhibidos y se ven obligados a mandar un registro periódico. Lo que supimos es que en las fiscalías, los peritos estaban enojados con las unidades de transparencia porque a veces no les habían consultado del todo lo que nos iban a responder; y en el Gobierno Federal no sabemos quién contesta esas solicitudes. Las mamás de Sinaloa sostenían que había más

fosas que las que nosotras registramos, y no sabían por qué la fiscalía no las había registrado. Después, pudimos transparentar la información que tienen las fiscalías y que no comparten; lo que queríamos era que los colectivos vieran la información de cada municipio para que nos dijeran si ellos tenían otros datos y hacer otro mapeo, por lo menos en algunos estados, hacer notas de por qué no están todas registradas. En Sinaloa, después de que sacamos el mapa, sí hubo una protesta de mamás pidiendo que se actualizara con información “real” el registro de esas fosas y que también se incluyeran las que los colectivos habían estado solicitando. Otro problema que hemos detectado es que, como en el caso de Morelos, el gobierno no reconoce las fosas comunes, las ilegales o no sé cómo se les pueda llamar, y por tanto no ha realizado las excavaciones.

**AG** Esperábamos que la base de datos de la CNB recogiera toda la información, pero desagregada, de manera que pudiéramos hacer comparaciones y ver si había diferencias, si nos estaban dando información distinta. Esperábamos una base de datos que realmente pudiera ser manipulada y analizada en detalle, pero no la hicieron pública. No puede haber un pretexto de los gobiernos para no tener esas bases de datos construidas con información necesaria para lo que se requiere en un país con esta emergencia. Creo que eso sí sigue siendo un pendiente. También hay una base de datos que construyó la reportera Wendy Selene, que probablemente sea muy parecida a la de nosotras, que tiene muchas más categorías. Esperamos que en algún momento todas las bases que existan sean públicas, para poder contrastar la información existente y rastrear cada cuerpo. Es importante tener los registros de distintas temporalidades, para darle seguimiento y detectar si borran algún registro. Además, sigue pendiente el homologar asuntos como qué es un resto, qué es un cráneo, cómo se van a contabilizar, porque si no hacemos este ejercicio vamos a seguir contando lo que cada quien quiera.

**EAAF** El número de fosas que reporta la CNB es muy parecido al de ustedes si uno le agrega la cantidad de años adicionales. Un ejemplo es que en enero de 2020 dijeron que en los dos años previos localizaron 873 fosas y dieron un número total de 3631 fosas, que como número global está bastante cerca al de ustedes.

**MT** No tenemos conocimiento de la metodología que usó la CNB y nos deja muchas dudas. En el primer reporte que hicieron había muchas discrepancias, incluso incluyeron notas de prensa. En el mapa que presentaron había una cifra, y en el Power Point había otra. Eso fue porque el mapa incluía notas de prensa y lo elaboró una persona que también hace el mapa de feminicidios, por lo que había cifras distintas. Tampoco se especificaba la fuente, si el registro provenía de fiscalías, de la PGR, de prensa o de los colectivos que habían proporcionado información. Entonces parece que estuvieran mezclando información; debería de estar desglosado de dónde viene cada dato para evitar duplicaciones y discrepancias.

**EAAF** ¿Hay algún plan para desarrollar una mesa de trabajo acerca de lo que ustedes han investigado?

**MT** Queremos trabajar con los colectivos de mujeres, dedicarle un poco más a Morelos donde hay un trabajo de campo de periodistas que tienen más registros sobre el número real de fosas que hay. Continuar con lo que hemos estado trabajando. Queremos hacer casos específicos de estados para poder contar un poco más sobre qué fue lo que pasó a nivel nacional. En esos casos específicos, quisiéramos seguir averiguando para ver las diferentes cosas que pasaron, como han sido las malas exhumaciones; por ejemplo, en Durango, queremos recorrer la ruta de los cuerpos, dónde fueron, por cuál Servicio Médico Forense (SEMEFO) pasaron y a dónde los dirigieron; ese es nuestro siguiente proyecto que tiene que ver con las fosas.

**AG** Y creemos que es urgente hacer una base de datos pública, justamente para que se pueda analizar y comparar. Esperábamos que el Gobierno Federal hiciera esta base, pero mientras tanto parece que sigue siendo necesario hacer esfuerzos desde el periodismo, la academia, los colectivos, para continuar haciendo registros alternativos, porque toda esa información será importante para analizar los datos tanto para hoy como para el futuro.



Las tecnologías de percepción remota ayudan a recolectar y estudiar información para acotar las búsquedas.

## SECCIÓN 2. INTRODUCCIÓN

# Tecnologías geoespaciales y geofísicas en la búsqueda forense

### Equipo Argentino de Antropología Forense

Cuando cavamos un hoyo en la tierra, producimos cambios en la superficie del terreno, en la vegetación circundante y en el subsuelo. La descomposición de un cuerpo, ya sea en el interior de una fosa clandestina o en la superficie, también producirá cambios en la composición del suelo circundante. Distintas tecnologías de percepción remota pueden ayudar a detectar estos cambios que pueden contribuir significativamente en las búsquedas forenses.

### ¿Qué es la percepción remota y cómo se conecta con la búsqueda forense?

La percepción remota o teledetección puede definirse como cualquier procedimiento por el cual se obtiene información de un objeto, analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo o herramienta que no está en contacto directo con dicho objeto. Generalmente,

su aplicación en el área de búsqueda forense puede ayudar a detectar cambios en la superficie, en la vegetación y en el subsuelo, que podrían deberse a la excavación de una fosa clandestina o a la descomposición de cuerpos en su interior o en la superficie.

### **¿Qué son las tecnologías de percepción remota?**

Las tecnologías de percepción remota implican una serie de herramientas y procedimientos que hacen posible recolectar información sobre una ubicación determinada, desde una cierta distancia. Dependiendo de la tecnología que se use, la información puede ser obtenida a una distancia muy alejada; por ejemplo, mediante satélites espaciales, o bien a una distancia muy cercana, incluso a pocos centímetros del suelo. En esta sección analizaremos dos grandes grupos de tecnologías de percepción remota: las tecnologías geoespaciales y los métodos de prospección geofísica.

Las tecnologías geoespaciales abarcan una amplia gama de herramientas relacionadas con la recolección o el procesamiento de datos orientados a la localización. Existen algunas herramientas que captan de forma remota diferentes tipos de información sobre un determinado lugar geográfico, normalmente mediante tecnologías empleadas desde drones o vehículos aéreos no tripulados, aviones y satélites.

Por otra parte, los métodos de prospección geofísica se usan para estudiar las características físicas del subsuelo mediante instrumentos que recolectan información desde la superficie del suelo. Los métodos geofísicos pueden determinar las propiedades de los materiales del subsuelo, con lo cual es posible obtener información sobre lo que se encuentra debajo de la superficie, que no se ve a simple vista, e incluso si ha habido alteraciones en el subsuelo. Uno de estos métodos es el georradar o radar de penetración terrestre, también conocido como GPR.

Algunas tecnologías de percepción remota se utilizan con diferentes fines y, aunque no fueron diseñadas específicamente para la búsqueda forense, con frecuencia se utilizan para detectar fosas clandestinas. Se trata, en todos los casos, de tecnologías que tienen una gran versatilidad de usos no forenses y algunas de ellas han sido utilizadas desde hace bastante tiempo.

Muchos ámbitos de las tecnologías geoespaciales, como las imágenes satelitales se han aplicado para usos civiles desde la década de 1970, y los sistemas globales de navegación como el GPS también han tenido usos civiles desde hace algunas décadas. Sin embargo, en los últimos 20 años, no solo han avanzado significativamente, sino que además se han hecho mucho más accesibles y están presentes en todo tipo de investigaciones y tecnologías de uso cotidiano.

Hoy día, las tecnologías de percepción remota se utilizan en una gran variedad de disciplinas y resolución de problemas en planeamiento urbano, respuestas a crisis humanitarias, la ecología, la climatología, la salud pública o la arqueología. Su aplicación a investigaciones de derechos humanos también comenzó hace un par de décadas. En particular, las imágenes

áreas tomadas desde aviones y las satelitales han aportado importantes evidencias a las investigaciones de violaciones a los derechos humanos desde finales de la década de 1990, y han desempeñado un papel decisivo en las investigaciones forenses internacionales sobre las atrocidades masivas cometidas en lugares como la ex Yugoslavia, el Congo, Sudán, Sierra Leona y Camboya, entre otros. También se ha recurrido a las imágenes geoespaciales para documentar fenómenos tales como derrames de petróleo, incendios intencionales masivos, destrucción de patrimonio histórico y de recursos naturales o los efectos de conflictos armados. Si bien las tecnologías de percepción remota tienen importantes aplicaciones en el campo amplio de los derechos humanos, en esta sección nos enfocaremos especialmente en la utilización de estas tecnologías a las tareas de búsqueda forense, algunas de las cuales aún se encuentran en etapas experimentales.

### **¿Qué pueden aportar las tecnologías geoespaciales y geofísicas a la búsqueda forense?**

A partir de las tecnologías geoespaciales más recientes, podemos obtener nuevos datos y formas novedosas de observación de un territorio, que de otra forma resultaría imposible o muy difícil de obtener, ya fuera por incursiones a pie o a través de otros métodos tradicionales. Además, en el caso de las imágenes aéreas o satelitales, es posible obtenerlas para un mismo sitio en diferentes épocas de tiempo, lo cual permite hacer estudios de comparación y determinar alteraciones en el campo.

Por ejemplo, la ortofotografía y la fotogrametría nos permiten recolectar datos y analizar grandes extensiones de territorio o lugares de difícil acceso, con bastante mayor facilidad, precisión y velocidad. La tecnología LiDAR genera imágenes de muy alta resolución a través de la utilización de láser (haces de luz). A su vez, las imágenes térmicas o las espectrales brindan información sobre las propiedades físicas de un terreno que no son visibles para el ojo humano.

Además de los datos nuevos y significativos que estas tecnologías ofrecen, el hecho de que se puedan recolectar de forma remota, en algunos casos brinda ventajas considerables cuando se trata de búsquedas forenses en México.<sup>1</sup> Por un lado, muchas de estas tecnologías permiten obtener datos y analizar un sitio sin tener que trasladarse físicamente hasta allí, lo cual es un factor importante cuando se realizan investigaciones forenses en contextos en los que la seguridad es motivo de preocupación o donde los posibles sitios clandestinos de enterramiento están ubicados en lugares poco accesibles.

Por otro lado, la percepción remota también permite analizar de forma preliminar una gran extensión de territorio a fin de observar cambios en el suelo, el subsuelo, la vegetación circundante, entre otros factores que irán ayudando a acotar áreas de búsquedas en campo, lo que —aun cuando las condiciones de seguridad sean buenas— pueden consumir mucho tiempo y bastantes recursos sin el uso de estas tecnologías.

---

<sup>1</sup> Si bien es posible aplicar muchas de estas tecnologías de forma remota, existen excepciones respecto a esta ventaja general; por ejemplo, en el caso de los métodos que son aplicados en superficie, como es el georradar, el cual sí debe aplicarse en el lugar, y también en el caso de los drones, pues para emplearlos sí se requiere proximidad física.



En general, las técnicas de percepción remota no reemplazan la necesidad de realizar búsquedas en el terreno, se utilizan de manera complementaria cuando las búsquedas en campo son complejas (accesibilidad, vegetación, razones de seguridad), cuando las dimensiones del terreno a explorar son muy amplias, o simplemente como métodos no intrusivos de búsqueda forense. Incluso, algunas de estas tecnologías permiten el procesamiento de imágenes digitales para resaltar algún rasgo y dejar en evidencia fenómenos o alteraciones espaciales y temporales que del modo tradicional no podrían discernirse visualmente.

Es importante remarcar que, al aplicar estas tecnologías a la búsqueda forense, las mismas no indican la presencia de fosas clandestinas; estas tecnologías solo muestran una alteración o cambio que debe ser analizado en mayor profundidad para poder establecer si corresponde a una fosa clandestina o alguna otra causa. A través del análisis de los datos recogidos por estas tecnologías, en algunos casos es posible observar ciertos marcadores particulares que pueden llegar a corresponder con fosas clandestinas o ayudarnos a identificar áreas de interés para su búsqueda. Por esta razón es tan importante la calidad de la tecnología en sí, además de contar con un buen análisis de los datos obtenidos y considerar su utilidad en un contexto forense.

### **Una mirada sobre esta sección**

Expertos de distintos lugares del mundo trabajan y experimentan con tecnologías geoespaciales y geofísicas, con el propósito de avanzar en las investigaciones forenses sobre derechos humanos. En esta sección, algunos de ellos explican las herramientas que utilizan, los resultados alcanzados hasta la fecha y los próximos pasos en la investigación de la eficacia de las mismas en búsquedas forenses.

Giovanna Vidoli, subdirectora del Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, expone lo que sucede durante la descomposición del cuerpo humano y cómo tales procesos afectan el ambiente físico circundante, como el suelo y la vegetación. Describe brevemente lo que es la estratigrafía del suelo; es decir, la disposición natural de sedimentos y roca, y el efecto que los enterramientos producen en este orden natural.

Este texto constituye una pieza clave para entender muchas de las tecnologías y experimentos que se describen más adelante, dado que la mayoría de estos buscan detectar la existencia de potenciales enterramientos con base en cambios observables en el ambiente circundante, como son los causados por la creación de fosas o por los procesos de descomposición humana. Por esa razón, es importante que se comprendan algunos principios básicos sobre estos procesos, las alteraciones que se producen en el ambiente natural, y qué tipos de interrupciones o características buscan estas tecnologías cuando son aplicadas a las búsquedas forenses.

Por su parte, Daniel Del Cogliano, doctor en Ingeniería de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), describe elementos básicos de las tecnologías geoespaciales, como la tecnología LiDAR, terrestre y aérea, herramienta de percepción remota que se usa para examinar la superficie de la tierra.

Más adelante, Jonathan Drake, geólogo y físico de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (American Association for the Advancement of Science, AAAS), relata la historia de las imágenes satelitales y aéreas desde la década de 1970 hasta la actualidad, analizando los diferentes parámetros de resolución de estas imágenes. Con este panorama, Drake indaga sobre las diferentes posibilidades y desafíos que presenta el uso de imágenes satelitales y áreas para las investigaciones en derechos humanos.

Posteriormente, se incluyen tres entrevistas a científicos investigadores del Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, del Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica (Australian Facility for Taphonomic Experimental Research, AFTER) y de consultores del EAAF que realizaron una investigación experimental en Sudáfrica. A la fecha, todos ellos están dedicados a experimentar con tecnologías de percepción remota para la localización de fosas clandestinas. Estos tres experimentos están orientados a investigar la misma pregunta fundamental: ¿cuáles son los cambios en el suelo, el subsuelo y el ambiente circundante causados por la creación de fosas y/o la descomposición humana y cómo esto se puede observar de manera remota? Usando restos humanos donados voluntariamente a la ciencia o restos de facóqueros (una especie de jabalíes africanos cuyo proceso de descomposición guarda mucha similitud con el de los humanos), estos experimentos han recolectado datos sobre enterramientos reales a lo largo del tiempo usando imágenes térmicas, imágenes espectrales, instrumentos de medición de tierra y análisis del suelo, LiDAR y fotogrametrías. Estas entrevistas muestran investigaciones pioneras que se están llevando a cabo para explorar nuevas maneras de detectar fosas usando tecnologías de percepción remota.

Al final de la sección, nos acercaremos a examinar las tecnologías que permiten observar cambios por debajo de la superficie de la tierra, con la entrevista a Santiago Perdomo, geofísico del Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (CITNOBA), quien se especializa en operar instrumentos geofísicos y en el procesamiento e interpretación de sus resultados. Perdomo ha colaborado con el EAAF en Argentina para usar la tecnología de georradar y el método de resistividad eléctrica, con el propósito de buscar fosas clandestinas de víctimas de la desaparición forzada en Argentina entre 1974 y 1983. En esta entrevista, Perdomo hace referencia los cinco métodos geofísicos que se aplican en la búsqueda de enterramientos clandestinos, así como las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.

## TÉRMINOS CLAVE DE ESTA SECCIÓN

### Estratigrafía del suelo

Se refiere a la disposición natural del suelo y a las capas de sedimentos o de rocas que se encuentran debajo de la superficie de un terreno. Las capas del suelo natural son distintas unas de otras y tienen diferentes propiedades físicas (color, textura, conductividad, densidad) y químicas (pH, alcalinidad, contenido de materia orgánica).<sup>1</sup>

### Georreferenciación

Se refiere a proveer de una ubicación precisa a un sitio de interés en cualquier parte de la Tierra; por ejemplo, a través de coordenadas geográficas. Cualquier tipo de información puede ser georreferenciada: un testimonio, una fotografía, un mapa, un camino, una construcción. La capacidad de localizar de manera precisa puntos de interés es fundamental tanto para realizar una representación cartográfica como para analizar con un GIS. Además, la georreferenciación es sustancial para verificar la autenticidad de videos e imágenes, asociando sus referencias espaciales a unas coordenadas geográficas específicas.

### GPR (*Ground Penetrating Radar* / georradar)

El también llamado radar de penetración terrestre es una tecnología geofísica no invasiva que utiliza pulsos electromagnéticos de alta frecuencia para detectar cambios en las propiedades eléctricas que se producen por debajo de la superficie de la tierra. La información obtenida mediante un georradar se puede analizar con el fin de detectar la ubicación precisa de las alteraciones en las capas del subsuelo y establecer si estas alteraciones se corresponden, entre otras cosas, con la existencia de enterramientos y fosas.<sup>2</sup>

### Imágenes espectrales

Todo cuerpo emite radiaciones electromagnéticas en un rango de longitudes de onda y frecuencias determinado. El rango completo de estas longitudes de onda y frecuencias se denomina espectro electromagnético. Los seres humanos solo podemos ver con nuestros ojos una pequeña porción del espectro electromagnético, que interpretamos como colores (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta). Las imágenes espectrales son el resultado de distintas técnicas que utilizan espectrómetros para captar longitudes de onda y frecuencias en el espectro electromagnético no visible al ojo humano y traducirlas a valores y colores que los humanos podemos ver e interpretar. Estas longitudes de onda y frecuencias captadas por las imágenes espectrales se denominan firmas espectrales. Las firmas espectrales se pueden interpretar con el fin de obtener información sobre las propiedades físico-químicas de los objetos o sustancias captadas en las imágenes espectrales. En el contexto de las búsquedas forenses, las imágenes espectrales nos permiten observar las longitudes de onda y frecuencias no visibles que emiten los terrenos, los suelos, la vegetación u otros objetos o elementos naturales. El análisis de esta información, con el fin de detectar enterramientos humanos, se ha convertido en un área emergente y experimental de suma importancia para las investigaciones forenses. Varios de los textos de esta sección hacen referencia a diferentes técnicas de captación de imágenes espectrales, como son las imágenes multispectrales, hiperespectrales o térmicas.

### Imágenes satelitales

Es un término que abarca a toda fotografía o documentación visual de la superficie de la tierra, la cual es captada por un sensor montado en un satélite que se encuentra orbitando en el espacio. Los datos son enviados a una estación terrestre en donde se procesan y se convierten en imágenes (INEGI, 2018).<sup>3</sup>

- 1 Para un análisis más profundo de este concepto, véase el texto de Giovanna Vidoli, “Descomposición de cuerpos en fosas y sus efectos en la superficie y el subsuelo”, en esta sección.
- 2 Para más detalles sobre el georradar y cómo se utiliza, véase la entrevista con Santiago Perdomo, “Aplicación de métodos geofísicos en las ciencias forenses”, en esta sección.
- 3 Para más información sobre las imágenes satelitales y su historia, véase el texto de Jonathan Drake, “Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense”, en esta sección.

### Imagen térmica

Es una técnica de imagen espectral que se vale de un dispositivo especial para medir la radiación infrarroja (que comúnmente denominamos calor) que irradian los objetos y con la que se forman imágenes de esos objetos. Mientras que las cámaras tradicionales capturan la luz para producir una imagen, las imágenes térmicas captan el calor y así pueden mostrarnos —usando una escala de grises o colores— la cantidad de calor que irradia un objeto, algo que no es perceptible de otro modo al ojo humano. Las tecnologías que pueden producir este tipo de imágenes se conocen normalmente como cámaras infrarrojas, cámaras térmicas o cámaras de imágenes térmicas.

### LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging / Detección láser de luz y distancia*)

Es una tecnología de percepción remota que utiliza un haz láser pulsado, normalmente emitido desde un dron o avión, para medir distancias desde el sensor a los objetos o superficies en tierra. Estos pulsos de luz —combinados con otros datos registrados mediante el sistema aerotransportado— generan una nube tridimensional de puntos que proporciona información sobre la forma de las características de la superficie del terreno analizado. El sistema LiDAR también es capaz de atravesar la cubierta de nubes y, en alguna medida, la vegetación, lo que permite hacer mapas precisos de la forma y las características de la superficie del suelo y así determinar si hay elevaciones, depresiones u otras alteraciones del suelo que pueden ser relevantes para las búsquedas forenses. Además, LiDAR es una de las tecnologías que pueden generar modelos 3D precisos y georreferenciados de un territorio.<sup>4</sup>

### Modelado y mapeo 3D

Se refiere a la capacidad de analizar y presentar objetos y áreas en tres dimensiones. Esta

técnica puede utilizarse para crear una representación más exacta de lugares en los que la dimensión vertical es importante, como en el caso de los terrenos montañosos, los edificios o las excavaciones.<sup>5</sup> Cuando se realiza abarcando grandes extensiones, se pueden crear modelos digitales de elevación (o modelos digitales de superficie), lo que a su vez permite llevar a cabo otros tipos de análisis (Harris et al., 2018, p. 44).

### Ortofotografía y fotogrametría

La ortofoto (del griego *orthós*, correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona en la superficie terrestre, donde todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico. Por lo tanto, una ortofotografía u ortoimagen es una imagen en la cual, a nivel del terreno han sido removidos los desplazamientos causados por la inclinación de la cámara o sensor, las condiciones de toma y el relieve del terreno. Está referida a una proyección cartográfica, por lo que posee las características geométricas de un mapa. También se dice que es una imagen corregida geométricamente trasladándole de una proyección central a una proyección ortogonal y referida dentro de un marco cartográfico (INEGI). Una ortofotografía se obtiene mediante un conjunto de imágenes aéreas tomadas desde un avión o un satélite, que son corregidas para representar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, lo cual permite mediciones exactas, a diferencia de una fotografía aérea simple, la cual siempre presentará deformaciones originadas por la perspectiva de la cámara, la altura o la velocidad a la que se mueve la cámara. Este proceso de corrección digital se conoce como ortorrectificación. Mediante un *software* especial, estas imágenes se pueden usar para producir imágenes precisas georreferenciadas y modelos digitales de elevación 3D, práctica que se conoce con el nombre de “fotogrametría”.<sup>6</sup>

4 Para una descripción técnica más profunda sobre LiDAR y una explicación del LiDAR terrestre, véase el texto de Daniel Del Cogliano, “Geodesia y LiDAR en la búsqueda forense”, en esta sección.

5 Para más detalles sobre este concepto, véase el texto de Jonathan Drake, “Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense”, en esta sección.

6 Para profundizar en estos conceptos, véase el texto de Jonathan Drake, “Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense”, en esta sección.

## Prospección geofísica

Es el mapeo de las propiedades físicas del subsuelo a través de mediciones en superficie. Las propiedades que se estudian con mayor frecuencia son la densidad, la conductividad/resistividad eléctrica, la susceptibilidad magnética y la impedancia acústica (velocidad de propagación de ondas elásticas). Para que una prospección geofísica sea exitosa debe existir un contraste en alguna de estas propiedades entre el objeto que se desea encontrar y el medio circundante.

## Resolución

Se refiere al nivel de detalle que contiene una imagen; es la capacidad de diferenciar las partes que forman un todo (grupo). En el caso de la fotografía aérea o satelital, la resolución se mide por las dimensiones en el terreno que representa cada pixel, el elemento más pequeño de una imagen digital. Se habla de alta resolución cuando son imágenes con mucho detalle, mientras que una baja resolución remite a aquellas que entregan menos información.<sup>7</sup> En los métodos de prospección geofísica, la resolución hace referencia a la capacidad de distinguir un objeto o un contraste en el subsuelo a una determinada profundidad. En todos los métodos geofísicos la resolución disminuye con la profundidad.

## Sistema de Información Geográfica (Geographic Information System, GIS)

Son programas informáticos diseñados para captar, almacenar, editar, analizar y visualizar datos geolocalizados, que pueden superponer

conjuntos diversos de datos, estilizar datos para la producción de mapas, editar datos de atributos, asignar proyecciones, calcular distancias entre distintos accidentes geográficos y realizar análisis estadísticos de datos espaciales (Harris *et al.*, 2018, p. 43). Hoy día existen muchas plataformas GIS disponibles en el mercado, cada una de ellas con diferentes herramientas, capacidades y costos, entre las cuales se encuentran QGIS, ArcMap y GlobalMapper (Harris *et al.*, 2018, p. 43). Así, GIS resulta una herramienta sumamente útil para sintetizar diferentes tipos de datos geoespaciales, identificar patrones espaciales y correlaciones entre sitios de datos dispares y ayudar en la visualización y presentación de una investigación.<sup>8</sup>

## Sistemas Globales de Navegación por Satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS)

Son sistemas de navegación espaciales que utilizan una constelación de satélites para proporcionar información de localización de cualquier lugar de la superficie terrestre. Aunque el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) creado por el gobierno de Estados Unidos es el más conocido, hay otros sistemas como el Galileo de Europa y el GLONASS de origen ruso.<sup>9</sup> Los receptores GPS nos pueden brindar las coordenadas de cualquier lugar, usando y triangulando los datos de al menos cuatro satélites que estén en el espacio para determinar la posición del receptor GPS en la superficie de la tierra. Hoy día, los receptores portátiles GPS son ubicuos, sobre todo en dispositivos como los teléfonos inteligentes.

7 Para familiarizarse más con este concepto, véase el texto de Jonathan Drake, “Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense”, en esta sección.

8 Para una aproximación más profunda del GIS y su utilidad en las investigaciones sobre derechos humanos, véase la entrevista con Alberto Giordano, “La geografía en la narrativa. Visualización de datos, genocidios y ciencias forenses”, en la sección Análisis y visualización de datos, de esta publicación.

9 Para ahondar en este concepto, véase el artículo de Daniel Del Cogliano, “Geodesia y LiDAR en la búsqueda forense”, en esta sección.

## Referencias

- Harris, T.; Drake, J.; Wyndham, J.; Wolfenbarger, S.; Lott, S. y Lerner, M. (2018). “Geospatial Evidence in International Human Rights Litigation: Technical and Legal Considerations”. Informe preparado bajo el auspicio del Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Derecho de la AAAS.
- INEGI (2018). “Glosario”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En <https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=CNGSPSPE2018>
- INEGI (s/f). “Ortoimágenes”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En <https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/ortoimagenes>

# Descomposición de cuerpos en fosas y sus efectos en la superficie y el subsuelo

**Giovanna Vidoli**

*Giovanna Vidoli es subdirectora del Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, en Knoxville, y se ha especializado en la recuperación e identificación de cuerpos en muertes masivas. Antes de obtener su Doctorado en Antropología, fue voluntaria en el equipo de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala. También fungió como subdirectora de Operaciones del World Trade Center en la Oficina Médico-Forense, en Nueva York, donde contribuyó con la identificación forense de víctimas del 11 de septiembre de 2001. Asimismo, apoyó en operaciones funerarias durante la recuperación de víctimas del Tsunami en Tailandia ocurrido el 26 de diciembre de 2004. Actualmente sus investigaciones giran en torno a los índices comparativos de descomposición entre restos humanos y los de cuerpos de cerdos y conejos, el registro de patrones de fracturas de víctimas de desastres aéreos y la identificación de traumas en restos quemados.*

## Introducción

Los subproductos de la descomposición humana afectan la tierra circundante y los enterramientos afectan los paisajes naturales. Entender cuáles son estos efectos ayuda en la búsqueda y descubrimiento de fosas clandestinas. Este texto aborda temas alrededor de la descomposición humana, lo que sucede durante la descomposición y cómo esos cambios afectan el paisaje colindante. Posteriormente, se presenta una introducción sobre la estratigrafía de suelos, que es el estudio de las capas naturales de la tierra que existen debajo de la superficie, el efecto de la excavación de fosas en la estratigrafía del suelo y cómo estos factores se relacionan con la detección de fosas.

## La descomposición

La descomposición de los tejidos es el proceso sistemático de su degeneración después de la muerte. El índice y apariencia de la descomposición se ven afectados por el medio ambiente, por ejemplo, la humedad, el calor, los niveles de humedad ambiental y la presencia de insectos, así como los procesos internos, como el crecimiento de bacterias en los intestinos. En un ambiente húmedo, la descomposición externa es consistente con la desintegración de tejidos blandos, mientras que en un ambiente desértico, donde existe mucha sequedad y aridez, la descomposición puede producir la momificación o desecación de tejidos blandos; sin embargo, internamente, el proceso es muy similar para ambos.

Las primeras investigaciones hechas en el primer centro de descomposición de cadáveres humanos en el mundo, la Instalación de Investigación Antropológica (Anthropology

Research Facility, ARF), de la Universidad de Tennessee, se enfocaron en la descripción de los aspectos visuales de la descomposición. Los investigadores del ARF siguieron un modelo de descomposición de cinco fases: fase fresca, fase cromática (cambios de color en el cuerpo), fase enfisematosa (descomposición activa caracterizada por hinchazón y distensión de tejidos), esqueletización inicial (descomposición avanzada) y esqueletización completa (Marks *et al.*, 2009).

La línea de tiempo de cada fase se define vagamente en días, semanas o meses. La tabla 1 presenta, por un lado, los procesos internos relacionados con la descomposición a nivel celular y bacterial y, por otro lado, las características visuales externas de estos cambios.<sup>1</sup>

	Procesos internos	Características visuales
<b>Autolisis</b>	La pérdida de oxígeno y flujo sanguíneo causa la muerte y descomposición de las células. Esto lleva a la muerte celular generalizada.	Se observan cambios de color (azul, verde, negro) en el cuerpo y desprendimiento de la piel (separación de la epidermis de la capa dérmica).
<b>Putrefacción</b>	La actividad bacterial en los intestinos lleva a la destrucción del tejido circundante (órganos) y aumenta el contenido gaseoso en el abdomen.	Hinchazón, descoloramiento, algo de esqueletización inicial, especialmente en el cráneo.
<b>Deterioro</b>	Descomposición intensa y creciente del tejido blando, así como licuefacción de los órganos.	Pérdida de fluidos debido a que los órganos se tornan más líquidos, desintegración de piel y esqueletización.

**Tabla 1.** Cambios internos y externos en la descomposición (Elaborada por Giovanna Vidoli).

Después de la muerte, la falta de oxígeno en el interior del cuerpo causa la destrucción celular generalizada (autolisis). Conforme se separan las membranas celulares, la química interna del cuerpo cambia con la disminución inicial del pH (aumento en la acidez). Externamente, algunas de las alteraciones visuales incluyen cambios de color y desprendimiento de la piel, donde la capa epidérmica de la misma se despega de la capa dérmica.

Durante la putrefacción, aumenta la actividad bacteriana anaeróbica que causa la destrucción de tejidos y la distensión de abdomen, brazos y piernas. Debido a que esas bacterias se expanden y el cuerpo se hincha, la temperatura del cuerpo también puede aumentar.

Finalmente, en la fase de deterioro, los órganos internos empiezan a descomponerse y a volverse más líquidos, donde el cuerpo entra en proceso de licuefacción. La licuefacción es la pérdida de fluidos a través de las cavidades corporales que hace que aumenten los niveles de humedad en el ambiente circundante.

<sup>1</sup> Para obtener descripciones más detalladas, véase Wilson-Taylor y Dautartas, 2017.





**Foto 1.** Un donante humano del ARF, en etapa avanzada de descomposición, con pérdida de fluidos y humedad alrededor del cuerpo (Foto: Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, en Knoxville).

En la foto 1 se observa que existe fluido y humedad visible alrededor del cuerpo descompuesto que refleja la pérdida de fluidos en el proceso de descomposición. La licuefacción y la actividad de insectos producirán en algunas ocasiones la esqueletización del cuerpo. Desafortunadamente, la descomposición no tiene una relación lineal con el intervalo *post mortem*, y las estimaciones exactas de cuándo ocurrió la muerte de una persona son difíciles de calcular.

### **Relación entre el entorno del suelo y la descomposición**

La descomposición y el entorno del suelo tienen una relación interdependiente y simbiótica; conforme las células se descomponen, aumenta la acidez del cuerpo (disminuye el pH). El aumento de contenido ácido hace que se muera la vegetación que se encuentra alrededor del cuerpo. Un área de vegetación muerta puede indicar un sitio donde han depositado cuerpos, incluso sin que haya uno presente. Conforme avanza la descomposición, el desgaste de los órganos crea subproductos químicos y minerales que se infiltran en la superficie circundante. La lixiviación corporal creciente del amoníaco, carbón, nitrógeno, calcio, potasio y sodio, causa cambios físicos y químicos en el entorno circundante (Damann *et al.*, 2012).

La circulación de nutrientes en el paisaje natural, especialmente el nitrógeno, también desencadena un aumento de la vegetación sobre sitios de enterramiento. En la foto 2 se muestra cómo aumenta la vegetación sobre una fosa en un periodo de cuatro meses. El crecimiento de plantas es visible en el centro de la fosa (véase el círculo). Además de aumentar los nutrientes, el aflojamiento de la tierra causado al excavar la fosa contribuye a que crezcan más plantas. Finalmente, en la etapa de descomposición tardía, se presenta un



2a

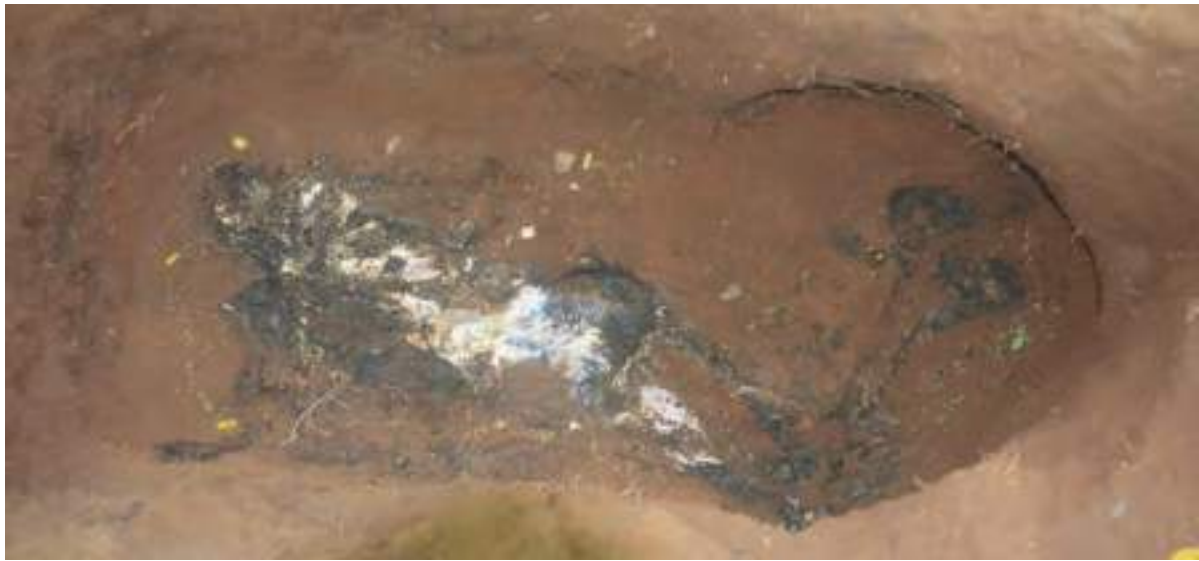


2b

**Foto 2.** Un enterramiento del ARF; la imagen 2a fue tomada en marzo y 2b en junio (Foto: Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, en Knoxville).

aumento de humedad de la tierra, ya que el cuerpo entra en licuefacción y genera diferencias de humedad con respecto a la tierra que no ha sido afectada por la descomposición.

El ambiente circundante de la tierra también genera diferencias en la forma como se excavan o recuperan restos óseos de distintos enterramientos. En general, la diferencia en los tipos de suelo depende de la textura, humedad y porosidad de la tierra. La textura de la tierra se describe como arcilla, limo, arena o una combinación de estas (Connor, 2007). Dicha textura afecta la permeabilidad (la facilidad con la que el agua u otros líquidos pueden filtrarse), la porosidad y la facilidad con que se erosiona la tierra; por ejemplo, los suelos arcillosos retienen humedad y drenan lentamente. Como resultado de ello, los cuerpos en suelos arcillosos tienden a descomponerse más lentamente que los que están en otros tipos de suelos. Los cuerpos en entornos arenosos y secos tienden a momificarse debido a



**Foto 3.** El contorno de un cuerpo y la adipocira todavía visible en una fosa, en las instalaciones del ARF (Foto: Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, en Knoxville).

que la consistencia suelta y altamente porosa de la tierra permite que los fluidos corporales vayan hacia los suelos absorbentes. Además, en muchos tipos de suelos, específicamente los más húmedos, se propicia la formación de la adipocira, que es un subproducto ceroso que puede presentarse en cualquier punto de la descomposición avanzada (Forbes *et al.*, 2005). Puede darse en entornos cálidos, húmedos y anaeróbicos, y puede dejar restos de una sustancia cerosa y blanca, incluso después de que el cadáver haya sido removido o recuperado (véase la foto 3).

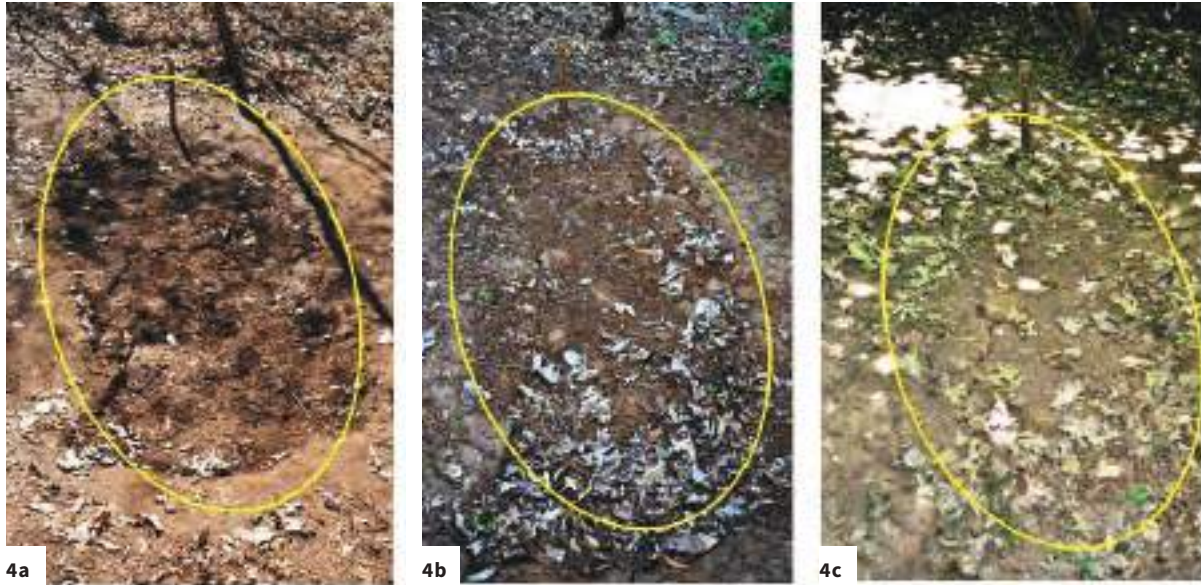
Asimismo, además de la textura del suelo, la química de la tierra también afecta la relación entre el cuerpo y el entorno de la fosa. Los suelos con bajo pH pueden degradar los huesos. En Colombia, los restos óseos de cuerpos que habían sido enterrados en un cementerio y excavados 8 o 10 años después, se habían disuelto completamente. Las muestras del suelo indicaban un pH de 4.2-4.5 (muy ácidos), lo que causó la degradación de los huesos en poco tiempo (Casallas y Moore, 2012).

### **Enterramientos y estratigrafía de suelos**

Un enterramiento es la creación de un hoyo en el suelo por medio de la extracción de tierra, donde colocan un cuerpo y posteriormente lo cubren con esa misma tierra. Los enterramientos pueden localizarse en diversos lugares, por ejemplo, en tierra, en agua, en pozos o debajo de casas; sin embargo, este texto se enfoca en enterramientos realizados en campos al aire libre.

Al sacar la tierra del terreno durante la creación de un enterramiento, la tierra empieza a airarse, mezclarse y aflojarse. La tierra que se ha extraído del terreno nunca podrá regresar





**Foto 4.** Un enterramiento del ARF visto en diferentes épocas del mismo año: 4a. tomada en marzo, 4b. en abril y 4c. en junio (Foto: Centro de Antropología Forense, Universidad de Tennessee, en Knoxville).

exactamente a la misma posición que tenía. Por ende, la creación de un hoyo en el terreno produce diferencias respecto a la tierra circundante que no se ha alterado, por ejemplo, en cuanto a compactación, temperatura, humedad, pH y nutrientes.

En la foto 4 se observa otro enterramiento en las instalaciones del ARF, en marzo. La foto 4a registra el momento cuando se terminó de hacer el enterramiento (el área señalada en círculo); la tierra está más floja y oscura que la tierra que no se ha perturbado, la cual es más compacta. Un mes después, en la foto 4b, se presenta una grieta en la mitad del enterramiento, y este se observa ligeramente hundido. La grieta se debe a que el suelo no está compacto, pues ha sido perturbado. En la foto 4c, que es de junio del mismo año, se puede observar que el hundimiento todavía es visible; sin embargo, las diferencias entre la tierra del enterramiento y el área circundante se empiezan a hacer menos notorias.

Además de estos cambios en la superficie, existen otros debajo de ella. La estratigrafía es el estudio de las capas naturales de la tierra debajo de la superficie del terreno. Las capas naturales de la tierra son diferentes entre sí y tienen distintas propiedades, entre ellas, el color y la textura. La foto 5 muestra un ejemplo de estratigrafía de un terreno intacto: una capa oscura de tierra orgánica (“Horizonte O”), una capa café de un tipo diferente de tierra, seguido usualmente de una capa de arcilla anaranjada o gris. Se puede apreciar que hay líneas muy definidas entre las capas del suelo.

Sin embargo, una vez que se remueve la tierra para hacer un enterramiento, las capas estratigráficas se mezclan y nunca se pueden volver a poner en el mismo sitio en donde estaban. Como resultado, estas diferencias visibles entre la tierra alterada y la inalterada, pueden indicar que se ha creado un hoyo. Este puede ser una alteración natural, por



**Foto 5.** Capas estratigráficas de terrenos naturales intactos, en el Museo de Descubrimiento Creativo en la ciudad de Chattanooga, en Tennessee (Foto: Giovanna Vidoli).



**Foto 6.** En esta imagen se aprecian las diferencias entre la tierra alterada y la inalterada (Foto: Joanne Devlin).

ejemplo, la madriguera de algún animal o un enterramiento. La profundidad y el tamaño de la alteración ayudará a determinar si los cambios en la tierra son naturales o hechos por el ser humano.

## Conclusión

La ubicación y la investigación de las fosas clandestinas son esenciales para encontrar personas desaparecidas y detectar fosas comunes. La detección exitosa de un enterramiento está relacionada con el tiempo transcurrido desde el momento en que se hizo, la profundidad que tiene y el tipo de suelo.

En este texto se mencionaron los cambios en el pH, el aumento en la temperatura y la humedad, la liberación de nitrógeno y otros subproductos derivados de la descomposición, así como el efecto que genera la creación de un hoyo en la tierra. Los métodos específicos para localizar una fosa consideran las diferencias sutiles en que las fosas son física y químicamente diferentes, en comparación con entornos circundantes inalterados, por ejemplo, tienen en cuenta las diferencias en nutrientes, temperatura y humedad.<sup>2</sup>

Entender la relación entre la descomposición y la tierra, ayuda a saber qué cambios se deben buscar en el paisaje circundante, lo que provocó esos cambios y finalmente qué método de detección de fosas debe ser utilizado.

## Referencias

- Casallas, D. y Moore, M. (2012). "High soil acidity associated with near complete mineral dissolution of recently buried human remains". En *Proceedings of the American Academy of Forensic Science*, 18, pp. 400-401.
- Connor, M. (2007). *Forensic Methods: Excavation for the Archaeologist and Investigator*. Altamira Press.
- Damann, F.; Tanittaisong, A. y Carter, D. (2012). "Potential carcass enrichment of the University of Tennessee Anthropology Research Facility: A baseline survey of edaphic features". En *Forensic Science International*, 222 (1-3), pp. 4-10.
- Forbes, S.; Stuart, B. y Dent, B. (2005). "The effect of the method of burial on adipocere formation". En *Forensic Science International*, 154 (1), pp. 44-52.
- Marks, M.; Love, J.; y Dadour, I. (2009). "Taphonomy and Time: Estimating the Postmortem Interval". En D. Steadman (Ed.), *Hard Evidence: Case Studies in Forensic Anthropology* (pp. 165-178). Pearson Education.
- Wilson-Taylor, R. y Dautartas, A. (2017). "Time Since Death Estimation and Bone Weathering: The Postmortem Interval". En N. Langley y M. Tersigni-Tarrant (Eds.), *Forensic Anthropology: A Comprehensive Introduction* (pp. 273-313). CRC Press.

---

<sup>2</sup> Véase el texto de Amy Mundorff, en esta publicación.

# Geodesia y LiDAR en la búsqueda forense

Daniel Del Cogliano

**Daniel Del Cogliano** es licenciado en Astronomía por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y doctor en Ingeniería por la Universidad Nacional de Rosario, en Argentina. Actualmente es profesor titular con dedicación simple y profesor asociado con dedicación exclusiva de la UNLP, donde es responsable de la cátedra de Geodesia en la Facultad de Ingeniería y en Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas e integrante del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnica. Es director de la Maestría en Geomática de la UNLP; miembro del Comité Científico del Observatorio Geodésico Argentino Alemán. Su especialidad es la Geodesia Espacial y los estudios con técnicas GNSS y LiDAR.

*Un abrazo a “Las buscadoras”; que con su trabajo y afecto le dan un sentido muy especial a nuestra actividad de cada día, animándonos a seguir investigando y formando nuevos y mejores profesionales.*

En instancias de una búsqueda de campo, a menudo los usuarios se enfrentan a problemas como:

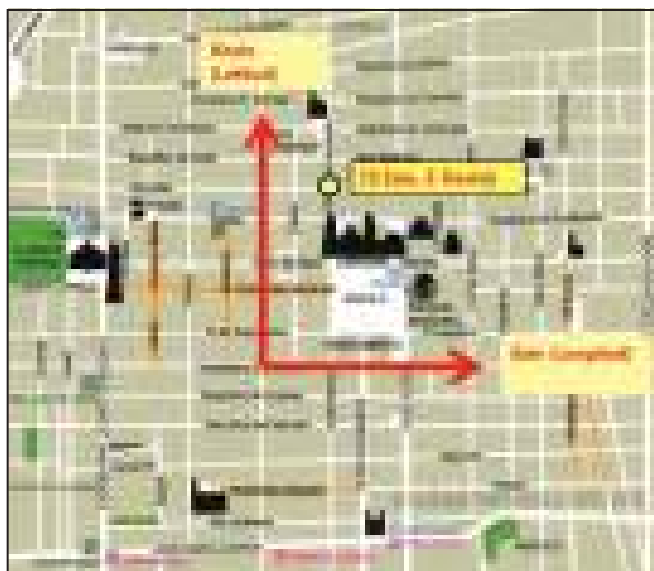
- Una carta topográfica o mapa que contiene información de interés a partir de la cual se pretende identificar elementos que permitan orientarse y/o calcular algunas distancias.
- Un navegador satelital GPS (*Global Positioning System* / Sistema de Posicionamiento Global) que produce coordenadas que no necesariamente son compatibles con la cartografía que está siendo utilizada.
- Información aportada por otras fuentes, que a veces no se corresponde con la carta topográfica o con las ubicaciones obtenidas con el GPS.

Estas y otras circunstancias similares suelen estar estrechamente asociadas con conceptos de la Geodesia:<sup>1</sup> los “sistemas de referencia”, las “coordenadas” utilizadas, la “calidad” de las determinaciones, la “escala” de la Carta.

Por otra parte, existen diversas técnicas para recopilar datos de terreno, entre las que se encuentran dos: la técnica de posicionamiento basada en satélites artificiales GPS y la tecnología de escaneo con luz láser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* / luz amplificada por emisión de radiación estimulada) denominada LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging* / Detección láser de luz y distancia).

<sup>1</sup> Ciencia que estudia la forma, las dimensiones y el campo de la gravedad de la Tierra y los planetas del sistema solar.





**Figura 1.** Carta de una ciudad en la que hemos definido arbitrariamente un Sistema de Coordenadas Rojo (Adaptada por Daniel Del Cogliano de [http://www.ciudadmexico.com.mx/mapas/mapa\\_centro\\_historico.htm](http://www.ciudadmexico.com.mx/mapas/mapa_centro_historico.htm)).



**Figura 2.** Carta en la que conviven dos Sistemas de Coordenadas: el Rojo y el Azul (Adaptada por Daniel Del Cogliano de [http://www.ciudadmexico.com.mx/mapas/mapa\\_centro\\_historico.htm](http://www.ciudadmexico.com.mx/mapas/mapa_centro_historico.htm)).

## Sistemas de Referencia

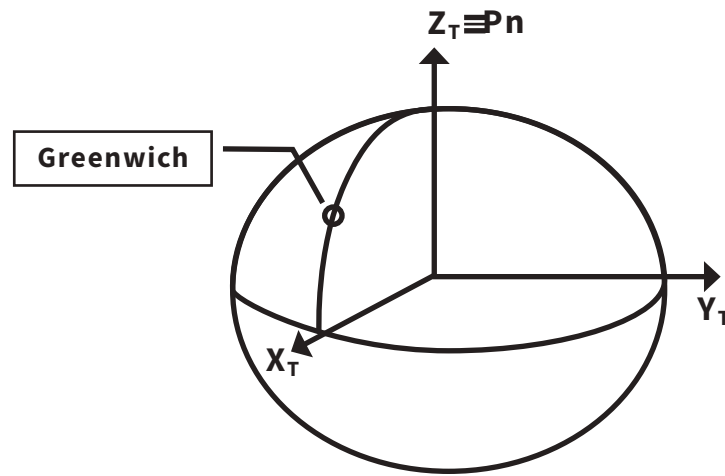
Imaginemos que María y Juan necesitan transmitir a otra persona la ubicación de un punto en un casco urbano en donde muchas calles no tienen nombre, pero que están orientadas Norte-Sur y Este-Oeste.

María decide adoptar un Sistema de Referencia basado en los ejes rojos, orientados al Este y al Norte (figura 1). Le comunica a una tercera persona, que llamaremos Esteban, que el punto de interés se ubica en las coordenadas 2 Este y 5 Norte, en las cuales los números indican la cantidad de cuadras desde el origen de los ejes.

Sin saber lo que había decidido María, Juan adoptó los ejes azules, igualmente orientados (figura 2).

En consecuencia le dice a Esteban que el primer punto está en 4 Este y 7 Norte. Ni María ni Juan le aclaran a Esteban que los ejes adoptados son diferentes entre sí, por eso Esteban asume que existen dos sitios distanciados: dos cuadras en dirección E-W y otras dos cuadras en dirección N-S. Pero en realidad hay un único punto que está siendo expresado en dos Sistemas de Referencia distintos: el Rojo y el Azul (figura 2).

Actualmente, es muy común que diferentes organismos del Estado o de diferentes estados, aporten información sobre una misma región en Sistemas de Referencia distintos. Información de carreteras, ferrocarriles, hospitales, escuelas, que pueden volcarse en forma conjunta solo si todas las capas de información están expresadas en un mismo Sistema de Coordenadas, todo en el sistema Rojo o todo en el sistema Azul.



**Figura 3.** El Sistema de Referencia actual tiene origen en el centro de la Tierra. El eje Z está dirigido según el eje de rotación y los ejes X e Y yacen sobre el plano del Ecuador. El eje X está dirigido hacia el Meridiano de Greenwich. La esfera achatada en los polos representa el elipsoide (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

Los Sistemas de Referencia modernos son un poco más complejos y tienen tres ejes en lugar de dos; así permiten expresar la ubicación de los puntos en el espacio (tres dimensiones o 3D) en lugar de en un plano (2D). El origen de los sistemas modernos está en el centro de la Tierra (figura 3). Un eje coincide con el eje de rotación del planeta y los otros dos están en el plano del Ecuador terrestre, con uno de ellos apuntado al meridiano de Greenwich.

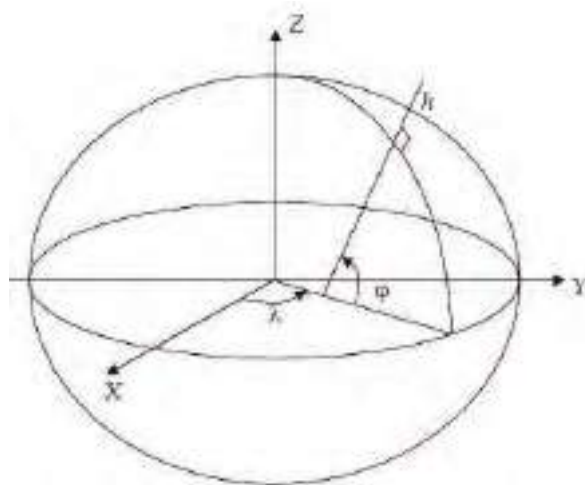
Los más utilizados y prácticamente coincidentes son el ITRF (*International Terrestrial Reference Frame* / Marco de Referencia Terrestre Internacional) y el WGS84 (*World Geodesic System 1984* / Sistema Geodésico Mundial).

En la práctica, es habitual que los usuarios utilicen el receptor más simple de GPS, al que denominamos “navegador”. Es muy importante que los navegadores GPS estén configurados en el sistema WGS84.

Si un receptor GPS fue configurado en un sistema de referencia local; por ejemplo, un sistema de algún estado o región del país, es altamente probable que comencemos a encontrar resultados discordantes entre lo que señala el GPS y lo que proviene de otro tipo de información. En esos casos pueden aparecer errores de decenas o cientos de metros.

En México, la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) y la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP), materializan el Sistema Geodésico Nacional. Este sistema corresponde con el marco de referencia internacional ITRF08 (*International Terrestrial Reference Frame 2008* / Sistema Internacional de Referencia Terrestre), época 2010.0 y elipsoide GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*).<sup>2</sup> La época 2010.0 significa que las coordenadas publicadas y oficiales corresponden al comienzo del año 2010. Esa referencia es indispensable, ya que todos los puntos en la Tierra se están desplazando con las Placas Tectónicas. Estas placas tienen

<sup>2</sup> Debemos aclarar que el WGS84 tiene su propio elipsoide WGS84. Los elipsoides WGS84 y GRS80 son muy similares entre sí; además, el marco de referencia ITRF08 es muy similar al WGS84. Por eso en la práctica, las coordenadas generadas con un navegador en el Sistema de Referencia WGS84, pueden considerarse compatibles con el Sistema Geodésico Nacional de México.



**Figura 4.** Las coordenadas latitud, longitud y altura. Una figura llamada elipsoide representa en forma aproximada a la superficie de la Tierra. En el centro de la Tierra, el origen del Sistema de Referencia Terrestre con sus ejes X, Y y Z (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

velocidades del orden 3 cm al año, por lo cual entre 2010 y 2020 una coordenada habrá variado unos 30 cm, solo por el movimiento tectónico.

El elipsoide es como una esfera achatada (figura 3), similar a una pelota de *rugby*, que se utiliza para representar en forma simple y razonable la forma de la Tierra. Es solo una aproximación, ya que la superficie real del planeta es mucho más compleja.

## Coordenadas

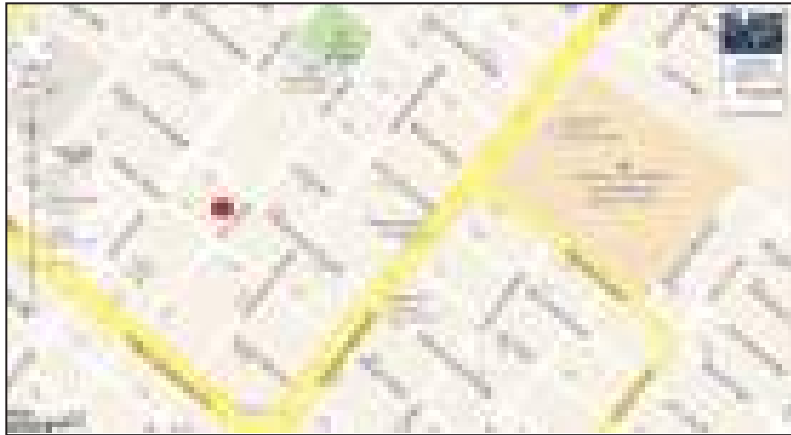
En una carta o mapa se dispone de coordenadas que permiten identificar en forma unívoca cada punto.

Normalmente, las coordenadas se desarrollan en dirección Este-Oeste y Norte-Sur. Cuando analizamos una carta en el plano, se utilizan coordenadas planas (E, N) o (X, Y). En cambio, cuando trabajamos sobre un globo terráqueo, lo hacemos con coordenadas curvilíneas, como la latitud ( $j$ ) y la longitud ( $l$ ).

La latitud se mide desde el plano del Ecuador hasta el punto que deseamos ubicar, recorriendo el meridiano que pasa por el mismo punto. La longitud es el ángulo que medimos desde el meridiano de Greenwich hasta el meridiano que pasa por el punto.

La latitud es positiva hacia el Norte y negativa hacia el Sur. La longitud es positiva hacia el Este y negativa hacia el Oeste del Meridiano de Greenwich.

Las coordenadas proporcionadas por los navegadores GPS son normalmente la latitud, la longitud y la altura (figura 4). La altura “h” nos indica a qué distancia estamos del elipsoide, y puede diferir en varios metros de la altura sobre el nivel medio del mar (MSL: *mean sea level*).



**Figura 5.** Esquema que muestra con rojo el punto donde estamos midiendo con el GPS (Adaptada por Daniel Del Cogliano de <https://www.google.com/maps/@19.2571146,-103.713925,16z>).

### Calidad de la posición y su incidencia en las búsquedas

La exactitud con la que son determinadas las coordenadas de un punto con GPS o con otras técnicas, puede tener influencia directa en la interpretación de nuestros resultados.

En la figura 5, el punto rojo representa el lugar donde estamos parados con nuestro navegador GPS.

En la figura 6 se representan con cruces de color rojo y azul, dos determinaciones diferentes realizadas con GPS sobre un mismo punto rojo.

Lo primero que notamos es que ninguna cruz coincide con el punto, que es donde estuvieron ubicados los receptores GPS; eso se debe a que las determinaciones contienen errores.

Pero claramente la cruz azul está más próxima al punto real que la roja. Ocurre que las coordenadas de la cruz azul tienen un error menor. Eso se representa con los círculos correspondientes centrados en las cruces. Cuanto más grande es el radio del círculo, mayor es el error de las coordenadas calculadas.

Vale la pena acotar que el punto del que queremos determinar su posición, siempre está contenido en el círculo de error (figura 6).

En resumen, cada vez que el navegador GPS nos da una posición, la tenemos que interpretar como una de las cruces de las figuras; y ser conscientes de que nuestra ubicación “real” puede estar dentro de un círculo de 5 o 10 metros de radio (latitud y longitud), en torno de las coordenadas que nos proporciona. Cuando un navegador GPS indica la altura, esta puede tener una incertidumbre de 10 metros o más.

¿Pero cómo puede impactar la exactitud en nuestras búsquedas? Si hemos detectado algún elemento de interés en el campo y deseamos volver a encontrarlo en una futura visita, podemos dejar una marca; pero además, siempre es recomendable registrar las coordenadas que nos da el navegador GPS, ya que nuestra señalización puede ser removida.



**Figura 6.** Las cruces muestran los resultados de dos determinaciones de coordenadas con navegadores GPS. La azul tiene un error o incertidumbre mucho menor a la determinación roja. Eso se refleja primero en los círculos de error y segundo en la proximidad al valor que sabemos real (Adaptada por Daniel Del Cogliano de <https://www.google.com/maps/@19.2571146,-103.713925,16z>).

Cuando regresemos luego de un tiempo y si las marcas han desaparecido, es necesario replantear (o reproducir) las coordenadas que registramos en la primera oportunidad. Nos empezamos a mover hasta que el GPS indique las coordenadas que tenemos anotadas. Cuando eso ocurra hacemos una marca en el terreno; se dice entonces que el punto de interés ha sido replantado. Sin embargo, la marca no coincidirá con el punto marcado la primera vez, ya que ambas determinaciones GPS (la primera y la última) tienen errores de entre 5 y 10 metros.

La conclusión es que trabajando de la manera descrita, el lugar de interés puede estar a una distancia de hasta 10 metros de nuestra última marca.

### Escala de la carta

La escala ( $Sc$ ) de cada carta topográfica está especificada en la misma hoja del mapa. Cada vez que necesitamos trasladar a campo una medida realizada sobre la carta, es imprescindible aplicar la escala. A modo de ejemplo, si entre dos puntos de la carta medimos 14 centímetros ( $dc$ ) con una regla, en el terreno eso significa que la distancia entre esos dos puntos ( $D$ ) es:

$$D = dc / Sc \quad D = 14 \text{ cm} / Sc$$

Si la escala es 1/2500 (uno en dos mil quinientos),

$$Sc = 1 / 2,500$$

$$D = 14 \text{ cm} \times 2,500 = 35,000 \text{ cm} = 350 \text{ m}$$

Esto significa que los 14 centímetros medidos en la carta, representan 350 metros sobre el terreno.



**Figura 7.** Punto rojo cuya posición fue determinada con un navegador GPS, círculo de error (Adaptada por Daniel Del Cogliano de <https://www.google.com/maps/@19.2571146,-103.713925,16z>).

Ahora veamos lo que sucede cuando deseamos volcar sobre la carta un punto cuya posición hemos determinado con un navegador GPS y sus coordenadas indican:

Latitud: 22° 12' 35" N / Longitud: 101° 34' 20" O

Para representarlo sobre la carta, tenemos que ubicar cada uno de estos valores sobre los ejes de coordenadas correspondientes. En la carta (figura 7), el eje vertical le corresponde a la latitud (Norte-Sur) y el eje horizontal a la longitud (Este-Oeste). Por eso, en el eje vertical marcamos la latitud y sobre el eje horizontal la longitud. La intersección entre ambos valores indica la correcta ubicación del punto rojo en nuestra carta.

Como utilizamos un navegador GPS, el error o incertidumbre de las coordenadas es de unos 5 o 10 metros. De acuerdo con la escala de la carta ( $S_c = 1 / 2,500$ ), los 10 metros ( $D$ ) implican 4 milímetros sobre la misma.

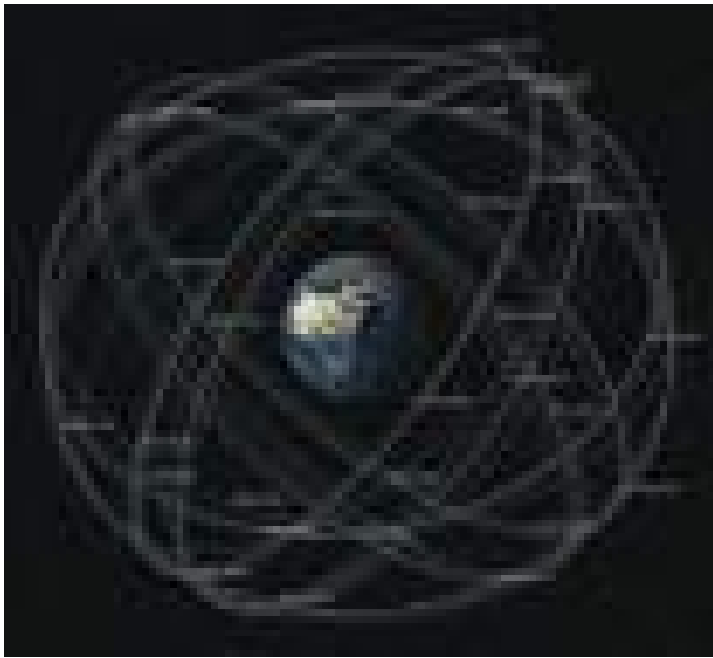
$$D = dc / S_c \quad \text{o bien,} \quad dc = D \times S_c$$

$$\text{Error sobre la Carta} = 10 \text{ m (Error)} \times (1 / 2,500) = 0.004 \text{ m} = 4 \text{ mm}$$

El círculo de error o incertidumbre, de radio 4 milímetros, está representado con centro en el punto rojo. Esto significa que en realidad nuestro punto puede estar en cualquier lugar dentro del círculo.

### Sistemas satelitales – GNSS

Desde la década de 1990, los dispositivos modernos destinados a determinar la posición o ubicación de un objeto en la Tierra y sus alrededores, utilizan el GPS. Sin embargo, actualmente existen diferentes sistemas satelitales similares a GPS (figura 8), todos destinados a determinar posiciones precisas con base en la observación de satélites artificiales.



**Figura 8.** Representación de los satélites GPS orbitando en torno de nuestro planeta. Los satélites se distribuyen en seis planos orbitales igualmente inclinados con respecto al plano del Ecuador. En cada plano se ubican varios satélites (Tomada de Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, *Geospatial Evidence in International Human Rights Litigation: Technical and Legal Considerations*, 2018).

A ese conjunto de sistemas se les agrupa como Global Navigation Satellite System (GNSS). Además de GPS, los sistemas satelitales actuales son:

- GLONASS. Russia's Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema.
- BeiDou. China's BeiDou Navigation Satellite System.
- Galileo. Europe's Global Navigation Satellite System.

En este texto, solo nos referiremos a GPS, ya que es la herramienta que utilizamos más frecuentemente.

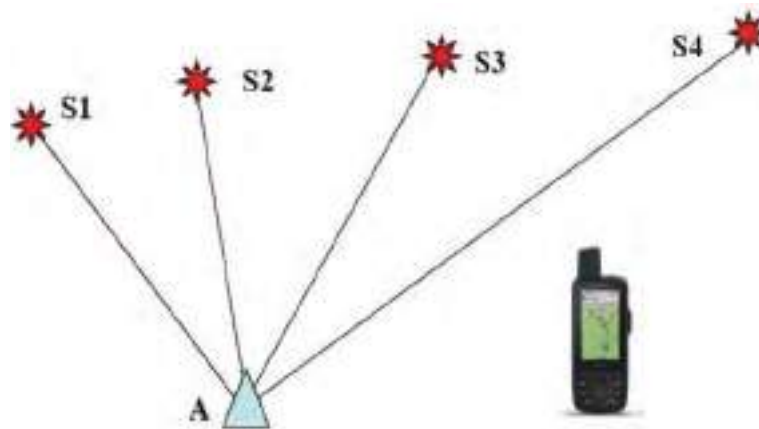
### **GPS Posicionamiento aislado**

El receptor GPS —que podemos pensar como nuestro navegador de mano— recibe las señales emitidas por unos 30 satélites artificiales que están orbitando alrededor de la Tierra, a una altura aproximada de 20 mil kilómetros.

El receptor mide instantáneamente la distancia a los satélites visibles sobre su horizonte (figura 9), que pueden ser en cantidad más o menos, dependiendo de que nuestro entorno esté despejado o con obstáculos cercanos.

En todo momento, los satélites transmiten su posición en el Sistema de Referencia Geocéntrico WGS84 y nuestro receptor tiene la capacidad de interpretar esa información. Por lo tanto, el receptor conoce la posición de los satélites y las distancias a los mismos. Con esa información, para el procesador del navegador es muy sencillo concluir cuáles son sus coordenadas GPS en WGS84, en cada instante de medición.





**Figura 9.** En el sitio A, un navegador como el de la derecha, recibe las señales de cuatro satélites GPS. De esa manera, el procesador del receptor calcula instantáneamente las coordenadas del punto A con calidad de pocos metros (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

Como ya mencionamos, la calidad de las coordenadas que nos proporciona el navegador es de algunos metros (3 a 10 m), dependiendo de la configuración de satélites que está dividiendo el receptor.

En los trabajos de campo es muy importante considerar que el algoritmo que calcula las coordenadas requiere de al menos cuatro satélites visibles. Si bien, el sistema GPS siempre dispone de más satélites sobre el horizonte, a veces los edificios, los árboles o las montañas, pueden ocultar varios de ellos. Naturalmente, siempre es conveniente disponer del máximo número de satélites posible.

### GPS - Posicionamiento relativo

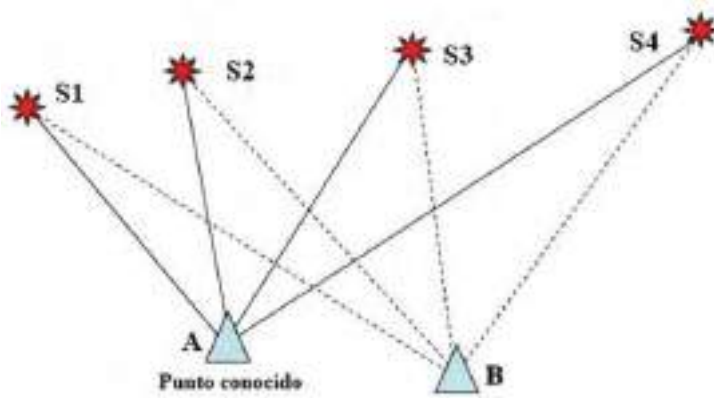
La calidad métrica de las coordenadas (3 a 10 metros) proporcionadas por un navegador puede ser sensiblemente mejorada. Para ello es necesario realizar un trabajo simple, pero profesional.

Hay que trabajar con al menos dos “receptores geodésicos”, que son muy diferentes a los navegadores. En general son más grandes y más sofisticados. Uno de ellos se instala en un punto de coordenadas conocidas y el otro se ubica en el nuevo punto donde queremos determinar la ubicación precisa. Ambos receptores deben medir en forma simultánea durante 20 minutos o una hora (figura 10a).

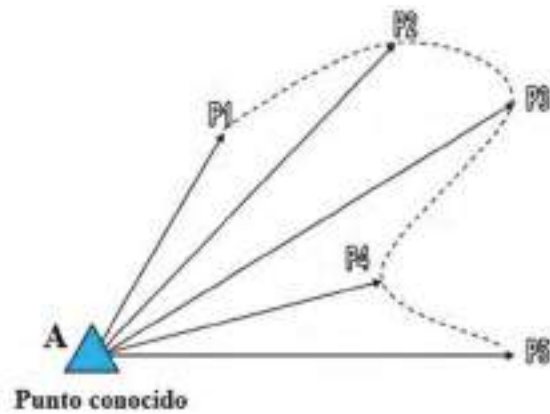
Las mediciones son almacenadas independientemente en cada receptor y *a posteriori* son transferidas a una computadora, en la que se realizan los cálculos y se determinan las coordenadas del nuevo punto. Ambos receptores deben estar observando simultáneamente los mismos satélites.

La calidad de las coordenadas así obtenidas es de un par de centímetros; es decir, unas 250 veces mejor que las proporcionadas por un navegador.

Este tipo de receptores debe ser utilizado por operadores entrenados y es conveniente que el procesamiento esté a cargo de especialistas, por ejemplo, de la Geodesia o la Agrimensura.



**Figura 10a.** Disposición de los dos receptores GPS geodésicos para realizar un posicionamiento relativo. Ambos receptores observan simultáneamente los mismos satélites. Las mediciones se almacenan en cada receptor y *a posteriori* se transfieren a una computadora, donde se procesan y se calculan las coordenadas del punto B con precisión centimétrica (Elaborada por Daniel Del Cogliano).



**Figura 10b.** Método Cinemático o *Stop and Go*. El receptor A permanece fijo, mientras el receptor móvil ocupa el punto P1 durante 5 o 10 segundos. Sin dejar de medir, el móvil se desplaza al punto P2, donde vuelve a detenerse durante 5 o 10 segundos. El proceso se repite en los siguientes puntos (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

A título de ejemplo, si tenemos que dar las coordenadas de un lugar en el terreno donde hay que excavar, lo mejor es hacerlo en forma precisa. De esa manera, el trabajo posterior de excavación ocurrirá en el sitio correcto. Si las coordenadas fueron determinadas con un navegador es posible que, para encontrar lo buscado, sea necesario hacer un pozo varias veces más grande, que naturalmente insumirá más tiempo de trabajo.

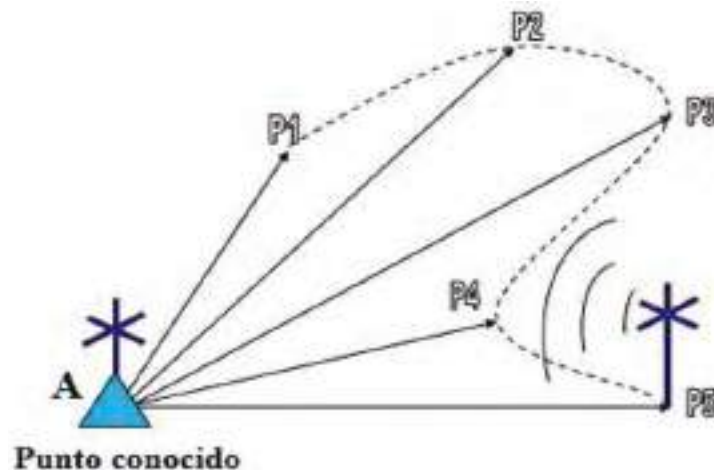
Una duda frecuente es si trabajando con un único “receptor geodésico” es posible mejorar las coordenadas obtenidas con un navegador. La calidad de las coordenadas determinadas por uno u otro receptor es muy similar. El motivo es que los errores que provocan la incertidumbre de 3 a 10 metros en la posición, provienen de situaciones que no dependen de la calidad del receptor si no en gran parte, de la propagación de las señales en la atmósfera.

### GPS – Método Cinemático

Una modalidad de posicionamiento muy productiva es la cinemática, también conocida como *Stop and Go*. En el Método Cinemático, el receptor ubicado originalmente en la estación “B” de la figura 10a comienza a desplazarse por diferentes puntos de interés (figura 10b), P1, P2 hasta P5. En cada uno de ellos permanece unos 5 o 10 segundos (*Stop*). A continuación se mueve (*Go*) hacia el próximo punto.

Midiendo pocos segundos en cada punto se obtiene una calidad de 2 a 4 centímetros en las coordenadas correspondientes. Algo muy similar a lo conseguido en 40 minutos o una hora de medición con el posicionamiento relativo estático (figura 10a).

El requisito es que mientras nos movemos con el receptor “B” entre los puntos P1, P2,... P5, el mismo NO debe perder la señal de los satélites GPS. Por eso, es necesario tomar algunos recaudos durante la operación de campo, de manera que al desplazarnos no pasemos por debajo de árboles o muy cerca de una montaña. El receptor móvil puede apartarse hasta 10 km del GPS que permanece fijo en el punto “A”.



**Figura 10c.** Método RTK y OTF. En ambos receptores GPS se integra un sistema de radio, que transmite desde “A” y se recibe en “B” (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

La explicación de porqué obtenemos tan buena precisión en tan poco tiempo (segundos), radica en el hecho de que algunas incógnitas comunes a todo el recorrido son resueltas con el total de las observaciones y no en cada punto. Por eso, las mediciones entre P1 y P5 deben extenderse al menos durante 40 minutos o una hora. Esto en la práctica es muy razonable, por eso se trata de un método muy utilizado por los profesionales.

Las mediciones de cada receptor son posteriormente transferidas a una computadora, en la que se realizan los cálculos del posicionamiento relativo.

Es necesario destacar que ambos receptores deben ser “geodésicos”. Además, tanto la operación de campo como el procesamiento requieren entrenamiento específico.

### GPS - RTK y On the Fly

El mismo procedimiento del *Stop and Go* es posible realizarlo en “tiempo real” y por eso se denomina RTK (*Real Time Kinematic*).

Para ello a cada receptor se integra una radio que transmite las mediciones realizadas por el receptor “A” al receptor “B” o móvil (figura 10c). El sistema de radio del móvil recibe las señales y las procesa con las propias para obtener sus propias coordenadas. La calidad de las coordenadas de los puntos P1, P2... P5 es prácticamente la misma que cuando se realizan en pos proceso con *Stop and Go*.

Tanto en la técnica *Stop and Go* como en RTK, es necesario que el receptor permanezca estático durante algunas decenas de minutos.

Una variante, evolución de las mencionadas, es la de OTF (*On The Fly*). En este caso, el receptor GPS móvil dispone de un *software* muy poderoso que facilita la solución sin necesidad de permanecer fijo durante un tiempo determinado. Por eso, en la práctica OTF es muy similar a RTK.

## GPS – PPP

Existe una técnica denominada PPP (*Precise Point Positioning* / posicionamiento puntual preciso), que utiliza un solo receptor geodésico. Este método es de fácil aplicación en campo, ya que solo tenemos que dejar un equipo GPS geodésico midiendo durante algunas horas; pero para su procesamiento requiere de *software* científico o de servicios remotos de cálculo, vía Internet.

Normalmente, el receptor geodésico debe permanecer durante más de tres horas midiendo en el mismo sitio. Las mediciones luego son procesadas con *software* muy específico. Se trata claramente de un posicionamiento aislado, donde se utiliza un único receptor.

Lo más interesante en la práctica es que existen servicios internacionales de cálculo, a los que se pueden enviar los datos por Internet. A los pocos minutos, el resultado es recibido a modo de respuesta en la cuenta desde donde enviamos los datos.

La calidad de estas determinaciones puede ser de algunas “decenas de centímetros” o hasta “pocos centímetros”. Por eso se ha convertido en una alternativa muy atractiva en muchas aplicaciones.

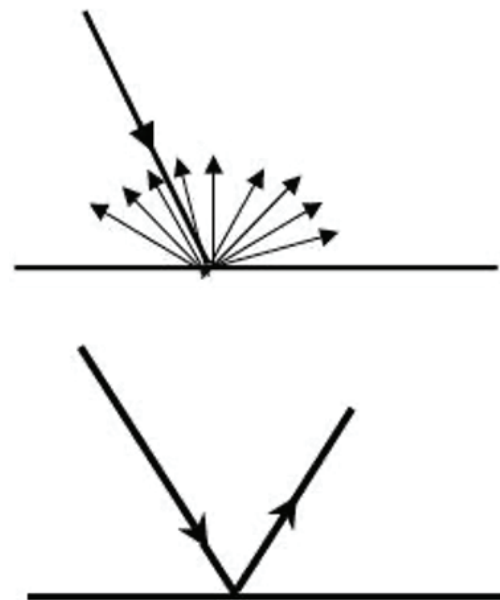
## LiDAR aéreo

Los relevamientos desde el aire para obtener datos confiables de la superficie terrestre, tales como la forma del terreno, sus diferentes alturas, la vegetación y la identificación de elementos de interés; se realizaron históricamente con fotografía aérea. La principal limitación de esa técnica radica en la imposibilidad de visualizar lo que hay debajo de la vegetación.

Una alternativa que se ha desarrollado en las últimas décadas es el escaneo con luz láser. En esta técnica, un haz de luz láser es disparado desde un sensor que luego espera recibir la luz reflejada en algún obstáculo. Como podemos imaginar, el haz de luz que incide sobre una pared (figura 11, superior) se refleja transformándose en muchos haces de luz más débiles (superficie lambertiana). Uno de esos haces reflejados vuelve al sensor que lo estaba esperando.

Si la señal incide sobre un espejo (por ejemplo, sobre el agua) se reflejará completamente en una única dirección (figura 11, inferior) y no regresará señal alguna al sensor.

El sensor es capaz de medir el tiempo transcurrido entre la emisión del haz y la recepción de



**Figura 11.** Reflejo de la luz sobre superficies. Arriba lo que ocurre cuando un rayo de luz incide sobre una superficie común (isotrópica o lambertiana); abajo, cuando la luz incide sobre un espejo (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

su reflejo. Ese tiempo multiplicado por la velocidad de la luz nos da el doble de la distancia que hay entre el sensor y el punto de la pared iluminado por el haz emitido.

$$\text{Range (Distancia)} = c \times \text{Tiempo de vuelo} / 2$$

La velocidad de la luz “c” es de unos 300 mil kilómetros por segundo (300,000 km/seg) y se considera conocida.

Luego, si medimos la distancia entre el instrumento y el punto reflejado, y conocemos, gracias a GPS, la ubicación del sensor que emite el haz láser (coordenadas del instrumento), es posible determinar las coordenadas del punto reflejado en un Marco de Referencia Terrestre, con calidad centimétrica. Así, las coordenadas de cada punto pueden ser incorporadas a la cartografía.

Los instrumentos LiDAR modernos emiten cientos de miles de haces de luz láser por segundo (típicamente 500 KHz<sup>3</sup>). Por eso, mientras el instrumento se traslada en un avión, genera una copiosa lluvia de haces de luz que caen sobre la superficie terrestre. El resultado es una gran nube de puntos reflejados con coordenadas muy precisas que muestran la vegetación, las construcciones, los vehículos y el terreno.

Como mencionamos al comienzo, la gran ventaja de LiDAR por sobre la fotogrametría (superposición de fotografías aéreas) es que LiDAR puede registrar lo que existe por debajo de la vegetación.

Cada haz de luz láser es muy concentrado, pero al llegar a la Tierra, desde alturas mayores a 600 metros, ya ha recorrido lo suficiente para convertirse en un cono de energía con vértice en el avión y base en el terreno (figura 12). Por eso, para facilitar la representación, muy cerca de la superficie lo podemos imaginar como un cilindro de energía.

Cuando la señal alcanza la copa de los árboles se produce el primer reflejo del haz en “una hoja”. El resto de la energía del cilindro continúa su camino hasta encontrar el siguiente obstáculo, que puede ser “una rama”. Se produce entonces el segundo reflejo y el segundo retorno de energía hacia el instrumento que está en el avión. El resto de la energía sigue su camino y muy probablemente llegue hasta el suelo. Allí se producirá el tercer y último retorno (figura 12).

En consecuencia, un solo haz de luz láser emitido, produjo tres retornos; es decir, tres puntos distintos, que pertenecen a una hoja en la copa del árbol, a una rama y al terreno. Debe aclararse que el haz de luz no atraviesa las hojas, sino que pasa por los espacios que hay entre los diferentes elementos, por más pequeños que estos sean.

De esta manera, los cientos de miles de pulsos emitidos cada segundo se convierten en una nube de millones de puntos reflejados, cada uno con coordenadas en el espacio.

3 KHz: mil ciclos por segundo. Luego, 500 KHz son 500 mil haces emitidos cada segundo.



**Figura 12.** Corte transversal de la nube 3D de puntos LiDAR. Los puntos más bajos pertenecen al terreno y el resto a los árboles y vegetación de mediana altura. El cilindro de energía de un haz de luz láser impacta en diferentes puntos de la vegetación y el terreno, que devuelven la señal hacia el sensor ubicado en el avión (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

Las tres dimensiones (3D) están dadas por las coordenadas latitud, longitud y altura de cada uno de los millones de puntos registrados. Así es posible generar un modelo 3D de la realidad visible.

Los relevamientos LiDAR típicamente se realizan desde plataformas móviles, como aviones y vehículos terrestres, o desde trípodes fijos en tierra. La utilidad de cada uno de ellos difiere sensiblemente. Así, los relevamientos aéreos son muy adecuados para describir la vegetación, el terreno, las construcciones y “detectar” elementos ocultos debajo de la vegetación.

Un ejemplo de la aplicación de tecnología LiDAR aérea es la que realiza el Grupo de Geodesia Espacial de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de la Plata (FCAG-UNLP) en el sitio arqueológico El Shincal de Quimivil, en la provincia de Catamarca, Argentina. Un vuelo de 2.5 horas desde una altura de mil metros, cubrió unas cinco mil hectáreas con LiDAR y fotografía aérea en simultáneo. Es normal que se tomen fotografías al mismo tiempo que se hace una medición con LiDAR.

El área relevada es básicamente un valle de bosque tupido que impide ver la superficie del terreno con la fotografía convencional. Los arqueólogos y antropólogos sostienen que ese bosque está ocultando restos de estructuras incas de muy baja altura (algunas decenas de centímetros).





**Foto 1.** Estructuras incas detectadas con LiDAR aéreo que permanecían ocultas por la vegetación. La altura de las paredes es de unos 20 centímetros (Foto: Daniel Del Cogliano).

El procesamiento básico de esas pocas horas de medición demandó unos 10 días, pero el análisis de la información para realizar potenciales hallazgos de ruinas llevó algunos meses.

Se detectaron decenas de sitios que podían interpretarse como posibles ruinas. Como toda la información (nube de puntos) está georreferenciada; es decir, tiene coordenadas que corresponden a un Sistema de Referencia Terrestre claramente definido, fue muy sencillo tomar nota de las coordenadas de cada potencial sitio de interés. De esta manera, se volvió al campo con un navegador GPS que nos guió a cada sitio (foto 1).

El 90 por ciento de los sitios visitados confirmó que debajo de la vegetación había algo, y en 60 por ciento de los casos se trató de estructuras incas (foto 1).

### **Aplicación del LiDAR aéreo en la búsqueda forense**

La tecnología más adecuada para la búsqueda es la del LiDAR aéreo. En horas o pocos días, se consigue una cobertura muy extensa de territorio. Los resultados más importantes son:

- Modelo Digital del Terreno (MDT).
- Detección de elementos por debajo de la vegetación.

El MDT es la representación precisa en 3D del terreno (figura 13), esto significa que es posible visualizar las subidas y bajadas de la superficie, y eventuales discontinuidades (por ejemplo, depresiones o elevaciones en el terreno). Estas últimas, muchas veces pueden



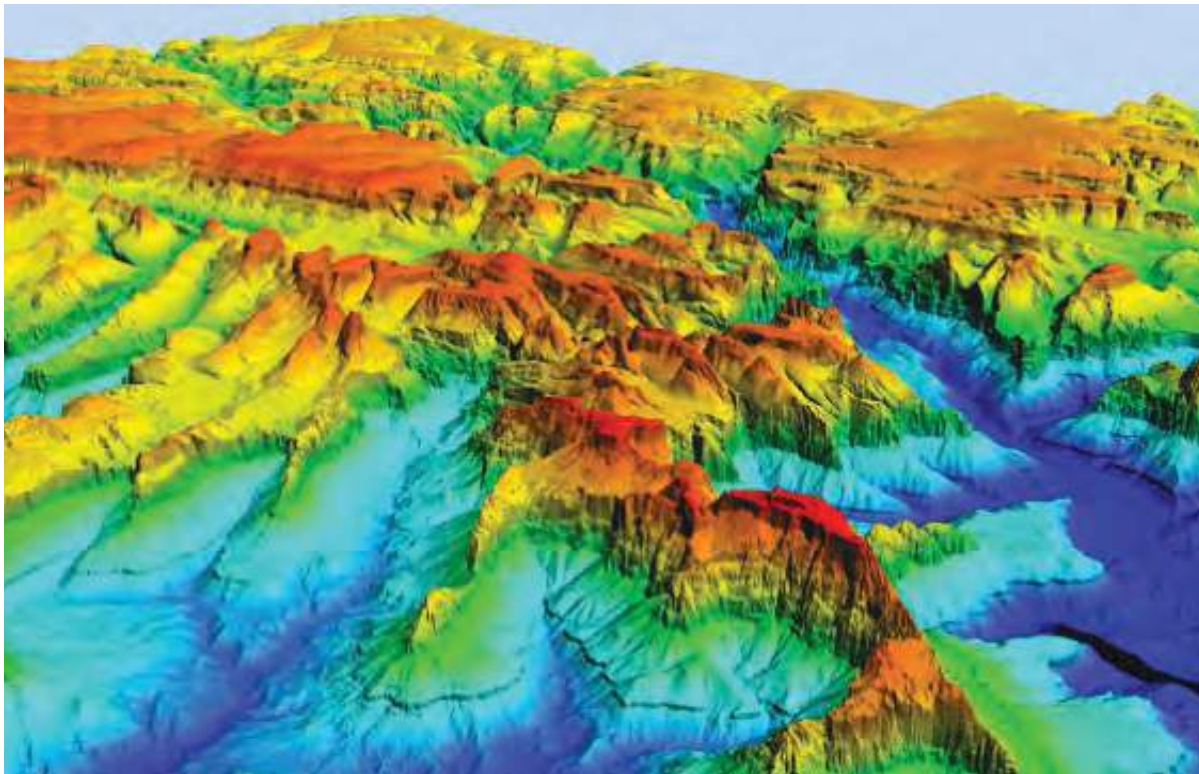
asociarse a la intervención del hombre y en algunos casos, al ser exploradas directamente en el terreno con otros métodos, pueden llegar a coincidir con una fosa clandestina.

Cuando se dispone de relevamientos a lo largo del tiempo, es posible detectar variaciones en el terreno, que pueden ser analizadas como alteraciones producidas por el ser humano entre fechas determinadas.

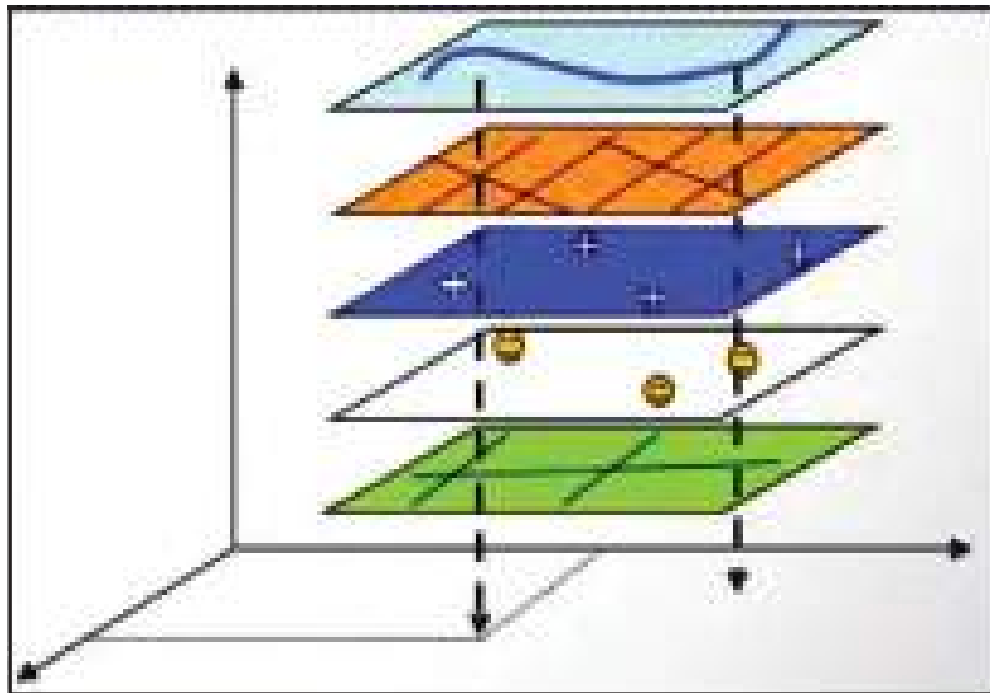
Como ya se describió, los sensores LiDAR en general emiten luz láser adecuada para ser reflejada por la superficie topográfica. Pero también existen algunos instrumentos especialmente adaptados para realizar mediciones sobre espejos de agua, denominados LiDAR Topo-batimétricos. En ese caso, parte de la luz láser penetra en el agua y es posible detectar objetos hundidos.

La mayor dificultad de los LiDAR Topo-batimétricos es la turbidez del agua, que limita el alcance a profundidades de uno a tres metros.

Estos relevamientos pueden realizarse con aviones o con drones. En el primer caso, las coberturas son rápidas debido a que las mediciones se realizan desde alturas típicas de 600-1000 metros y con alta dinámica. Los drones, en cambio, miden desde muy bajas alturas (decenas de metros) y se desplazan con menos velocidad, cubriendo más lentamente el área de interés.



**Figura 13.** Modelo digital del terreno. Es una representación 3D donde pueden apreciarse fácilmente las características geométricas del terreno (Tomada de <https://www.usgs.gov/media/images/lidar-derived-digital-elevation-model-over-zion-national-park-utah>).



**Figura 14.** Diferentes capas de información. Lo común entre ellas son las coordenadas de los distintos elementos, que deben estar expresadas en el mismo Sistema de Referencia (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

Como el resto de los sensores remotos, lo ideal es utilizar un conjunto de tecnologías, que en forma mancomunada permiten cubrir un amplio espectro de elementos de interés.

En el caso de LiDAR aéreo, como ya expresamos, se utiliza siempre en conjunto con la fotografía aérea. De esa manera, ambas tecnologías se potencian en forma notable.

Una metodología muy conveniente es: 1) En primer lugar, realizar un relevamiento con LiDAR aéreo, 2) Del análisis de esa información es muy probable que se establezcan áreas de particular interés, y 3) Es allí donde tiene sentido evaluar la utilización de LiDAR o fotogrametría con drones, para realizar un análisis con mayor detalle.

En todos los casos, es fundamental trabajar “rigurosamente” en un mismo sistema de referencia, como WGS84. Esa es la única manera en que la información aportada en cada instancia, sea compatible y pueda entonces ser analizada en conjunto.

Normalmente, las diferentes fuentes de datos se organizan en capas o *layers* de información (figura 14). El único elemento común entre las capas son las coordenadas, que deben estar expresadas en el mismo sistema de referencia.



**Foto 2.** Escáner láser Trimble TX5 de la UNLP montado sobre un trípode. Aquí, realizando mediciones de estructuras Incas en el norte argentino (Foto: Daniel Del Cogliano).

### **LiDAR Terrestre - TLS**

Las mediciones realizadas con instrumentos fijos a la tierra, en general apoyados sobre un trípode, son ideales para preservar escenas (foto 2). Son muy utilizados para la preservación de esculturas, fachadas, excavaciones y accidentes. A estos instrumentos se les conoce como TLS (*Terrestrial Laser Scanning* / escaneo láser terrestre).

Los modelos 3D obtenidos en todos los casos son analizados luego para inferir resultados de particular interés.

Las mediciones se realizan en pocas horas o días, dependiendo de la extensión a cubrir, pero el operador debe ir con el instrumento hasta el mismo lugar del relevamiento; es decir, es una técnica de medición remota pero a muy corta distancia, con alcance de unos 50 a 70 metros. El resultado es un modelo 3D de enorme resolución y calidad relativa milimétrica.





**Figura 15.** Imagen 3D de una nube de puntos obtenida con un sensor terrestre en el Observatorio Astronómico de La Plata, Argentina (Elaborada por Daniel Del Cogliano).

La alta resolución significa que entre puntos de la nube LiDAR hay distancias sub-milimétricas, por eso la nube de puntos asemeja una foto (figura 15).

La calidad relativa aludida significa que la disposición entre los objetos y elementos medidos se puede determinar con precisión de milímetros.

### Conclusiones

La cartografía es una herramienta fundamental para las tareas de búsqueda. Gran parte de los elementos que aportan información clave para orientarnos y acercarnos a los lugares de mayor interés, son aquellos que podemos identificar en el campo a través de un mapa o carta topográfica.

Pero como hemos intentado resumir en este texto, es imprescindible que los elementos estén correctamente volcados a la carta, considerando el sistema de referencia utilizado en las mediciones y en la cartografía.

Es muy importante tener claro cuál es la calidad de las coordenadas que estamos utilizando. Si se utilizan navegadores GPS, la latitud y la longitud pueden tener una incertidumbre de tres a diez metros, y la altura de diez metros o más. En cambio, si se realizan determinaciones con receptores GPS geodésicos, utilizados al menos de a dos simultáneamente, la incertidumbre se reduce en las tres coordenadas a muy pocos centímetros.

Las técnicas de relevamiento son muy variadas, pero en este texto nos enfocamos en GPS y en LiDAR. El GPS sirve para realizar determinaciones de coordenadas puntuales en el terreno; es decir, el observador debe llegar al lugar de medición.

Con LiDAR aéreo el relevamiento se realiza en forma remota, abarcando grandes extensiones en corto tiempo. El escaneo permite registrar millones de puntos del terreno en pocas horas, generando una nube de puntos 3D de extraordinaria precisión (pocos centímetros). Esta técnica es muy adecuada para la búsqueda forense en zonas de alta y mediana vegetación, que normalmente ocultan el terreno a la fotografía aérea clásica, y en espejos de agua de baja profundidad.

Un resultado que prueba el potencial del uso de LiDAR para la búsqueda forense, es el del Grupo de Geodesia Espacial de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad de La Plata, que utilizando LiDAR aéreo ha confirmado el hallazgo de estructuras arqueológicas Incas de 10 o 20 centímetros de altura, ocultas por densa vegetación alta y mediana, en el Norte de Argentina.

El TLS o LiDAR terrestre es muy apropiado para preservar y analizar detalles en las excavaciones o en las zonas muy próximas. Se crean modelos 3D que permiten preservar la escena, ante cualquier alteración que la misma pueda sufrir en el futuro. Además, la distribución de los elementos puede ser analizada de forma diversa. Al mismo tiempo, se puede medir la longitud y forma de todo lo hallado, lo que suele aportar información de mucho interés en las identificaciones de cuerpos y otros elementos.

Las nuevas tecnologías, como LiDAR aéreo y TLS, junto a otras tecnologías clásicas, deben ser consideradas como parte del conjunto de herramientas con las que contamos para resolver diferentes enigmas que nos plantea la búsqueda forense. Sin duda, los mejores resultados se obtendrán al integrar la información aportada por diferentes tecnologías.

Finalmente, en cualquier caso, las mediciones tanto o más precisas, más o menos sofisticadas, deben estar siempre acompañadas de un criterio profesional en todas sus etapas, resumidas en las siguientes:

- Análisis previo de los antecedentes de la zona de trabajo.
- Hipótesis sobre las características de los elementos que se esperan encontrar.
- Planificación de las mediciones de campo en función de la técnica adoptada.
- Procesamiento de las mediciones y análisis de los resultados.
- Integración con los resultados obtenidos con otras técnicas.
- Interpretación y conclusiones.

# Aplicación de tecnologías geoespaciales en la búsqueda forense

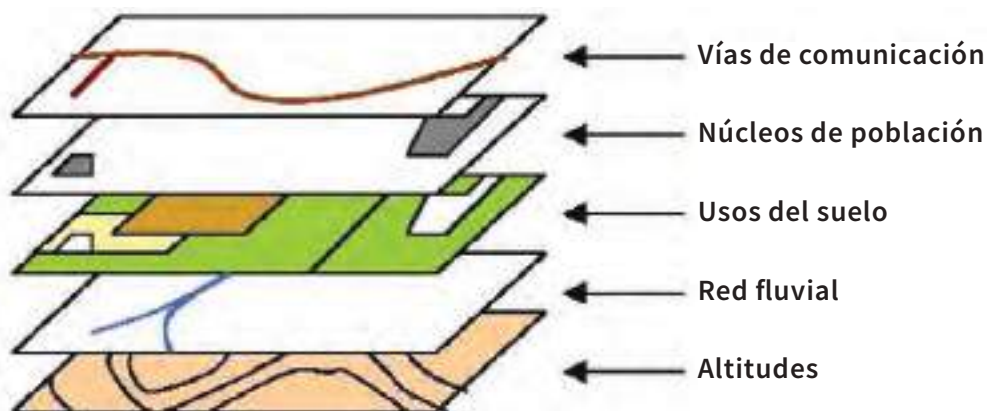
## Entrevista con Jonathan Drake

*Jonathan Drake es asociado senior del Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Cuenta con una maestría en Geología por la Universidad Estatal de Arizona y una licenciatura en Física por el Dickinson College. Tiene 15 años de experiencia en el campo de la percepción remota terrestre y planetaria. En la AAAS desarrolla investigaciones sobre las distintas maneras en que se pueden utilizar las imágenes satelitales, los sistemas aéreos no tripulados y otras tecnologías emergentes para producir evidencia documental respecto a casos de violaciones a derechos humanos y conflictos violentos. En su campo de estudio, incluye el análisis de datos satelitales de la porción visible e infrarroja cercana del espectro para apoyar investigaciones en curso, el diseño y desarrollo de procedimientos para utilizar vehículos aéreos no tripulados, con el fin de documentar fosas clandestinas, así como el análisis de las cuestiones éticas y jurídicas relacionadas con el uso de datos geolocalizados en respuesta a las crisis. En esta entrevista, Jonathan describe la utilidad de las tecnologías espaciales, como la percepción remota, la fotogrametría, sistemas de información geográfica y otras herramientas de geolocalización en la búsqueda y el registro de fosas clandestinas en todo el mundo.*

**EAAF** En su exposición durante la conferencia de 2019, usted presentó definiciones muy claras y útiles de las distintas tecnologías geoespaciales disponibles, ¿nos podría dar un panorama general de las tecnologías geoespaciales, como la percepción remota, las imágenes satelitales, el GPS y el GIS.

**Jonathan Drake** “Tecnología geoespacial” es el término para definir a cualquier tecnología asociada al registro o a la realización de operaciones con datos que se relacionen con la localización. Su origen se remonta a la era de los mapas. El simple dibujo de un mapa hecho a mano es, de algún modo, una forma de tecnología geoespacial.

Hoy día, las definiciones modernas de tecnología geoespacial suelen implicar el uso de dispositivos que registran las localizaciones con suma precisión utilizando, por ejemplo, sistemas como el GPS. Hay otros sistemas similares para registrar ubicaciones precisas: el sistema europeo Galileo, el sistema ruso GLONASS, y otro sistema que ha desarrollado China que estará disponible en línea. Estos sistemas entran en la categoría de lo que se denomina Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS). La mayoría de los teléfonos inteligentes actuales tienen al menos uno de estos sistemas incorporados, que por lo general es el GPS, aunque muchos tienen dos o más. Las redes satelitales de los GNSS son un componente clave de la tecnología geoespacial contemporánea.



**Figura 1.** Capas de información GIS. Cada cuadrado representa un tipo de dato geoespacial. Los GIS sintetizan los distintos tipos de datos geoespaciales, revelan los patrones espaciales y las correlaciones entre conjuntos de datos dispares, contribuyen a la visualización y presentación de los resultados, y simplifican la tarea de confirmar las observaciones hechas por terceros (Tomada de [http://enciclopedia.us.es/index.php/Archivo:SIG\\_capas\\_de\\_informaci%C3%B3n.png](http://enciclopedia.us.es/index.php/Archivo:SIG_capas_de_informaci%C3%B3n.png)).

Otro componente fundamental de las tecnologías geoespaciales es la percepción remota, que consiste en recolectar datos por medio de un sensor que no está en contacto directo con aquello que se está captando. Técnicamente, una cámara portátil cuenta como un sistema de percepción remota, pero en general, cuando hablamos de percepción remota nos referimos a instrumentos que están por arriba de la superficie de la Tierra apuntando hacia abajo. Pueden transportarse en una nave aérea, en un sistema aéreo no tripulado (conocido como dron) o en los satélites que se encuentran orbitando en el espacio. Pueden recoger datos ópticos que más o menos corresponden con lo que nuestros propios ojos pueden mirar, pero también son capaces de captar partes del espectro electromagnético que escapan al ojo humano, como la región infrarroja térmica, cuyas longitudes de onda son más largas como resultado de la temperatura de los objetos.

Podemos tomar esos datos obtenidos por percepción remota y combinarlos con otros que hemos recolectado en el terreno, por ejemplo los datos topográficos de un instrumento para medir con precisión, como una “estación total”. Incluso podemos combinar datos modernos con datos históricos. Pero para reunir toda esta información y extraer conclusiones, es necesario contar con algún sistema que permita organizarla y presentarla, y justo de eso se encarga el moderno Sistema de Información Geográfica (GIS). Este es un sistema casi exclusivamente informático, utilizado para registrar diferentes datos; es decir, para tomar la información geográfica asociada a las imágenes y otros datos, alinearlos conforme a un marco de referencia común y de esa manera poder hacer comparaciones directas. Podemos asignar una ubicación en el mapa y observarla usando todos los demás datos: qué registraron las personas que estaban en el terreno, qué se pudo captar desde el aire en los rangos óptico y térmico, y qué nos dice todo eso sobre la pregunta que nos planteamos en nuestra investigación



**EAAF** ¿Podría hablarnos sobre la resolución de las imágenes satelitales? ¿Cuáles son los aspectos vinculados a la resolución de las imágenes que debemos tener presentes para utilizarlas en las investigaciones?

**JD** Históricamente, en los inicios de los vuelos espaciales, las imágenes satelitales disponibles tenían una resolución muy baja, y en tiempos modernos se han logrado obtener imágenes con una resolución más alta. En realidad, es un poco más complicado de lo que acabo de enunciar, pero como tendencia general podemos decir que, a medida que se fue perfeccionando la técnica de lanzamiento de cámaras al espacio, hemos podido conseguir material con una resolución más alta. Eso significa que, en los inicios, si lo pensamos en términos digitales, la superficie del suelo cubierta por un pixel (el elemento más pequeño de una imagen digital) era grande. Si tomamos como ejemplo el patio de mi casa, veríamos que en las imágenes más antiguas un pixel quizás no solo cubría mi patio sino todo el vecindario. Actualmente, mi patio estaría representado por decenas y decenas de pixeles, y un objeto como mi auto sería uno o varios pixeles verdes y podría identificarse como un auto, incluso quizás podría identificarse el tipo de auto. La tendencia hoy es conseguir una resolución cada vez más alta.

Sin embargo, tal como mencioné, es un asunto complicado y eso se debe a que existen diferentes fuentes que producen imágenes y a que estas se obtienen con diferentes propósitos. Los primeros satélites de percepción remota para uso civil, LANDSAT y sus equivalentes, se lanzaron a comienzos de la década de 1970. Con el tiempo aumentaron su resolución, pero su objetivo siempre ha sido registrar los cambios en el uso y cobertura del suelo a gran escala, en ámbitos como la agricultura, la deforestación, el crecimiento urbano, entre otros. Si lo medimos en pixeles, las imágenes tienen una resolución de 30 metros por pixel y, cuando tomamos como referencia los primeros LANDSAT, podemos encontrar valores incluso de una menor precisión. Sin embargo, esas imágenes pueden ser útiles para investigaciones en el campo de los derechos humanos; por ejemplo, los primeros LANDSAT se usaron para documentar los cambios en el uso y cobertura del suelo asociados con medidas impuestas por el régimen dictatorial de los jemes rojos en Camboya, que desalojaron las ciudades y forzaron a la gente, incluso a los intelectuales, a trabajar en el campo, lo cual produjo grandes perturbaciones de tierra en las áreas rurales. Estas imágenes solo permiten identificar violaciones a los derechos humanos si también se cuenta con el contexto que van construyendo los testigos con sus relatos, pero son efectivas.

Al mismo tiempo que se tomaban estas imágenes de baja resolución para uso civil, Estados Unidos estaba en plena Guerra Fría y la Comunidad de Inteligencia de Estados Unidos le asignaba mucha importancia a los sistemas de percepción remota de alta resolución. Por lo tanto, desarrollaron un sistema —de costo elevado y complejidad alucinante—, con el fin de obtener imágenes de alta resolución de los “blancos” que los sistemas de inteligencia querían captar; sin embargo, este sistema ni siquiera hoy sería comercialmente viable. Lo que hacían era capturar imágenes en películas desde los satélites, que arrojaban en paracaídas a la atmósfera



**Figura 2.** Ejemplos de la misma región geográfica en alta y baja resolución, donde se observa claramente la diferencia en el nivel de detalle (Elaborada por Jonathan Drake).

en pequeñas cápsulas que posteriormente eran recuperadas en el aire por un avión de carga. Enrollaban esas imágenes y las ponían en una caja que llevaban a la Agencia Central de Inteligencia (CIA), donde las analizaban. Esto fue secreto durante muchísimo tiempo, pero gran parte de este material, que data de principios de la década de 1980, fue desclasificado y se encuentra disponible en los Archivos Nacionales de Estados Unidos. Esas imágenes son básicamente lo que hoy consideramos imágenes de alta resolución; son equivalentes a una buena imagen de Google Earth, pero fueron tomadas entre 1975 y 1985, aproximadamente.

Después llega la década de 1990, que llamamos “los años oscuros”, porque durante la mayoría de esa década no hay imágenes comerciales de alta resolución para uso civil. Esta brecha en la disponibilidad de imágenes de alta resolución abarca desde la mitad de la década de 1980 periodo del que hay algunas imágenes de alta resolución de la CIA, ya desclasificadas y disponibles, hasta el año 1999 aproximadamente, cuando comenzaron a tomarse las primeras imágenes comerciales de alta resolución para uso civil y que ahora pueden adquirirse. Pero la década de 1990 es demasiado cercana todavía, por lo que las imágenes de la CIA o de las fuerzas militares de Estados Unidos aún están clasificadas y por lo tanto no disponibles al público. Por eso, cuando recibimos pedidos para aportar imágenes de alta resolución de las guerras de la ex Yugoslavia o Kosovo, no podemos más que levantar los hombros y decir: “Lamentablemente, no hay nada que podamos hacer”.

Después de 1999, ya entramos en la era comercial, que se inició con imágenes de alrededor de un metro por pixel, tamaño que ahora se redujo a 30 centímetros por pixel.

**EAAF** ¿Cuál sería la importancia de entender esta historia y la existencia de imágenes satelitales con diferente resolución cuando estamos enfocados en la búsqueda de fosas?

**JD** Para la labor de búsqueda de fosas clandestinas, es importante saberlo porque es diferente dependiendo del tamaño de la fosa y de cuándo fue excavada. Existe una gran variedad de tipos de imágenes satelitales en diferentes periodos, que tienen diferente cobertura y resolución. Si, por ejemplo, están buscando una fosa grande hecha con una excavadora y luego rellena con un *bulldozer* —algo en una escala de 30 a 50 metros, aproximadamente—, podría llegar a verse incluso en algunas de las imágenes sobre cobertura de suelo, de baja resolución, de unos 30 metros por pixel, que había en el mundo civil en la década de 1970. Posiblemente abarque uno o dos píxeles, pero eso podría dar alguna pista. Este es un ejemplo extremo y, afortunadamente, son poco frecuentes las fosas de semejante escala, pero es una posibilidad. Si, en cambio, se está buscando una fosa masiva, sin llegar a la escala del genocidio, quizá de 5 a 15 metros por lado, se podría obtener alguna imagen de resolución media, como las imágenes del sistema de satélites SPOT,<sup>1</sup> cuyos productos son de 5 y 2.5 metros por pixel. No obstante, en ambos casos, la existencia de esa fosa tendrá que ser ratificada mediante otro tipo de datos. Con imágenes a esas resoluciones se puede evaluar en líneas generales y ver algún tipo de perturbación en la superficie, pero sería muy difícil identificarla como fosa.

Por otro lado, si se buscan fosas que no se sabe si existen, será necesario observar imágenes de áreas e intentar identificarlas como fosas mediante esa observación, para lo cual se necesitará contar con imágenes de muy alta resolución, es decir, un metro por pixel o menos. Solo así podremos mirar la imagen y sacar una conclusión: “Es muy probable que ahí se encuentre una fosa, aun cuando no tengamos más información que esta”. No siempre se puede, pero existe la posibilidad. En la mayoría de los casos, podremos simplemente decir: “Se observa una perturbación en el suelo”. Pero en ciertos casos, cuando se observan imágenes con una resolución de un metro o menos, puede suponerse con un alto grado de confiabilidad que esa perturbación del suelo es la fosa buscada. Ese tipo de resolución es también aquella a partir de la cual se pueden empezar a ver fosas individuales, a diferencia de los enterramientos masivos, sobre todo cuando se trabaja con resoluciones muy altas equivalentes a menos de un metro por pixel.

Pero lo que eso significa en términos de accesibilidad de imágenes es que, al estar limitados a las más altas resoluciones, estamos limitados a aquellas fosas que fueron hechas después de 1999, o bien a aquellas que pudieron haber sido captadas por las imágenes tomadas por la CIA entre 1975 y 1985. La década de 1990 es un agujero negro. Pero incluso,

1 El sistema satelital SPOT comenzó con satélites lanzados por el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES), la agencia espacial francesa, en la década de 1980 y ha captado imágenes pancromáticas y multiespectrales. Para más información véase <https://spot.cnes.fr/en/SPOT/index.htm>

aunque desde principios de los años 2000 existían capacidades técnicas de captar imágenes de alta resolución, tomó un tiempo para que los satélites en órbita se pusieran en marcha y pudieran capturar imágenes de la Tierra en todo momento. Por ejemplo, si una fosa fue cavada en 2002, puede que no existan imágenes disponibles, puesto que en ese año había muy pocos satélites tomando imágenes, y solo lo hacían en regiones o zonas del mundo que se consideraban más rentables para la venta de imágenes, por lo tanto, puede suceder que no existan imágenes del área que nos interesa.

Eso corresponde a la variable temporal a diferencia de la resolución espacial. La resolución temporal se refiere a la frecuencia con la que un satélite pasa por el lugar específico de la Tierra donde está la fosa de nuestro interés y saca una foto. La resolución temporal está rezagada respecto de la resolución espacial. En sus inicios, los satélites de uso y cobertura del suelo volvían a fotografiar la misma zona una vez por mes a baja resolución, y las imágenes de alta resolución se tomaban a intervalos aún más espaciados. Según el lugar de la Tierra del que se trate, habrá diferencias, pero el material desclasificado de la CIA tal vez fotografiaba la zona, con suerte, una vez al año.

Las imágenes comerciales más recientes dependen de las condiciones del mercado y de las expectativas en cuanto a su potencial de venta. Entonces, si son imágenes de Manhattan, probablemente la frecuencia sea mayor. Si el lugar de interés está en medio de Darfur, tal vez se consiga una imagen cada uno o dos años. La gran innovación que se produjo en los últimos cinco años aproximadamente, es que se han lanzado al espacio grandes constelaciones de satélites de alta resolución temporal y de resolución espacial media que no están en las órbitas heliosíncronas tradicionales; están en órbitas escalonadas, a diferentes inclinaciones, y procesan imágenes digitales para reunir todas y formar un mosaico. Y así, recién ahora, desde hace cinco años, los tiempos de revisita son realmente veloces, ya que permiten obtener imágenes del mismo lugar con un día de diferencia, más o menos, entre una imagen y otra. Hay una compañía llamada Planet que fotografía toda la superficie de la Tierra con una resolución de un metro por pixel todos los días.

**EAAF** ¿Se dispone de ese tipo de imagen de resolución media para cada rincón de la Tierra?

**JD** Sí. No es la más alta, pero si uno combina esas imágenes de alta resolución “temporal” con las imágenes menos frecuentes pero de más alta resolución “espacial”, se puede tener una idea de lo que se está observando. Se pueden usar las imágenes de alta resolución espacial para decir: “Esto que vemos es tal cosa” y luego las imágenes de alta resolución temporal para decir: “Ocurrió entre la fecha X y la fecha Y”. Este es el desarrollo realmente asombroso de los últimos años, pero es muy reciente. Si, por ejemplo, buscamos imágenes de un caso que sucedió en 2010, no vamos a contar con esa opción. Para un caso de 2010, si se dispone de imágenes de alta resolución, es probable que estén separadas entre sí por un intervalo de un par de meses.

Por lo tanto, ese es el punto en el que estamos con las imágenes de sitios de enterramiento tomadas desde el espacio: en el futuro será difícil ocultar cuando se cave una fosa y qué tipo de fosa es, a menos que se haga en medio de la noche y con un buen camuflaje. Pero si se sabe dónde buscar, podremos ver razonablemente bien lo que sucedió. De cualquier modo, se necesitará confirmarlo en el terreno, porque, de lo contrario, solo podemos decir: “Aquí se ve una perturbación del suelo”. Pero será mucho más fácil avanzar para acotar dónde y cuándo sucedieron los hechos. Por supuesto, esto no funciona en retrospectiva. Si buscamos sobre algún hecho del pasado, dependerá de cuándo ocurrió para saber si tendremos la suerte de que existan o no, imágenes o datos. Cuanto más quieras ir atrás en el tiempo, necesitarás más suerte para contar con la información.

**EAAF** Para los investigadores forenses puede ser muy útil comprender las ventajas y limitaciones de los diferentes aspectos de las imágenes satelitales; por ejemplo, respecto a las condiciones climáticas o la vegetación del lugar, a fin de hacer buenas elecciones para saber si es conveniente adquirirlas y cuáles comprar para casos específicos. Con eso en mente, ¿nos puede hablar de las limitaciones de las imágenes satelitales?

**JD** Las condiciones climáticas son un factor decisivo. Las nubes son un problema. Hoy día, cuando uno adquiere imágenes digitales, los sistemas comerciales tienen algoritmos que detectan la cubierta de nubes y pueden estimar el grado de nubosidad que habrá sobre la imagen de interés y, por lo general, ofrecen una pequeña vista previa de la imagen para que podamos evaluar si nos resultará de utilidad. Un lugar puede estar cubierto por nubes en un 10 por ciento, pero si una nube se posa justo sobre el área de interés, entonces el obstáculo es mayor.

Otro factor importante es la geometría con la que se captó la imagen. En ciertos casos, el campo de visión del satélite puede abarcar las coordenadas de interés, pero no necesariamente pasar justo por encima de nuestra cabeza, suponiendo que estamos en ese lugar mirándolo desde la Tierra. En la mayoría de los casos, la geometría ideal para tomar una imagen satelital es en línea vertical hacia abajo. En ese caso, la captura se hace a través de la menor cantidad de atmósfera posible y con la resolución más alta, porque la distancia entre el satélite y la superficie es la más corta. Eso es lo ideal. Pero el satélite puede pasar desplazado respecto de la línea vertical, lo que se denomina “fuera del nadir” (el nadir es la línea vertical hacia la Tierra), y tomar imágenes de costado. A veces eso ayuda, porque es una manera más rápida de obtener una imagen en vez de esperar a que la geometría esté perfectamente alineada con el área deseada para obtener una visión cenital. Sin embargo, la desventaja es que estamos mirando a través de más aire y esa distorsión interfiere con la obtención de una imagen limpia y nítida. Las imágenes que se obtienen desde ángulos altamente fuera del nadir tienden a estar un poco borrosas. Las imágenes satelitales fuera del nadir también introducen un componente horizontal que puede ocultar algunas zonas. Así, puede suceder que si uno busca una fosa masiva cerca de una casa, pero las imágenes satelitales disponibles no fueron tomadas desde el punto cenital, sino desde un ángulo

fuera del nadir, el exterior de la casa puede impedirnos la visión de la fosa que queremos observar. Por otra parte, tomada de esa manera, podemos ver una cara vertical de la edificación, lo que no podríamos ver desde la perspectiva cenital, y tal vez sea algo que queremos observar en ciertas circunstancias.

También se debe considerar la cuestión de las sombras. Si una imagen se toma en un momento muy próximo al mediodía, hay pocas sombras visibles y eso puede dificultar la interpretación de lo que vemos, porque todo parece estar en el mismo plano y, por ende, no se distinguen los cambios sutiles en la topografía. Nuestros ojos dependen de esas sombras para diferenciar la forma del terreno cuando lo observamos. Si la imagen se observa aplanada porque es el mediodía, puede ser más difícil interpretar lo que vemos. Al mismo tiempo, si el sol está muy bajo en el horizonte, porque la imagen se tomó muy cerca del amanecer o del atardecer, o bien a latitudes altas, se observarán sombras muy largas. Cuando esto se combina con la topografía; por ejemplo, si el sol está bajo y es una región montañosa, estas sombras pueden ser masivas y oscurecer pueblos enteros, y aunque podemos intentar mejorar la imagen digitalmente para diferenciar mejor los tonos, quedará demasiado posterizada y con demasiadas bandas.<sup>2</sup> Ese es otro factor muy importante.

En cuanto a la vegetación, hay que tener en cuenta que, en muchas regiones del mundo, la vegetación puede actuar como una especie de techo que no nos permitirá ver nada de lo que ocurre abajo de esta, incluso a través de las imágenes satelitales. Aun cuando no sea el caso, si estamos en una zona donde la vegetación puede crecer rápidamente, como sucede en un campo o terreno inundable cerca de la costa, alguien podría cavar una fosa que será visible durante algunas semanas o meses, pero luego la vegetación volverá a cubrirla y el análisis visual resultará muy difícil. Por medio de ciertos análisis hiperespectrales o multi-espectrales avanzados, puede haber maneras de identificar la nueva vegetación como un lugar muy fertilizado y, potencialmente, como un sitio de enterramiento, pero este es un tema de investigación aún pendiente.

Otra opción a considerar en el contexto de la vegetación es el sistema LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging* / Detección láser de luz y distancia), el cual usa pulsos rápidos de luz láser para medir distancias desde el sensor al objeto o a la superficie. Con los LiDAR aéreos disparamos un láser hacia la superficie de la Tierra desde un avión o un dron, y si se dispara el láser con la suficiente frecuencia en un área con mucha vegetación, ese láser puede pasar a través de la cubierta vegetal, traspasar las hojas y chocar contra la superficie para luego regresar y así generar información sobre la superficie del suelo. De esta manera, se pueden generar muchos puntos y obtener lo que se conoce como “nube de puntos”, que puede usarse para crear un mapa con el detalle de los relieves.

---

2 La posterización causa la pérdida de las gradaciones y detalles de color, de manera que algunas áreas de las imágenes aparecen en bandas y “aplanadas”. Esto se produce cuando la profundidad de *bits* de una imagen es baja, comparada con el nivel de estiramiento que se le aplica al histograma de la imagen.

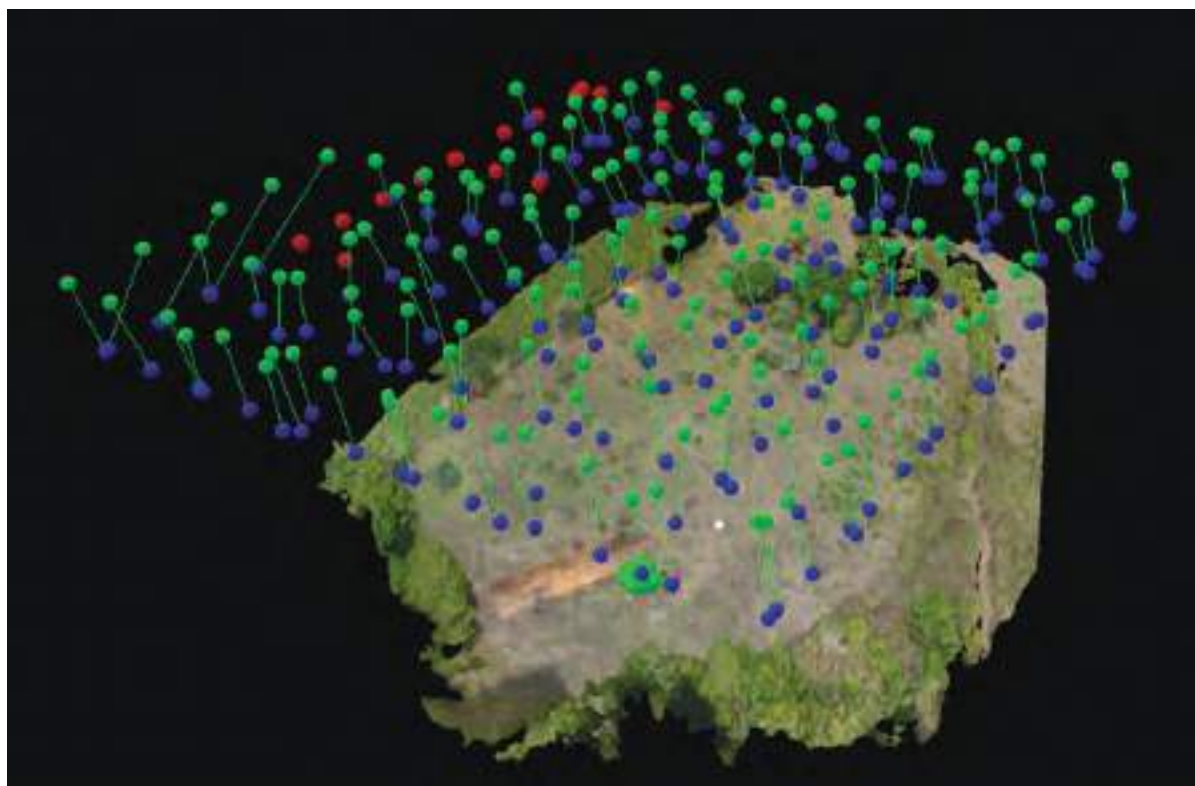


El sistema LiDAR podría usarse para detectar fosas, con base en el principio de que estas pueden producir un cambio en la elevación del suelo. El suelo que cubre las fosas que contienen o no restos, presenta primero un montículo (en relieve positivo), y con el tiempo, el suelo de ambos tipos de fosas se asienta y se compacta y, en consecuencia, esa elevación disminuye. La descomposición en el interior de las fosas que contienen restos también produce una disminución secundaria de la elevación, lo que no sucede en los sitios donde hay fosas sin restos. Sin embargo, la magnitud de esa disminución primaria y secundaria suele ser pequeña y depende de las condiciones del suelo. Lo ideal para detectarlas es tener un mapa digital con el relieve anterior a la existencia de la fosa, y compararlo con un mapa creado con posterioridad al hecho, a fin de obtener los mejores resultados. Otro aspecto que hay que tener en cuenta si usamos el sistema LiDAR para la búsqueda de fosas, es que los pulsos láser que hagan contacto con la superficie puedan ser más espaciados que el tamaño de la fosa en sí (sobre todo en el caso de fosas pequeñas), en cuyo caso no lograremos detectarla en el modelo digital de elevaciones resultante.

**EAAF** Hemos conversado acerca de cómo observar las alteraciones en el suelo y usted hizo referencia a los cambios en la vegetación. ¿Qué debemos observar en las imágenes que pueda indicarnos la ubicación de fosas u otra evidencia potencial vinculada a violaciones a los derechos humanos?, ¿qué otras cosas podemos buscar en las imágenes como parte de nuestra investigación?

**JD** Un ejemplo que ayuda a explicar este punto es un caso con el que colaboramos en Afganistán, para el cual no podríamos haber tenido mejor suerte en relación con el factor tiempo y la obtención de imágenes. El caso es de principio de los años 2000, la resolución temporal era bajísima, pero el satélite justo pasó por allí en el momento exacto en que estaban estacionados un camión volcador y una excavadora junto a la boca abierta de una fosa clandestina. Pudimos hacer mediciones e identificar que era un camión volcador y una excavadora. Y eso era compatible con los testimonios de los testigos.

No es tan común “sacarse la lotería” con el factor tiempo como nos sucedió en ese caso. Lo que vemos habitualmente, en cambio, son cosas como huellas de vehículos, sobre todo cuando no estamos observando rutas, sino un área cubierta de maleza o un desierto, paisajes comunes en muchos lugares del planeta. En esos casos podemos examinar si aparecen nuevas huellas entre una imagen y otra. Luego, podemos medir el ancho entre las huellas e inferir con ello si se trata de una camioneta estándar o un vehículo más grande, como una excavadora o un tanque. La forma en que circulan los distintos vehículos a veces aporta pistas —por ejemplo, si giran en un radio estrecho o formando un óvalo más grande y largo— y nos da una indicación de qué debemos observar, para luego combinarlo con el resto de la información disponible. Si vemos un área limpia y, de pronto, aparecen muchas huellas de neumáticos, eso seguramente nos dice algo. Si vemos huellas de neumáticos, pero luego aparecen más y van en direcciones diferentes, también nos puede decir algo; son pistas que podemos aprovechar.



**Figura 3.** Los modelos digitales 3D permiten a los usuarios crear nubes de puntos completamente georeferenciadas que pueden ser vistas desde cualquier ángulo. Además, es posible aplicar texturas a partir de las fotografías y hacer mediciones en el modelo (Elaborada por Jonathan Drake).

**EAAF** Ahora que hemos hablado sobre ventajas y desventajas de las imágenes satelitales, es interesante hablar sobre las imágenes obtenidas con drones. ¿Podría explicarnos qué pueden aportar estas imágenes en comparación con las imágenes satelitales?

**JD** Los drones mejoran las imágenes satelitales de muchas maneras, porque vuelan directamente sobre el lugar a una distancia muy cercana. La resolución espacial de un dron es de un orden de magnitud incluso más alto que las imágenes satelitales de máxima resolución. En las mejores imágenes satelitales disponibles estamos hablando de píxeles de unos 30 centímetros. Y aun cuando la cámara en un dron es mucho menos costosa que una cámara de un satélite, y es quizás un poco mejor que la cámara de un celular, puesto que se encuentra tan cerca del suelo, podemos obtener un centímetro por píxel (en vez de 30) e incluso una fracción de centímetro por píxel, dependiendo de la altura a la que vuela el dron. Un dron es una herramienta sumamente útil para documentar el área de una investigación.

Sin embargo, es necesario tener acceso físico al área; con muchos modelos de drones uno tiene que estar ubicado a un kilómetro del área y muy probablemente más cerca que eso. Si bien algunos drones, sobre todo los más grandes, pueden operar a más distancia, a menudo puede ser un problema obtener permisos para operar más allá de la línea visual del operador del dron.<sup>3</sup> Por tal razón, no es algo que pueda ser usado cuando el control del área es objeto

3 La mayoría de los países exige que los drones operen dentro de la línea visual del operador, excepto con permisos especiales.

de disputa, si la situación de seguridad no está bajo control. En cambio, con el satélite uno puede llegar hasta el lugar de la Tierra que se proponga, y aunque sea Corea del Norte, no van a poder detenerlo. Algunos actores estatales pueden derribar satélites, pero eso sería un acto de guerra. No solo es sencillo interceptar un dron e interrumpir su vuelo, sino que encontrar al piloto e interceptarlo. Entonces, es necesario contar con un entorno seguro.

Por esa razón, los drones son más aptos para documentar situaciones como exhumaciones e investigaciones posteriores a los hechos, que para documentar el evento en tiempo real. Si alguien intenta usar un dron para documentar el hecho en sí —a menos que use un modelo similar al dron conocido como Predator, que tienen las fuerzas armadas de Estados Unidos y que pueden volar cientos de kilómetros—, probablemente se meterá en problemas.

Cuando se trata de las investigaciones y exhumaciones posteriores a un hecho, podemos usar drones para dos tareas: 1) tratar de ubicar dónde puede estar la fosa que se está buscando mediante la observación de las perturbaciones en el suelo y 2) documentar el proceso de exhumación. En cuanto a la tarea de localizar las fosas, dependerá del contexto y del tiempo que transcurrió desde que se cavó. Las bandas del espectro electromagnético disponibles de los drones son muy similares a las bandas de los satélites: tenemos nuestro espectro visible y, si compramos una cámara especial, también podremos ver el infrarrojo cercano y el térmico. Dado que nos vamos a ocupar de las etapas posteriores a los hechos ocurridos, básicamente estaremos buscando alteraciones en el suelo, y tal vez la mejor manera de hacerlo es mediante el análisis visual.

Un criterio es usar la topografía de muy alta resolución si sospechamos que las fosas pueden haber sido excavadas en un terreno llano y no en pendientes escarpadas. Podemos usar el dron para hacer un modelo topográfico de muy alta resolución usando la fotogrametría e identificar áreas de terreno llano que podrían ser difíciles de encontrar recorriendo el lugar a pie. Con la fotogrametría, que consiste en desarrollar un modelo 3D usando múltiples imágenes, el relevamiento hecho por un dron tiene el potencial de mostrar una zona de terreno llano y, entonces, podríamos marcar esas áreas para investigar más. Otra opción es buscar una depresión muy sutil que, en algunos casos, acompaña a una fosa, o bien, buscar el montículo de tierra que puede indicar la existencia de una fosa dependiendo de cómo se excavó y de cuánto tiempo haya transcurrido desde entonces.

En cuanto a la tarea de documentar las fosas, el mismo proceso de crear un modelo 3D puede ser muy útil, ya que es posible realizar modelos 3D de las diferentes etapas de la exhumación de un cuerpo. Se puede hacer un modelo antes de iniciar la exhumación, lo que nos da la base de referencia de la superficie. Luego se puede hacer un segundo modelo que muestre la capa superior de la fosa exhumada y, una vez que los cuerpos han sido removidos y catalogados, si hay cuerpos debajo de estos, se puede hacer un tercer modelo que muestre la segunda capa y continuar así hasta que toda la fosa haya sido exhumada. De esta manera, tendremos una serie de modelos 3D completamente georreferenciados de acuerdo con las marcas de referencia que

colocamos antes de empezar el trabajo. Posteriormente podemos combinarlos y visualizar las relaciones espaciales entre los elementos de la fosa que no se podían ver bien en el trabajo de campo durante la exhumación. Por ejemplo, podemos decir a qué profundidad estaba la capa superior de los cuerpos respecto de la superficie, podemos mirar hacia el interior desde un lateral y verificar la posición de algunos cuerpos respecto de otros. El contexto de la fosa y de cómo se supone que las víctimas fueron ejecutadas nos puede proporcionar información útil para llevar a los perpetradores ante la justicia. Aun cuando se trate de conclusiones simples como: “Esas personas fueron claramente arrojadas al azar dentro de la fosa, no es una fosa común donde los cuerpos están dispuestos con cierto orden”. Este tipo de observaciones son las que podemos hacer con los drones y la fotogrametría.

Para preparar adecuadamente la documentación para el modelado 3D, es necesario usar un dispositivo llamado “estación total”, pues utiliza un láser para hacer mediciones y ofrece una precisión submilimétrica (lo que puede usarse en combinación con una unidad GPS). Si no podemos acceder a una estación total o alquilarla, lo mejor que podemos hacer para obtener mediciones confiables es colocar una serie de reglas de longitud conocida alrededor de toda la escena en diferentes orientaciones, asegurarnos de que no se muevan y luego crear el modelo a partir de los datos obtenidos de diferentes lugares para calibrar las imágenes. Al menos tendremos una certeza razonable de haber captado la escala general de las cosas. Sin embargo, este modelo no tendrá tanta precisión en la grilla del GPS, en comparación a la que tendría la estación total, que es lo que realmente recomiendo usar.

**EAAF** Me gustaría cerrar esta entrevista en torno al uso de las distintas opciones en materia de tecnologías geoespaciales para la búsqueda forense en México. ¿Qué consejos nos daría a quienes nos dedicamos a la investigación forense, con miras a la búsqueda de fosas clandestinas? ¿Qué tecnologías recomienda para abordar casos de los últimos 20 años en México?

**JD** Dada la diversidad de contextos que existen, es difícil para mí hacer una recomendación general como esa. Sin embargo, yo les sugeriría que no hicieran una lista de las tecnologías que se han usado en distintos contextos y digan: “queremos usarlas todas, vamos a aplicar todas en este problema en particular y veremos lo que funciona”. Lo que sugiero para hacer un uso más eficaz de los recursos, es lo siguiente: 1) estudiar el terreno específico, 2) tener en cuenta la narrativa del caso y 3) considerar qué pregunta específica están intentando responder. En general, esa pregunta sería: “¿Dónde está la fosa?”, pero entonces se convierte en: “En vista de lo que conocemos del terreno, ¿cuál de estas tecnologías será más útil en la primera etapa para acotar el área de búsqueda?” Luego en la etapa intermedia, recomiendo aplicar el mismo criterio para confirmar aquellas áreas que la primera técnica usada mostró que tenían prioridad. Y lo mismo en la etapa final, la exhumación y la documentación.

Esas respuestas van a variar dependiendo del terreno y de la cantidad de información disponible sobre posibles localizaciones, entre otras cosas. Sin embargo, en general los productos de datos utilizados deben ser proporcionales a la escala a la que se está trabajando. Por

ejemplo, si con base en el testimonio de un testigo u otra información hay un área bien definida y acotada a la que se puede acceder y que abarca solo una hectárea, tal vez conviene empezar con drones porque eso les proporcionará imágenes de muy alta resolución, o imágenes satelitales de alta resolución, y ver si hay imágenes disponibles cercanas a las fechas que están investigando. Por otra parte, si están manejando un área mucho más extensa para algo que sucedió recientemente, es preferible empezar con algunas imágenes de resolución espacial más baja y resolución temporal más alta, ya que eso permitiría acotar el periodo de tiempo y facilitaría la tarea de buscar en un área más grande; es decir, de esta manera, buscar alteraciones en un área extensa exigiría menos tiempo del analista que si nos acercáramos con una imagen sumamente detallada del terreno que nos demandaría mucho más tiempo y tal vez el resultado no sería mejor que las imágenes de baja resolución.

Una vez más: todo depende del terreno, de la época del año y de muchos otros factores; por ello, entender los parámetros asociados al proceso de obtención de imágenes y a los diferentes contextos, es esencial para hacer una elección adecuada y maximizar las posibilidades de encontrar algo utilizando la menor cantidad de recursos posibles.

	<b>Imágenes satelitales de alta resolución (1 metro o menos)</b>	<b>Imágenes satelitales de baja resolución (30 metros o más)</b>	<b>Imágenes satelitales de media resolución (~1-2 metros)</b>
<b>Área de cobertura</b>	Áreas más pequeñas con mayor detalle	De región a hemisferio. Muchos satélites	Similar a la de alta resolución Constelaciones de muchos satélites con diferentes inclinaciones orbitales
<b>Tiempo de revisita</b>	De varios días a varias semanas	Hasta una vez al día	De minutos a horas
<b>Archivos</b>	Disponibles desde 1999	Disponibles desde la década de 1970	Pequeños pero en rápido crecimiento
<b>Costo</b>	De US\$350 a más de US\$2000 por imagen, venta comercial	Por lo general, gratis, desde NASA, ESA y otros	
<b>Ideal para</b>	Hechos de menor escala, donde es importante un alto nivel de detalle	Análisis de grandes áreas o con un marco temporal muy amplio	Situaciones rápidamente cambiantes, donde se necesita respuesta inmediata
<b>Ejemplos</b>	Aumento de presencia militar, destrucción de viviendas, fosas masivas	Análisis de vegetación, incendios, construcción a gran escala, destrucción ambiental	Desastres naturales, zonas de guerra activa, crisis humanitarias agudas

**Tabla 1.** Imágenes satelitales (Elaborada por Jonathan Drake y AAAS).



# Uso y efectividad de tecnologías de percepción remota en la localización de fosas clandestinas

## Entrevista con Soren Blau y Jon Sterenberg

*Desde 2016, **Soren Blau** y **Jon Sterenberg** se han dedicado a estudiar los enfoques no invasivos para asistir en la detección de enterramientos clandestinos de restos humanos, en el Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica. Soren Blau es antropóloga forense senior en el Instituto Victoriano de Medicina Forense y miembro del Grupo de Trabajo de Antropología y Patología para la Identificación de Víctimas de Desastres de la INTERPOL. Por su parte, Jon Sterenberg es un arqueólogo con vasta experiencia, cuenta con una maestría en Ciencias y un posgrado en Arqueología Forense y Antropología Forense. En esta entrevista, platicamos con ambos acerca de sus recientes trabajos de experimentación en cuanto al uso de herramientas de percepción remota para la localización de fosas con cuerpos humanos.*

### **EAAF** ¿Podrían explicar qué es el AFTER y por qué decidieron iniciar este centro?

**Soren Blau** La Universidad de Tecnología en Sidney, Australia, creó el Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica (Australian Facility for Taphonomic Experimental Research, AFTER) porque en el hemisferio sur no existía uno de este tipo. Tuve oportunidad de ir a la granja de cuerpos en la Universidad de Tennessee y hablar con Amy Mundorff. Si bien, AFTER solo replica un ambiente en Australia, brinda la oportunidad a investigadores australianos de expandir el trabajo realizado en Estados Unidos. Por lo general, las investigaciones se han llevado a cabo con modelos animales y por eso ha habido errores. Nosotros somos muy afortunados de tener personas que consienten en donar sus cuerpos a la investigación forense.

**Jon Sterenberg** Me parece que esto se remonta a cuando yo trabajaba en Serbia, en 2002. Estaba excavando un gran número de fosas comunes, tratando de ver si la temperatura de los restos afectaba la cantidad de ADN que se podía recuperar de esos cuerpos. Mis amigos y yo discutimos sobre si podríamos usar la firma de calor de restos en descomposición para localizar otras fosas en el paisaje natural, y ver si esa firma de calor duraba por un periodo de tiempo, o incluso para ver si definitivamente no existía.

Cuando AFTER nos facilitó el centro para usar cadáveres reales en enterramientos, decidimos reunir más información sobre técnicas potenciales de detección. Pensamos sobre cómo el calor, la humedad y la química del suelo podrían influir en una firma.

Queríamos descubrir qué variables producían las mejores firmas para posibles sitios de enterramientos, para que pudiéramos poner sensores en una plataforma aérea, medir esas variables y evitar que las personas tuvieran que ir necesariamente a áreas de alto riesgo para buscar fosas.<sup>1</sup>

**EAAF** Me gustaría hacer un resumen de la investigación que ustedes realizaron en AFTER y después dialogar sobre los resultados preliminares que se recopilaban entre junio de 2016 y octubre de 2017. La investigación tuvo lugar en un área de 30 x 30 metros en AFTER. Primero se realizaron estudios del área con las tecnologías de GPR y LiDAR, para generar una línea de base. Se realizó un estudio botánico y un análisis del suelo. Debido a que la investigación involucraba a cadáveres donados, se tomaron fotografías de estos. Se tomaron muestras de ADN de los cadáveres y también se les sometió a tomografías computarizadas. Posteriormente se excavaron seis fosas a diferentes profundidades; dos de ellas, la Fosa 1 y la Fosa 2, se excavaron a mano, mientras que en el resto se utilizaron excavadoras mecánicas. La mitad de las fosas contenían cadáveres y la otra mitad, que estaban vacías, fungieron como controles. Así, la Fosa 1 tenía un cadáver; la Fosa 3, tres cadáveres y la Fosa 5, seis cadáveres, y las Fosas 2, 4 y 6 estaban vacías. Se tomó información relacionada con las diferentes variables, como temperatura, humedad y entomología. Finalmente, se volvieron a rellenar las seis fosas: las Fosas 1 y 2 a mano y el resto con máquina. ¿Qué esperaban ver?

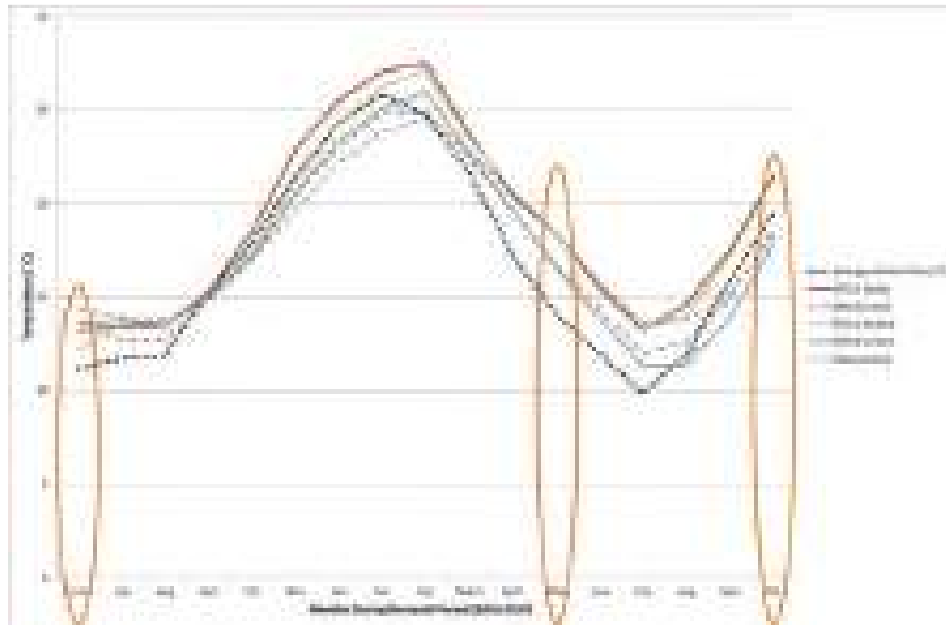
**SB** La idea era crear una línea de base de todas las variables que pudiéramos imaginar y después rastrear sus cambios a través del tiempo. Es cierto, como en cualquier investigación, hubo brechas que nos gustaría abordar en trabajos futuros.

**JS** El punto para nosotros era determinar si esos restos se calentarían o dejarían una firma que se detectara en la superficie. Principalmente queríamos ver si había cambios entre el llenado de la fosa comparado con la tierra estéril de los alrededores.

**EAAF** ¿Qué herramientas usaron para medir las variables de temperatura y humedad, y qué estaban tratando de encontrar en su búsqueda?

**JS** Usamos unos registradores de datos de humedad y temperatura que nos donó una compañía en Australia, con ellos empezamos a recopilar datos constantes, una hora después de que nosotros terminamos con los enterramientos. En todas las fosas que contenían cuerpos, se colocó un registrador de datos de humedad en la base de la fosa y uno de temperatura entre los cuerpos dentro de la fosa. Estábamos tratando de ver si la humedad liberada de un cuerpo en descomposición afectaba la firma total del lugar donde se enterró el cuerpo.

<sup>1</sup> La investigación completa se puede consultar en Soren Blau, Jon Sterenberg, Patrick Weeden, Fernando Urzedo, Richard Wright y Chris Watson (2018). "Exploring non-invasive approaches to assist in the detection of clandestine human burials: developing a way forward". En *Forensic Sciences Research*, 3 (4), pp. 320-342.



**Figura 1.** Total de precipitación pluvial mensual (junio de 2016–octubre de 2017) comparado con el contenido promedio mensual de humedad para las Fosas 1, 2, 3 y 5. Los óvalos anaranjados indican los meses en que se terminaron los estudios con la tecnología LiDAR (Tomada de Soren Blau *et al.*, 2018).

**SB** También registramos otros elementos, como la precipitación pluvial. Por ejemplo, estábamos interesados en ver si durante los periodos de fuertes lluvias podíamos rastrear las relaciones potenciales y cambios asociados con el clima y la descomposición. Tuvimos fuertes lluvias por un tiempo considerable, pero también hubo tiempos de sequía extrema.

**EAAF** ¿Hasta ahora, qué han observado respecto a la humedad y temperatura?

**SB** A pesar de que durante un mes de esta investigación aumentaron las precipitaciones, el contenido de humedad de la Fosa 5, que tenía seis cadáveres, permaneció constantemente más alta que todas las demás fosas. Eso no debe sorprendernos debido a que esa fosa contenía más cadáveres y por consiguiente, la mayor cantidad de fluidos en descomposición. La Fosa 2, que era una fosa control, tuvo un mayor contenido de humedad que la Fosa 1, que solo tenía un cadáver. En este momento, es imposible decir en qué medida ha influido el aumento de precipitaciones pluviales en la descomposición. Curiosamente, la Fosa 5 siempre estuvo más fría que las de control. Necesitamos reevaluar estos datos considerando el tiempo como una variable y compararlo también con la temperatura ambiente.

**JS** Lo interesante estuvo en que no hubo una diferencia discernible entre la acumulación de calor en los cuerpos, comparado con el relleno de la fosa. Donde pensábamos que podría haber una firma de calor detectable, en realidad no la hubo; la temperatura se mantuvo constante entre el calor de los restos y el calor del relleno.

**SB** Será interesante ver si ahora hay una diferencia discernible, o en un año o en más tiempo, después de la primera etapa preliminar.

**EAAF** ¿Qué cambios en la superficie pudieron observar con la tecnología LiDAR?

**JS** Tradicionalmente se ha usado la detección aérea para la búsqueda de fosas. Por ejemplo, en Bosnia se usaron imágenes aéreas, mientras que en Iraq se usó el análisis espectral. Hasta que se hizo la investigación en el AFTER, nadie había considerado usar LiDAR para fines de detección o investigación de lo que podría detectar a un bajo nivel.

En el AFTER, el LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging* / Detección láser de luz y distancia) que usamos voló a 50 metros por encima del terreno y tenía un sensor. Después mandamos los datos a un analista que nunca había estado en el sitio, y le preguntamos si podía ver alguna firma en los datos de LiDAR que indicara la existencia de algún tipo de enterramiento. Fue muy interesante, pudo detectar cinco de los seis enterramientos, basándose en los datos que le habíamos mandado cada seis meses del estudio con LiDAR.

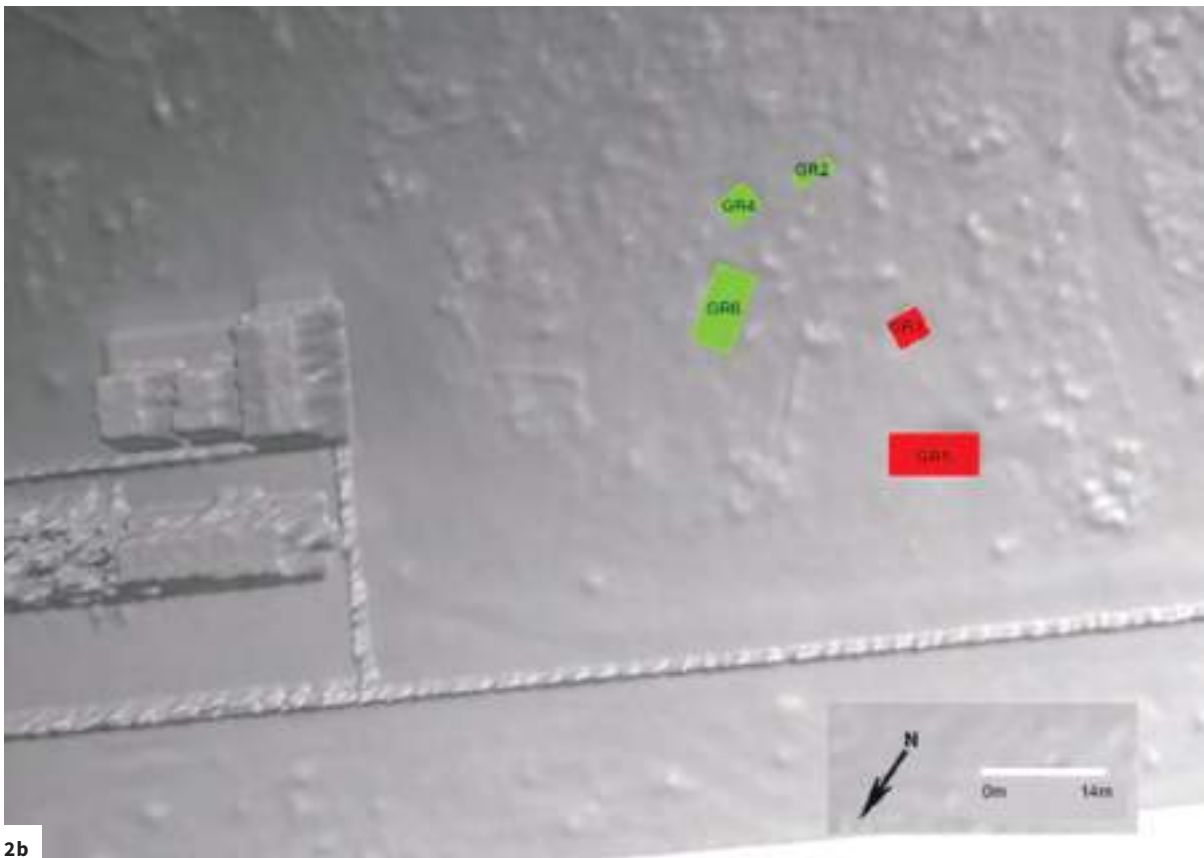
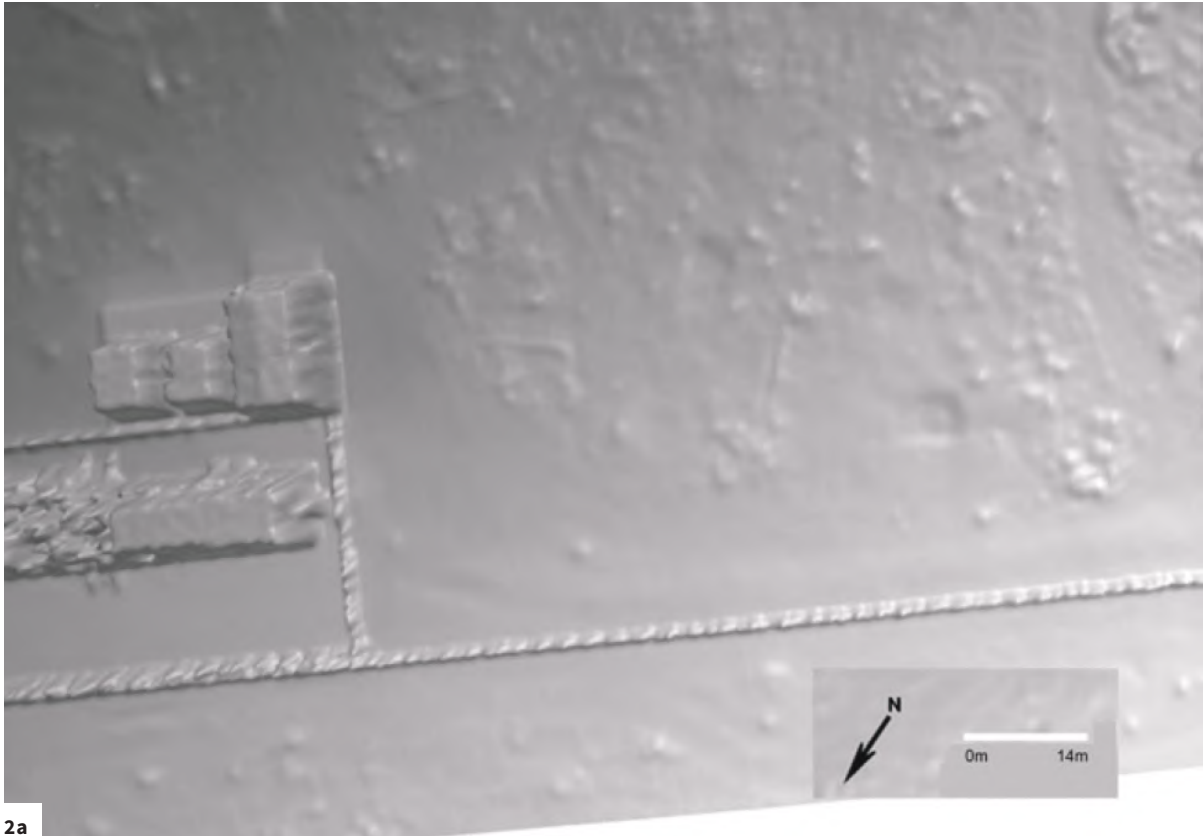
**EAAF** ¿Cuál fue la fosa que el analista no pudo detectar, la Fosa 1 o la que solo tenía un cadáver?, ¿a qué creen que pudo deberse?

**JS** Pienso que el analista no pudo detectar la Fosa 1 porque estaba en tierras muy poco profundas, y el cuerpo estaba cerca de la superficie, por lo que no había mucha tierra de relleno que se hubiera colapsado hacia dentro de la abertura de la fosa. Las fosas con múltiples cuerpos fueron claramente detectadas porque estas se colapsaron bastante después de haber echado la tierra de relleno. Probablemente sería difícil detectar las fosas con un solo cuerpo usando LiDAR contra el fondo desordenado de un área. LiDAR puede detectar más fácilmente las alteraciones de una fosa más grande, abierta por una máquina excavadora.

**EAAF** Se usaron plataformas aéreas para realizar los estudios con LiDAR, ¿cómo se pueden usar para detectar fosas?

**JS** La idea es usar los mejores métodos para identificar objetivos en el terreno. Soren y yo pensábamos en montar un dron con técnicas aéreas de calidad, que podrían surgir de la investigación, por ejemplo LiDAR, posiblemente imágenes térmicas, si los cuerpos estuvieran cerca de la superficie, y una tercera herramienta; con ello haríamos un estudio preliminar con estas tres mejores técnicas.

Esto eliminaría la necesidad de tener que ir físicamente al sitio y evitaría la destrucción que ocurre cuando llegamos a un sitio todos juntos y al mismo tiempo, para hacer un estudio, porque desde ese momento uno mismo empieza a destruir indicadores superficiales de perpetradores en la tierra. Después del estudio preliminar, podríamos analizar la información recopilada por el dron fuera del sitio y señalar dónde se encuentran sus áreas objetivo. Entonces, podemos ir al sitio para realizar otras pruebas, como un estudio con GPR o sobre la vegetación.



**Figura 2.** El modelo 3D posterior al estudio con LiDAR realizado en octubre de 2017 (16 meses después del internamiento), a partir del cual se identificaron cinco fosas (2a); anotadas (2b) (Tomada de Soren Blau *et al.*, 2018).

**EAAF** ¿Qué pasó con el radar de penetración en el terreno o GPR?

**JS** Creo que Soren estará de acuerdo en que el sondeo con el GPR requiere bastante trabajo. Las personas entienden que con el GPR hay un hoyo que se ha excavado en el suelo, pero no tienen suficientes datos para comprender que el agujero tiene restos adentro. Para algunas personas es sencillo usar GPR y decir: “Claro, ese es un agujero, probablemente sea una fosa”, pero no existe suficiente información sobre cómo se ve un hoyo que ha sido rellenado y que tiene restos humanos adentro.

En total hicimos cuatro sondeos con GPR: el primero fue la línea de base, en el cual no había excavaciones de ningún tipo, ni hechas con máquinas o a mano, por lo cual lo usamos como referencia, y en años posteriores realizamos otros tres sondeos. En septiembre vamos a tratar de hacer otro sondeo con GPR, con un contratista diferente que está más familiarizado con los enterramientos históricos que con los enterramientos forenses, y le vamos a pedir que pruebe con la resistividad de la tierra.

**SB** El GPR parece ser muy popular y las personas que no son expertas consideran que es una técnica “fácil”, pero en realidad el GPR se desarrolló originalmente para algo completamente diferente. Es una técnica experticia, pero su aplicación en un contexto forense se aplica y se interpreta de manera simplista.

**JS** El otro punto que necesitamos recordar con el GPR, es que se desarrolló para la ingeniería civil, puentes y caminos, así que opera mejor en superficies planas o niveladas. La resistividad no tiene esas desventajas; puede funcionar en cualquier lugar: cuesta arriba, cuesta abajo, en pastos muy altos. Así que en realidad tiene más ventajas que el GPR, aunque este funciona si estás trabajando en sitios bajo concreto, asfalto o en un edificio, ya que la resistividad no funcionaría ahí; pero al trabajar en sitios a la intemperie, la resistividad tiene una ventaja sobre el GPR: es mucho más fácil de entender e interpretar los resultados con la resistividad porque para el GPR necesitas tener mucha experiencia.

**EAAF** ¿En qué consiste la resistividad y por qué les interesa usarla en el AFTER?

**JS** La resistividad es una pieza sencilla de equipo que transmite una corriente eléctrica de bajo voltaje a la tierra, que reacciona a la humedad de esta. Si excavas un hoyo en el suelo y pones algo adentro, con el paso del tiempo ese hoyo va a tener más humedad que la tierra estéril inalterada que lo rodea. Al usar la resistividad, la corriente eléctrica pasa a través de la tierra y manda una lectura sobre la cantidad de humedad en la tierra alterada, comparado con la tierra inalterada. Es rápido y relativamente económico de operar. Puedes correr los datos finales en vistas 2D o 3D y crear una imagen 3D del elemento enterrado bajo tierra. El GPR hará lo mismo, pero realmente necesitas a un operador experimentado para ello.

Queríamos usar la resistividad después de trabajar en sitios de Bosnia y Serbia, a principios de la década de los años 2000. Encontramos que la resistividad era perfecta para detectar el



contorno de una alteración y, en algunos casos, las masas de cuerpos individuales adentro de una fosa común. Si los cuerpos estuvieran intactos, se podría ver por donde no podría pasar el contenido de humedad en un gran depósito de cuerpos.

También queríamos comparar lo que se podía detectar, por un lado, con la resistividad y, por otro, con el GPR. Si obtenemos resultados positivos con la resistividad y los resultados del GPR no son tan buenos, podremos decirle a las personas: “¿Por qué no usan la opción más económica o la resistividad primero? Si la resistividad no les da un resultado, entonces intenten con el GPR”, no viceversa. Ambos métodos son diferentes, ya que la resistividad funciona en la humedad y el GPR, en el radar.

**EAAF** En cuanto a imágenes multiespectrales, ¿se pudieron detectar cambios interesantes?

**JS** En realidad, en esta investigación aún no hemos tenido oportunidad de ver imágenes multiespectrales. Lo que se debe considerar sobre este tipo de imágenes es que es maravilloso si tienes un área abierta. Las usamos en Iraq y Kuwait, donde no había ninguna cobertura de vegetación. Al obtener la firma geológica de lo que se está buscando, es sencillo realizar el análisis multiespectral porque se sabe cómo es la geología subyacente. En el AFTER, hay muchos árboles cubriendo el área y el subsuelo no cambia sino hasta cuando vamos más profundo, por lo que lo multiespectral probablemente no funcione en esa situación; es mejor en áreas abiertas o donde el subsuelo cambia uno o dos metros debajo, pero en un área donde el subsuelo tiene la misma profundidad o mayor, donde vas a excavar para construir o hacer un enterramiento, resulta difícil decir.

**EAAF** Antes mencionaron que no existe solamente un método que funcione y que es importante usar diferentes métodos. Pero si tuvieran que resumir cómo va la investigación hasta ahora, ¿qué método ha funcionado para encontrar la firma que buscaban?, ¿cuáles fueron los métodos más efectivos?

**JS** En esta etapa de la investigación, debido a que todavía no tenemos todos los datos, probablemente LiDAR sea la mejor técnica de búsqueda, especialmente si no puedes trasladarte al sitio físicamente; pero en caso de que sea posible trasladarte físicamente, yo usaría la resistividad.

**SB** Estoy de acuerdo. Siempre diremos que la investigación en el AFTER se realiza en un ambiente en particular. Cada contexto tiene que evaluarse y lo que estamos tratando de decir es que después de haber hecho una evaluación inicial o haber recopilado información sobre la vegetación, tierra, etcétera, existe una lista de herramientas potenciales que se podría considerar. Como bien dijo Jon: si se sabe que existe humedad en el sitio y es posible llegar físicamente ahí, entonces podría considerar la resistividad; si no se puede llegar al sitio y es una zona densamente arbolada, podría considerar usar LiDAR aéreo. Solo estamos tratando de proporcionar un conjunto de posibilidades para las personas que están buscando fosas.

**EAAF** Con base en sus experiencias en Iraq y Bosnia, ¿pueden comentarnos sobre lo que funcionó y lo que no funcionó para la detección de fosas?

**JS** En Bosnia faltaba que las autoridades proporcionaran información, porque ellos, obviamente, tenían una buena idea sobre el lugar donde se encontraban los enterramientos. El asunto era tratar de obtener esa información por medios políticos para poder ir y recuperar los cuerpos. El mayor obstáculo en Bosnia fue la política. En Iraq fue lo contrario; ahí el mayor obstáculo fue el conflicto o el combate continuo, todo se basaba en tener el apoyo militar e intentar llegar a un sitio. En Bosnia, podíamos ir a un sitio y usar técnicas en terreno, así que no necesitábamos mucha información de drones o imágenes aéreas. Sin embargo, en Iraq necesitábamos hacer una evaluación aérea inicial antes de ir al sitio porque tener un enorme respaldo militar podría ser demasiado costoso. Bosnia involucró más trabajo técnico, experimentación con diferentes técnicas y conseguir personas de universidades cercanas para probar con esas técnicas hasta que dieran un resultado. Iraq tenía más que ver con quién tenía las técnicas, y si sabían cómo usarlas en un contexto forense.

**SB** El punto clave es considerar siempre el contexto del lugar donde se va a trabajar. Puedes no contar con todo el presupuesto para usar algunas de las piezas técnicas del equipo, pero se debe recordar que hay un conjunto de métodos potenciales para usarlos si se está trabajando en un ambiente donde falta voluntad política.

**JS** Recuerda que los expertos están ahí, solo debes intentar explicarles lo que quieres como producto final. Las ciencias forenses pueden ser totalmente extrañas para la mayoría de los expertos, quienes están en todos lados, solo toma un poco de tiempo encontrarlos.

**EAAF** Es interesante que mencionan la voluntad política al final de este diálogo sobre elementos técnicos.

**SB** Para mí ese es el punto de partida, la opción sobre qué técnica de búsqueda implementar dependerá del contexto. En la mayoría de los casos, no habrá voluntad política o apoyo financiero con el que se puedan aplicar de manera realista todas las técnicas disponibles para la búsqueda. Sin embargo, cada vez más los profesionales tienen la responsabilidad de demostrar que son conscientes de que existe un conjunto de habilidades que se han usado con éxito en otros contextos, al tiempo que justifican por qué se han utilizado técnicas específicas a un determinado contexto, y no otras, para decidir cuáles se deben aplicar según el contexto en donde estén trabajando.

# Investigaciones con percepción remota en la búsqueda de fosas

## Entrevista con Amy Mundorff

*En esta entrevista, la doctora **Amy Mundorff** habla sobre la investigación que ha realizado desde 2013 en el Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee, sobre nuevas técnicas de investigación para acotar las áreas de interés en la búsqueda de restos humanos enterrados, mediante el uso de detección remota. Amy Mundorff es profesora en el área de Antropología Biológica de la Universidad de Tennessee, en Estados Unidos, y se ha concentrado en investigar el proceso científico y aspectos del manejo de la localización e identificación de personas fallecidas en accidentes masivos y en violaciones graves a los derechos humanos.*

**EAAF** ¿Nos podría explicar qué es una granja de cuerpos y qué hacen en el Centro de Antropología Forense (Forensic Anthropology Center, FAC) de la Universidad de Tennessee donde usted trabaja?

**Amy Mundorff** El término “granja de cuerpos” es un nombre poco apropiado, porque obviamente nosotros no “cultivamos” cuerpos aquí, pero sí los “plantamos” ocasionalmente. Una granja de cuerpos es un nombre coloquial que se le da a un centro de investigación forense que cuenta con un programa activo de donación de cuerpos. Las personas donan sus cuerpos a la ciencia, como lo harían para una facultad de medicina, a fin de que nosotros podamos estudiar lo que le sucede al cuerpo después de la muerte.

Aquí investigamos aquellos asuntos relacionados con la descomposición de cuerpos, el uso de nuevas tecnologías para localizar fosas, realizar estudios de trauma, estudios de ADN, y todo lo que conlleva el estudio de un cuerpo humano en relación con la ciencia forense. Tenemos suerte de poder hacer este tipo de investigación real y actual, y de poder usar cuerpos humanos y no de animales.

En las instalaciones del FAC se creó la primera granja de cuerpos en el mundo y hemos estado operando desde la década de 1980. Hoy día están surgiendo nuevos centros de este tipo en muchas partes y creo que ya existen alrededor de ocho, incluyendo uno en Australia y recientemente otro en Canadá.

**EAAF** Entonces, en esta granja usted está estudiando los lugares donde enterraron un número de cuerpos en diferentes fosas, y está investigando qué es lo que les sucede a los cuerpos y al ambiente que los rodea con el paso del tiempo. ¿Nos podría decir por qué diseñó el proyecto de esta manera y cuáles fueron sus expectativas y sus hipótesis?

**AM** La idea de este estudio empezó en 2006 cuando visité a Renee Kosalka en Bosnia. Fuimos a algunos sitios donde estaban excavando y no habían encontrado nada. Habían excavado en la mayoría de las fosas, usando algunos testimonios de testigos; sabían que había más de 8000 personas desaparecidas, pero simplemente no sabían dónde estaban. Contacté a un amigo que es geógrafo y en la plática me preguntó: “¿Alguna vez has tratado de buscar de manera remota?” Y así fue como empezó la idea.

Posteriormente, hablé con un colega de Canadá, Rob Commiso, quien es arqueólogo. Él trabaja en sitios observando la vegetación que crece sobre vertederos de residuos y basura de todo tipo, con miles de años de antigüedad, y detectó que los elementos químicos (isotopos) de la vegetación que crecía sobre los basureros y los niveles de nitrógeno eran realmente altos, lo que era una señal o una “firma” de que había algo orgánico ahí. Entonces, me dijo: “Si funciona para un basurero de mil años de antigüedad, deberías pensar que también funcionaría para un cuerpo”.

#### **EAAF** Ahora, hablemos de la investigación que ha estado haciendo en el FAC.

**AM** En febrero de 2013 iniciamos la investigación para documentar información que podríamos usar para acotar el número de áreas de interés que se sospecha contienen restos humanos enterrados.

El área donde realizamos este estudio fue una parcela nueva de tierra porque queríamos usar tierra virgen y por eso elegimos una parcela de tierra que no se hubiera utilizado anteriormente para fines de investigación. Excavamos cinco fosas de diferentes tamaños; pusimos diferentes números de cuerpos en cuatro de ellas, y dejamos una fosa como control donde excavamos la tierra y la regresamos, pero no pusimos ningún cuerpo. Hicimos una fosa con un solo cuerpo, una con tres, una con seis y una con 24 cuerpos. Todas, excepto la fosa enorme, se excavaron a mano con una profundidad de un metro.

Recopilamos datos relacionados con cuatro variables: 1) los cambios en la elevación de la superficie del terreno, también conocido como topografía, la cual medimos usando la tecnología LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging* / Detección láser de luz y distancia); 2) la temperatura dentro de la fosa medida desde diferentes puntos; 3) las propiedades de la vegetación que crecía sobre y alrededor de las fosas, ambas medidas a partir del análisis de la vegetación para ver sus cualidades bioquímicas y también del análisis sobre cómo la vegetación reflejaba la luz, para lo cual usamos datos espectrales recopilados desde la tierra y desde el aire, y 4) datos de imágenes satelitales, las recopilamos pero aún no las analizamos, en parte por el tamaño de nuestras fosas que probablemente son demasiado pequeñas para la resolución.

#### **EAAF** ¿Nos podría hablar sobre cada una de las variables que eligió en su investigación? Empecemos con la temperatura, ¿qué esperaba encontrar?

**AM** Sabemos que cuando se descompone un cuerpo, genera mucho calor. Podemos ver un cuerpo en descomposición sobre la superficie del terreno con una cámara térmica; si está



**Foto 1.** Preparación del área en donde se llevó a cabo la investigación. Se pueden observar dos hoyos vacíos que representan las fosas, así como la tierra sobre las lonas azules para el relleno de las fosas (Foto: Amy Smotherman Burgess).

oscuro afuera, todavía irradia calor. Y hemos visto que cuando tomamos temperaturas de montones de larvas, están muy calientes, por lo que sabemos que el proceso de descomposición genera mucho calor. Pero toda esa es información que provenía de datos recopilados sobre la superficie, en realidad no sabíamos si eso estaba ocurriendo bajo tierra, o no, pero queríamos verificar qué tan caliente se ponía en las capas subterráneas y si esto era algo que podíamos medir térmicamente cuando los cuerpos son enterrados a poca profundidad en el suelo.

**EAAF** ¿Nos puede explicar de dónde recopiló los datos de temperatura y de qué manera?

**AM** Hemos obtenido tres diferentes tipos de datos de temperatura. Usamos pequeños dispositivos llamados iButtons (botones inteligentes), que son del tamaño de una moneda estadounidense de cinco centavos. Los pusimos a una pulgada debajo de la superficie del suelo para ver si había suficiente calor en aumento, de forma que pudiéramos ver una huella térmica en la superficie.

Después usamos las líneas DTS (*Distributed Temperature Sensor*), que son cables colocados debajo y entre los cuerpos, que estaban capturando la temperatura exacta en la fosa. Debido a que los cables estaban a una mayor profundidad, no necesariamente pensamos que eso podría aludir una “firma” que pudiéramos ver en la superficie. Más bien, estábamos



monitoreando esas temperaturas para ver si podíamos decir en qué estado de descomposición se encontraban los cuerpos; cuando estaba caliente y cuando no lo estaba, y la diferencia entre la fosa control y las que tenían cuerpos. Después de que pusimos el último cuerpo en la fosa grande, donde había 24 personas, colocamos un sensor de temperatura distribuida, o una fibra DTS, para que monitoreara de manera tridimensional los cambios de temperatura que ocurrían adentro.

También tenemos sondas en las fosas, que de hecho captan la temperatura del cuerpo en tanto este se descompone. No podemos acceder a eso hasta que excavemos las fosas. Está ahí, solo que aún no queremos excavar porque todavía hay mucha más información que recopilar.

**EAAF** ¿Cómo detectó temperaturas desde afuera de la fosa?, ¿cómo está detectando estos cambios de temperatura, desde el aire o desde la tierra?

**AM** Usamos cámaras térmicas, primero recopilamos datos desde la superficie del terreno, después desde un avión y finalmente las colocamos en árboles dirigidas hacia las fosas. Así, teníamos varias opciones.

Las cámaras térmicas son muy comunes y se usan, por ejemplo, para buscar personas desaparecidas que todavía están vivas, porque las personas irradian mucho calor. También se usan en la ingeniería para ver dónde hay fugas de calor en las casas. Incluso, existen algunos teléfonos celulares *iphones* que tienen imágenes térmicas por medio de una aplicación que se puede descargar.

**EAAF** ¿Al momento de iniciar la investigación, ya sabía qué tan profundo excavaría cada fosa para poder tomar las diferencias de temperatura?

**AM** No, no sabíamos nada sobre la profundidad a la que teníamos que llegar, así que cuando enterramos los cuerpos, usamos nuestra propia experiencia; platicamos sobre qué tan profundo teníamos que excavar y si teníamos que hacerlo con las manos o con excavadora.

Al principio consideramos trabajar con fosas pequeñas —con dos o tres cuerpos—; comparamos el tamaño de una fosa excavada a mano con las hechas con excavadoras, como las que se encuentran en Bosnia. En las fosas excavadas a mano, sólo íbamos a llegar a un metro de profundidad, así que asumimos que la persona que estuviera enterrando los cuerpos, probablemente también iba a decidir detenerse a esa profundidad.

**EAAF** ¿Nos puede explicar cuáles fueron los principios de lo qué estaban midiendo en la vegetación que crecía sobre, en y alrededor de las fosas? Y por otro lado, ¿qué es la firma espectral?

**AM** La vegetación refleja la luz, y dependiendo de la composición química de la vegetación será la manera como se refleje la luz. Por consiguiente, en esta investigación nos



fijamos en dos aspectos de la vegetación; por un lado, recopilamos muestras de la que crecía sobre y alrededor de la fosa a través de los años y miramos sus propiedades, particularmente los valores de isotopos de nitrógeno y, por otro, capturamos imágenes espectrales de alta resolución con una máquina llamada espectrómetro, la cual capta la diferente reflectancia de la luz de vegetación viva.

La firma espectral es la reflectancia de la luz que no es visible a simple vista, pero existe tecnología que sí lo puede hacer. Especialmente una máquina llamada espectrómetro que puede capturar las diferentes reflectancias y decirnos las longitudes de onda que estamos viendo. Por ello decidimos mirar la reflectancia espectral de la vegetación en áreas bajas, para caracterizar las propiedades y medir la reflectancia de cada tipo de vegetación.

La idea detrás de esto es que en la medida en que la vegetación recibe diferentes tipos de nutrientes (por ejemplo, plantas que crecen sobre cuerpos en descomposición *versus* plantas que no se ven enriquecidas por estos nutrientes adicionales), se debe presentar de manera diferente. En la cadena alimenticia, los humanos son la fuente más rica de nutrientes, así que al ser enterrados liberan muchos elementos en la tierra. A medida que la vegetación vuelve a crecer, la tierra sobre el cuerpo en descomposición va a tener una composición y una firma diferente porque se le considera “estresada”, y de esa forma tiene una firma espectral diferente a la de la vegetación que se encuentra fuera y lejos de la fosa.

En esta investigación, la máquina que estamos usando se llama ASD FieldSpec; se trata de un espectrómetro de campo estándar, que captura espectros de alta resolución y bandas espectrales de entre 350 y 2500 nm. El espectrómetro captura las diferentes reflectancias provenientes de vegetación viviente, la reflectancia no visible de la planta.

**EAAF** En términos de cambios topográficos y los datos que recopiló usando la tecnología LiDAR (depresiones y elevaciones), ¿nos podría hablar sobre qué midió y por qué?

**AM** Los que hemos tenido la experiencia de ver fosas, después de un largo tiempo notamos una depresión en el terreno. Las hipótesis de algunos estudios que han usado LiDAR —para medir con láser cambios de elevación muy sutiles—, plantean que esta tecnología podría medir cambios de elevación, registrar estas depresiones y usar esos datos para encontrar una fosa, porque sabemos que las fosas tienen una, dos o más depresiones, dependiendo de sus características.

En nuestro trabajo, quisimos cuantificar cuándo ocurren esas depresiones sobre las fosas y cómo cambian con el paso del tiempo, así como la manera en que se relacionan con la topografía natural del terreno. Ahí es donde creo que hemos aprendido más sobre LiDAR y su potencial para el futuro.



**Foto 2.** Área en donde se realizó la investigación, a tres años de su inicio. Muestra cómo se ocultaron naturalmente las fosas (Foto: Amy Mundorff).

**EAAF** Antes de hablar de los resultados de cada una de estas variables, ¿nos podría compartir un poco sobre su colaboración con la NASA?, ¿es posible solicitar, por ejemplo, imágenes o apoyo a la NASA para investigaciones de esta índole?

**AM** El sistema aéreo que utilizamos en esta investigación pertenece a la NASA y se llama G-LiHT (*Goddard's Integrated LiDAR, Hyperspectral and Thermal* / sistema hiperespectral y térmico LiDAR Integrado al Goddard de la NASA). El avión puede volar bajo, como a unos 500 pies. Es un sistema que recopila datos simultáneos: las medidas de la vegetación y espectrales, las temperaturas de la superficie y LiDAR, y lo hace en resolución espacial de aproximadamente un metro.

Trabajar con la NASA fue fantástico. Tenían muchos otros proyectos, así que debimos limitarnos a esperar el momento en que pudieran venir a recopilar datos. Ellos hacen públicos todos sus datos, por lo que nosotros pedimos que nuestra información no se hiciera de dominio público hasta que sacáramos nuestra publicación, pero toda la información está

ahí y cualquiera puede acceder a ella. Es un recurso sorprendente; ellos van y recopilan datos por todo Estados Unidos. Acaban de ir al Caribe y recopilaron datos para muchos proyectos; por ejemplo, acerca de gasoductos. Toda su información está disponible de manera gratuita en su sitio *web*.

**EAAF** Hablemos sobre sus hallazgos y conclusiones respecto a estas variables en los avances de su investigación. Empecemos con la temperatura.

**AM** Respecto a la temperatura, pudimos determinar que, en efecto, los cuerpos generan calor cuando se encuentran en capas subterráneas. De hecho, hallamos que la temperatura aumenta bajo tierra, y existe una diferencia en nuestras capturas dependiendo de la hora del día o el clima en que se tomaron. Ello significa que si uno va a recopilar datos térmicos, debe considerar que ciertos momentos o épocas son mejores que otras para recopilar información. El aumento de temperatura fue bastante sutil, solo fue cuestión de unos cuantos grados, pero fue suficiente para saber que ya había empezado la descomposición.

Además, encontramos que cuando los datos de temperatura empezaban a estabilizarse —lo que indicaba que la descomposición era cada vez más lenta—, fue el momento en que empezamos a ver los datos de firma espectral desde el terreno y la vegetación. En este momento, esas son las correlaciones, no tenemos los datos duros al respecto, pero tiene sentido, porque después de que el cuerpo se descompone, llega el momento en que la vegetación absorbe esos nutrientes; por ahora solo es una hipótesis de que ahí existe un vínculo.

Asimismo, es interesante ver que después de que los datos espectrales se hicieron más pronunciados, empezamos a ver los cambios de elevación del LiDAR. Eso nos indica que no solo se detuvo la descomposición, sino que había terminado; en ese momento vimos la depresión topográfica. Nuevamente, todavía es especulación, pero en caso de que podamos realizar un estudio más detallado y logremos afinar los hallazgos, tendremos múltiples pasos que dar dependiendo de cuándo suponemos que fue enterrada una persona. Por ende, podremos determinar a qué rango de tiempo queremos ir para usar mediciones térmicas y cuándo nos gustaría cambiar a espectral. Y entonces tendríamos que ver por cuánto tiempo permanece la firma espectral, porque hoy día sabemos que los datos de isótopos permanecen por bastante tiempo. Hemos estado recopilando datos en otro sitio donde se investigan unas fosas de nueve años, pero los datos de isótopos aún no están registrados.

**EAAF** Ahora hablemos sobre sus conclusiones en cuanto a las variables relacionadas con la vegetación, tanto de los valores de nitrógeno en los isótopos como en la firma espectral.

**AM** Creo que por ahora, lo más obvio es que los datos más promisorios van a ser los isótopos; ahí es donde veo los resultados más pronunciados que nos indican que algo está sucediendo. Tras haber analizado las muestras de vegetación que crece dentro y fuera de

las fosas durante años, lo que estamos viendo es que los valores de nitrógeno en isotopos están fuera de los límites de las gráficas cuando tomamos muestras sobre las fosas, y son de cero fuera de la fosa; es simplemente sorprendente. También estamos viendo que este efecto dura muchos años. Todavía estamos tomando datos del sitio de investigación de una fosa en Texas donde enterramos un cuerpo en enero de 2011. Tiene sentido que estemos viendo estos efectos duraderos, porque todavía siguen encontrando esto en sitios arqueológicos de hace mil años. Entonces, para mí, es claro que estos hallazgos nos dicen algo; creo que son los resultados más promisorios que hemos tenido.

Ahora bien, la ciencia nos dice que debe haber una correlación espectral con estos números, lo que significa que la firma espectral debe reflejar estos altos valores de isotopos de nitrógeno que se presentan en la vegetación. En los espectros considerados vimos una diferencia obvia entre una fosa que contenía cuerpos y todo lo demás. Ahora ya sabemos que existe una firma, y algo que notamos es que esta no permea la pared de la fosa. Así que literalmente, a medio metro de distancia de la fosa, la firma es la misma que fuera de ella.

Lo que no hicimos y estamos empezando a hacer ahora, es recolectar simultáneamente espectros e isotopos, y esperamos que eso nos permita acotar el número de bandas espectrales a considerar. Si podemos identificar unas cuantas de este tipo, no tendremos que depender de algo tan caro como un FieldSpec, sino que se puede usar una cámara con lentes especiales, lo cual reduce exponencialmente el costo de recolección de datos, pero tenemos que hallar esa conexión, hallar qué espectros se alinean con los isotopos. Entonces, para poder observar esa conexión, necesitamos recolectar simultáneamente esos datos. Afortunadamente hace poco tiempo, por fin, obtuvimos financiamiento para hacer esto.

El siguiente paso es analizar todos los datos que hemos recolectado, pero no tenemos suficiente personal para ello. De la fosa donde enterramos a seis personas, que tiene cuatro metros de largo, todos los cuerpos están en los primeros dos metros. Pero existe tierra alterada en los cuatro metros, porque se trata de un área perturbada. Queremos saber si los datos del isótopo permean a través de toda la tierra alterada o si realmente solo es sobre el cuerpo, porque sería maravilloso si así fuera.

**EAAF** ¿Nos podría explicar un poco más sobre cómo es que los niveles tan altos de nitrógeno en la tierra se manifiestan en la firma espectral?, ¿pudo identificar lo que muestran espectralmente esos niveles tan altos de nitrógeno?

**AM** Sí, lo que estamos detectando es la fuerza de vida en la vegetación, y eso es lo que podemos ver espectralmente. Entonces, con base en los nutrientes que la vegetación recibe, va a presentar una firma. Donde tal vez esto se correlaciona con los isotopos es en que si miramos la firma isotópica del nitrógeno, podemos ver que las firmas son mayores en los animales que comen vegetales que en la vegetación que comen. Además, las firmas son mayores en los carnívoros que comen herbívoros, que a su vez comen vegetación. Y los humanos están en la cumbre de la cadena alimenticia. De manera que estamos liberando

tanto nitrógeno en la tierra, que tiene sentido que la firma de la vegetación sobre los cuerpos sea significativamente mayor que la de la vegetación circundante.

Lo que vimos fue que las concentraciones de nitrógeno aumentan como resultado del proceso de descomposición, tanto en la vegetación como en la tierra, al igual que sucede con la producción de clorofila en la vegetación: conforme aumenta la producción de clorofila, sus hojas reflejan menos energía solar.

#### **EAAF** ¿Cuáles fueron sus hallazgos en cuanto a los datos que recopiló usando LiDAR?

**AM** Pusimos muchas esperanzas en que LiDAR fuera la varita mágica. Ha habido algunas ocasiones en que las personas han volado sobre las áreas con LiDAR, y al mirar han dicho: “¡Ah, no puedo ver nada, LiDAR no funciona!” No creo que este sea el caso. Pero lo que sí hace LiDAR es decirnos sobre el cambio de elevación a través del tiempo. Entonces, a menos de que cuentes con datos recopilados anteriormente, no sabes qué buscar. Nuestra elevación natural es muy ondulada, algunas de esas depresiones van a seguir ahí de manera natural. Por lo tanto, si recopilamos datos antes de que haya una fosa, y después recopilamos datos tras cavar una fosa, años después veremos la diferencia. El cambio entre antes y después, es donde veremos esa depresión.

Un siguiente paso en la investigación es que queremos usar LiDAR para ver si una fosa se vuelve a rellenar con el tiempo, con vegetación natural del suelo, desechos y restos de árboles y hojas. ¿Desaparece eventualmente esa depresión? Todavía seguimos con esa investigación.

#### **EAAF** ¿Qué le cambiaría al estudio?

**AM** Al inicio estábamos muy limitados porque cuando diseñamos este estudio no teníamos financiamiento, de manera que hay muchas cosas que hubiéramos hecho de manera diferente de haber tenido los fondos desde el comienzo. Recopilaríamos datos de manera más constante y a intervalos más cortos, para hallar el punto óptimo del momento en que empiezan a aparecer las cosas.

Al principio nuestras limitaciones incluían la recopilación de datos, que pudimos realizar hasta que la NASA pudo venir. Si comenzara esta investigación nuevamente, también perfeccionaría la recolección simultánea de datos, para que al momento de usar LiDAR, hiciera la recolección espectral, y además me aseguraría de recolectar la vegetación para las pruebas de isótopos en ese momento determinado.

Contrario a recolectar poco a poco, aquí y allá, ahora ya tenemos nuestros propios FieldSpec y LiDAR, con los que podríamos empezar nuevamente. Solo necesitamos encontrar un suelo virgen. Ahora que ya hemos visto algunas firmas, algunos indicadores de lo que funciona y lo que no, creo que fácilmente diseñaría un nuevo estudio para aprovechar esos resultados, y así refinar la técnica y hacerla más útil.



**EAAF** ¿Observó diferencias entre la recolección de datos vía terrestre y vía aérea?

**AM** Sí, definitivamente. Lo que aprendimos fue que la resolución —la distancia entre el punto en que recolectamos y la fosa—, realmente importa. Los datos que recolectamos en campo, con dispositivos portátiles tuvieron una resolución mucho más alta que los datos recolectados vía aérea, pues en esta última hay mayor distancia.

En cuanto a los datos satelitales, simplemente fueron tomados a una distancia muy lejana considerando el pequeño tamaño de nuestras fosas. Si estas hubieran sido mucho más grandes, la resolución a distancias lejanas hubiera sido mucho mejor. Se debe considerar que de 2013 a la fecha, la tecnología ha avanzado tanto que los datos serían diferentes si volviéramos a empezar, pero cuando iniciamos, los datos recopilados desde el terreno tenían la mejor resolución. Ahora podríamos recolectar datos vía aérea y satelital a la resolución de un submetro y podríamos ver igual, o incluso mejor, aún desde más lejos.

**EAAF** Sin duda, la investigación de este trabajo involucra la participación conjunta de varias personas de diferentes disciplinas. ¿Me podría hablar un poco al respecto?

**AM** ¡Claro! No soy química, podría hacer mis mejores esfuerzos para explicarlo, y tampoco analizo datos espectrales, puedo hacerlo mejor desde que aprendí a usar LiDAR y ahora estoy aprendiendo espectros. Pero esto es Geografía, Geología y tantas diferentes áreas de experiencia que contribuyen con sus conocimientos, que toma años aprender de todas las disciplinas, porque hay matices que uno mismo no podría identificarlos, no podríamos ver cosas que son anomalías. Uno no entendería por qué están ahí, por eso es fundamental el trabajo multidisciplinario.

Actualmente estamos empezando a trabajar con la ciencia del suelo, matemáticas y bioestadística; hay muchos datos para este tipo de trabajo, de manera que es importante tener esos fundamentos básicos y entender las otras disciplinas, pero una persona no podría hacer sola todo el análisis.

**EAAF** El EAAF empezó a trabajar con LiDAR hace ya algunos años, y nos hemos dado cuenta que de ninguna manera vamos a conocer todos los matices de las ciencias de la tierra y las disciplinas relacionadas. Necesitamos trabajar con expertos de distintas disciplinas.

**AM** Sí, y también es importante saber a quién dirigirnos para pedir ayuda. Hace tiempo, envié mis datos a CAST Lab, un laboratorio de Arqueología y Geografía en Arkansas —donde solo hacen detección remota—, porque mi estudiante de posgrado sostenía que todavía había más que ver. Y ahí tienen a todo un equipo de docenas de personas en un laboratorio con esas computadoras masivas. ¡Cómo podría pensar en que lograría hacerlo yo sola!



# Empleo de drones en las aplicaciones de percepción remota y detección de enterramientos

## Entrevista con Derick Schoeman

**Derick Schoeman** tiene 28 años de experiencia en el ámbito de remanentes explosivos de guerra y ha pasado los últimos ocho años trabajando en proyectos de exploración sísmica de compañías petroleras. Derick ha trabajado como asesor en proyectos de desminado y de exhumación forense en Bosnia-Herzegovina, Kosovo y Croacia, así como consultor experto en dispositivos explosivos improvisados para el Departamento de Defensa de Estados Unidos en proyectos en Bagdad, Iraq, además colaboró con la Organización de las Naciones Unidas y el Tribunal Penal Internacional en proyectos humanitarios para la ex Yugoslavia. Esta conversación con Derick aborda su trabajo en percepción remota y los experimentos que realizó en Sudáfrica en 2017, como consultor externo para la Unidad de Análisis de Contexto y Búsqueda Forense del Equipo Argentino de Antropología Forense.

**EAAF** Empecemos con una introducción sobre la utilidad en el uso de drones para realizar investigaciones forenses.

**Derick Schoeman** Los drones son útiles porque permiten tener una tasa de productividad mayor en comparación con el tiempo que emplearía una persona en recorrer un área; por ejemplo, para una extensión de 60 kilómetros cuadrados, tomaría años investigar a pie un área de ese tamaño y necesitaría obtener primero algunas imágenes por vía satelital, después desde un avión tripulado y finalmente con ayuda de drones o aeronaves no tripuladas.

Aunque el trabajo que durante años se hace a pie podría realizarse en uno o dos días por medio de una aeronave, lo que realmente importa es la resolución de las imágenes que puedes obtener. Un dron es capaz de recopilar imágenes con la resolución de un subcentímetro, lo que podría permitir, por ejemplo, ver algo tan pequeño como una caja de cerillos, pero además es mucho más económico que un satélite o un avión tripulado. Los drones también pueden cargar varios instrumentos, con los cuales se puede hacer fotogrametría, usar LiDAR y realizar escaneos térmicos simultáneamente, y a su vez permiten alcanzar espacios de búsqueda donde no es posible acceder a pie, como áreas montañosas, pantanosas o con una densa vegetación. Básicamente, los drones ayudan a que las investigaciones sean más eficientes y menos costosas, pues permiten además acotar el número de áreas a las cuales se envía a los investigadores de campo.

**EAAF** En el Encuentro,<sup>1</sup> usted presentó “El empleo de drones en las aplicaciones de percepción remota”, en el cual abordó los diferentes tipos de drones, ¿nos podría explicar cuáles son las ventajas y desventajas de cada tipo?

**DS** Existen tres diferentes tipos de drones: de ala fija, multirrotor y de un solo rotor. Los drones de ala fija son similares a los aeroplanos y no tienen alas giratorias; son más eficientes que los drones con rotor porque son mucho más productivos. Sin embargo, un dron de ala fija tiene una velocidad de pérdida, por lo que, dependiendo del peso de su carga, tiene que volar a cierta velocidad para mantenerse en el aire y no caer. Además, la necesidad de volarlos a una cierta velocidad implica también que deban volarse a más altura, por lo que se obtiene una resolución más baja que la que se puede obtener con los drones con rotor. Es importante señalar que este tipo de drones pueden ser difíciles de operar, ya que no se pueden quedar suspendidos en el aire y aterrizarlos lentamente, sino que deben entrar en un ángulo de aterrizaje, aterrizar en una pista y tener en consideración una serie de factores. Debido a que sus índices de producción son más altos, es recomendable usar los drones de ala fija para cubrir grandes áreas.

Por su parte, los drones multirrotor son mucho más económicos y más fáciles de operar que los drones con ala fija. Son idóneos para realizar investigaciones que requieren de un grado alto de detalle, ya que se pueden mantener suspendidos en un lugar fijo y tomar fotografías o recopilar otro tipo de datos. Pero debemos considerar que generalmente los drones multirrotor se operan con baterías y tienen un tiempo de vuelo de 30 a 40 minutos, algo reducido si lo comparamos con los drones de ala fija, que ofrecen más horas de tiempo de vuelo.



**Foto 1.** Tres tipos de drones: de ala fija, multirrotor y de un solo rotor (Fotos: Derick Schoeman).

<sup>1</sup> Se refiere al Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, que se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019, en la Ciudad de México.

Y los drones de un solo rotor, como los helicópteros, pueden planear y volar bastante rápido. Son eficientes y útiles porque pueden cubrir áreas extensas, llevar un peso de carga aceptable y volar por aproximadamente tres horas. Además, son fáciles de operar y se pueden suspender y aterrizar verticalmente, algo que no puede hacer un dron con ala fija. Los drones de un solo rotor pueden utilizar gasolina o gas, en contraposición de los drones multirrotor, que no pueden volar con gas.

#### **EAAF** ¿Cómo planear un vuelo y los programas que ayudan a hacer eso?

**DS** El *software* australiano Mission Planner es de fuente abierta (*software* libre), por lo que se puede descargar y ajustar de acuerdo con las necesidades de vuelos automatizados. El *software* aprovecha los instrumentos del dron, mantiene el dron a flote, lee su velocidad de pérdida y lo vuela hacia los puntos designados por el usuario, a cierta velocidad y altura. Litchi es un *software* de fuente cerrada, usado por drones chinos como el Phantom. Al usar este *software*, no se pueden añadir otros instrumentos o hacer que el dron realice otros trabajos. Por ejemplo, con Mission Planner, es posible programar el dron para que tome una foto con una cámara cada dos segundos, mientras que un *software* de fuente cerrada, como Litchi, no ofrece esos ajustes. La ventaja de Litchi es que es fantástico y se puede integrar con *software* de terceros.

**EAAF** Durante su presentación, usted también expuso cómo se puede usar la fotogrametría y la multiespectrometría para detectar fosas. Empecemos con la multiespectrometría.

**DS** Todo emite radiación electromagnética en un rango de longitudes de onda y frecuencias. Este rango se llama espectro electromagnético. La luz es una forma de radiación electromagnética. Los seres humanos solo pueden ver la luz visible, que es una pequeña parte del espectro, mientras que otros animales pueden ver el resto del espectro, como luz ultravioleta y la infrarroja. Los humanos interpretan la luz visible con colores diferentes: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta (ROYGBV, por las siglas de esos colores en inglés).

La multiespectrometría es extremadamente útil, ya que permite ver partes del espectro electromagnético que el ojo humano no puede ver; sin embargo, se necesita usar un “traductor” para poder visualizarlo. Por ejemplo, si se tiene una imagen térmica, no se puede ver a simple vista, sino que se debe utilizar un *software* que establezca el “negro” como la temperatura más fría y el “blanco” como la temperatura más caliente. Entonces, todos los datos entre esas temperaturas será una mezcla de negro y blanco, y el *software* formará una “imagen traducida” a través de la cual se puede ver la radiación infrarroja en la imagen. También diversos elementos reflejan longitudes de onda diferentes, de manera que podemos usar la multiespectrometría para detectar la vegetación y los minerales.

**EAAF** ¿Qué es la fotogrametría y cómo se diferencia de la multispectrometría?

**DS** La fotogrametría es una técnica en la que la cámara montada en un dron toma miles de fotografías superpuestas de un objeto. Estas fotos deben superponerse hacia delante y hacia los lados. Normalmente, se superponen al 100 por ciento para que se pueda ver cualquier objeto en seis fotos diferentes que tome el dron. Eso posibilita hacer cálculos fantásticos de la posición, el ángulo y la dirección del dron en el momento en el que tomó la fotografía. Con la fotogrametría se puede usar un *software* para fragmentar las fotos en miles de pequeñas piezas, utilizar un algoritmo para buscar una pieza específica de un objeto en una fotografía e identificar qué imagen tiene el mejor enfoque. El *software* une todas estas pequeñas piezas para generar un ortomosaico, seleccionando las mejores fracciones de cada una de las fotografías que el dron tomó.

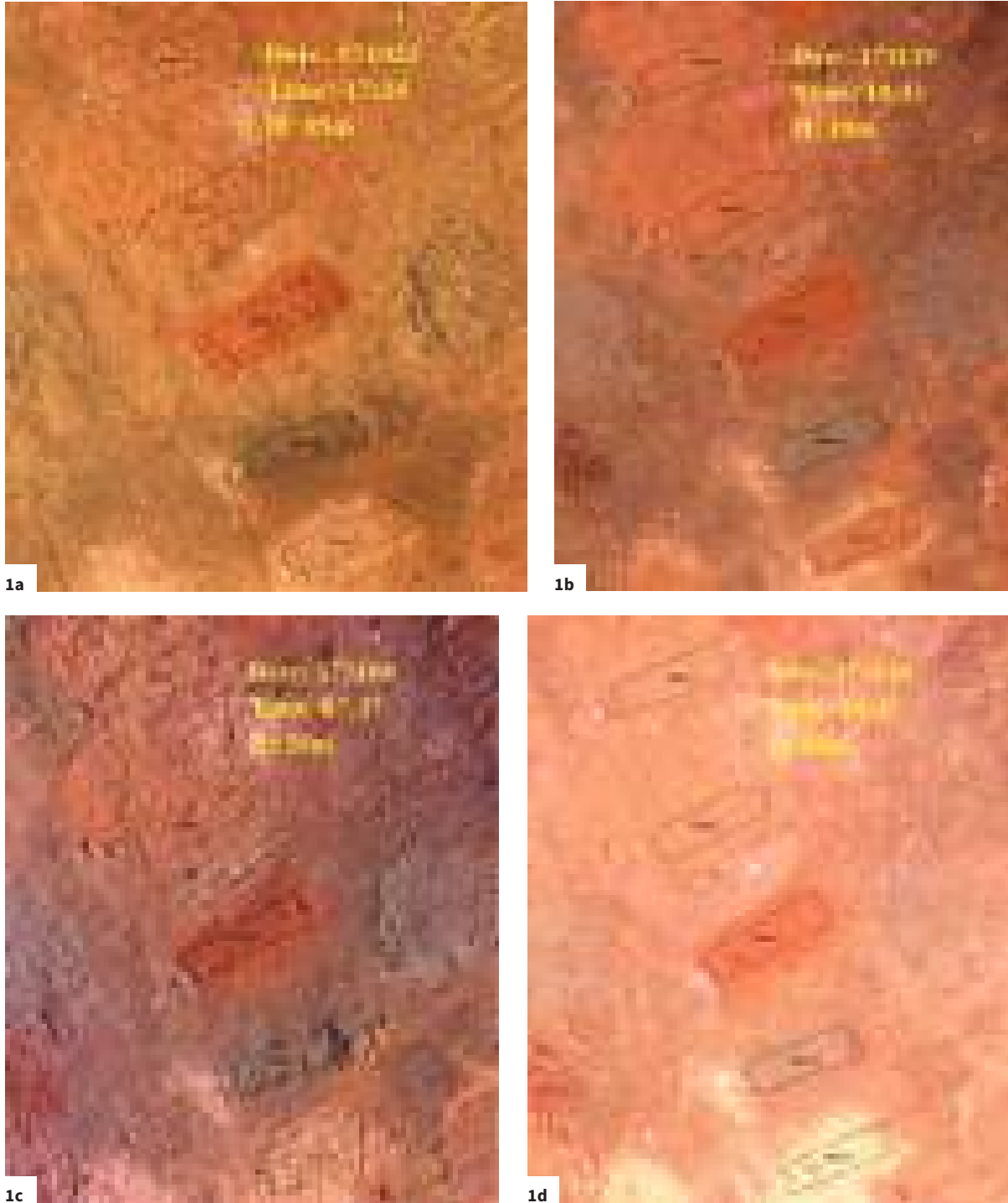
**EAAF** Vamos a adentrarnos en el tema de la búsqueda. Esta publicación reúne a varios investigadores que tienen el mismo objetivo: detectar fosas clandestinas a través de la detección de cambios en diferentes variables. En 2017, como consultor de la Unidad de Búsqueda Forense y Análisis de Contexto del EAAF, usted realizó pruebas en Sudáfrica para evaluar si las tecnologías de percepción remota se podrían usar para detectar fosas clandestinas, ¿nos puede compartir un resumen de esa investigación?

**DS** En 2017, en un sitio de prueba experimental en Sudáfrica, excavamos cinco fosas con una máquina retroexcavadora, después de despejar el sitio de una vegetación densa que lo cubría. Una fosa se dejó vacía como control (Fosa 1). En las restantes se inhumaron facóqueros —mamíferos similares al jabalí— de diferente peso (Fosa 2, Fosa 3, Fosa 4 y Fosa 5). Llenamos la Fosa 1 y la Fosa 2 con la tierra original, la cual tenía un alto contenido en arcilla; la Fosa 3, con tierra de la superficie, que tenía arcilla y un bajo contenido en hierro; la Fosa 4, con composta, tierra con alto contenido orgánico, y la Fosa 5, con una mezcla de arena y arcilla.

Realizamos escaneos térmicos, usamos la fotogrametría y, por medio de instrumentos de suelo, analizamos seis parámetros diferentes de la tierra, incluyendo temperatura, humedad, pH, salinidad, conductividad y sólidos totales disueltos para ver dónde podríamos detectar la tierra alterada de las fosas y/o la descomposición de los facóqueros. Como resultado, era importante observar la Fosa 1 cada vez que intentamos medir y distinguir cambios; esta fosa fue especialmente útil porque también fue descubierta en los escaneos que detectaron las fosas con facóqueros.

Lo que este estudio buscaba era escanear un área para localizar fosas clandestinas. En ese caso, lo primero que debemos observar son alteraciones que serán recopiladas con una imagen térmica. Después, necesitaremos saber si alguien acaba de excavar un foso para echar su basura dentro o enterró algo ahí, de manera que el segundo escaneo será multispectral. Posteriormente, buscaremos ciertos elementos originados por el proceso de descomposición; por ejemplo, cualquier elemento que cambie la salinidad de la tierra

involucra un ácido, lo cual normalmente tiene que ver con el nitrógeno. Si se detecta una concentración de nitrógeno más alta que la tierra circundante, significa que posiblemente está teniendo lugar una descomposición. Los cuerpos liberan una gran cantidad de nitrógeno durante la descomposición. En ese punto, todavía no se sabe lo que ha sido enterrado



**Figura 1.** Cuatro orto-imágenes captadas por un dron, en las cuales se puede ver cómo impacta la altura de un dron y el grado de detalle: *1a.* tomada a una altura de 5 metros (23 de octubre de 2017, a las 17:34 horas); *1b.* a una altura de 10 metros (29 de noviembre de 2017, a las 10:33 horas); *1c.* a una altura de 20 metros (8 de noviembre de 2017, a las 7:37 horas), y *1d.* a una altura de 50 metros (16 de noviembre de 2017, a las 10:42 horas) (Elaborada por Derick Schoeman).

ahí, pero si se detecta *a priori* una alteración en cierto lugar y después una concentración de nitrógeno alta, se puede enviar a los investigadores de campo para que determinen qué sucede. Desafortunadamente, nunca hemos llegado tan lejos, así que el siguiente paso podría ser la adquisición de una cámara multiespectral.

#### **EAAF** ¿Qué encontró en los escaneos térmicos?

**DS** Todas las fosas se detectaron por medio de escaneos térmicos. Los escaneos no detectaron la descomposición en la tierra, sino únicamente la alteración en el suelo. Estas alteraciones modificaron la densidad, aumentaron la humedad y cambiaron la temperatura de la tierra. Esto se detectó la primera noche mediante los escaneos térmicos. También se veían claramente en las ortoimágenes. Posteriormente, como la vegetación volvió a crecer, las alteraciones no se podían ver a simple vista, aunque todavía se podían detectar por medio de escaneos térmicos. Otro cambio interesante que detectamos con este método fue la presencia de pequeños agujeros del tamaño similar al de una lata, que los animales habían excavado para llegar a la carne del facóquero.

#### **EAAF** ¿Qué cambios hallaron en la tierra?, ¿qué observó en sus muestras de tierra?

**DS** Detectamos descomposición en el suelo con instrumentos instalados en tierra, en vez de hacerlo por medio de drones. Ciertas variables, como la salinidad, cambiaron. Los resultados que íbamos obteniendo, siempre los comparamos con la fosa vacía para ver si las diferencias se producían por la alteración de la tierra o por el proceso de descomposición. En muchas de las diferencias observadas, nos dimos cuenta que estábamos detectando descomposición.

**EAAF** Eso es similar a lo que menciona Amy Mundorff.<sup>2</sup> Ella dice que a partir de sus investigaciones en las fosas de Tennessee y Texas, el nitrógeno parece ser uno de los indicadores más promisorios. ¿Qué nos puede decir sobre los cambios en la superficie?, ¿cuándo se empezaron a ver los cambios?

**DS** Después de un mes o dos notamos que la superficie empezó a cambiar y mostraba hendiduras. La tierra empezó a colapsar en el espacio que solía ocupar el animal, de manera que el volumen de los facóqueros eran básicamente las hendiduras en la tierra.

#### **EAAF** ¿Qué observó con respecto a la humedad?

**DS** Fue muy interesante, teníamos muy distintas lecturas de humedad. Primero, las cinco fosas presentaron más contenido de humedad que la que había en la tierra natural o sin perturbación. En la Fosa 3, donde había tierra arcillosa, se presentó mayor contenido de humedad. Nuevamente, una vez que el suelo fue alterado, la cantidad de humedad aumentó en la tierra menos densa, lo que produjo una lectura térmica diferente. De esta

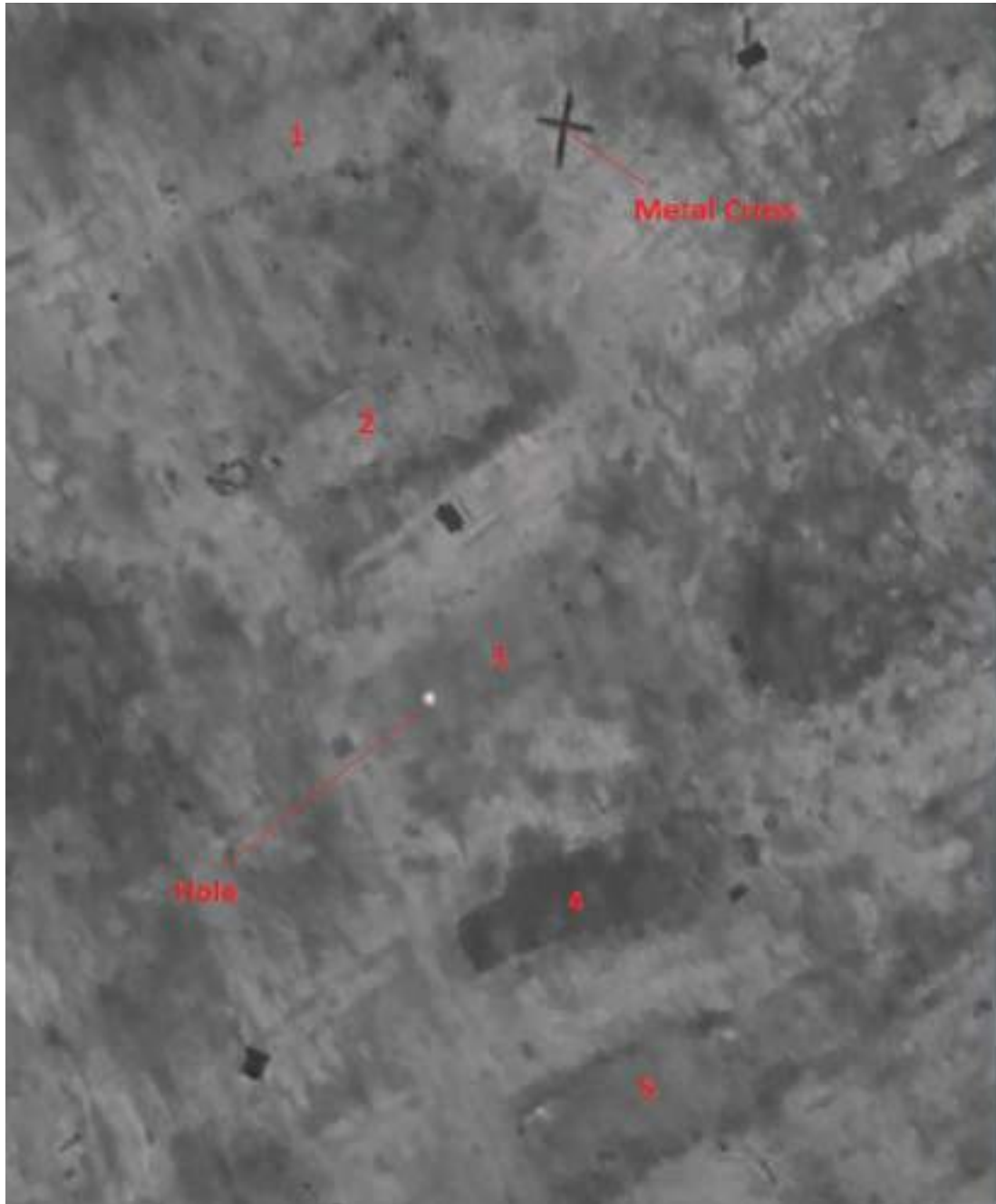
<sup>2</sup> Véase su entrevista en esta misma publicación.



manera, cada tipo de tierra tuvo diferentes niveles de retención de humedad; por ejemplo, se observó que la arcilla era diferente que la arena.

**EAAF** ¿Qué notó en cuanto al pH?

**DS** Para los diferentes tipos de tierra tuvimos una lectura de pH distinto, salvo para la Fosa 1, que era la que no tenía ningún animal inhumado. Las fosas con facóqueros siempre tenían una lectura de salinidad, pH y conductividad contraria a las lecturas de la fosa vacía.



**Figura 2.** Imagen térmica de las fosas 1, 2, 3, 4 y 5, tomada el 5 de enero de 2018. En esta imagen, las firmas negras significan temperaturas frías; mientras que las blancas, temperaturas calientes (Elaborada por Derick Schoeman).

**EAAF** ¿Nos puede explicar un poco sobre lo qué es la conductividad?

**DS** La conductividad es básicamente la capacidad de transferir electricidad. Tomamos una lectura de conductividad porque, entre más ácida es la tierra, mejor transfiere la electricidad. Por la descomposición, la tierra se volvió más ácida, lo que significa que la conductividad aumentó, por lo tanto, esta siempre fue un indicio de que se estaba produciendo la descomposición.

**EAAF** ¿Cuáles fueron sus principales conclusiones? ¿Cuál cree que era el método más prometedor, en términos de su capacidad de visualizar y encontrar fosas?

**DS** Si usted me dijera: “Mire, tengo esta área sospechosa, es así de grande y estoy buscando fosas clandestinas”, yo enviaría un dron y tomaría fotografías aéreas para visualizar aquello que pueda verse a simple vista. Después, haría un escaneo térmico. Posteriormente, haría un escaneo multiespectral y buscaría nitrógeno e hidrógeno, si supiera en qué espectro me debería de fijar. Debido a que todos los elementos reflejan diferentes longitudes de onda, es posible detectar esos elementos.

**EAAF** Parece ser que algunos de los métodos que usted mencionó, como la fotografía aérea y la multiespectrometría, siempre es necesario hacerlos. Pero para los escaneos térmicos, ¿se verán más afectados por el paso del tiempo?

**DS** No, no realmente. Cuando yo trabajaba en Kosovo aprendí que, después de que alguien altera algo, la densidad nunca vuelve a ser la misma; incluso hoy día, en campos minados antiguos, se puede observar que existe un mayor contenido de humedad por las diferencias en la densidad. Y después de 20 años, la diferencia sigue ahí. Yo no sé si podremos verlo en nuestro estudio, el cual ya tiene dos años, pero apuesto a que en cinco años todavía podremos detectar alteraciones de la tierra, esto si la vegetación no cubre el sitio completamente.

# Aplicación de métodos geofísicos en las ciencias forenses

## Entrevista con Santiago Perdomo

**Santiago Perdomo** es doctor en Geofísica, especializado en la programación y adquisición de datos de campo, operación de instrumental geofísico, procesamiento e interpretación de resultados. Trabaja con el Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina. Ha colaborado en distintas investigaciones, relacionándose con disciplinas como la Hidrogeología, Minería, Ciencias ambientales, Ingeniería, Agronomía, Antropología y Arqueología. Es profesor de la Universidad Nacional de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, y desde 2017 colabora con el Equipo Argentino de Antropología Forense como consultor externo en la aplicación de métodos geofísicos en diversas investigaciones forenses. En esta entrevista describe cinco de los métodos geofísicos que se aplican a la búsqueda de fosas clandestinas, así como las ventajas y limitaciones que ofrecen cada uno de ellos.

### **EAAF** ¿Cuál es el objetivo general de los métodos geofísicos?

**Santiago Perdomo** Los métodos geofísicos comprenden el estudio de las características físicas del subsuelo, a través de instrumentos que se utilizan desde la superficie. Estos instrumentos se utilizan para determinar propiedades de los materiales que componen el subsuelo, entre ellas la resistividad o conductividad eléctrica, la velocidad de propagación de una onda sísmica o electromagnética, el magnetismo, la densidad, entre otras.

Los métodos geofísicos son complementarios, pues contribuyen a encontrar sitios donde se haya producido algún tipo de perturbación de las condiciones naturales del suelo. Estas perturbaciones pueden corresponder a muchas causas, desde el simple hecho de realizar un pozo y volverlo a cubrir, hasta la existencia de una fosa clandestina. Estas perturbaciones generan alteraciones en la disposición natural de los materiales del subsuelo, que se pueden identificar con métodos geofísicos, debido a que modifican alguna propiedad física, como la conducción eléctrica, la velocidad de propagación de una onda de presión o la respuesta a una señal electromagnética. Se clasifican como métodos indirectos, porque aunque muchas veces no es posible identificar la causa que produjo la alteración en el subsuelo, permiten encontrar lugares que a simple vista pueden parecer estériles o simplemente “naturales”.

### **EAAF** ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas a la hora de aplicarlos a las ciencias forenses?

**SP** Las ventajas de aplicar métodos geofísicos en investigaciones forenses son que permiten cubrir grandes extensiones de terreno en poco tiempo, en comparación con métodos

tradicionales de exploración arqueológica-forense, como por ejemplo la prospección a pie, la excavación de pozos de sondeos, trincheras, entre otros. Aunque el costo de los instrumentos para hacer geofísica sea alto, un estudio de prospección geofísica tiene un costo relativamente bajo comparado, por ejemplo, con una intervención realizada con una máquina retroexcavadora. Algunos de estos métodos permiten realizar una exploración de mucho detalle y hacen posible encontrar objetos que tengan un tamaño de pocos centímetros y se encuentren enterrados a profundidad.

En general, los científicos forenses estudian situaciones que producen huellas, firmas o perturbaciones que deberían ser detectadas con el método geofísico adecuado. La presencia de objetos metálicos a poca profundidad o la construcción de una fosa clandestina o los enterramientos, producen una modificación de las condiciones naturales del subsuelo. Para detectarlas, es fundamental la experiencia del geofísico de campo, del intérprete, pero también de la información que los llevó a estudiar un determinado lugar, de una determinada forma. ¿Cómo buscarían una pelota de fútbol en un parque?, ¿y una pelota de golf?, ¿y una moneda? Para saber cómo buscar hay que saber qué se está buscando. En cada situación es necesario definir una escala de trabajo, una cuadrícula y el nivel de detalle necesario para ser eficientes con el tiempo de trabajo, pero también para conseguir buenos resultados. Por ejemplo, si se desea encontrar algo enterrado con un tamaño de cinco metros de diámetro y lo buscamos caminando en línea recta con separaciones de 10 metros, existe la posibilidad de que no pasemos por encima de él; en cambio, si lo buscamos cada dos metros, las probabilidades de encontrarlo son mayores.

Otra ventaja de los métodos geofísicos es que permiten acotar los posibles lugares de búsqueda, por lo que ayudan a optimizar recursos en la aplicación de otras disciplinas para enfocar tiempo y esfuerzo en los sitios adecuados o más probables.

Por otro lado, la principal desventaja es que, como se trata de métodos indirectos, no se mide directamente lo que se está buscando, sino que se determinan una o varias propiedades físicas, y luego se infieren las posibles causas que las producen.

Otra desventaja o limitación es que lo que se está buscando debe producir un contraste en una propiedad física, para lo cual es necesario conocer el objeto de estudio y contar con los instrumentos adecuados. Por ejemplo, un bloque de madera, ladrillo o cemento podría presentar la misma respuesta eléctrica que una caja vacía enterrada. O incluso hacer un pozo y volverlo a tapar genera una perturbación que sería detectada con casi todas las herramientas geofísicas.

Es común escuchar o leer acerca de los “falsos positivos” en la interpretación de los resultados geofísicos, y esto se señala como una desventaja; sin embargo, hay que aclarar que en algunos casos las anomalías detectadas con la técnica geofísica no han sido de interés para la investigación forense. Las anomalías geofísicas existen y las causas pueden ser muchas; no todas tienen que estar vinculadas a la investigación forense.

**EAAF** ¿Qué métodos geofísicos se podrían aplicar en la búsqueda de fosas clandestinas y qué resultados o aportes podrían hacer cada uno de ellos?

**SP** Existen cinco métodos que se utilizan mucho en la búsqueda de fosas clandestinas, pero no son los únicos; lo mejor es combinarlos para sobrellevar las limitaciones de cada uno.

Los métodos geofísicos son sensibles a diferentes propiedades del suelo; en determinadas condiciones, un método puede ser muy efectivo y conseguir muy buenos resultados, pero cuando se cambia el sitio de estudio tal vez no aporte nada significativo.

Cada método tiene limitaciones en cuanto a los ambientes donde se puede utilizar (vegetación, clima, condición topográfica) y la infraestructura que exista en el sitio (construcciones, cañerías, líneas de corriente eléctrica). En general, es necesario realizar estudios de mucho detalle, por ello es fundamental el trabajo previo de la investigación forense en cuanto al análisis de antecedentes y testimonios, para poder aplicar el método más apropiado en el lugar correcto.

1. El método sísmico es ampliamente utilizado en exploraciones petroleras, terrestres y marinas. Consiste en generar una onda de presión en el suelo, que puede ser un golpe, una vibración o una explosión controlada, y estudiar cómo viajan las ondas que se generan a través de los materiales que componen el suelo. En el caso de las investigaciones forenses, la profundidad de exploración es de pocos metros, entonces se utiliza la misma metodología, pero a una escala más pequeña. La fuente sísmica puede ser simplemente un martillo de unos 10 o 20 kilos, con el que se golpea una placa apoyada en el suelo. La onda de presión que se genera viaja por el suelo y muestra cuando encuentra una diferencia de velocidad, por ejemplo, en un material diferente. En condiciones naturales, puede atribuirse a un subsuelo más compacto o a un cambio en los materiales del subsuelo, como un cambio de arena a arcilla. Los resultados pueden mostrarse en forma de perfil de velocidades y se utilizan para determinar zonas que han sido rellenadas o en donde se pudo haber realizado una excavación y un posterior relleno. El material que se utilizó para rellenar una zona va a mostrar una velocidad de propagación distinta a las zonas circundantes que no tiene esos materiales.

2. Otro método es el de microgravimetría. Las diferencias de la densidad de los materiales pueden ser detectadas con gravímetros de alta sensibilidad. Son instrumentos muy sensibles a los movimientos, por lo que no se pueden utilizar en zonas urbanas o con mucho tráfico; funcionan como una balanza de muchísima precisión. Una balanza común indica el mismo valor de peso para una persona si se utiliza en la planta baja de un edificio o en el décimo piso, pero en realidad, el peso de las cosas cambia a medida que nos alejamos de la superficie de la Tierra. La masa (volumen y densidad) de la persona no cambia, pero sí la distancia al cuerpo que ejerce atracción, que es el planeta Tierra. Los errores en la determinación de una posición topográfica de algunos centímetros pueden generar lecturas de

gravedad que sean interpretadas de manera errónea. Por esta razón, la dinámica de trabajo de campo tiene que ser planificada con mucho cuidado, principalmente porque se necesita conocer las diferencias de altura en cada lugar donde se va a medir. Las mediciones con el gravímetro se realizan de manera puntual y cada uno de esos puntos o estaciones, deben tener una altura topográfica asignada con precisión. Si se realiza un estudio de microgravimetría en una zona con una pequeña loma natural y no se conocen las alturas relativas de cada estación, las mediciones indicarán anomalías que pueden ser interpretadas como de interés. Este método se utiliza principalmente para detectar cavidades tanto en suelo natural, como por debajo de pisos y losas.

3. El método eléctrico consiste en hacer circular una corriente eléctrica continua en el terreno a través de electrodos (varillas o estacas de metal) y estudiar cómo se produce la conducción de esa corriente en el subsuelo. En general, los materiales que componen el subsuelo son aislantes; es decir, que no son buenos conductores de corriente eléctrica, por esta razón la propiedad que se mide con este método se denominada resistividad, que es la dificultad que presenta un material para conducir corriente. También se puede hablar de conductividad, que es la facilidad que presenta un material en conducir corriente. Una es la inversa de la otra; es decir, que si un material de alta (o baja) resistividad presenta baja (o alta) conductividad, y a la inversa. El trabajo de campo consiste en obtener valores de resistividad a partir de hacer circular una corriente continua por dos electrodos y medir el efecto que se produce entre otros dos electrodos diferentes.

Hay una metodología de trabajo que consiste en realizar mediciones en forma de perfiles 2D, la cual permite conocer cómo es la conducción eléctrica en el subsuelo en profundidad y en una determinada dirección. Una analogía de esto es imaginar que se pudiera ver el subsuelo como quien corta una porción de un pastel. En lugar de ver la composición (crema, fruta, masa), al utilizar esta metodología vamos a poder ver cómo se conduce la corriente en las diferentes partes que lo componen. Para esto se utilizan decenas de electrodos clavados en la superficie del terreno siguiendo una dirección, se conectan de manera simultánea y se registran diferentes combinaciones de electrodos emisores y receptores de la señal eléctrica, y así se obtiene una imagen similar a un corte del subsuelo.

4. Por su parte, el método de inducción electromagnética permite una rápida determinación de la conductividad del subsuelo, sin necesidad de establecer contactos en la tierra, como en el caso del método eléctrico de corriente continua. Para este método se mide la conductividad porque los instrumentos que se utilizan son más sensibles a materiales que son buenos conductores de corriente. La medición de la conductividad se estima a partir de la señal electromagnética que genera un transmisor de campo magnético, mientras un receptor mide el campo magnético inducido en el suelo. La relación entre la señal que se emite al suelo (y este al subsuelo) y la que se recibe, es indicativa o proporcional a la conductividad.



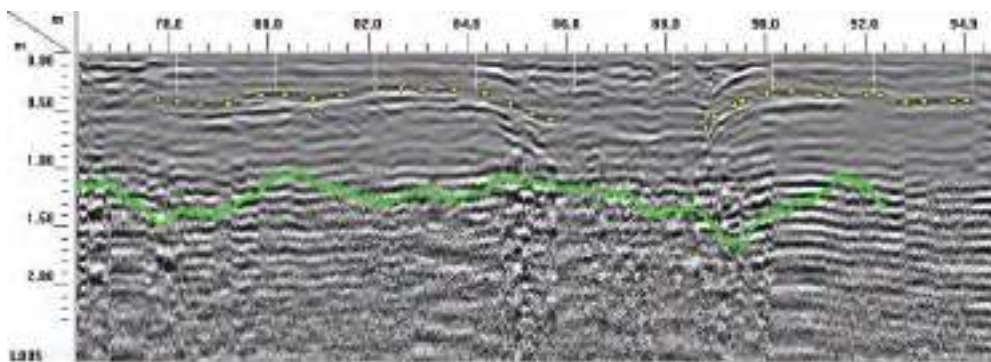


**Foto 1.** Uso del georadar en el campo. Este método electromagnético utiliza ondas con altas frecuencias para detectar cambios en las propiedades eléctricas del subsuelo. La cortadora de pasto envía un pulso electromagnético y recibe los rebotes de esa señal del subsuelo, y dichos rebotes producen una imagen llamada radargramas (Foto: Santiago Perdomo).

Existen diferentes tipos de instrumentos electromagnéticos, pero su característica más importante es la profundidad final de exploración. Esta depende principalmente de la distancia y el tamaño de los sensores; a mayor distancia y tamaño, mayor profundidad final, y a mayor profundidad de exploración, hay una menor resolución; es decir, se podrán resolver contrastes con menor detalle. Este método se utiliza para explorar áreas determinadas y señalar posibles lugares donde pudiera haber existido algún tipo de intervención que generara una modificación del suelo natural. Se generan mapas de conductividad eléctrica a diferentes profundidades y en pocas horas de trabajo se pueden cubrir grandes extensiones (10,000 m<sup>2</sup> o un terreno de 100 metros por 100 metros al día, aproximadamente).

El GPR (*Ground Penetrating Radar / georadar*) es un caso particular de un método electromagnético que utiliza ondas con altas frecuencias (10 MHz a 4 GHz) para detectar cambios en las propiedades eléctricas del subsuelo. Está compuesto por dos componentes principales: una unidad que emite energía y una o varias antenas que reciben la respuesta del subsuelo. Los GPR de altas frecuencias tienen baja penetración en el suelo, pero pueden detectar objetos o contrastes pequeños (alta resolución). Por el contrario, los GPR de frecuencias más bajas alcanzan mayor profundidad de exploración, pero detectan objetos o contrastes más grandes (baja resolución).

Si la señal que se emite desde un GPR encuentra un objeto enterrado que tenga un contraste con el material que lo rodea, parte de esa señal volverá a la superficie. El GPR produce un tipo de imagen particular llamada radargrama que se parece a una radiografía del



**Figura 1.** Este radargrama muestra cómo se vería una excavación que fue rellena nuevamente. El eje vertical indica profundidad y el horizontal, distancia, ambos en metros. En superficie no había evidencias, pero en la imagen se observa una discontinuidad (Elaborada por Santiago Perdomo).

subsuelo; sin embargo, solo muestra las zonas con diferente comportamiento eléctrico, como puede ser infraestructura enterrada (cañerías, cables, escombros), la cual debe presentar un marcado contraste eléctrico con el subsuelo. En general, los objetos enterrados producen una respuesta que en los radargramas tienen una forma de hipérbola que se asemeja muy poco a la forma real del objeto que está enterrado, lo cual muchas veces lleva a una mala interpretación de los resultados.

La principal limitación de este método es que su efectividad depende de los contrastes de conductividad del subsuelo, siendo los suelos conductivos, como el arcilloso, los de menor resolución, e incluso el método no es efectivo en ambientes de mucha humedad o zonas anegadas como ciénagas o pantanos. Otra limitación importante es que el contacto de las antenas con el suelo debe ser óptimo; por esta razón, su aplicación en superficies llanas y parejas es donde se obtienen los mejores resultados; por ejemplo, sobre pisos de hormigón o cemento. Para aplicarlo en el exterior, será necesario acondicionar previamente el área de estudio, haciendo una limpieza o remoción de la vegetación superficial para su correcta utilización. La aplicación de tecnología de GPR nos permite explorar grandes extensiones en un corto periodo de tiempo, y no deja rastros ni modificaciones en el terreno.

**EAAF** ¿Podría explicarnos algunos resultados que haya obtenido con estas tecnologías, de alguna de las investigaciones que haya hecho y que puedan ayudar a entender estas tecnologías y sus resultados?

**SP** La metodología que hemos aplicado con el EAAF en diferentes sitios de Argentina y Uruguay, es utilizar el georradar para explorar lugares con piso de concreto, que en general están asociados a construcciones o interiores de edificios cerrados, pero también en exteriores donde el suelo está muy bien compactado, como en plazas o estacionamientos, donde la vegetación no sea abundante. De manera complementaria, utilizamos una sonda electromagnética para explorar sitios al aire libre, lo cual permite detectar cambios en la conductividad eléctrica del subsuelo hasta una profundidad aproximada de cinco metros.



**Foto 2.** Uso de un método electromagnético en el campo, que tiene una barra con bobinas de cable en el interior. El cable da corriente a una determinada frecuencia y circula por el suelo y recibe señal desde el otro lado. La proporción de la señal que emite y que recibe es proporcional a la conductividad eléctrica del suelo (Foto: Santiago Perdomo).

El GPR nos permitió identificar perturbaciones en el contrapiso de habitaciones que a simple vista no eran objeto de estudio, luego en una etapa posterior todas las anomalías fueron investigadas a través de una excavación y se encontraron diferentes objetos, como mallas de hierro utilizadas como refuerzos para el piso, acumulación de ladrillos y piedras en lugares puntuales e incluso zonas con exceso de cemento en el suelo natural.

La exploración con la sonda electromagnética nos ha permitido señalar anomalías que luego fueron intervenidas con un método intrusivo, como cateos manuales o excavaciones con retroexcavadora. Estas anomalías tuvieron una altísima tasa de éxito, puesto que se encontró la causa que la producía y en muchos casos no se conocía con anterioridad. Se encontraron estructuras y cimientos asociados a construcciones antiguas que no eran mencionadas en los antecedentes, o cañerías de desagüe que no habían sido reportadas en los planos constructivos de los sitios.

Aunque para las expectativas de los familiares, el resultado no fue el esperado, para la causa judicial resultó un aporte significativo, dado que permitió dirigir la investigación hacia otros sitios de interés e incluso reducir las áreas y los tiempos de búsqueda.

**EAAF** La aplicación de estas tecnologías requiere de un análisis de contexto, ¿qué sería necesario considerar en los momentos previos a las labores de campo y aplicación de estas tecnologías?

**SP** El análisis de contexto es fundamental en la primera etapa de una investigación forense. Es necesario checar y corroborar los testimonios de sobrevivientes, testigos y otras personas que puedan aportar información sobre los hechos; recopilar y analizar planos, mapas, fotografías antecedentes, y todo tipo de información que contribuya a reducir el área de búsqueda.

En una siguiente etapa se debe evaluar cuáles serían las metodologías más apropiadas para comenzar la búsqueda, considerando el tamaño del área a relevar, el tiempo y los recursos disponibles, y si se decide utilizar técnicas intrusivas o indirectas, como las geofísicas.

Es necesario aclarar que los métodos geofísicos no son una herramienta indispensable, sino que en determinadas circunstancias pueden aportar y complementar una investigación; por ejemplo, cuando se busca en interiores de edificios es más eficiente explorar primero con GPR y luego excavar los lugares anómalos.

Si se decide continuar con un método geofísico, es necesario conocer las características geológicas del sitio, tipo de suelo e incluso las construcciones o instalaciones que existen en el lugar: alambrados, líneas de corriente, cañerías, y se debe evaluar si lo que se está intentando encontrar podría haber modificado una propiedad física del suelo y entonces elegir el método geofísico más apropiado. Para esto es fundamental la comunicación entre el equipo interdisciplinario, y poder inferir si lo que se está buscando difiere del entorno natural, y qué contraste podría producir. En la mayoría de los casos se da una modificación del suelo solo por el hecho de haber producido una acción, ya sea cavar un pozo o realizar un incendio, por ejemplo, y esta modificación es lo que se puede determinar con la geofísica.

**EAAF** Una de las tecnologías que se ha vendido como “la detectora de huesos” es el georradar, ¿en qué consiste y qué puede aportar realmente a la búsqueda de fosas?, ¿en qué terrenos sería más propicia su aplicación y en cuáles los resultados podrían no ser tan precisos?

**SP** El georradar es un instrumento que emite al suelo una señal electromagnética en un determinado espectro de frecuencias, y recibe la respuesta que se refleja en sitios donde existe un contraste de conductividad o permitividad eléctrica.

Un objeto metálico refleja por completo la energía que les llega, así que en rigor el GPR es muy buen detector de metales; sin embargo, también es sensible a otros objetos que tengan una conductividad eléctrica diferente a la del entorno, la intensidad de la señal que



reflejen estos objetos dependerá de esta diferencia. Por ello, un mismo objeto no producirá la misma señal si está enterrado en un suelo arcilloso o en uno arenoso.

Los GPR utilizan antenas que emiten en un determinado rango de frecuencias, y se debe elegir la antena más apropiada para la situación que se quiere resolver. Las altas frecuencias tienen una baja penetración en el suelo (menos de 30 centímetros, por ejemplo), pero una altísima resolución (es posible encontrar objetos tan pequeños como una moneda); por el contrario, las antenas de baja frecuencia tienen mayor penetración (10 metros), pero menor resolución. Además, la profundidad de exploración está fuertemente condicionada por el tipo de suelo, las mejores condiciones para el uso del GPR se dan en suelos secos y arenosos. Por ello, el análisis de contexto es clave para elegir el tipo de antena que se debe utilizar en cada caso.

Respecto a la búsqueda de fosas, otro de los factores que se debe considerar, además de los anteriores, es la geometría que se espera encontrar, principalmente el tamaño y la profundidad, pero también se debe considerar si en ese lugar podría haber otros objetos enterrados además de los restos humanos, como pueden ser objetos metálicos, restos de mampostería, bolsas plásticas o residuos en general. En esos casos, la búsqueda podría tener mayor probabilidad de éxito debido a que esos materiales u objetos presentan mayor contraste de sus propiedades físicas con el entorno respecto al contraste que pudieran presentar los restos humanos en sí mismos. Vale la pena recordar que la exploración con GPR resultará en la demarcación de sitios a intervenir, para acotar el área y tiempo de búsqueda.

Podría ocurrir que el método más apropiado por cuestiones logísticas, de tiempo y espacio, fuera la intervención o excavación directa, en este caso no tendría sentido utilizar el GPR, esto debe surgir del análisis de contexto y del trabajo interdisciplinario entre los científicos forenses, los familiares, los fiscales y jueces.

**EAAF** Considerando el contexto mexicano y que en muchos casos son los familiares quienes están buscando las fosas con sus propias manos, ¿qué consejo les darías respecto a las nuevas tecnologías y qué debería tenerse en cuenta respecto a ellas?

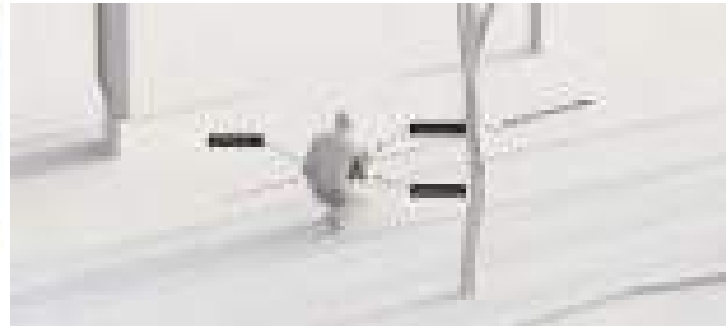
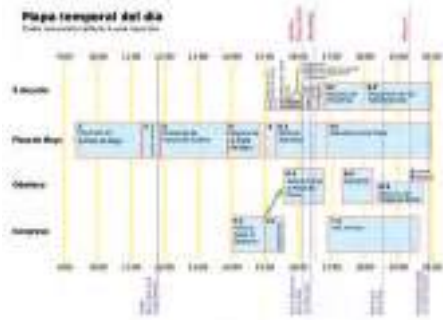
**SP** Hasta el momento no existe ningún detector de restos humanos. Lo que existe es tecnología cada vez más específica, y esfuerzos de personas dispuestas a trabajar de manera conjunta.

Es importante entender que todas las tecnologías y herramientas tienen limitaciones, sumado a que la interpretación de los resultados tiene una parte de subjetividad. Por tanto, es importante no colocar todas las expectativas en una herramienta, puesto que hacer eso puede aumentar la frustración al no obtener los resultados esperados.

El avance de la tecnología hace que cada vez aparezcan herramientas que están al alcance y a disposición de cualquier usuario, como los drones, los GPS, detectores de metales e incluso instrumentos geofísicos. Como toda herramienta, depende de la experiencia y el conocimiento del operador para utilizarla de la manera correcta y obtener el mayor beneficio.

En ese sentido, desde el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) se remarca la importancia del trabajo interdisciplinario y la colaboración de todos los sectores involucrados, para que cada uno haga lo que mejor sabe hacer y así reducir al mínimo la posibilidad de fallar. Una cualidad muy valiosa que deben tener todos los científicos forenses es la empatía con la realidad de las personas que buscan a sus seres queridos.





Existen herramientas y métodos que ayudan a analizar los datos y a comunicarlos mejor.

## SECCIÓN 3. INTRODUCCIÓN

# Análisis y visualización de datos en investigaciones sobre derechos humanos

Equipo Argentino de Antropología Forense

### ¿En qué consisten el análisis y la visualización de datos?

La visualización y el análisis de datos son dos prácticas estrechamente relacionadas que a menudo se realizan de manera simultánea. La visualización de datos siempre implica que previamente se ha realizado alguna forma de análisis, ya que es necesario

interpretar los datos para después tomar decisiones, por un lado, estéticas sobre cómo representarlos visualmente, pero sobre todo, de eficiencia, con el fin de mostrar de la manera más clara el resultado del análisis de datos y ayudarnos a descubrir relaciones entre datos que no hemos visto antes. Sin embargo, el análisis de datos puede llevarse a cabo utilizando métodos no visuales; por ejemplo, métodos estadísticos o matemáticos, o bien, estos métodos pueden hacerse en conjunto con la visualización. Tanto el análisis como la visualización pueden ser herramientas muy poderosas para respaldar investigaciones sobre violaciones a los derechos humanos, ya que permiten investigar, relacionar, documentar y comunicar información sobre la evidencia de dichas violaciones y sus impactos.

La visualización es un proceso que consiste en trabajar los datos con el fin de entenderlos y analizarlos mejor, y en muchos casos poder comunicarlos a otros actores. Es un instrumento valioso para la comunicación, dado que las facultades cognitivas de los seres humanos están muy orientadas hacia lo visual a la hora de percibir y comprender el mundo, y la visualización de datos aprovecha esta orientación visual para comunicar información.

La visualización incluye tres elementos fundamentales en el proceso de diseño que ayudan a entender y comunicar los datos. En primer lugar, la visualización de datos puede implicar el uso de técnicas cuantitativas u otros métodos para observar las relaciones entre los datos y, potencialmente, resumirlos y agruparlos con base en sus similitudes y diferencias; estos procesos forman parte de la interpretación de los datos. En segundo lugar, la visualización de datos recurre al diseño para destacar, atenuar, combinar, desagregar o representar de otro modo la interpretación de los datos y su significado por medio del color, tamaño, ubicación y otras decisiones estéticas. Cabe señalar que el diseño en la visualización de datos se rige por el contenido y su significado,<sup>1</sup> y no solo por consideraciones estéticas, y se utiliza para comunicar distintas valoraciones de los datos; por ejemplo, en una visualización de información numérica en forma de gráfico de barras, las diferencias de tamaño de las barras se basan en los datos numéricos cuantificados que esas barras representan. Con respecto al color, por citar un caso, cuando se usa el rojo, podría indicar un dato que implica cierto peligro o una alta temperatura. En tercer lugar, en muchos casos, la visualización de datos implica tener que contextualizarlos, colocándolos en diversos sistemas de representación visual y organizarlos en relación con otras capas de información. Por ejemplo, los datos con propiedades vinculadas a ubicaciones específicas se pueden mostrar en un mapa que también describa el contexto de esas ubicaciones, como las calles de una ciudad o un terreno montañoso. Por su parte, los datos con propiedades vinculadas a fechas u horas específicas, se pueden mostrar en relación con otros datos temporales en una línea de tiempo. Cuando se trata de datos que el creador de la visualización quiere mostrar junto con otra información, se pueden representar yuxtapuestos; por ejemplo, cuando se grafican los cambios en la desigualdad de ingresos para poblaciones particulares junto con los cambios en los datos estadísticos

1 En inglés, a esto se le conoce como *data-driven design*, y en español, diseño basado en datos.

de salud física para las mismas poblaciones, o cuando se reúnen múltiples secuencias de videos de testigos en una plataforma digital agrupados por criterios que pueden mostrar similitudes y patrones en la evidencia disponible. En suma, estas tres consideraciones de la práctica de la visualización de datos son fundamentales para las decisiones que deben tomar las personas defensoras de derechos humanos, al desarrollar las visualizaciones que van a utilizar en los casos y procesos que investigan o acompañan.

Analizar los datos significa examinarlos, lo que incluye aplicar técnicas estadísticas y matemáticas específicas, o combinarlos con otra información para llegar a producir algunas conclusiones. Existen diversos tipos de análisis que se pueden aplicar a los datos. Algunos se basan en consideraciones teóricas sobre variables que pueden llegar a estar relacionadas entre sí; por ejemplo, un analista de derechos humanos puede tomar los datos sobre la cantidad de ataques violentos que se produjeron en una cierta región y observar dónde y cuándo aumentan o disminuyen ese tipo de ataques, para luego comparar esos lugares y momentos con algún otro aspecto, como pudieran ser cambios en los factores económicos o evidencia de alteraciones en la macrocriminalidad. El análisis de datos también puede usar una metodología altamente cuantitativa. Por ejemplo, cuando se trabaja con información numérica, al calcular matemáticamente valores estadísticos estándares, como el promedio (la media) o la desviación estándar, se puede observar dónde los diferentes datos tienden a tener valores numéricos similares y dónde tienden a divergir. En otros casos, cuando se trabaja con datos que tienen que ver con ubicaciones, es posible calcular resúmenes estadísticos sobre el espacio con esos datos para determinar tendencias en proximidad y en distancia. Así, el análisis de datos en el contexto de investigaciones a los derechos humanos, como en otros ámbitos, puede incluir un sinnúmero de técnicas combinadas, utilizando criterios matemáticos, estadísticos y científicos, así como evaluaciones contextuales de los datos, con la finalidad de examinar hechos complejos.

Las técnicas de análisis y visualización de datos abarcan una amplia diversidad de metodologías estandarizadas, estrategias de representación gráfica y criterios de diseño multimedia de uso común entre los analistas. Para tomar decisiones acertadas respecto al análisis y diseño de los datos, es importante entender lo que estas técnicas y criterios estándares aportan, dependiendo del tipo de datos que tenemos, para cuáles resultan adecuados y lo que ayudan a ver con más claridad cuando se les combina. En las entrevistas y artículos de esta sección se presentan ejemplos de algunas de estas técnicas y estrategias.

### **Análisis y visualización de datos en investigaciones de derechos humanos**

El análisis y la visualización de datos se pueden utilizar en el campo de los derechos humanos y en las búsquedas forenses en múltiples contextos: desde el trabajo analítico realizado internamente durante la investigación de un caso individual, hasta la producción de visualizaciones a gran escala para difundir de forma pública, ya sea en medios de comunicación, vías digitales, informes de incidencia, o para uso como evidencia en procesos judiciales.

En el ámbito de los derechos humanos, el análisis y la visualización de datos pueden ser especialmente útiles para discernir patrones en términos de espacio, tiempo y contexto; una vez identificados estos patrones, se pueden comunicar de manera sintética y convincente. La capacidad de las visualizaciones de ofrecer información que sea fácilmente comprensible es crucial, puesto que la información con la que trabajan los defensores de derechos humanos, con frecuencia puede ser suprimida o tergiversada, o simplemente, a pesar de la gravedad y afectación pública de las violaciones de derechos humanos que defienden, no logran alcanzar la visibilidad pública que se requiere.

En la búsqueda de fosas clandestinas, las técnicas de análisis y visualización de datos nos pueden ayudar a observar mejor los datos existentes sobre fosas ya encontradas y compararlos con otros factores o variables, como las características del terreno y la proximidad a caminos y poblaciones. Podemos visualizar los lugares donde se ubican concentraciones de fosas, así como graficar atributos físicos y contextuales específicos de fosas conocidas, como puede ser la distancia que tienen respecto a una ciudad o a una carretera, lo que podría orientar búsquedas futuras. Visualizar los datos también puede ayudar a revelar los cambios en los patrones de ubicación de las fosas halladas a lo largo del tiempo, o a rastrear el desarrollo en el tiempo en un mismo caso de desaparición. Es importante destacar que la visualización de datos sobre personas desaparecidas, sobre fosas encontradas o sobre otros factores relacionados con la desaparición de personas y la búsqueda forense, puede aportar nuevas formas de comunicar esa información al público, ya sea a través de mapas, gráficos, cuadros impresos o en línea; líneas de tiempo; estadísticas numéricas; diagramas de caja; análisis cualitativos para evaluar la frecuencia y la formación de concentraciones; o plataformas multimedia digitales interactivas y dinámicas. Comunicar datos visualmente es una manera muy eficaz de ofrecer acceso a la información y alentar la comprensión de cuestiones complejas y de la información que va surgiendo respecto de la búsqueda forense en México.

Las herramientas tecnológicas para el análisis y visualización de datos cambian constantemente a medida que se dispone de nuevos tipos de *software*, codificación y otras tecnologías, pero los principios centrales del análisis y la visualización de datos (el uso de diversas técnicas, desde la estadística a las decisiones de diseño o la estratificación de la información para entender y representar mejor los datos) siguen siendo el núcleo del proceso. En última instancia, los datos sobre violaciones a los derechos humanos pueden revelar historias complejas y trascendentales, mientras que las prácticas de análisis y visualización de datos pueden ayudar a potenciar el impacto de esas historias.

### Una mirada sobre esta sección

Esta sección comienza con una entrevista a Alberto Giordano, geógrafo y estudioso del Holocausto nazi, en la que nos habla sobre las técnicas de análisis del espacio y los diferentes métodos cuantitativos que se pueden utilizar para examinar, graficar y mapear datos

que tienen que ver con la ubicación. Asimismo, nos brinda un panorama general de distintos métodos de análisis espacial utilizados en los sistemas de información geográfica (GIS) y en la ciencia de la información geográfica (GISci). Además de describir las potentes herramientas que las técnicas cuantitativas aportan al trabajo con datos en el campo de los derechos humanos, Giordano refiere la importancia que tienen tanto la información cualitativa como cuantitativa para el análisis, puesto que entre ambas existe una relación intrínseca respecto del contexto y la experiencia humana, por lo que ambas serán necesarias a la hora de analizar y generar una mejor comprensión de las violaciones a los derechos humanos.

La segunda parte de esta sección es una entrevista a Brad Samuels, arquitecto y director de SITU Research, en la que nos habla sobre las distintas formas de crear plataformas digitales multimedia interactivas, de manera tal que sirvan como instrumentos para organizar distintos tipos de evidencia. Samuels brinda ejemplos de varios proyectos de SITU, en los que la compilación de diversas fuentes, como videos tomados por testigos e informes de autopsias, en plataformas que integraban esa información con mapas y líneas de tiempo, facilitó nuevas formas de visualizar la evidencia en forma de episodios específicos de violaciones a los derechos humanos. También describe algunas técnicas utilizadas en la reconstrucción de hechos, mediante las cuales se puede crear un proyecto centrado en un único hecho para mostrar en detalle el análisis de un caso de violación de derechos humanos, guiar al observador a través de diferentes elementos para que pueda seguir tanto la interpretación como el análisis realizado por los investigadores y destacar las conclusiones extraídas. Samuels también se refiere a ejemplos en distintos tipos de contextos en los que estas plataformas pueden ser muy valiosas, entre los cuales incluye el ámbito judicial.

La tercera parte de esta sección es un análisis realizado por el Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez (Centro Prodh) de la Plataforma Ayotzinapa, una plataforma digital que reúne diferentes datos, evidencias y visualizaciones relacionados con la desaparición forzada, en septiembre de 2014, de 43 estudiantes de la Escuela Normal Rural Raúl Isidro Burgos, de Ayotzinapa, Guerrero. Esta plataforma, producto de la colaboración entre el Centro Prodh, Forensic Architecture y el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF), fue creada como una herramienta de acceso libre en línea, con el propósito de apoyar a las familias de los estudiantes desaparecidos para hacer valer su derecho a la verdad y apoyar el acceso público de datos más robustos y completos sobre este caso alarmante y crítico de desaparición forzada en México. La plataforma combina una serie de técnicas de análisis y visualización utilizando como fuentes principales la investigación realizada por el Grupo Interdisciplinario de Expertos Independientes (GIEI)<sup>2</sup> y por el periodista John Gibler, que contiene información reunida en diferentes momentos a lo largo de distintos hechos, testimonios de testigos, peritos, y otros factores en un mapa y una línea de tiempo. El artículo describe cuatro aspectos específicos en los que esta plataforma digital permitió respaldar la búsqueda de la verdad de los familiares de los estudiantes desaparecidos: 1) la visualización de un caso

---

2 Designado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos para investigar el caso Ayotzinapa; su mandato duró un año.

criminal complejo apoyada en documentación exhaustiva, 2) una herramienta para rebatir narrativas oficiales no basadas en evidencia científica con las que el Estado buscó ejercer control sobre la percepción pública de los hechos, 3) un recurso para reforzar la posibilidad de combatir la manipulación y el ocultamiento de información por parte de actores estatales, y 4) un importante instrumento para que las familias de los estudiantes desaparecidos y sus representantes legales pudieran utilizar, con el fin de impulsar el proceso de investigación. Además, la plataforma contiene un análisis fundamental de los hechos presentados mediante un modelo 3D y una reconstrucción de los hechos a través de varios videos, que permite seguir y evaluar los ataques ocurridos esa noche, la participación e inacción de las fuerzas de seguridad en distintos niveles y la vulnerabilidad de las víctimas en ese momento. Todo esto permite hacer un verdadero mapeo de la violencia ejercida esa noche sobre los estudiantes. Tal como el Centro Prodh destaca en su artículo, “pareciera que las herramientas con las que cuentan los colectivos de familiares de desaparecidos son ínfimas con respecto a la magnitud de los hechos de violencia que enfrentan y al ocultamiento de información de diversos actores, intrínseco en los hechos de una desaparición”. Las plataformas digitales que hacen más accesible la información sobre casos complejos pueden servir para combatir ese problema.

La última parte de esta sección es una entrevista con Rodolfo Pregliasco, físico forense que contribuye con su análisis pericial en investigaciones sobre violaciones a los derechos humanos y en casos de personas desaparecidas. Pregliasco describe los tipos de análisis que él y sus colegas llevan a cabo en contextos forenses, y ofrece varios ejemplos del trabajo que realizan. Uno de ellos se refiere a una consultoría forense que implicó la evaluación y el análisis de elementos de audio y visuales captados en video durante un tiroteo para determinar el probable origen de un disparo y, por consiguiente, el posible responsable del mismo. A modo de conclusión, Pregliasco nos habla sobre el uso de material audiovisual en procesos judiciales y explica las principales consideraciones sobre formas de adquisición, metadatos, información contextual, rastreo y visualización de datos, y ofrece recomendaciones específicas sobre cómo reunir material audiovisual utilizando prácticas que permitan su uso en futuros procedimientos judiciales.



## TÉRMINOS CLAVE DE ESTA SECCIÓN

### Activos digitales (*Digital Asset Management Systems*)

Los activos digitales son recursos multimedia y de información. La palabra “activos” se utiliza habitualmente para hacer referencia a esos recursos cuando se les combina y organiza dentro de un sistema como una colección. El término es más común entre los archivistas, bibliotecarios, productores de material multimedia, creadores de plataformas digitales y otros profesionales que utilizan los tipos de *software* denominados “sistemas de gestión de activos digitales”.

### Sistema de Información Geográfica (*Geographic Information System, GIS*)

Los sistemas de información geográfica son sistemas informáticos compuestos por programas (*software*), *hardware* y datos que facilitan la creación, el almacenamiento, la gestión, la manipulación, el análisis y la visualización de información basada en la localización. Muchos tipos de información se pueden agrupar y estructurar en capas de datos con base en la localización que describen los datos en estos sistemas. Esta combinación y estructuración de la información disponible en capas, ayuda a trazar comparaciones entre distintos conjuntos de datos y a identificar patrones. Con frecuencia, estos sistemas ofrecen herramientas informáticas para realizar análisis espaciales y, con herramientas GIS, también pueden generarse mapas.

### Ciencia de la información geográfica (*Geographic Information Science, GISci*)

La ciencia de la información geográfica (GISci) es una disciplina profesional e incluye un conjunto de técnicas para investigar y analizar información geográfica. Implica el uso de técnicas matemáticas e informáticas para

analizar y procesar datos con atributos espaciales o geográficamente referenciados, a fin de arribar a conclusiones sobre los datos y comprenderlos mejor. La GISci incluye una gran cantidad de modalidades de análisis espacial estándares, entre ellas el análisis de patrones de puntos, el análisis de redes, el análisis por conglomerado y el análisis de *buffers*, o búfer de datos.

### Metadatos

El término “metadatos” se define frecuentemente como “datos sobre datos”. Esto significa que los metadatos constituyen información adicional sobre algo que puede no ser obvio a partir de la mera observación inmediata. Por ejemplo, los metadatos sobre una fotografía digital pueden ser la fecha y la hora en la que fue tomada, la cantidad de luz natural interpretada por la lente como exposición y el tipo de cámara utilizada para tomarla. Todos estos datos pueden no ser obvios al observar la fotografía con nuestros ojos, pero esos metadatos están almacenados con la fotografía en su archivo digital y pueden obtenerse si se visualiza la fotografía con un *software* específico. El concepto de metadatos es de uso muy habitual entre los bibliotecarios y archivistas para referirse, por ejemplo, a la información sobre un libro o un documento histórico que tienen en su archivo o biblioteca; los metadatos ayudan a los bibliotecarios y archivistas a organizar los libros y documentos, y se pueden utilizar para localizarlos cuando se buscan fuentes de información. El concepto de metadato es de suma importancia para la evidencia multimedia en el trabajo en derechos humanos, para el cual es fundamental contar con información sobre fecha, hora y ubicación en que se tomó una foto o se grabó un video, a fin de evaluar su potencial en una investigación y como evidencia en procesos judiciales.

## Plataforma

En el contexto de esta sección, una plataforma o plataforma digital es una herramienta o entorno digital (con frecuencia, un sitio *web* especialmente diseñado) que se crea con el fin de mostrar información. Las plataformas descritas en esta sección fueron construidas para mostrar evidencia relacionada con violaciones a los derechos humanos. Las plataformas son instrumentos importantes que facilitan la tarea de reunir en un solo sitio muchísimos tipos de fuentes de información o evidencias para poder verlos y relacionarlos unos con otros y en función del contexto que comparten, por ejemplo, dónde o cuándo tuvieron lugar los hechos que se investigan.

## Visualización de datos

La visualización de datos consiste en usar información para crear una representación

gráfica de ella. Valiéndose de herramientas visuales tales como cuadros, gráficos y mapas, la visualización de datos permite observarlos de una manera accesible y entender patrones, tendencias y valores atípicos, y comunicar información a terceros de una manera potencialmente efectiva. Por ejemplo, si tenemos los totales de población de cada país del mundo, en vez de mostrar esos datos en forma de lista, podemos visualizarlos con un gráfico en el cual los datos estén representados por barras o rectángulos de diferentes alturas, o bien con un mapa en donde se muestre con colores más claros aquellos países que tienen menos población y con colores más oscuros aquellos con mayor población. Se pueden emplear muchas técnicas distintas para visualizar datos: gráficos, mapas, modelos 3D y hasta esculturas. Todas estas técnicas tienen en común el presentar los datos de manera visual o sensorial, en lugar de hacerlo solo con palabras y números.

# La geografía en la narrativa. Visualización de datos, genocidios y ciencias forenses

## Entrevista con Alberto Giordano

**Alberto Giordano** obtuvo su doctorado en Geografía por la Universidad de Siracusa, realizó una maestría en la Universidad de California, Santa Bárbara, y la licenciatura en la Universidad de Padua, Italia. Sus áreas de investigación son ciencias de la información geográfica y cartografía, geografías del Holocausto y genocidios, así como las humanidades tanto digitales como espaciales. Actualmente es profesor en el Departamento de Geografía de la Universidad Estatal de Texas. Fue presidente del Consorcio Universitario para la Ciencia de la Información Geográfica (UCGIS). También es miembro fundador de Geografías Colaborativas del Holocausto, una red de investigadores y académicos interesados en incorporar enfoques, métodos y perspectivas geográficas al estudio del Holocausto y otros genocidios. Sus investigaciones incluyen el análisis del uso de mapas, tanto por las víctimas como por los perpetradores de genocidios, incluyendo cuestiones relacionadas con la propaganda y la construcción del “otro”, así como las aplicaciones espaciales a la Antropología Forense, recientemente a las muertes de migrantes en la frontera entre México y los estados de Arizona y Texas, en Estados Unidos.

**EAAF** Me gustaría empezar esta conversación hablando sobre qué hacen los geógrafos y el concepto de análisis espacial.

**Alberto Giordano** Por supuesto. Los geógrafos estudiamos la ubicación de las características humanas y físicas, fenómenos y eventos, y buscamos patrones en su distribución. La geografía también es el estudio de las diferencias: por qué, cuándo, cómo y dónde surgió un determinado lugar, espacio o una configuración de lugares y espacios. Esto se aplica al mundo tanto humano como físico, y ambos se pueden estudiar de manera independiente o en su interacción.

El análisis espacial incluye el uso de técnicas cuantitativas para estudiar patrones geográficos. Esa información se puede usar para tomar decisiones informadas; por ejemplo, dónde ubicar una nueva estación de bomberos en una ciudad en crecimiento, para que sea más útil a su población. Los análisis espacio-temporales son un conjunto de técnicas afines que aportan una dimensión temporal al análisis en esos casos, estudiamos los cambios geográficos en los patrones espaciales a lo largo del tiempo.

**EAAF** Mucha gente asocia el campo de la Geografía con la sigla GIS (*Geographic Information System* / Sistema de Información Geográfica), ¿nos podría explicar a qué se refiere, y cual es la diferencia con GISci (*Geographic Information Science* / Ciencia de la Información Geográfica)?

**AG** Los GIS son programas de *software* que permiten mapear los datos geográficos y explorar patrones espaciales. La GISci comprende los métodos, herramientas y técnicas cuantitativas necesarias para mapear y analizar los datos geográficos. Esas técnicas suelen ser anteriores a la invención de GIS; por ejemplo, las técnicas de análisis de redes responden preguntas como: ¿cuál es el camino más corto para ir de mi casa al parque más próximo? No es necesario contar con un sistema GIS para responder a esa pregunta, pero GIS puede responderla de manera más rápida y eficiente.

El sistema GIS es como un contenedor de datos espaciales organizados por capas o estratos —lo cual también es un concepto anterior al surgimiento de GIS— de acuerdo con la Geografía. Por ejemplo, encontrar el camino más corto de casa al parque, implica crear una capa con todas las calles de la ciudad, superponer esa capa al registro de parques de la ciudad y luego determinar cuál es la ruta más corta de nuestra casa al parque más cercano. Para hacerlo, todas las capas deben tener en común la ubicación geográfica: latitud y longitud; es decir, las capas organizan la información que es posible mapear. Desde hace mucho tiempo, en Geografía se ha utilizado la estrategia de organizar por capas, y GIS es una herramienta óptima para poder visualizarlas y tomar medidas, como la distancia.

Otra gran ventaja de GIS es que la visualización de la información (el mapa) es diferente de la información en sí misma. Para entender por qué esto es importante, consideremos lo siguiente: en un mapa impreso, cualquier cambio que se quiera hacer, por ejemplo, agregar un nuevo edificio recién construido, exigirá la reimpresión de ese mapa. En un GIS, uno simplemente agrega la nueva construcción a la capa correspondiente a edificios y de inmediato, de manera sencilla y rápida, se puede visualizar el nuevo mapa en la pantalla. Esto se debe a que los datos incorporados a ese estrato se guardan en una base de datos que puede mapearse, pero que es independiente del mapa en sí. En cierto sentido, la gran ventaja de un sistema GIS es que los datos y la representación de estos están por separado, en contraste con un mapa impreso donde son una misma cosa.

Como se ha explicado, la GISci y el GIS permiten explorar patrones espaciales. Esto incluye una técnica denominada “modelado predictivo” que, como lo sugiere su nombre, consiste en predecir dónde pueden tener lugar determinados eventos, situaciones y condiciones. Para poder hacer este modelado predictivo, es necesario conocer las condiciones iniciales y formular hipótesis sobre el comportamiento de cierto fenómeno. Por ejemplo, si uno está tratando de encontrar posibles ubicaciones de fosas clandestinas, una hipótesis razonable es plantearse que no están en el centro de la ciudad, sino en las afueras. Por otra parte, también se supondría que deberían estar en un lugar accesible, por lo tanto, es probable que estén cerca de un camino, pero al mismo tiempo, no en una zona muy transitada. De esto se trata el modelado predictivo: identificar criterios y reducir progresivamente a un mínimo los posibles espacios que cumplan con estos criterios, y así poder concentrarse en ellos. Un punto importante es que uno hallará nuevas fosas clandestinas con base en la ubicación de las fosas ya encontradas, bajo la presunción de que los conocimientos anteriores

nos permitirán hacer predicciones. GIScience y GIS nos permiten aplicar este modelo a cualquier fenómeno o evento con un componente geográfico. Sin embargo, quisiera hacer aquí la advertencia de que hay muchos factores que pueden malograr nuestro análisis. Tal vez los responsables de crímenes masivos son tan poderosos que no les importa esconder las fosas, sino que tal vez deliberadamente las hacen en pleno centro de la ciudad porque son ellos quienes la controlan, y quieren aterrorizar a la población.

El modelado predictivo se basa en factores físicos y en el supuesto de que las conductas previas o “normales” son un buen indicador para predecir del futuro, pero a veces no es así. Durante el Encuentro<sup>1</sup> quedé impactado al escuchar a esa inmensa cantidad de familiares de víctimas de desaparición, y terminé convencido de que cualquier modelado predictivo del tipo que estoy describiendo, necesariamente debe incorporar el conocimiento y las experiencias locales para que el análisis sea útil y exitoso. Son las familias las que poseen ese tipo de inteligencia, local y basada en las redes sociales, que es necesaria para complementar el tipo de modelado predictivo que GIS puede hacer. Los familiares saben lo que está sucediendo en la ciudad, quién la controla y porqué algunas personas desaparecen y otras no. Ellos conocen el entorno social, económico, político y delictivo de la ciudad, y pueden usar ese conocimiento para complementar e integrar los resultados tanto de GIS como de GIScience. En última instancia, si queremos descubrir dónde pueden estar las fosas clandestinas, se debe incorporar el conocimiento de las familias al análisis. En mi opinión, en situaciones como las que estamos considerando, el factor humano es el más importante en el análisis.

**EAAF** Acaba de hacer referencia a algunas técnicas espaciales que existen hoy día. ¿Nos podría explicar en mayor detalle algunas de esas técnicas para entender qué nos aportan respecto al tipo de perspectivas sobre los datos? Por ejemplo, en el Encuentro, usted presentó un caso de análisis por conglomerado en el que analizó los patrones espaciales de arrestos y desapariciones de personas judías en Italia durante el Holocausto.

**AG** Ese fue un proyecto de GIS histórico, en el que estudiamos el Holocausto en Italia e intentamos determinar patrones locales y regionales, incluyendo el comportamiento de los perpetradores italianos y alemanes, así como las trayectorias espacio-temporales de las víctimas judías: dónde vivían, dónde fueron arrestadas, en qué lugar de Italia estuvieron prisioneras y a qué campo de concentración fuera de Italia las enviaron (principalmente, a Auschwitz).<sup>2</sup> El tamaño de los círculos azulados en la figura 1 es proporcional a la cantidad de judíos arrestados en esa ciudad, pueblo o villa. Cuando se compara con el mapa ubicado en el margen inferior derecho de la misma figura, que muestra dónde vivía la población judía de Italia de acuerdo con el censo racial de 1938, se puede observar que los lugares de detención coinciden, en gran medida, con los centros tradicionales de la vida judía en

1 Se refiere al Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, que se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019, en la Ciudad de México.

2 Para leer más sobre este proyecto, véase A. Knowles, T. Cole y A. Giordano (Eds.). (2014). *Geographies of the Holocaust*. Indiana University Press.



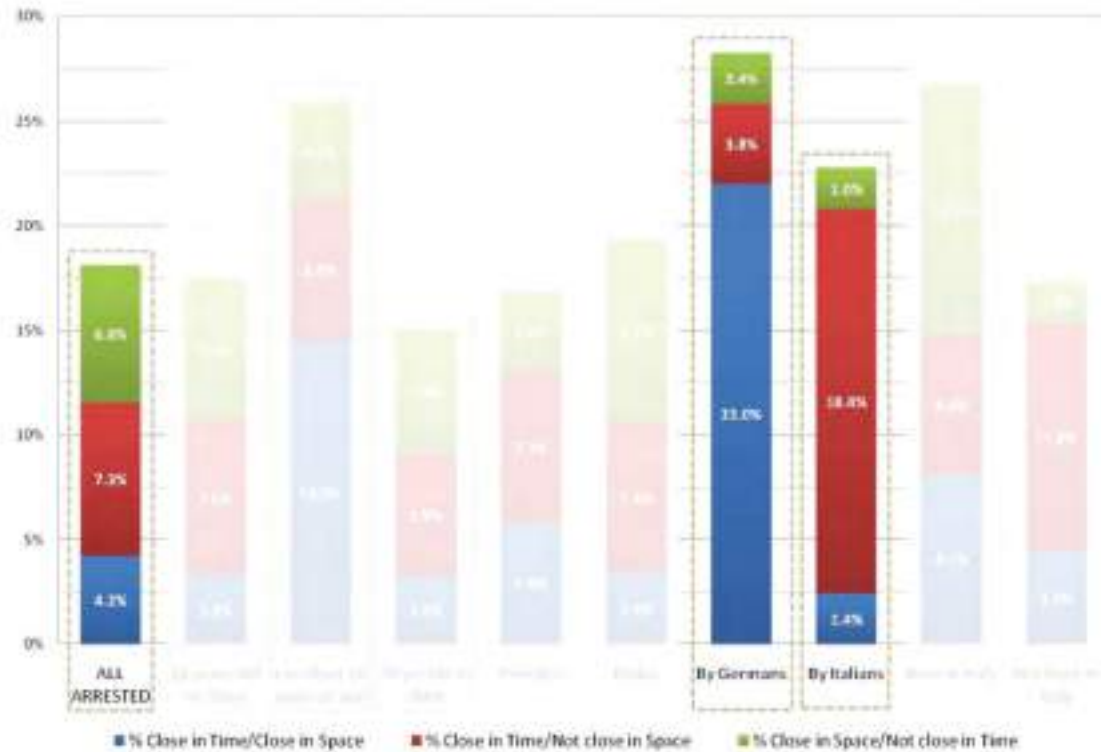
**Figura 1.** Patrones espaciales del Holocausto en Italia. Ejemplo de análisis por conglomerado: arresto de judíos en Italia durante el Holocausto. Los círculos azules representan la cantidad de arrestos en una ciudad y las elipses grises indican los conglomerados regionales (Elaborada por Alberto Giordano).

Italia. Las elipses en gris, creadas con una técnica llamada “análisis por conglomerado”, nos permiten alejarnos de la escala local para examinar los patrones regionales. Así, a escala regional, se puede ver, por ejemplo, un área de concentración de detenciones en la zona entre Milán y la frontera de Italia con Suiza, país neutral durante la Segunda Guerra Mundial adonde los judíos intentaban escapar. Otros conglomerados incluyen una pequeña porción de Italia central que abarca Florencia, región que comprende Venecia y Trieste, y así sucesivamente. El punto de todo esto es que, ubicando patrones locales, es posible escalar al nivel regional.

**EAAF** En el Encuentro, usted también presentó algunos ejemplos de análisis espacio-temporal de ese mismo proyecto. Si bien los mapas claramente se pueden usar para presentar análisis espacio-temporales, usted también mostró algunos ejemplos muy interesantes que visualizaban la proximidad espacio-temporal en formato de gráfico y dijo una frase sumamente interesante: “No se necesita un mapa para mostrar la geografía”.

**AG** Así es. No necesariamente se necesita un mapa para mostrar la geografía de un lugar. Los gráficos a los que usted hace referencia fueron elaborados con una técnica fácil de entender y aplicar llamada “índice de knox”, que representa el elemento espacial y temporal de cierto fenómeno o evento. En la figura 2 se muestra dónde y cuándo se arrestaron





**Figura 2.** Ejemplo de un análisis espacio-temporal: arrestos de judíos en Italia durante el Holocausto, por nacionalidad del responsable; proximidad en espacio y tiempo (Elaborada por Alberto Giordano).

judíos entre 1943 y 1945. Para crear ese gráfico primero tuve que definir dónde y cuándo una detención registrada en la base de datos sería considerada “cercana en tiempo” y “cercana en espacio” a todas las demás detenciones de la base de datos. En este caso, tomé la distancia de 25 kilómetros y el periodo de un mes como los umbrales de proximidad en tiempo y espacio; de esa manera, el arresto de dos personas en la misma semana y en el mismo pueblo, sería considerado cercano en tiempo y espacio; pero la detención de dos personas en la misma semana, pero en ciudades separadas por una distancia de 100 kilómetros, sería considerada cercana en el tiempo, pero no en el espacio. Después de hacer esto, analicé si había algún patrón en las detenciones y, por dar solo un ejemplo (que se muestra en la figura 2), pude determinar que los perpetradores alemanes tendían a arrestar personas durante acciones de tipo más explosivo —desde el punto de vista tanto temporal como espacial—, mientras que los italianos actuaban durante periodos más prolongados y abarcaban áreas más grandes. Esto se podría explicar por el hecho de que los italianos tenían más conocimiento y mayor control del territorio, pues aunque los alemanes eran más poderosos militarmente, había menos tropas alemanas que italianas en el país, y estas tendían a permanecer en las ciudades sin adentrarse en las áreas rurales.

Cuando se usa el índice de knox, el contexto es importante, como en el ejemplo de las fosas clandestinas mencionado anteriormente. Aquí, la distancia de 25 kilómetros tiene sentido si consideramos la geografía de Italia, que no es un país de grandes extensiones, pues un

radio de 25 kilómetros nos permite estudiar patrones a nivel de provincias. Esto claramente depende de la geografía del lugar que se está estudiando; si observamos el estado de Texas, que es donde resido, no podría tomar como parámetro una distancia de 25 kilómetros, porque ni siquiera estaría fuera de la ciudad de Austin y porque hay grandes extensiones del estado escasamente pobladas.

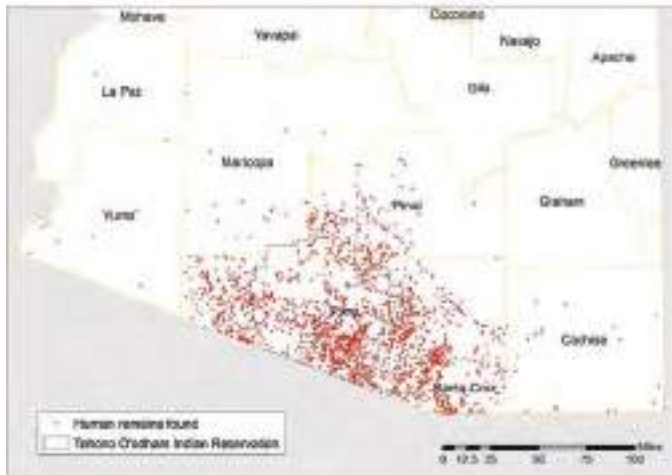
**EAAF** Veamos ahora algunas de las otras técnicas de análisis espacial que mencionó durante el Encuentro. Hablemos de su trabajo con los datos sobre restos humanos encontrados en el estado de Arizona. Para estos análisis, usted utilizó lo que se denomina “resumen de estadísticas espaciales”. ¿Podría describir estas técnicas de análisis de datos y los términos específicos de la estadística espacial “centro medio”, “distancia estándar” y “distribución direccional”? ¿qué significan estos términos y qué nos ayudan a entender estos análisis?

**AG** Los mapas de la figura 3 son un ejemplo de la aplicación de técnicas de análisis espacial a la Antropología Forense.<sup>3</sup> Tomemos, por ejemplo, los datos consignados en la figura 3a, que muestran en qué lugares de Arizona se hallaron restos humanos entre 2002 y 2015. Estos datos se pueden analizar de muchas maneras mediante las técnicas ya mencionadas, como el análisis por conglomerado y el índice de kox. También es posible hacer un análisis que se denomina “densidad kernel” (figura 3b), que sirve para resaltar las áreas donde más se concentra un determinado hecho o fenómeno; en este caso, donde se encontraron restos humanos. En el mapa, esto aparece indicado por los colores azul y morado que se observan cerca de la frontera.

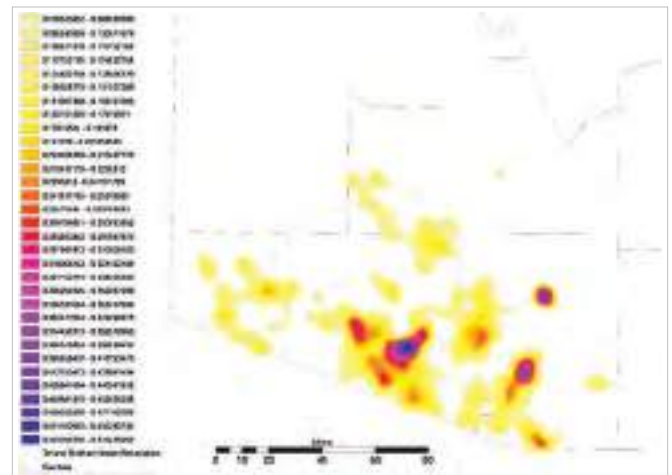
La figura 3b muestra patrones espaciales para un periodo de 14 años (entre 2002 y 2015), pero ¿qué pasa con las variaciones año con año?, ¿los patrones cambian con el transcurso del tiempo? Como se puede ver en las figuras 3c y 3d, correspondientes a los años 2010 y 2015, los patrones espaciales pueden variar considerablemente con los años. Es claro que hay grandes diferencias entre el año 2010 y el año 2015, ¿cuál fue la causa de esas diferencias?, ¿por qué se produjeron? Si uno elabora 14 mapas diferentes, uno por año, se puede construir una narrativa que vincule todos estos patrones y luego buscar los factores subyacentes que expliquen dicha narrativa.

Si volvemos al primer mapa (figura 3a), uno puede observar que, además de concentrarse en la zona cercana a la frontera, los puntos rojos también tienden a alinearse en dirección sudeste-noroeste; es decir, hay una clara direccionalidad en los patrones espaciales. La razón de esta direccionalidad es, obviamente, que la frontera entre Arizona y México está orientada de sudeste a noroeste. En GIS, la direccionalidad en los datos se mide y se visualiza mediante una estadística espacial denominada “distribución direccional”. La distribución direccional de los datos en la figura 3a, se muestra en la figura 4a.

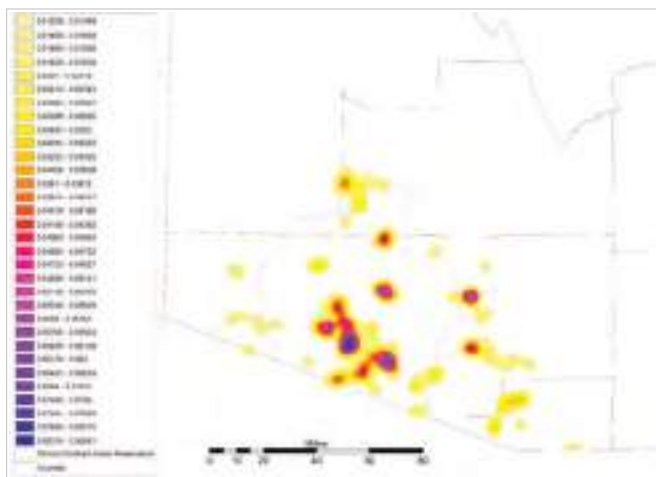
3 Para leer más sobre este proyecto, véase A. Giordano y K. Spradley (2017). “Migrant deaths at the Arizona-Mexico border: Spatial trends of a mass disaster”. En *Forensic Science International*, 280, pp. 200-212.



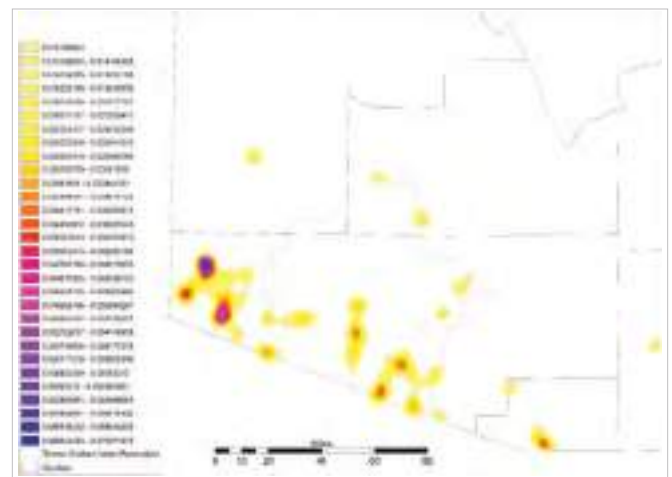
3a. Restos humanos encontrados 2002-2015



3b. Densidad kernel de todas las muertes de migrantes 2002-2015



3c. Densidad kernel de todas las muertes de migrantes 2010



3d. Densidad kernel de todas las muertes de migrantes 2015

**Figura 3.** Resumen de estadísticas espaciales. Ejemplos de densidad kernel y análisis espacio-temporal: restos humanos descubiertos en Arizona y densidad kernel de la muerte de migrantes en el tiempo (Elaborada por Alberto Giordano y Kate Spradley).

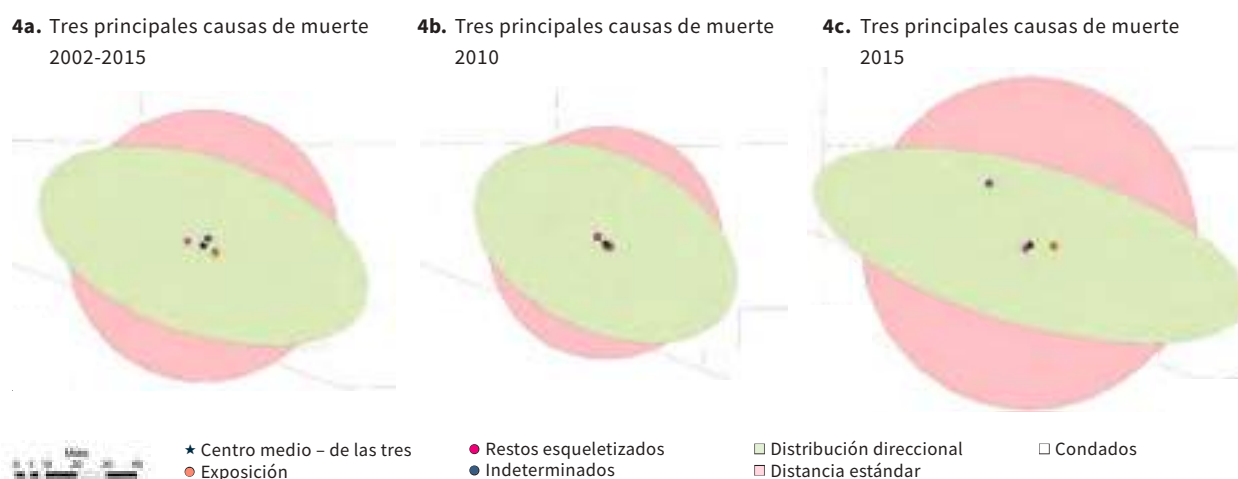
Además de los análisis por conglomerado y de la densidad kernel, hay otra manera de mostrar la densidad, que es mediante la distancia estándar. En figura 4a, la distancia estándar es el círculo, siempre es un círculo. Para comprender qué mide el círculo estándar, volvamos a observar la figura 3a. Si yo le pidiera que adivinara cuál es el centro visual de la distribución de todos los puntos rojos del mapa, ¿dónde cree que se ubicaría ese centro, y también el punto?

**EAAF** Yo diría que estaría ubicado donde se concentra la mayoría de los puntos rojos.

**AG** Correcto. Yo diría que ese punto, que se denomina centro medio, se ubica en el condado de Pima, donde se concentra la mayoría de los puntos rojos, y tal vez en algún lugar cercano donde se observa la palabra “Pima”.

**EAAF** Sí, justo debajo de esa palabra.

**AG** Sí, aproximadamente. Ahora, en la figura 4a, la estrella indica la ubicación del centro medio. Para entender qué es el centro medio y por qué es importante, pensemos en el centro demográfico, una medida sobre la cual quizás hayan oído hablar alguna vez. Por ejemplo, en Estados Unidos, la ubicación del centro demográfico según el censo de 1790 estaba en la costa este, cerca de Baltimore. Esto tiene sentido, ya que la mayor parte de la población de aquella época vivía en la zona este del país y cerca de la costa atlántica. A medida que la población fue creciendo y expandiéndose hacia el oeste, más y más personas se trasladaron hacia allá. Si avanzamos al año 2010, el centro demográfico estadounidense se ubicó ese año a cientos de kilómetros al oeste del centro que imperaba en 1790, en algún punto del estado de Missouri. Entonces, la estrella representa el centro demográfico —el término correcto es centro medio— de todos los puntos rojos de la figura 3a. Esa estrella también es el centro de un círculo, pintado de rosa en la figura 4a. El radio de ese círculo es la distancia estándar de la que hablamos antes. Cuanto mayor es el círculo, más esparcidos están los puntos, que en este caso representa la ubicación de los restos humanos. A la inversa, cuanto más pequeño es el círculo, más densamente concentrados están los puntos. En resumen: la imagen de la figura 4a nos dice que el centro medio se encuentra en algún lugar cerca del centro del condado de Pima, que la distribución se orienta en dirección sudeste-noroeste y que los puntos están diseminados a lo largo de la frontera entre Arizona y México, en la zona sur del estado. De hecho, estas tres medidas —que en conjunto se denominan “resumen de estadísticas espaciales”— son especialmente interesantes cuando se les somete a una comparación a lo largo del tiempo.



**Figura 4.** Resumen de estadísticas espaciales. Ejemplos de centro medio, distancia estándar y distribución direccional: restos humanos descubiertos en Arizona (Elaborada por Alberto Giordano y Kate Spradley).

**EAAF** Entonces, se podría tomar cierto atributo de los datos que uno desea comparar, y observar qué factor cambia a lo largo del tiempo.

**AG** Exactamente. Por ejemplo, comparemos el mapa de la figura 4, que abarca el periodo de 2002 a 2015, con los mapas de las figuras 4b y 4c, que muestran los datos de los años 2010 y 2015, respectivamente. Al comparar los tres mapas, observamos que la ubicación de restos humanos aparece más concentrada en 2010 que en 2015, mientras que de 2002 a 2015 se refleja una situación intermedia.

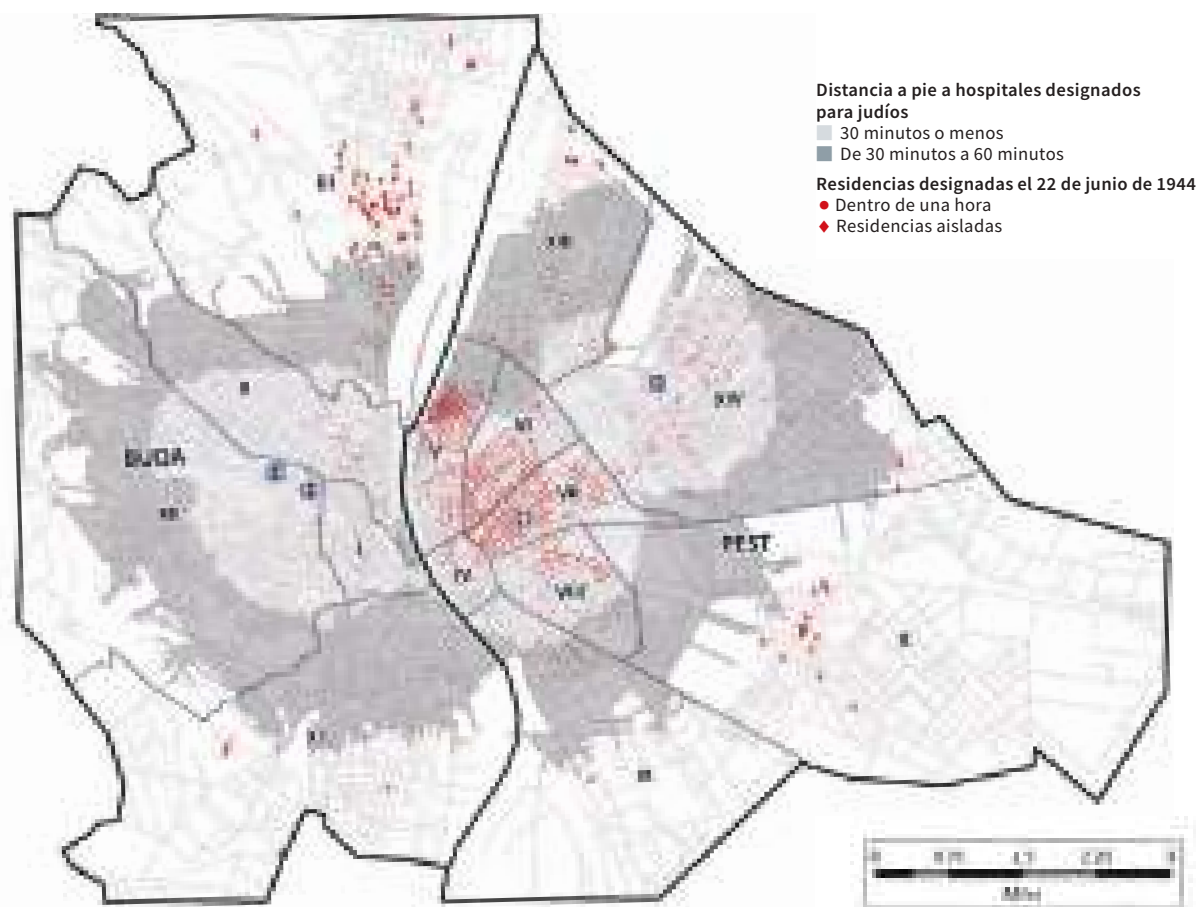
**EAAF** Entonces, usted podría usar su conocimiento sobre hechos y lugares —su inteligencia humana— para tratar de explicar, como vimos antes, qué factores pueden contribuir a los cambios en los patrones espaciales que muestran los análisis. Quizá las rutas de migración cambiaron, o las actividades de la Patrulla Fronteriza de los Estados Unidos (US Border Patrol) y sus patrones de patrullaje se modificaron o tal vez fueron otros los factores que cambiaron.

**AG** Exactamente. Otra cuestión que se debe considerar es que se requiere tener cierta cantidad de datos para poder mostrar patrones significativos. Por ejemplo, supongamos que en un año solo obtuvimos cinco puntos de datos, porque solo se hallaron cinco cuerpos. Es un número muy bajo, de modo que cualquier conclusión sobre patrones espaciales que se extraiga de ese año, probablemente no sea significativa porque no contamos con datos suficientes. En este caso, la pregunta más interesante sería: ¿por qué solo tenemos cinco casos ese año?

El otro tema importante es la precisión de la ubicación. Esto obedece a que los patrones espaciales que se descubren son tan precisos como los datos de los que partimos. En relación con estos datos en particular, el 61 por ciento de los datos, equivalente a 1403 casos, tiene una precisión de 90 metros (300 pies), lo que significa que la ubicación donde se encontraron restos humanos fueron mapeados dentro de los 90 metros de su ubicación real. Estos son datos muy precisos, considerando la extensión de la zona que estamos observando y por lo tanto podemos confiar en la validez de los patrones espaciales que identificamos. En cambio, si apenas tenemos un conocimiento vago de la ubicación real, por ejemplo, dentro de 15 a 25 kilómetros (10-15 millas), no podemos confiar demasiado en nuestros hallazgos. Si no contamos con suficientes datos precisos, no es posible hacer un análisis geográfico significativo.

**EAAF** Creo que una técnica de análisis espacial sobre la que no tuvimos oportunidad de conversar mucho hasta ahora es el “análisis de redes”, ¿podría describirla brevemente y darnos un ejemplo de su investigación? Usted trabajó en un proyecto sobre mapeo de movilidad vinculado a la persecución de judíos en Budapest durante el Holocausto, ¿nos podría hablar sobre el análisis de redes que realizó para ese proyecto?

**AG** Hasta ahora, hemos analizado los patrones espaciales de puntos. En cambio, el análisis de redes se trata de mediciones en líneas y nos permite responder preguntas como: ¿cuál es la ruta más corta para ir desde nuestra casa hasta nuestro lugar de trabajo? Y si



**Figura 5.** Muros invisibles: distancia a hospitales. Análisis de redes. Se calculan las posibles distancias para ir a pie a los hospitales desde las viviendas destinadas a judíos en Budapest durante el Holocausto, como una forma de entender las barreras geográficas creadas por factores externos, como los retenes de la policía que limitaban la libertad de circulación (Elaborada por Alberto Giordano).

tuviéramos que ir antes a otro lugar, ¿cuál sería el mejor camino en ese caso? El mapa de la figura 5, que muestra la distancia a pie hasta los hospitales de Budapest donde los judíos podían atenderse, es un ejemplo del análisis de redes.

Para entender mejor el mapa de la figura 5, hay que tener presente que el gueto de Budapest no estaba rodeado por muros como el gueto de Varsovia. Los judíos en Budapest estaban confinados durante el verano de 1944, a determinadas viviendas, departamentos o edificios. No solo estaban confinados a estos lugares para vivir, sino que estaban restringidos en cuanto a las tiendas u hospitales a los que estaban autorizados a ir. En cierto modo, esto dio lugar a lo que podemos llamar “muros invisibles”. Aunque estos muros no eran físicos, eran sumamente reales. El mapa muestra la distancia más corta desde cualquier punto —cada vivienda— al hospital más próximo (uno de los cuatro símbolos azules indicados con la letra H en blanco). Las áreas de color gris claro y oscuro, técnicamente áreas de servicio, muestran todas las residencias en un radio de distancia de 30 a 60 minutos a pie de un hospital. Esta distancia, que se expresa en unidades de tiempo y no en unidades de espacio, se mide mediante el sistema GIS a lo largo de la red de calles que había en 1944, de manera



similar a como la aplicación de mapas de nuestro celular mide la distancia de nuestra casa a nuestro lugar de trabajo. Tal como se puede ver claramente en la zona de arriba y de abajo del mapa, tanto en Buda como en Pest, hay algunas viviendas fuera de las áreas grises. Para las personas que vivían en esas dos zonas, llegar al hospital les requería más de una hora, en una época en la que andar por las calles llevando una estrella amarilla en el brazo —tal como se obligaba a hacer a los judíos—, era extremadamente peligroso. Esto es lo que llamamos “muros invisibles”; es decir, muros creados por la geografía, tan difíciles de sortear y superar como si hubieran sido de piedra o cemento.

Este es un ejemplo de lo que puede hacer un análisis de redes: para encontrar distintos caminos, como el que va de nuestra casa a nuestro trabajo, o para sumar y representar muchos caminos individuales, como en este mapa de Budapest de 1944.

**EAAF** Para cerrar nuestra entrevista, me gustaría que nos hablara sobre lo que mencionó en el Encuentro, sobre la importancia de incorporar las fuentes de datos cualitativos y de mirar los patrones espaciales “en contexto”. Fue en ese momento cuando pronunció una frase muy bella: “la geografía está dentro de las narrativas”. ¿Podría cerrar esta entrevista explicando cómo pueden combinarse los datos cualitativos y la información contextual con las técnicas de análisis espacial para expandir nuestra comprensión de los hechos?

**AG** Así es, la geografía está dentro de las narrativas. Cuando la gente habla sobre acontecimientos que les ocurrieron, al relacionarlos con sus narrativas personales, generalmente hablan de los sucesos que les pasaron en ciertos lugares y en ciertos momentos. De hecho, si pensamos en cualquier hecho que nos haya sucedido en nuestra vida (no tiene que ser necesariamente dramático), descubrimos que ocurre no solo en un momento, sino también en un lugar. Y ambos, como lo demostró de manera célebre Einstein, son inextricables.

Podemos tomar los testimonios de víctimas, de familiares de víctimas o de testigos, y luego ubicar esos testimonios en tiempo y espacio. También podemos tratar de reconstruir, a partir de las narrativas de diferentes personas, qué sucedió, cuándo y dónde. Se pueden tomar todas esas narrativas y combinarlas. Y lo que podemos hacer con estas técnicas de análisis espacio-temporal es tratar de responder la siguiente pregunta: ¿hay un patrón en lo que está ocurriendo aquí? Y si hay un patrón geográfico, ¿también hay un patrón temporal? Entonces, es posible construir a partir de eso, con el conocimiento real que uno tiene del tiempo y del espacio a los que se refieren estas narrativas, y ese es el contexto del que hablaba. Por ejemplo, el mapa de la figura 5 puede pensarse como un escenario donde tuvieron lugar las historias personales de alrededor de 200,000 judíos residentes en Budapest en 1944. Dependiendo del lugar en donde vivían, algunos tenían mejor acceso a la atención de la salud o a los mercados donde se les permitía comprar alimentos, o vivían más cerca de otros familiares y amigos. Esto estaba determinado por la geografía. Pero eso era solo el escenario. Lo que realmente les sucedió a estas 200,000 personas se vio afectado por la

geografía, pero también por sus redes sociales, a quiénes conocían y de quiénes podían ser amigos, su salud, su edad, su aspecto físico y muchos otros factores. Colectivamente estas son las características cualitativas que, en última instancia, contribuyeron, junto con la geografía, a determinar quiénes sobrevivieron al Holocausto en Budapest y quiénes no.

En mis investigaciones pongo especial interés en establecer los vínculos entre el contexto social y la geografía, y en entender cómo las víctimas narran su experiencia. El sistema GIS y las técnicas de análisis espacial que hemos mencionado en esta entrevista no cambian si estoy realizando un análisis por conglomerado sobre el Holocausto o sobre los migrantes que intentan ingresar a Estados Unidos o sobre la localización de fosas clandestinas en México, siempre son las mismas; estas son técnicas cuantitativas. Sin embargo, es el contexto el que da sentido para poder explicar y comprender lo que muestran los resultados del análisis. La computadora siempre nos dará algún resultado, aun cuando no sea de utilidad. Depende de nosotros interpretar el resultado sobre la base de lo que sabemos acerca del fenómeno que estamos estudiando. Esto es lo que hace que la Geografía sea una disciplina tan útil y fascinante, y que el análisis de GIS valga tanto la pena.

# Análisis espacial y visualización de datos en investigaciones de los derechos humanos

## Entrevista con Brad Samuels

**Brad Samuels** es socio fundador y director de SITU Research, una firma de investigación aplicada interdisciplinaria. Trabaja en el cruce entre la tecnología y los derechos humanos, liderando un equipo de diseñadores, especialistas informáticos y programadores, con el propósito de desarrollar nuevos métodos y herramientas para la investigación de los hechos en contextos de litigios y defensa de los derechos humanos. Como parte de su trabajo, ha desarrollado una plataforma para documentar evidencias relacionadas con las investigaciones de la Corte Penal Internacional sobre la destrucción del patrimonio cultural de Malí, la reconstrucción de un evento para la Corte Nacional de Ucrania respecto a la muerte de civiles durante las protestas en Euromaidán, y una herramienta interactiva para Amnistía Internacional que ha permitido documentar la crisis de los refugiados rohinyás en Myanmar. Estos proyectos tienen en común expandir los usos del diseño y la informática a nuevas disciplinas, y ofrecer nuevas posibilidades y capacidades a grupos litigantes y de derechos humanos. El EAAF conversó con Brad Samuels sobre el trabajo de SITU Research respecto al papel de las plataformas digitales y la reconstrucción de eventos en la defensa y la investigación de casos de violaciones a los derechos humanos.

**EAAF** Para comenzar, hablemos en términos generales sobre la labor de SITU en relación con los derechos humanos y la manera como trabajan las plataformas de análisis espacial y visualización de datos.

**Brad Samuels** Básicamente, nuestro trabajo consiste en impulsar el análisis espacial y la visualización en la investigación de hechos y documentar derechos humanos en diversos contextos. Pueden ser contextos jurídicos para presentar este análisis y visualización ante tribunales o cortes de justicia. También puede presentarse en contextos de la incidencia que realizan organizaciones de derechos humanos, o bien, pueden ser trabajos que aparecen en medios periodísticos. En general, estas son las categorías en las que se encuadra nuestro trabajo, aunque en realidad no son mutuamente excluyentes. Por ejemplo, gran parte del trabajo que comienza en un contexto de incidencia de una organización de derechos humanos, termina en un medio periodístico, o es posible que un proyecto de incidencia sea impulsado durante una causa judicial, y que luego sea utilizado en el juicio; es decir, el trabajo de análisis espacial y visualización de datos se mueve en forma transversal dentro de todos estos campos.

En general, las plataformas que producimos tienen como objetivo presentar “activos digitales”,<sup>1</sup> que son los datos, material audiovisual y/o información. Ahora bien, ¿qué es una plataforma? Es una herramienta para organizar, sintetizar y analizar recursos dispares. En este contexto, se trata de activos de evidencia, que a su vez se combinan con los activos de contexto. Al combinar y sintetizar datos dispares, podemos analizarlos y entenderlos desde

1 Véase la introducción de esta sección para obtener más detalles sobre el término “activo”.

nuevas perspectivas; es decir, con miradas diferentes de las que tendríamos si simplemente analizáramos esos mismos datos por separado. En otras palabras, crear este tipo de plataformas significa tomar los datos y materiales dispares que tenemos disponibles y buscar la manera de combinarlos para que el resultado final sea mayor que la suma de sus partes.

**EAAF** ¿Nos puede compartir algunos ejemplos sobre estos “activos”, que haya utilizado en sus proyectos?

**BS** Cuando hablamos de activos, tenemos que pensar en dos tipos; por un lado, están los activos o recursos de evidencia (información o material) que constituyen la documentación o el registro de los crímenes cometidos y, por otro, están los recursos que podemos utilizar para contextualizar los recursos de evidencia. En este último caso, básicamente se trata de documentos primarios que abarcan materiales tan diversos como fotografías, videos, grabaciones de audio, informes de patología. Luego, estos materiales se combinan con los elementos contextuales, que son los que nos ayudan a crear el trasfondo y el marco: escaneos láser, imágenes satelitales, radar de apertura sintética,<sup>2</sup> datos de un sistema de información geográfica. Combinar todos estos elementos para tener una comprensión integral y total de lo que efectivamente sucede, es de vital importancia cuando está en juego encontrar la responsabilidad de los hechos, tanto en instancias judiciales como para incidir en la situación de derechos humanos. Todos estos fragmentos de información se combinan y la plataforma se convierte en el contenedor, el lugar que la aloja y que nos permite organizarla, sintetizarla y luego analizarla.

Uno de los aspectos que requiere más tiempo es la sistematización de los recursos, puesto que cada uno de ellos puede llegar a tener una estructura de datos específica que puede ser distinta una de otra, o ser un tipo de archivo diferente. Por ello, parte de nuestro trabajo consiste en sintetizar todo aquello que, de lo contrario, quedaría sin poder integrarse al conjunto. Esta es la parte técnica del trabajo, dado que la estructura de cada recurso a veces es de dominio privado, y es necesario lograr combinar ese recurso con los demás de una manera fluida, clara y coherente. Pero todo este trabajo vale la pena para poder finalmente analizar toda la información junta.

Según el contexto en el que estemos trabajando, a veces un proyecto se focaliza más en la presentación de los datos, y otros, en la presentación y el análisis. La presentación de la información y del material es importante, pero el verdadero potencial de este tipo de trabajo de visualización de los datos está en el análisis.

**EAAF** ¿Nos podría explicar más detalladamente cuál es la diferencia entre las plataformas digitales destinadas a la presentación de evidencia y las plataformas digitales que se ocupan del análisis de los datos?

**BS** Cuando están en su máximo desarrollo, ambas plataformas son la misma cosa. Sin duda, el primer paso es organizar el material y encontrar la manera de presentarlo de forma clara y coherente; este paso es crítico. Gran parte de nuestro trabajo implica, por decirlo de

<sup>2</sup> Es un tipo de sistema radar, operado desde aeronaves o vehículos espaciales, que se utiliza para generar imágenes de percepción remota de alta resolución y crear reconstrucciones bidimensionales o tridimensionales de objetos o paisajes.

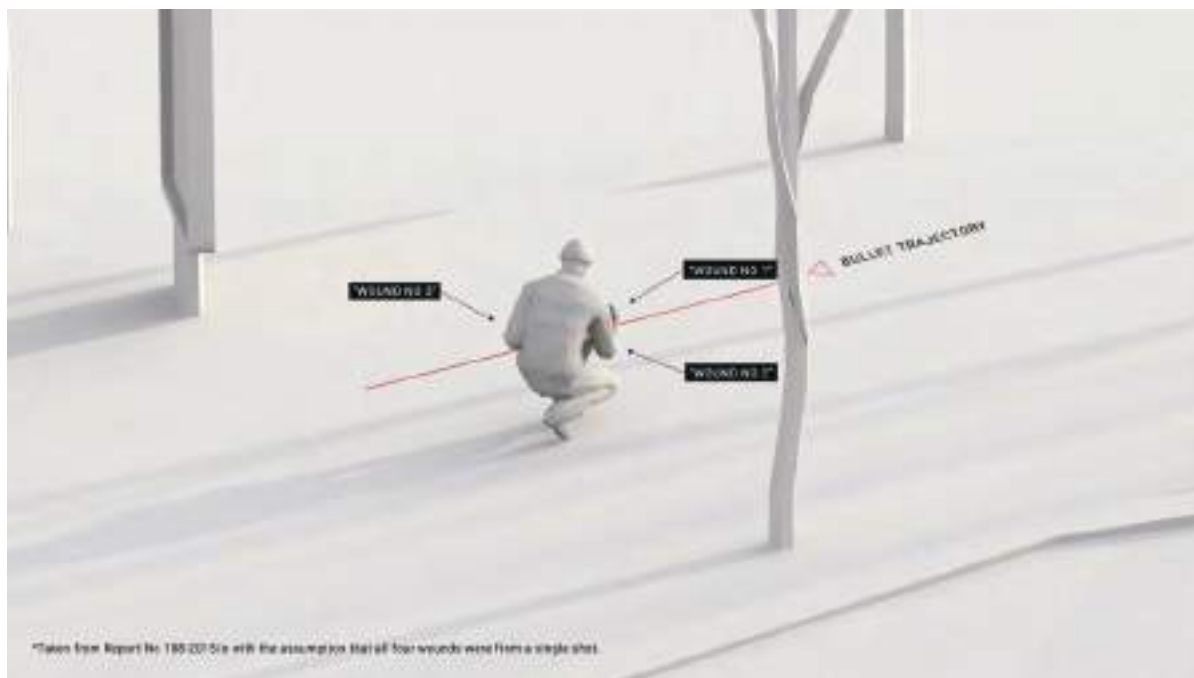
alguna manera, hacernos oír en medio del ruido; por ejemplo, imaginemos una situación de manifestaciones de protesta en un contexto urbano. Algunas personas lo caracterizarían como una situación bastante caótica; en los juicios, los representantes de la defensa suelen argumentar que la situación fue un caos y que no se puede saber lo que pasó, una verdadera locura. Por eso, establecer una línea de base de lo que sí es posible saber y entender de la situación, es una parte muy importante para poder combatir narrativas falsas y la propagación de rumores sobre lo que ocurrió y lo que no ocurrió, o la idea de que ni siquiera podemos saber qué pasó porque es demasiado complicado.

Una vez organizado el material, que diría es parte del proceso de presentación, pasamos al análisis, que comienza cuando tratamos de determinar qué nos dice ese material al mirarlo como una “síntesis”; es decir, como un todo, en vez de aisladamente. Ahí es cuando el proceso analítico cobra vuelo.

Un ejemplo de los trabajos hechos por SITU es la reconstrucción de los hechos ocurridos de Euromaidán. Analizamos una serie de manifestaciones de protesta que sucedieron en Ucrania, y en particular un día —que fue la culminación de meses de protesta—, en el que fueron asesinados varios manifestantes. En términos de evidencia, contábamos con videos que captaron, desde distintos ángulos, el momento de la muerte de varios manifestantes. Los videos por sí solos ya eran muy útiles, pero logramos identificar su ubicación en el espacio, por medio de un modelo digital 3D de alta resolución, utilizando datos que habían sido recopilados mediante escaneos láser<sup>3</sup> de muy alta precisión, y por lo tanto pudimos analizar el mismo hecho desde múltiples ángulos. A través de esta plataforma, pudimos responder preguntas como: ¿dónde estaba la policía cuando le dispararon a esa persona?, ¿dónde estaba parada esa persona cuando le dispararon?, ¿cómo se ve desde un ángulo y desde otro? Todo esto nos permite analizar claramente la secuencia de los hechos, que solo se puede entender cuando toda esa información está reunida y contenida en un mismo lugar.

Para ese caso, también contábamos con informes de medicina forense que mostraban las heridas con los orificios de entrada y de salida. Como teníamos la filmación de los videos y un modelo digital 3D de muy alta resolución, podíamos saber en qué lugar se encontraba el cuerpo y así tener una idea de por dónde entró y salió la bala mortal. Al combinar y analizar todos los datos, pudimos determinar el rango de las posiciones desde el cual se efectuó el disparo mortal para causar esa herida, dentro de un margen de error. También utilizamos un análisis de latencia que examinó el sonido de la onda de choque de la bala en relación con el sonido del disparo del arma, y si bien el área era muy grande, pudimos establecer algunas cosas acerca de la distancia, el rango de posiciones que podrían haber generado ese sonido y la distancia del tirador respecto de la distancia del micrófono. Estuvimos trabajando con los abogados del caso y entendimos cuál era la cuestión legal que estaba en juego. No se trataba

3 Los datos del escaneo láser de las calles fueron reunidos utilizando instrumentos de topografía. Para más detalles sobre cómo se produjo la plataforma, véase M. Schwartz (2018). “Who Killed the Kiev Protesters? A 3-D Model Holds the Clues”. En *The New York Times*. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2018/05/30/magazine/ukraine-protest-video.html>, y J. Aronson, M. Cole, A. Hauptmann, D. Miller y B. Samuels (2018). “Reconstructing Human Rights Violations Using Large Eyewitness Video Collections: The Case of Euromaidan Protester Deaths”. En *Journal of Human Rights Practice*, 10 (1), pp. 159–178.



**Figura 1.** Reconstrucción en 3D de un video de las protestas de Euromaidán. Para hacer la reconstrucción, SITU trabajó con abogados, activistas e informáticos ucranianos, con quienes reconstruyeron la muerte de tres manifestantes a partir del archivo de videos de testigos (Captura de pantalla tomada de <http://maidan.situplatform.com>).

de determinar cuál de todos los oficiales de la policía había matado a un determinado manifestante. La cuestión era si había habido una acción concertada y coordinada por parte de la unidad policial para disparar contra civiles. Los datos dentro del margen de error fueron suficientes para responder esta interrogante legal. La forma de enmarcar la pregunta legal determina muchos de los objetivos analíticos en este tipo de trabajos.

**EAAF** Otro concepto que usted mencionó en el Encuentro<sup>4</sup> y que es clave para definir cómo abordar la visualización de datos, es que hay que pensar en el público destinatario. Creo que habló de cuatro tipos de destinatarios para este tipo de proyectos: procesos legales, investigaciones, organizaciones de derechos humanos y trabajos de investigación internos.

**BS** Así es. Para el primero, el contexto legal, ha crecido el uso de la visualización de datos; estamos logrando cierto nivel de tracción e interés de los tribunales en este tipo de proyectos. La capacidad de los fiscales y abogados defensores para presentar la información en forma dinámica en los procesos judiciales se ha convertido en una variable importante y muy útil en ese contexto. Para ese tipo de público, el formato de la visualización suele tener carácter de evidencia. En cuanto a la categoría investigaciones, esta se centra más en las misiones que tienen por objeto investigar hechos, por ejemplo, las comisiones internacionales que se crean para recoger información, como el Grupo Interdisciplinario de Expertos Independientes (GIEI) para el caso Ayotzinapa. En este caso, el papel de las

<sup>4</sup> Se refiere al Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, que se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019, en la Ciudad de México.





**Figura 2.** Registro en video de un procedimiento judicial, que documenta el uso de una plataforma digital creada por SITU en un contexto legal. SITU diseñó una plataforma digital interactiva en colaboración con la Fiscalía de la CPI, con el fin de facilitar la organización, el análisis y la presentación de evidencia sobre la destrucción de sitios que forman parte del legado cultural en Tombuctú, Malí. Esta herramienta, que combinó información geoespacial, imágenes satelitales históricas, fotografías, videos de fuentes de acceso público y otros tipos de documentación, fue utilizada como parte del juicio desarrollado ante la CPI (Captura de pantalla tomada de <https://situ.nyc/research/projects/icc-digital-platform-timbuktu-mali>).

comisiones no se cruza al ámbito de los procesos judiciales, al menos no todavía; su objetivo es reunir los datos que luego podrían ayudar a impulsarlos. Ejemplos de proyectos de visualización de datos para incidencia pueden incluir aquellos realizados por Human Rights Watch, Amnistía Internacional y otras grandes organizaciones de incidencia que pueden usarlos con el fin de generar conciencia y aumentar la visibilidad de violaciones a los derechos humanos que quieren dar a conocer en el mundo. Por lo general, la vía para incidir son los medios de prensa, de comunicación popular, y en este caso, el destinatario es el público general. La última categoría es la de uso interno. Las plataformas pueden utilizarse como herramientas de colaboración entre diferentes equipos, divisiones y personas que trabajan en lugares distantes. Los servicios informáticos en la nube han abierto la posibilidad de colaborar a través de plataformas que hace poco tiempo era imposible vislumbrar. Por supuesto, se da todo tipo de superposición entre los distintos públicos o destinatarios; aquello que empieza como una investigación puede terminar en tribunales. El trabajo de los defensores de derechos humanos suele ser presionado para llevar la causa a juicio. Las conexiones entre todas estas categorías son innumerables.

**EAAF** En relación con el público destinatario y la presentación del producto final, ¿cuáles son los aspectos del diseño que pueden influir en el impacto? Por ejemplo, el tipo de pantallas donde se reproduce la visualización, o la forma en que lo percibe el público o los miembros de un jurado.

**BS** Creo que la pregunta básica que siempre debemos tener presente otra vez es quién será el público destinatario. En el caso de los tribunales, por supuesto que habrá distintos niveles técnicos, pero también depende del nivel de familiaridad que tengan con este tipo

de contenidos y su nivel de apertura mental; me refiero a jueces, abogados defensores, fiscales. Un ejemplo es el trabajo que hicimos para la Corte Penal Internacional (CPI), pues era la primera vez que se usaría una plataforma digital de este tipo en un juicio ante esta instancia. El desafío o problema básico que intentaban resolver era cómo tomar todos esos recursos fotográficos, fílmicos y geospaciales que tenían —aclaremos que eran cientos y cientos— y volcarlos a una herramienta que pudiera usarse para presentar el caso en forma dinámica como parte del proceso judicial. Para ese tipo de proyectos, es importante considerar cómo es la sala y dónde se proyectará: ¿todos tendrán una pantalla?, ¿cuál es el tamaño de los monitores?, ¿con qué disponibilidad técnica se cuenta? Todo esto es fundamental a la hora de diseñar la herramienta más adecuada.

Pero este tipo de consideración respecto al diseño, también se aplica a los proyectos dentro del contexto de incidencia. Si uno diseña una plataforma que no funciona en los teléfonos celulares, el esfuerzo habrá sido prácticamente inútil, sobre todo en ciertas partes del mundo, donde más de 50 por ciento de la población que se conectará a dicha plataforma son usuarios de celulares. Por consiguiente, es crucial atender esta cuestión del público destinatario y diseñar plataformas que tengan en cuenta este aspecto desde el principio y no que sea una ocurrencia tardía. Nuestra prioridad en todo lo que hacemos es generar impacto. En consecuencia, la plataforma tiene que ser necesariamente compatible con los formatos en que se recibirán y usarán los datos. En el ámbito judicial, esto es muy



**Figura 3.** “Nicaragua: Mapeo de la violencia en el contexto de protestas” (<http://gieinicaragua-cartografia-violencia.org>), una plataforma interactiva *online* que documenta la violencia estatal y paraestatal de Nicaragua entre el 18 de abril y el 30 de mayo de 2018. Se seleccionaron cuatro episodios de violencia para hacer foco en la plataforma, dado que se contaba con una cantidad significativa de fotografías y videos tomados por testigos. A la izquierda de la interfaz, se observan diagramas que explican lo que se ve en las filmaciones sobre una serie de mapas que contextualizan la ubicación de los hechos y permiten comprender la represión que se produjo en este contexto urbano. A la derecha de la plataforma, se pueden seleccionar y visualizar fragmentos individuales de la evidencia, por ejemplo, videos en la parte superior de la pantalla, mientras que en la parte inferior se presenta una narrativa de cada hecho. Asimismo, se creó un archivo multimedia dentro de la plataforma para organizar todos los recursos multimedia almacenados y ponerlos a disposición del público (Captura de pantalla tomada de <http://gieinicaragua-cartografia-violencia.org>).

interesante porque las distintas jurisdicciones y los diversos tribunales tienen diferentes capacidades técnicas y estándares de admisibilidad, así como diferencias en tener o no precedentes en el uso de este tipo de plataformas y en afición por las nuevas tecnologías. El tamaño de la pantalla en el caso Euromaidán de Ucrania que mencioné antes y que se sustanció en un tribunal nacional, era distinto al de la pantalla instalada en la sala de la CPI. Y eso llevó a tomar decisiones sobre algunos dibujos que debían hacerse y sobre cómo organizar el contenido. Entonces, pienso mucho en esta cuestión, porque algunos podrían suponer que “bueno, lo resolvemos más tarde, al final del proyecto”, pero es fundamental que se resuelva desde el principio, porque va a determinar muchas de las decisiones de diseño que necesariamente se hacen sobre la marcha.

**EAAF** EAAF, SITU y GIEI-Nicaragua<sup>5</sup> trabajaron en conjunto una plataforma para investigar la represión estatal en Nicaragua en 2018, que contiene una serie de mapas con anotaciones y recursos (videos, fotos y documentos) que presentan evidencias de cuatro hechos y luego la reconstrucción de uno de esos hechos. ¿Qué significa hacer una reconstrucción minuciosa de un hecho en particular y qué diferencia tiene ese trabajo cuando se le compara con las partes de una plataforma dedicada a presentar los recursos digitales a lo largo del tiempo y del espacio, sin hacer una reconstrucción minuciosa? ¿Qué permiten hacer las plataformas basadas en los activos digitales y qué permiten hacer las reconstrucciones de los hechos?

**BS** La plataforma que hicimos con el EAAF y el GIEI-Nicaragua<sup>6</sup> tenía dos partes y correspondía a la categoría investigación, ya que el GIEI-Nicaragua era una comisión temporal creada para investigar la violencia contra civiles en Nicaragua entre el 18 de abril y el 30 de mayo de 2018. Durante ese lapso, fueron asesinadas más de 100 personas y hubo numerosos heridos. Lo importante en este caso es que, además de la violencia entre los civiles y la policía, hubo también fuerzas parapoliciales, personal no uniformado que actuó violentamente contra los civiles que se manifestaban. Entonces, recibimos muchos videos que captan a personas que no eran policías, golpeando a los manifestantes y cometiendo actos de violencia. En cuanto a los recursos digitales, pasó lo mismo: había toneladas de videos y fotografías. Entonces se creó una plataforma dividida en dos partes: primero adoptamos un criterio temporal. El objetivo era examinar los hechos de violencia en esa línea de tiempo que va del 18 de abril al 30 de mayo y contextualizarlos a escala nacional. Si uno mira los hechos en forma aislada, no necesariamente se entiende el patrón o la secuencia de los hechos; por ejemplo, en este caso, el primer hecho tuvo lugar el 18 de abril en una ciudad, pero eso generó nuevas protestas y la violencia rápidamente escaló a otras partes del país. La plataforma digital incluye un mapa a la izquierda que identifica los momentos de conflicto entre los manifestantes y la policía y, a la derecha, videos que se pueden reproducir

5 El GIEI-Nicaragua fue un equipo especial designado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) para investigar las posibles violaciones a los derechos humanos durante las protestas de Nicaragua en abril y mayo de 2018. El GIEI inició sus labores en Nicaragua el 2 de julio de 2018, apoyado por un equipo técnico interdisciplinario integrado por profesionales de diversas nacionalidades y especialidades. El 19 de diciembre 2018, el Gobierno de Nicaragua expulsó del país al GIEI. Dos días después, el GIEI presentó públicamente su informe, en el cual concluyó que el Estado de Nicaragua llevó a cabo acciones que, de acuerdo con el derecho internacional, se deben considerar crímenes de lesa humanidad, particularmente asesinatos, privación arbitraria de la libertad y persecución. Véase <https://gieinicaragua.org>

6 Véase <http://gieinicaragua-cartografia-violencia.org>



**Figura 4.** En el segundo aniversario de la violencia desatada en Nicaragua durante la Marcha de las Madres del 30 de mayo de 2018, SITU, EAAF y los ex integrantes del GIEI presentaron una reconstrucción en video de lo ocurrido ese día, en la que se destaca la ejecución de tres manifestantes. La reconstrucción ofrece la posibilidad de observar en detalle la evidencia puesta a disposición en la plataforma, incluido el análisis espacial, como la ubicación de las fuerzas policiales y parapoliciales durante los episodios de violencia específicos, análisis de sonido balístico, distancia, dirección y peligrosidad de las armas empleadas, entre otros elementos que documentan el uso desproporcionado de la fuerza policial y parapolicial (Captura de pantalla de <http://marchadelasmadres.com>).

junto con una descripción narrativa. A medida que avanzamos y pasamos de un lugar a otro, el patrón se vuelve cada vez más evidente. Esta parte de la plataforma nos ayuda claramente a establecer relaciones en tiempo y espacio.

También hicimos la reconstrucción en video de uno de los episodios: la protesta en la Marcha de las Madres, la de mayor envergadura entre todas las manifestaciones. En este caso, tratamos de examinar en profundidad lo que ocurrió y nos detuvimos en la muerte de tres personas. En el caso de esta plataforma, con la primera parte pudimos dar un panorama amplio de lo sucedido, y con la segunda pudimos adentrarnos con una profundidad casi quirúrgica en un hecho en particular.

Pienso en estos dos componentes del proyecto —la plataforma interactiva y la reconstrucción de hechos— como una investigación horizontal y otra vertical. Lo que queríamos lograr con el mapa y los recursos digitales era mostrar que en todo el país se estaban produciendo situaciones conectadas entre sí, que estaban ocurriendo a lo largo de una línea de tiempo específica, que era precisamente el objeto de investigación del GIEI-Nicaragua. Entonces, ¿cuál era la mejor forma de abordar lo que se percibía como una escalada en los patrones de violencia? Uno no puede concentrarse en un solo lugar, hay que hacer foco en muchos lugares y también moderar las ambiciones respecto del análisis y la representación para poder ver muchas cosas de manera simultánea. A este tipo de enfoque analítico lo caracterizaría como horizontal.

Esto se tradujo en que el mapa fue de la escala nacional a la urbana. También agregamos algunos diagramas básicos que ayudaban a entender la relación de las interacciones entre los manifestantes y la policía o, en algunos casos, las fuerzas no uniformadas, pero logramos que fuese un sistema sencillo. Al hacer diagramas simples, menos ambiciosos, pudimos, por un lado, cumplir con el plazo límite que era muy exigente —y lo que es aún más importante— y, por otro, cubrir diferentes partes del país en diferentes momentos. Entonces, todos los videos que corresponden a ese momento en tiempo y lugar, están a disposición en la plataforma. Es una herramienta para que todas las personas puedan acceder a la información. También podría servir como punto de partida para profundizar casos específicos, lo que en última instancia es lo que pasaría si lo lleváramos a un tribunal o si se consiguiera fincar responsabilidades de los hechos.

Allí es donde creo que entra el componente vertical. No pudimos hacer una reconstrucción de todo, pero pudimos elegir un evento y escarbar hasta el fondo. El hecho que elegimos para examinar en profundidad fue el de las protestas del 30 de mayo de 2018 en la Marcha de las Madres. ¿Y por qué elegimos ese episodio? Tomamos la iniciativa de GIEI-Nicaragua y del EAAF cuando discutimos lo siguiente: ¿qué evidencias tenemos en términos de material?, ¿con qué tipo de videos contamos? Puede haberse producido un hecho francamente muy letal, pero estar escasamente documentado, lo cual suene horrible, pero sucede todo el tiempo.

Entonces, tal vez no tenga sentido trabajar en eso porque no podremos aportar mucho, pero en el ejemplo de la Marcha de las Madres del 30 de mayo, había mucho registro de lo que ocurrió. También lo que sucedió fue muy importante; entonces nos centramos en él y adoptamos el enfoque más detallado y minucioso posible. Examinamos el momento exacto de las muertes, cada persona asesinada, lo que ocurrió antes y después de cada muerte. Repito: siempre se trata de establecer qué podemos saber a partir de la evidencia, de los recursos digitales que tenemos disponibles y de exponer claramente aquello que sabemos. Y yo caracterizaría al proyecto de reconstrucción del episodio de la Marcha de las Madres de esa manera: como un componente vertical que complementa el horizontal.

**EAAF** Cuando usted describe cómo la plataforma digital de Nicaragua comienza a escala nacional y luego pasa a escalas más reducidas, a nivel de la ciudad o de las calles, ¿qué piensa sobre la noción de escala asociada al diseño de estos tipos de plataformas digitales de evidencia? Porque hay algunos análisis que seguramente son posibles cuando trabajan a una escala muy reducida (*close-up*), pero luego estarán los otros análisis que tal vez podrán hacerse si se mira lo que sucede a escala de ciudad o país.

**BS** Creo que parte del trabajo consiste precisamente en crear una transición clara, como usted dijo quizá desde la escala nacional a la regional, a la urbana, a la calle en la que sucedió algo hasta llegar a la ubicación de un cuerpo e incluso hasta la herida en el cuerpo. Es un rango de escalas enorme. Hay que movilizar diferentes conjuntos de datos. Cuando se parte de la escala nacional, uno podría mirar un dibujo que va del país a la región, a la

imagen satelital que muestra la ciudad, al escaneo láser que muestra el entorno de edificaciones de ese contexto inmediato, hasta el cuerpo humano. Por lo tanto, es parte del desafío del diseño hacer una serie de transiciones fluidas y coherentes para que las personas puedan comprender cómo se relacionan esas escalas entre sí.

**EAAF** Como ya hablamos un poco de los aspectos espaciales y de las escalas, quisiera ahora introducir el tema del vector del tiempo. Una de las cosas que considero más poderosas acerca de la visualización de datos es poder ver lo que se puede hacer si se organiza la información en función del tiempo, además del espacio. Con el proyecto de Nicaragua, creo que tiene mucha potencia ver el aspecto temporal, como la escalada de tácticas represivas, tal como está organizada la información en la plataforma. ¿Pensó en el tiempo como un factor organizador de la información con carácter de evidencia?

**BS** Sí, el tiempo es crítico para entender una secuencia de hechos, ya sea que se trate de los segundos que llevan a un acontecimiento o los meses de protestas que culminan en un enfrentamiento letal entre la policía y los manifestantes civiles. Por tal motivo, la plataforma de Nicaragua es un buen ejemplo porque se trataba de tiempo y espacio respecto a que vimos la primera serie de protestas que se estaban produciendo nominalmente como reacción a los cambios en las políticas de pensión y jubilación. Pero pronto eso escaló de ser algo que sucedía en ciertas partes del país a manifestaciones multitudinarias en la capital. Todo en el mismo día. Los primeros manifestantes se concentraron en un lugar y enseguida se registraron manifestaciones más grandes en Managua, y en los días sucesivos las protestas escalaron. El patrón de la escalada se hace más evidente cuando se introduce el factor tiempo. El tiempo es fundamental para entender todo el cuadro y cómo se llegó a un determinado momento de interés.

**EAAF** ¿Tiene algún comentario final o recomendación que considere importante para las organizaciones que están empezando a emprender este tipo de proyectos de visualización de datos y de análisis espacial?

**BS** Un elemento para tener en mente es que es un trabajo muy interdisciplinario. Yo diría que cada proyecto que emprendemos exige contar con un equipo diferente, reunido en torno de ese proyecto en particular; me refiero tanto internamente, dentro de SITU, como en términos de con quienes nos asociamos en cada proyecto. En este momento, en SITU contamos con profesionales formados en diseño, arquitectura, planeamiento urbano, informática, derecho. Trabajamos transversalmente con esas distintas disciplinas y experiencias, pero luego, a partir de esa estructura interna, se hace aún más interdisciplinario cuando armamos un equipo con personas formadas en balística, patología forense, derecho internacional, ingenieros en sonido. Así, parte de este trabajo consiste en ayudar a gestionar equipos que están integrados por personas con conocimientos muy diversos. Tiene que ver con la naturaleza interdisciplinaria de la evidencia, con el análisis en sí y con los diversos tipos de recursos que necesitamos usar para crear el cuadro completo de lo que pudo haber sucedido en un caso específico.



# Tecnologías de visualización de datos como herramientas de búsqueda y de contranarrativa de violaciones de derechos humanos

**Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez A.C.**

*El Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez A.C. es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1988 por la Compañía de Jesús en México, que busca impulsar cambios estructurales para que la sociedad tenga condiciones para gozar y ejercer de forma equitativa la totalidad de los derechos humanos. Su misión radica en promover y defender los derechos humanos de personas y colectivos excluidos, en situación de vulnerabilidad o de pobreza, para contribuir a la construcción de una sociedad más justa, equitativa y democrática, en la que se respete plenamente la dignidad humana.*

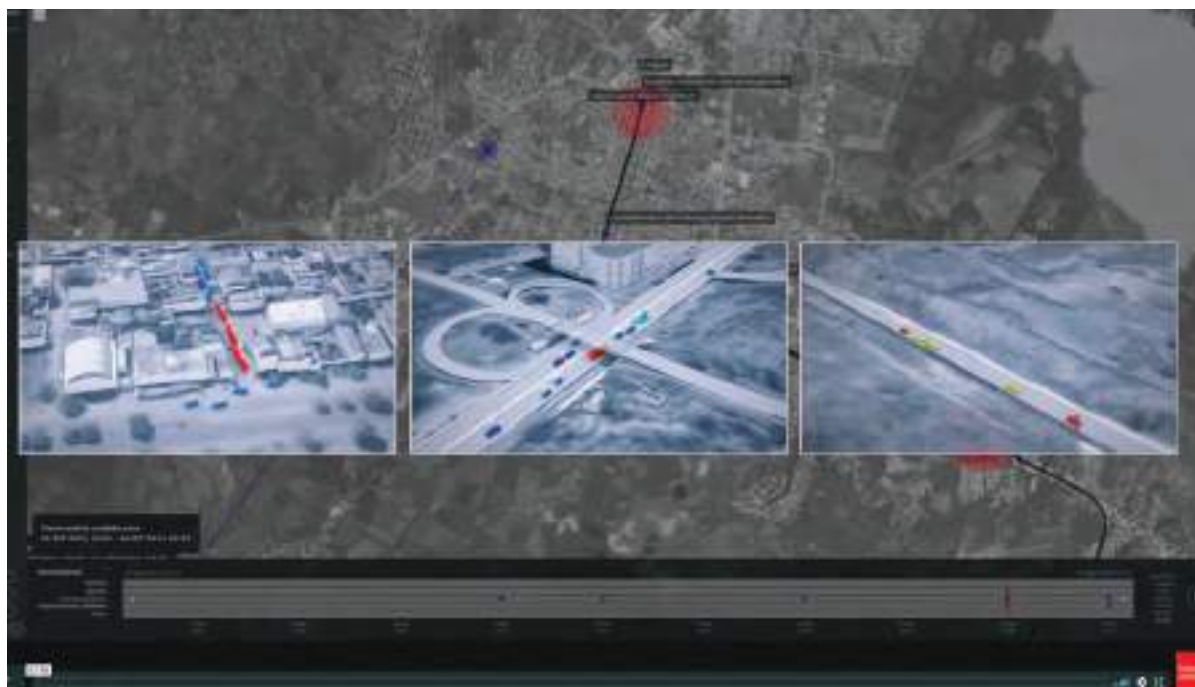
En los últimos años, la desaparición de personas en México ha alcanzado una dimensión de horror. Más allá de las cifras, esta situación es el reflejo del dolor de decenas de miles de familias que desconocen el paradero de sus seres queridos y que dedican su vida a buscar, con medios propios o con el apoyo de colectivos y organizaciones, la verdad de lo sucedido.

En ocasiones pareciera que las herramientas con las que cuentan los colectivos de familiares de desaparecidos son ínfimas con respecto a la magnitud de los hechos de violencia que enfrentan y al ocultamiento de información de diversos actores, intrínseco en los hechos de una desaparición. Por ello, el esfuerzo del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y del Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM) para acercar herramientas útiles para la búsqueda de personas desaparecidas a colectivos de familiares, organizaciones, peritos y funcionarios públicos que trabajan en este tipo de casos —durante el Encuentro sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense—, constituye un hecho único que tuvo y tendrá impactos relevantes en las prácticas de quienes buscan a personas desaparecidas en el país.

## Plataforma Ayotzinapa

Durante el Encuentro,<sup>1</sup> desde el Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez A.C. (Centro Prodh) tuvimos la oportunidad de presentar nuestra experiencia con el uso de

<sup>1</sup> Se refiere al Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías en Búsqueda Forense, que se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019, en la Ciudad de México.



**Figura 1.** Interfaz de la Plataforma Ayotzinapa, en la cual se pueden ver videos y modelos 3D sobre eventos ocurridos los días 26 y 27 de septiembre de 2014 (Captura de pantalla tomada de <http://www.plataforma-ayotzinapa.org/>).

plataformas digitales y de visualización en un caso de violaciones a derechos humanos: el Caso Ayotzinapa.<sup>2</sup>

La “Plataforma Ayotzinapa”,<sup>3</sup> creada por Forensic Architecture a petición del EAAF y del Centro Prodh, fue nuestro primer acercamiento al uso de estas nuevas tecnologías para la visualización de información en un caso criminal tan complejo como la desaparición de los 43 estudiantes normalistas de Ayotzinapa. Esta plataforma se ha convertido en una herramienta extremadamente útil para nuestro trabajo interdisciplinario como organización de derechos humanos.

La Plataforma se construyó con información de los dos informes del Grupo Interdisciplinario de Expertos Independientes (GIEI), creado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), en respuesta a la solicitud que hicieran las familias en cuanto a que el Estado requiriera al organismo internacional, asistencia técnica en la investigación de la desaparición de los 43 estudiantes; con el trabajo periodístico de John Gibler, quien sostuvo entrevistas a profundidad con sobrevivientes de los hechos de los días 26 y 27 de septiembre de 2014, así como con la documentación del Centro Prodh.

2 Los días 26 y 27 de septiembre de 2014, estudiantes de la Escuela Normal Rural de Ayotzinapa fueron atacados en la ciudad de Iguala, Guerrero, por la policía local, en colusión con organizaciones criminales. En los eventos participaron otras ramas del aparato de seguridad mexicano que actuaron o presenciaron los hechos, incluyendo la policía estatal y la policía federal, así como elementos del Ejército. Seis personas fueron asesinadas —incluyendo tres estudiantes—, 40 resultaron heridas y 43 estudiantes fueron desaparecidos forzadamente. Hoy día se desconoce el paradero de los estudiantes desaparecidos.

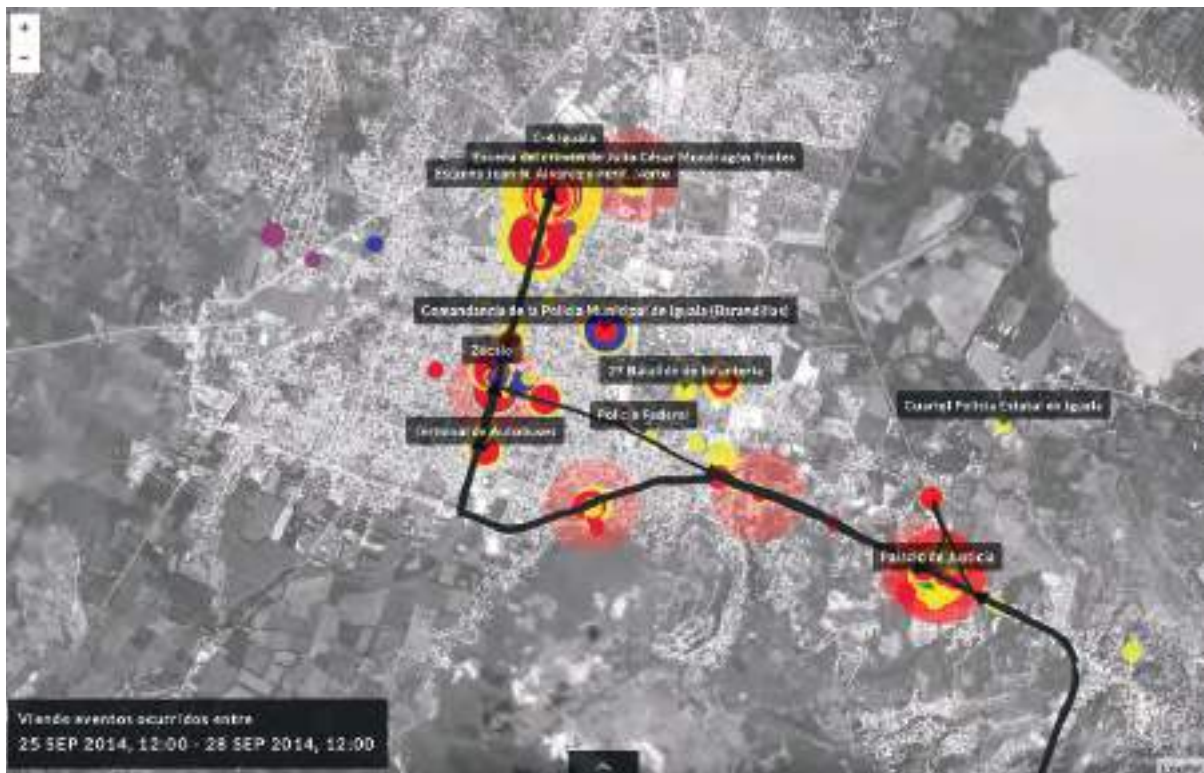
3 Véase [www.plataforma-ayotzinapa.org](http://www.plataforma-ayotzinapa.org)

A continuación describimos cuatro aspectos concretos en los que esta herramienta de visualización ha abonado a la búsqueda de verdad para las familias de los estudiantes desaparecidos, derivado del trabajo conjunto con el EAAF y el liderazgo de Forensic Architecture.

### La visualización de un caso criminal complejo con base en una documentación exhaustiva

La Plataforma Ayotzinapa permitió a las familias de los estudiantes desaparecidos hacer visible el trabajo que diversos expertos internacionales, periodistas y el trabajo legal de sus representantes habían logrado documentar sobre lo sucedido los días 26 y 27 de septiembre de 2014, incluyendo información de medios de prueba integrados en el expediente criminal.

La Plataforma pudo representar visualmente, por primera vez, los hechos de un caso criminal complejo que incluye diversos escenarios de ataques contra la población civil y los estudiantes, durante más de cinco horas, en una extensión de al menos 80 kilómetros en línea recta desde Iguala.



**Figura 2.** Representación cartográfica de miles de eventos que ocurrieron los días 26 y 27 de septiembre de 2014. Cada evento importante está representado por un círculo de distinto color, dependiendo de la fuente de información: los rojos son de testimonios de las víctimas; y los azules, de la policía. De esta manera, un usuario puede utilizar filtros para ver las diferentes fuentes de información sobre el evento (Captura de pantalla tomada de <http://www.plataforma-ayotzinapa.org/>).

Con videos y modelos 3D de las diversas escenas, la Plataforma Ayotzinapa permite dimensionar los ataques de esa noche, la participación y omisión de las fuerzas de seguridad de distintos niveles en los escenarios y la vulnerabilidad de las víctimas en esos momentos. Esta información puede ser profundizada una vez que el usuario se adentra a la Plataforma. Con esta herramienta, los hechos documentados con pruebas y testimonios de sobrevivientes, pasaron de ser textos extensos o notas aisladas a convertirse en una verdadera cartografía de la violencia.

## Una herramienta contra las múltiples narrativas y la imposición de una narrativa oficial

En el caso Ayotzinapa, el Estado intentó imponer una narrativa oficial de los hechos sin sustento científico;<sup>4</sup> además usó distintos espacios de comunicación para reforzar narrativas que criminalizaban a los estudiantes y que reforzaban versiones que habrían sido generadas bajo testimonios de tortura u otras violaciones a derechos humanos.

En este sentido, la Plataforma y un mural que Forensic Architecture creó a la par —como parte de una exposición en el Museo de Arte Contemporáneo, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)—,<sup>5</sup> lograron representar y hacer visibles las contradicciones y falencias en las diversas narrativas impuestas desde el Estado en la versión oficial de los hechos.

## La posibilidad de confrontar la manipulación de la información desde el Estado

El trabajo alrededor de la Plataforma Ayotzinapa logró visualizar algo que era muy relevante para las familias de los estudiantes desaparecidos: que el Estado en vez de destinar todos sus esfuerzos para cumplir su responsabilidad de buscar a los estudiantes, se había dedicado a manipular y ocultar información.

Para confrontar dicha información, en esta Plataforma se utilizaron diversas herramientas, como la del video en el cual se demuestra (con base en los modelos de las cámaras instaladas en el Palacio de Justicia de la ciudad de Iguala, adjunto a una de las escenas principales de los ataques contra los normalistas y el trabajo profesional por parte de Forensic Architecture) que de no haberse destruido la información de las cámaras, hubiera sido posible identificar a las fuerzas de seguridad que participaron en los hechos o los presenciaron, así como la ruta que siguieron las patrullas policiales, una vez que los estudiantes fueron

4 Se refiere a la teoría de caso, en la cual todos los estudiantes habrían sido detenidos por policías locales y entregados a un grupo criminal, que a su vez les habría privado de la vida, quemado sus cuerpos en una pira humana al aire libre en un basurero local y después esparcido sus cenizas en un río.

5 Véase <https://forensic-architecture.org/investigation/the-enforced-disappearance-of-the-ayotzinapa-students> y el video “Líneas narrativas animadas”, en la Plataforma Ayotzinapa.



**Foto 1.** Mural gráfico de relatos divergentes sobre eventos ocurridos los días 26 y 27 de septiembre de 2014, creado por Forensic Architecture en el Museo de Arte Contemporáneo, de la UNAM. Contiene datos de los informes de GIEI y de la PGR, así como de la investigación realizada por el periodista John Gibler (Foto: Museo de Arte Contemporáneo, de la UNAM).

detenidos y transportados en ellas.<sup>6</sup> Este solo es uno de los ejemplos de cómo el Estado, al tener el monopolio de la información en este tipo de investigaciones, pudo manipularla e incluso ocultarla, perpetuando los obstáculos para que las víctimas alcancen la verdad.

### Una herramienta de incidencia en una batalla asimétrica

Finalmente, pero no por ello de menor importancia, la Plataforma se ha convertido en una herramienta para las propias víctimas. Si bien el trabajo técnico de la creación de dicha Plataforma excede las capacidades técnicas de las organizaciones de derechos humanos que acompañamos a las familias, esta ya es una herramienta de incidencia esencial para ambas. La capacidad de adaptación del equipo de Forensic Architecture y del EAAF para hacer sencillo el lenguaje de la Plataforma y generar productos fáciles de reproducir —como los videos y los modelos 3D— permitió que las familias pudieran apropiarse de ella. Este es, sin duda, el mayor de los resultados.

<sup>6</sup> Véase “Los videos destruidos de las cámaras del Palacio de Justicia”, en la Plataforma Ayotzinapa.

Esto no es algo menor, dado que en el momento en el que se presentó la Plataforma —tres años después de los hechos—, las familias se encontraban inmersas en una batalla descomunalmente asimétrica en la que el Estado tenía todas las capacidades para imponer su versión oficial y buscaba que, con ello, la sociedad se fuera olvidando del caso.

Herramientas como la Plataforma Ayotzinapa ayudaron tanto a las familias de los normalistas desaparecidos como a las organizaciones que les acompañamos, a contrarrestar estas narrativas.

Así, podemos afirmar que este tipo de herramientas permiten a las organizaciones de la sociedad civil que documentan e investigan casos complejos de violaciones a derechos humanos, confrontar de forma innovadora las omisiones en las investigaciones, demostrar la necesidad de contar con investigaciones independientes y mostrar las fallas más estructurales del sistema de justicia en México.

Es por todo lo anterior que las diversas propuestas presentadas durante el Encuentro sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense y a las que se refieren los capítulos de esta publicación, son el reflejo de las grandes oportunidades que se tienen para seguir impulsando, con herramientas novedosas, la búsqueda de personas desaparecidas en el país.



# Aporte de la física forense en casos de violaciones de derechos humanos

## Entrevista con Rodolfo Pregliasco

*Rodolfo Pregliasco es doctor en Física por la Universidad de Buenos Aires, investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), director del Grupo de Física Forense del Centro Atómico Bariloche, y miembro del Consejo Asesor del Programa de Ciencia y Justicia del CONICET. Ha participado en reconstrucciones de hechos de represión a partir de fotos y videos, en estudio de accidentes en medios de elevación del Cerro Catedral, en análisis acústico de disparos y en el desarrollo de técnicas estadísticas para valoración de la prueba. En esta entrevista nos habla sobre el aporte de la Física Forense en casos de violaciones de derechos humanos.*

**EAAF** ¿Podría explicarnos en qué consiste el papel de un físico forense en investigaciones de graves violaciones de derechos humanos y personas desaparecidas? ¿Cuáles son los aspectos que normalmente le piden investigar en los casos donde se involucra y en qué áreas cree que los físicos pueden ser útiles para las investigaciones forenses?

**Rodolfo Pregliasco** Contestar esto es difícil por dos motivos, uno de ellos es que es complicado definir el ámbito y objeto de estudio de la Física. Pero en lo que respecta a la primera pregunta, está claro lo que es un físico y el hecho de que en su formación ha adquirido una serie de habilidades profesionales que son de utilidad en la investigación forense. Los recursos más característicos son: la posibilidad de evaluar la evidencia física: sonido, imágenes, análisis químicos, espectroscópicos y un largo etcétera; la capacidad de diseñar experimentos; el hábito de organizar grandes volúmenes de datos; la posibilidad de desarrollar modelos cuantitativos; habilidades en programación; manejo de técnicas de visualización de resultados, y uso de herramientas estadísticas.

El segundo motivo por el que la pregunta es difícil, es debido a que la investigación forense siempre es interdisciplinaria. Tal vez, el mejor punto de vista sea que el rol de un físico es formar parte de un equipo de trabajo.

**EAAF** ¿Podría darnos un ejemplo, con un resumen breve del caso, de un proceso forense en el cual haya trabajado recientemente?, ¿cuál fue su intervención como físico forense en dicho caso y por qué fue importante esta perspectiva?

**RP** Recientemente hicimos una reconstrucción de un hecho de violencia que consistió en lo siguiente: cierta mañana, los trabajadores de una maderera se encontraron con que la empresa se había declarado en quiebra, que habían perdido su fuente laboral y que el

lugar estaba cercado por la policía antidisturbios. Luego de varias horas de enfrentamientos verbales, en un confuso episodio, la policía realiza 11 disparos con postas de goma; un disparo se impacta en el tobillo de uno de los manifestantes a una distancia muy corta, lo que le provoca una fractura. Existe un registro del momento captado por tres cámaras de la policía local, pero en ninguna de esas imágenes se puede ver quién dispara. Nuestro trabajo constó de varias etapas:

Primero analizamos el material entregado y pudimos determinar que provenía de tres cámaras diferentes, identificamos la marca y el modelo de las cámaras, así como sus características técnicas.

Realizamos una sincronización de las cámaras y pudimos hacer una línea de tiempo con las tomas de cada una de ellas. En el momento de los disparos, las tres cámaras estaban filmando.

En los alrededores del lugar había muchos postes de luz y semáforos. Hicimos un relevamiento de todos los que se ven en las imágenes. Como las posiciones relativas varían según el punto de vista, pudimos ubicar cada cámara y la dirección a la que apuntaban en cada momento.

El registro del audio estaba realizado con muy buena calidad y en estéreo. Al grabar dos canales direccionales de sonido por cámara, la intensidad relativa de cada canal contiene la información de la dirección en la que se encuentra el origen del disparo. Utilizando la información técnica de los micrófonos y el sonido de los primeros tres milisegundos después del disparo, fue posible determinar la dirección de la que provenía cada disparo.

Al contar con tres cámaras, la intersección de esas direcciones identifica muy bien el origen del disparo. Se utiliza el audio de los primeros tres milisegundos porque así nos quedamos exclusivamente con la información de sonido que viaja de manera directa al micrófono. Un instante después comienzan a llegar los rebotes del sonido en el piso y otros objetos adyacentes, de manera que la ubicación del origen del disparo se va degradando a medida que pasa el tiempo.

Finalmente, detectamos al policía que efectúa el disparo. Como había disparos que sí estaban visualmente registrados en las cámaras, pudimos verificar que la técnica funcionaba correctamente en esos disparos; es decir, que la ubicación que obtuvimos del análisis acústico coincidía con lo que se veía en las imágenes. Los agentes estaban uniformados, pero los uniformes presentan variaciones en la forma y modelo del casco, el tipo de escopeta, la camisa, los guantes y otros accesorios. Hicimos un relevamiento de esas características de los 17 agentes de policía que estuvieron presentes y de esa manera logramos indicar cuál de ellos había efectuado el disparo, así como una fotografía de su rostro.

Esto fue un avance importante en la causa, ya que pasó de estar caratulada “NN S/Lesiones graves” a “(..) S/Lesiones graves agravadas por ser funcionario policial, abusando de sus funciones, por cometerse con alevosía y por el uso de arma de fuego”.

Esta causa es interesante porque contiene muchas técnicas y habilidades diferentes de los físicos aplicadas a resolver un problema. Me gustaría aclarar que tener tantos logros en una reconstrucción es un hecho excepcional y casi nunca se logra un resultado tan completo.

**EAAF** ¿Podría explicarnos un poco sobre su trabajo y área de investigación en el Centro Atómico de Bariloche?

**RP** Donde trabajo es un centro de investigación que cuenta con laboratorios en áreas muy diferentes y con muchos profesionales. La interacción con otros grupos nos posibilita el acceso a diversas técnicas de análisis químicos y de resistencia de materiales biológicos, informáticos o estadísticos. Esa interacción permite que realicemos las asesorías más técnicas. Allí conformamos el Grupo de Física Forense, cuyo propósito principal es desarrollar técnicas de utilidad forense y evaluar la calidad de los resultados de las técnicas habitualmente utilizadas.

En este momento contamos con cinco alumnos de posgrado que trabajan en áreas diferentes, pero con el propósito de establecer los límites de validez de las técnicas habituales. Las áreas en las que estamos trabajando son: 1) Evaluación de la probabilidad de que una persona haya disparado, analizando los residuos de disparo y la manera como se analizan los resultados del microscopio electrónico de barrido, 2) Dispersión de las postas 12/70 para establecer distancia de disparo y su error a partir de la distribución de las heridas; 3) Análisis de los errores de determinación de tiempo de muerte, a partir de las técnicas forenses habituales, y 4) Estudio de la fauna cadavérica local y establecimiento de la variabilidad de los tiempos de desarrollo de los insectos presentes.

Además de los temas de investigación que desarrollamos, realizamos asesorías periciales que nos ofrecen la oportunidad de aprender nuevas técnicas y detectar problemas en los que podemos hacer un aporte desde la investigación.

**EAAF** En su presentación en el Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, realizado en 2019, habló sobre el proceso de cómo convertir un material crudo audiovisual en una evidencia que pueda ser usada en procesos legales, específicamente en un juicio, ¿podría contarnos algún detalle sobre este proceso y especificar cuáles son los pasos y consideraciones más importantes en este procedimiento?

**RP** Lo más importante es comprender que no toda la información audiovisual está contenida en las imágenes. Para que se constituya en evidencia judicial requiere de información de contexto, un medio de adquisición, un soporte digital y un sistema de visualización. Las recomendaciones para recolectar la evidencia son:

Recolectar la evidencia con un testimonio de quién la tomó. Esto no siempre es posible en casos de represión, pero los detalles que relatan los testigos tienen elementos que no siempre están presentes en las imágenes. Esto permite identificar el origen de la pieza de evidencia, que es un requisito importante para considerar su verosimilitud, ya que la cadena de custodia comienza cuando el material es recibido por los peritos.

En la recolección del material hay que copiar más de lo que parece importante. La evaluación de la relevancia judicial de las imágenes se realiza en una etapa posterior. Al momento de recibir la evidencia, siempre conviene descargar las colecciones completas de fotos y videos, incluso de aquellas que parecen poco significativas. Es imposible saber qué detalles serán relevantes para sincronizar el material o para comprender la situación de antemano. En esta etapa hay que concentrarse no solo en los archivos, sino en consignar con qué tipo y modelo de cámara o celular fueron captadas las imágenes. Si se tiene conocimiento técnico, también se puede registrar información de algunos archivos que no son de imágenes, que servirán para ordenarlas; por ejemplo, el sistema Android utiliza una base de datos interna donde guarda información sobre las imágenes (hora, lugar, estado de la cámara), que se pueden recuperar, incluso si la información de los archivos de imágenes ha sido modificada posteriormente. También es interesante que aunque las fotos se capturen sin información de geolocalización, cuando se suben al Google Fotos aparecen perfectamente localizadas en el mapa. Lo que sucede es que el celular registra nuestras posiciones, y esta información es enviada a los servidores de Google que interpola nuestras posiciones al momento de la foto. Esa información está disponible en <https://www.google.com/maps/timeline> y se puede utilizar para ubicar las fotos.

Los archivos de imágenes tienen que copiarse en formato original. Las imágenes digitales se codifican en secuencias de unos y ceros guardadas en un archivo. Pero este tipo de almacenamiento permite agregar información adicional en el mismo archivo, una información que no es indispensable para ver la imagen, pero que habla del contexto en que fue generada o procesada. Esta información adicional se llama metadatos y el formato en que se almacena en los archivos se denomina EXIF y resulta muy útil a la hora de analizar la evidencia. Dicha información suele no copiarse enteramente al transmitir un archivo por un sistema de mensajes o correos; la manera apropiada de hacerlo es utilizando un programa de copiado de archivos, que no intente hacer ninguna operación sobre la imagen. Tampoco es buena práctica cambiar el nombre de los archivos.

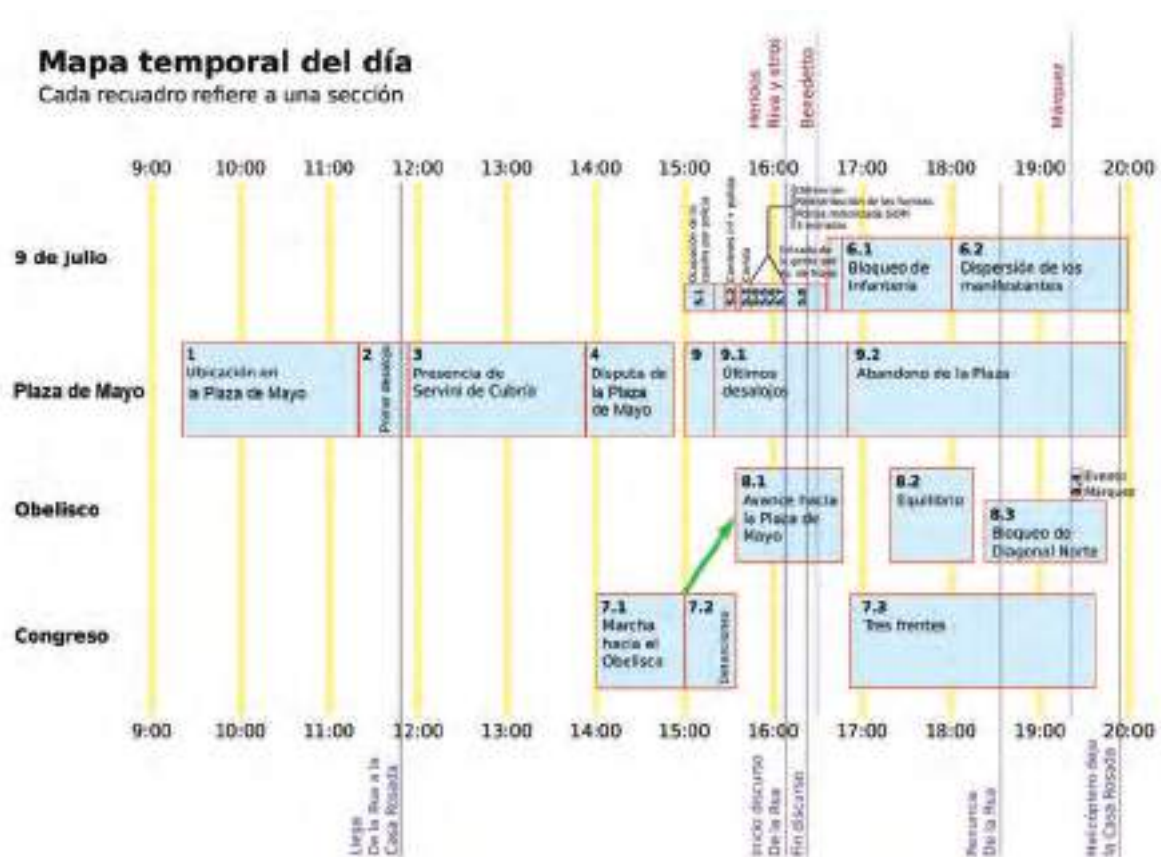
Lo primero que se hará al recibir los archivos es guardar la colección en un directorio que identifique la evidencia y se anotará un número de *hash* que la identifique; esto puede hacerse archivo por archivo, o por directorio completo. El número de *hash* consiste en lo siguiente: un archivo de imágenes se guarda en la computadora como una sucesión de números. Se han diseñado algunos algoritmos que, a partir de un archivo cualquiera, hacen operaciones numéricas que dan por resultado un número relativamente corto, ese número sirve como un identificador. Está hecho de tal manera que es casi imposible modificar el contenido de

un archivo y que se preserve el número de *hash*. Si al recibir el material consignamos dicho número, en cualquier parte del proceso podemos verificar si el material con el que estamos trabajando es efectivamente el que fue entregado originalmente.

Es necesario hacer una lista del material recibido. No importa si se escribe un texto o una planilla de cálculos, pero conviene anotar la lista completa de los archivos recibidos. Sin esa lista, no se puede verificar si hay archivos que fueron eliminados posteriormente a la recepción del material.

Los pasos para procesar la información dependen de las preguntas que se quieran responder, pero las operaciones habituales son:

- Verificación de consistencia de las colecciones. Radica en confirmar que los formatos que provienen de la misma cámara/camarógrafo sean consistentes y secuenciales. La consistencia puede verificarse a diferentes niveles, pero lo más elemental consiste en analizar lo siguiente: 1) Que la secuencia de nombres de los archivos tenga cierta lógica, por ejemplo, en las cámaras Nikon suelen llamarse DSC\_3456.JPG. Habrá que ver que las mayúsculas estén en todos los archivos y que los números



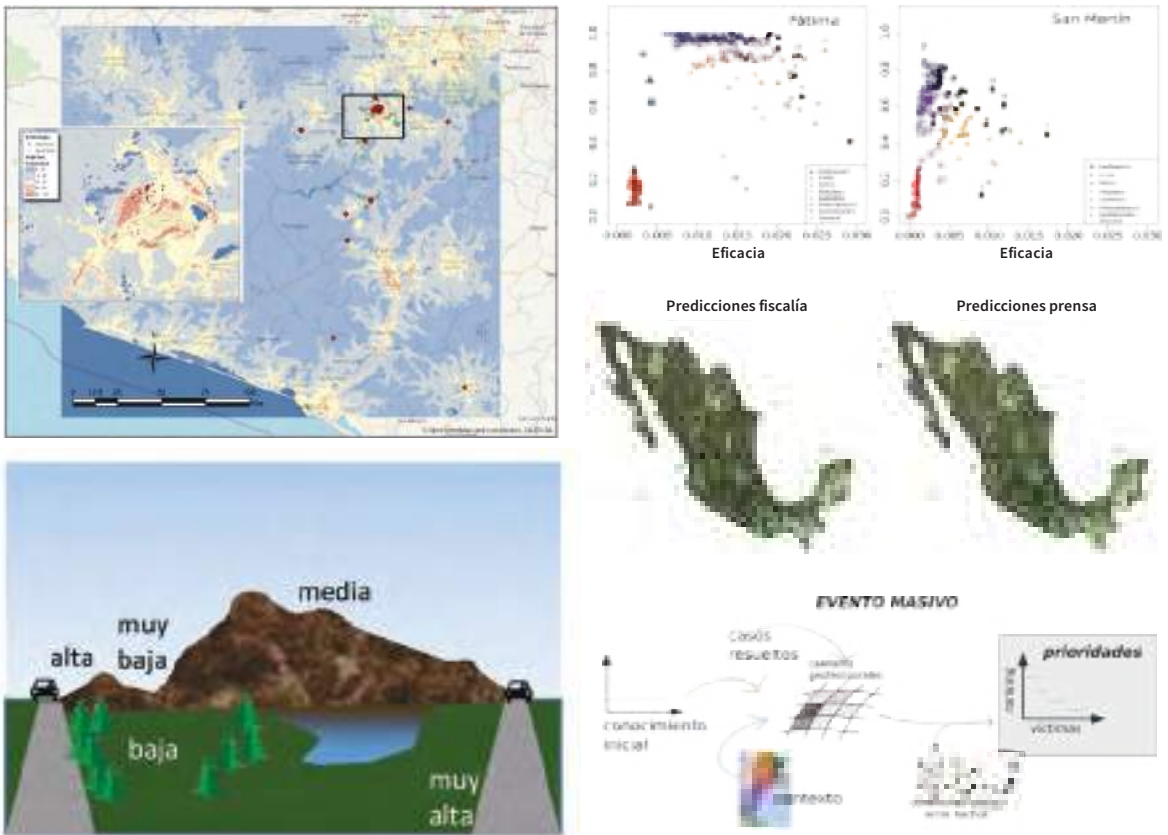
**Figura 1.** Línea de tiempo y línea espacial que se utilizó para reconstruir los eventos que ocurrieron durante la represión en Buenos Aires, Argentina, el 20 de diciembre de 2011. A la derecha se pueden ver los lugares de interés; mientras que las horas, en la parte superior e inferior, y los números en los cuadros indican una línea de tiempo de un evento en particular (Elaborada por Rodolfo Pregliasco).

sean correlativos con el orden de la hora de las fotos; 2) Que la información de los metadatos tenga los mismos campos registrados, y 3) Que todos los campos tengan en común la información propia de la cámara. En este paso no se trata de descartar material, sino de anotar las anomalías para investigar su origen, en caso de que la evidencia sea importante.

- Clasificación temporal y espacial. Habitualmente los archivos digitales tienen una duración aproximada de una hora. La ubicación espacial es sencilla cuando existe información del GPS, pero cuando esto no es posible, reconstruir los desplazamientos del camarógrafo se convierte en una tarea artesanal.
- Sincronización del material. Si el material es abundante, es relativamente posible sincronizar las fuentes, buscando el mismo hecho capturado de forma simultánea por varias cámaras.
- Visualización del material. Dependiendo de la causa, hay que desarrollar herramientas de visualización que permitan analizar líneas de tiempo, desplazamientos de los protagonistas y hacer una reconstrucción de la situación que permita responder una pregunta de utilidad forense.

Muchas de estas recomendaciones pueden parecer algo primitivas, pero organizar el material audiovisual permite tener una perspectiva del hecho que se quiere reconstruir, que es cualitativamente muy diferente a solo contar con una colección de imágenes. El objetivo final de organizar este material audiovisual es presentar una descripción fundamentada de los hechos y no solo consignar el dramatismo de una situación violenta. Esto con la intención de que las imágenes se puedan convertir en el soporte de una argumentación judicial en casos de violaciones a los derechos humanos.





A partir de los datos disponibles sobre desapariciones es posible crear modelos de probabilidad.

## SECCIÓN 4. INTRODUCCIÓN

# Uso de modelos probabilísticos como herramientas en la búsqueda forense

Equipo Argentino de Antropología Forense

### Una mirada sobre esta sección

En esta sección examinaremos tres ejemplos de investigaciones en curso que utilizan modelos estadísticos, redes complejas y aprendizaje de máquina o automático (*Machine Learning*) como herramientas para ayudar en las tareas de búsqueda forense.

En cada uno de estos casos, los investigadores han experimentado con modelos estadísticos para hacer predicciones que puedan ayudar a orientar la búsqueda de fosas clandestinas y de personas desaparecidas.

Si bien estas clases de modelos estadísticos no nos explican las relaciones causales entre los fenómenos, sí nos ayudan a formalizar matemáticamente la información y el conocimiento que ya tenemos acerca de un fenómeno dado, dentro de un modelo estadístico complejo con miras a predecir información desconocida, o a priorizar futuras áreas de investigación. Es decir, partimos de lo que conocemos; por ejemplo, la ubicación de fosas clandestinas ya encontradas para aproximarnos a predicciones sobre las que aún no hemos encontrado.

Cada uno de los modelos descritos utiliza una cantidad significativa de datos reales, existentes y concretos sobre fosas o desapariciones, datos que en la mayoría de los casos ha sido posible obtener como producto de años de trabajo y de investigaciones realizadas por otras disciplinas y diversas organizaciones. El área de trabajo que presentamos aquí, busca formalizar matemáticamente una amplia gama de datos multidisciplinarios vinculados a fosas y desapariciones, a fin de crear una herramienta que pueda, a partir de la base de ese conocimiento, hacer predicciones sobre lo que aún no sabemos sobre estos temas. Esto puede ayudarnos en la búsqueda de personas desaparecidas.

Los primeros dos artículos, vinculados al contexto actual de desapariciones en México, tienen como objetivo tratar de identificar áreas geográficas con altas probabilidades de albergar fosas clandestinas aún no descubiertas, en función de una serie de variables sintomáticas o predictivas conocidas.

El primero, es un trabajo realizado recientemente por la organización mexicana Data Cívica, consistió en ingresar información sobre fosas clandestinas halladas en todo el país dentro de determinado periodo de tiempo, en un modelo de aprendizaje de máquina. La información sobre fosas clandestinas fue obtenida de fiscalías estatales y de fuentes de prensa, a la cual se agregó un conjunto de casi 30 variables sociodemográficas y socioeconómicas para crear un modelo que pudiera predecir la probabilidad de existencia de fosas clandestinas en cada municipio del país.

En el segundo texto se ofrece un resumen del reciente trabajo realizado por el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGEO), institución mexicana que a partir de información sobre la ubicación de fosas conocidas y de un conjunto de criterios relacionados con las condiciones en las que comúnmente se hacen las fosas, diseñó un modelo de aprendizaje de máquina que predice en qué áreas geográficas específicas hay altas probabilidades de encontrar fosas clandestinas aún no descubiertas.

Finalmente, se presenta un resumen del trabajo que está desarrollando el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en colaboración con el EAAF, en el que se utilizan datos de casos de individuos identificados en Argentina para crear un modelo matemático que pueda ayudar a priorizar aquellos casos con más probabilidades de corresponderse con un determinado conjunto de restos encontrados.

Al igual que las tecnologías presentadas en esta publicación, estos modelos estadísticos tampoco pretenden conducirnos directamente a los sitios específicos de enterramiento ni a dar con el paradero de determinadas personas desaparecidas. Pero sí aspiran a poder ser herramientas utilizadas en combinación con otros métodos de investigación para colaborar en la búsqueda forense y de personas desaparecidas.

Como veremos en esta sección, los diversos modelos contribuyen en distintos procesos e investigaciones, dependiendo del tipo de predicciones que está previsto que produzcan. Por ejemplo, el modelo de CentroGEO puede ser más apto para identificar áreas geográficas específicas y acotar las búsquedas en campo, mientras que el modelo de Data Cívica podría tener gran utilidad para la discusión y diseño de mejores políticas públicas respecto a la desaparición forzada en México.

Un elemento importante en estos modelos es que están diseñados para que de forma continua puedan incorporar nueva información a lo largo del proceso, de tal forma que permitan ir aprendiendo de estos nuevos datos incorporados a medida que vayan estando disponibles. En este contexto, es conveniente destacar que los colectivos y las familias de personas desaparecidas poseen amplios conocimientos sobre las fosas y las desapariciones que no figuran en los registros oficiales que algunos de estos modelos usan como fuente primaria. Sin embargo, esta información es extremadamente valiosa para generar y mejorar los modelos estadísticos de este tipo, puesto que este conocimiento de las familias permite nutrir la metodología. En el fondo, estos modelos tienen el objetivo de potenciar y respaldar científicamente el conocimiento que, de manera formal o informal, ya tienen las familias y comunidades sobre su localidad o sobre su ser querido desaparecido.

## TÉRMINOS CLAVE DE ESTA SECCIÓN

### Aprendizaje de máquina o *Machine Learning*

Es un área emergente de las ciencias de la computación, cuya meta es construir algoritmos o modelos estadísticos capaces de aprender a partir de los datos de muestra que se les va incorporando. Al cargar una gran cantidad de datos, esta tecnología busca “enseñarles” a los modelos matemáticos a realizar tareas de forma autónoma o a hacer predicciones sobre la base de los patrones aprendidos a partir de los datos de la muestra.

### Inferencia bayesiana

Es un enfoque estadístico que permite a los investigadores ir actualizando, mediante una ecuación matemática, la probabilidad de una hipótesis dada a medida que van apareciendo nuevas informaciones o evidencias. Asimismo, la inferencia bayesiana permite incorporar al modelo estadístico ciertos supuestos subyacentes o parámetros relacionados con el tema en cuestión, con el fin de informar las probabilidades que el modelo irá produciendo.

Un ejemplo de incorporar supuestos relacionados con las fosas o desapariciones podría ser el siguiente: durante miles de millones de años, el sol ha salido por la mañana después de haberse puesto el día anterior. El sol se ha puesto esta tarde. Hay una probabilidad muy alta (o “Yo creo firmemente” o “es verdad”) de que el sol va a volver a salir mañana. En función de los datos que tengo, puedo predecir lo que sucederá a la mañana.

Un ejemplo dentro del tema de este libro podría ser: si tengo información sobre la ubicación de 400 fosas clandestinas en donde observo que un alto número de ellas se encuentran a una distancia no mayor de 50 metros de un camino con acceso vehicular, existe una alta probabilidad de que buscando dentro de ese margen de distancia en zonas claves marcadas por otra información obtenida durante una investigación, pueda encontrar una fosa en un lugar que no sea más lejano a esos 50 metros. Esto es: es posible aprender de las primeras 400 fosas clandestinas que se observan y, por tanto, esperar probabilidades altas de encontrar las siguientes a distancias similares.

# Modelos probabilísticos para el hallazgo de fosas clandestinas

José Luis Silván Cárdenas

*José Luis Silván Cárdenas es investigador titular del Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial y Coordinador de Posgrados de esa misma institución desde 2014. Obtuvo el doctorado en Ciencias de la Información Geográfica por la Universidad de Texas en 2009 y la maestría en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Procesamiento Digital de Imágenes por la Universidad Nacional Autónoma de México en 2002. Ha impartido cursos de percepción remota en diversas instituciones académicas, como la Universidad de Texas-San Marcos, la Universidad de Búfalo en Nueva York, la UNAM y el Colegio de México. Es coautor de más de 50 publicaciones. Sus temas de investigación abordan la generación de información geográfica mediante el procesamiento de imágenes ópticas multiespectrales y LiDAR. Su investigación más reciente incluye el uso de drones e imágenes hiperspectrales en la detección de fosas clandestinas.*

En los últimos años, se ha descubierto una cantidad alarmante de restos humanos en fosas clandestinas en todo México. La ubicación de estas se ha determinado principalmente a partir de declaraciones de testigos, pero sobre todo a través de varios grupos de búsqueda conformados principalmente por familiares de personas desaparecidas, quienes han desarrollado un método de exploración en campo rudimentario conocido como “envarillado”, que consiste en introducir una varilla en el suelo. Si hay cuerpos debajo de la superficie, la punta perfora el tejido o choca con los huesos y el olor a muerte que emana del suelo es el signo irrefutable del descubrimiento de una fosa clandestina.

Dada la gran cantidad de desapariciones en todo el país que, según la cifra oficial más reciente de la Comisión Nacional de Búsqueda de Personas, asciende a 73,201 reportes de personas que permanecen desaparecidas desde 1964 (de las cuales, 97.9 por ciento desaparecieron a partir de 2006), se cree que una gran cantidad insospechada de fosas puede estar esperando ser descubierta.

En diversas partes del mundo se han sugerido técnicas de percepción remota, como escáneres láser (LiDAR) y cámaras hiperspectrales/multiespectrales, a bordo de plataformas terrestres, aeronaves o vehículos aéreos no tripulados (UAV), las cuales pueden ser útiles para casos muy específicos (Kalacska, Bell, Sanchez-Azofeifa y Caelli, 2009; Corcoran, Mundorff, White y Emch, 2018; Evers y Masters, 2018). Dichas técnicas son ideales sobre todo para lugares donde el crimen organizado y otros actores hacen que sea complicado —si no imposible— acceder a probables regiones para realizar exploraciones *in situ*. No obstante, debido al alto costo de adquisición de este tipo de datos y al gran poder de cómputo que requeriría su análisis para un área tan extensa, por ejemplo, como el estado de

Guerrero, resulta necesario desarrollar métodos complementarios que permitan acotar el área de búsqueda a unos cuantos kilómetros cuadrados.

Afortunadamente, los desarrollos recientes en los métodos de aprendizaje automático están proporcionando formas viables para reducir el espacio de búsqueda a través del modelado de la distribución potencial de ubicaciones de fosas. En lugar de detectar las fosas directamente, la idea es identificar áreas de alta probabilidad a través de una serie de variables sintomáticas conocidas y varias ubicaciones de fosas previamente descubiertas (Congram, Kenyhercz y Green, 2017). A través de técnicas de aprendizaje estadístico, se entrenan modelos que “aprenden” las características de los sitios preferidos por los perpetradores para crear una fosa clandestina. Desde luego, una limitación de este enfoque es que se debe contar con un número significativo de la ubicación precisa de fosas confirmadas, información que pocas veces está disponible en los registros oficiales, ya sea porque nunca se ha registrado o porque es parte de una investigación en curso y no se puede divulgar al público. Bajo tal escenario, la alternativa ha sido recopilar información de organizaciones no gubernamentales o de informes de noticias, tarea que requiere una cantidad significativa de esfuerzo y la actualización continua de la información.

En México, a medida que los datos sobre hallazgos de fosas se han ido acumulando, se ha habilitado la posibilidad de implementar este enfoque. En un estudio reciente realizado por la Universidad Iberoamericana (IBERO, 2017) se desarrollaron modelos para identificar municipios con altas o bajas probabilidades de tener fosas clandestinas en ciertos años, a partir de la información reportada por fuentes de prensa y datos de las procuradurías o fiscalías estatales. Empleando el algoritmo de bosques aleatorios, los autores construyeron un mapa de probabilidades de existencia de fosas en los municipios donde no se habían observado estas. Desafortunadamente, predecir la probabilidad en el ámbito municipal limita mucho la posibilidad de tomar acciones de búsqueda debido a la extensión de algunos municipios.

Congram y colaboradores han apuntado que existen muchas variables espaciales que podrían introducirse en un modelo de localización de fosas, pero pocas son las que realmente tienen que ver con el proceso de creación de una fosa (Congram, Kenyhercz y Green, 2017). En particular, deben considerarse aquellas que expliquen el carácter clandestino de la actividad criminal asociadas a la sustracción, secuestro y desaparición forzada. Bajo esta observación, se ha desarrollado el concepto de espacio clandestino (Silván, Alegre y González, 2019), mismo que es descrito en términos de dos dimensiones relevantes: la accesibilidad espacial y la privacidad espacial, tal como se aprecia en la figura 1. Estas fueron, a su vez, cuantificadas en términos del tiempo de viaje y el porcentaje de visibilidad, respectivamente. En principio, el espacio clandestino presentará una mayor probabilidad de contener fosas bajo la premisa de que los perpetradores eligen sitios que representen bajo riesgo de ser descubiertos; esto es, sitios que son de rápido acceso y poco visibles al público.

Para implementar este método, se emplea el modelado geoespacial en formato ráster; es decir, que el espacio geográfico es partido en celdas sobre las cuales se calcula tanto el

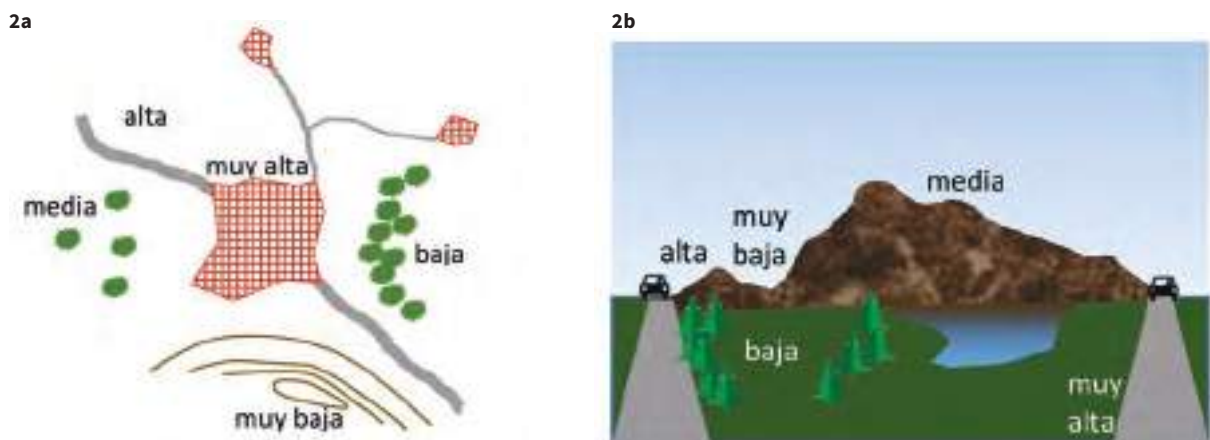




**Figura 1.** Conceptualización del espacio clandestino (Elaborada por José Luis Silván Cárdenas).

tiempo de viaje desde un asentamiento urbano como el porcentaje de visibilidad. La primera cantidad se calcula como una función de costo acumulado desde la celda urbana más cercana hasta cada punto del espacio geográfico, donde la función de costo es el tiempo que toma atravesar la celda. Dicho valor se determina a partir de las velocidades máximas de los caminos, de la pendiente del terreno y de la fracción de cobertura de vegetación donde no hay caminos. La figura 2a esquematiza el efecto de los elementos del paisaje en el nivel de accesibilidad.

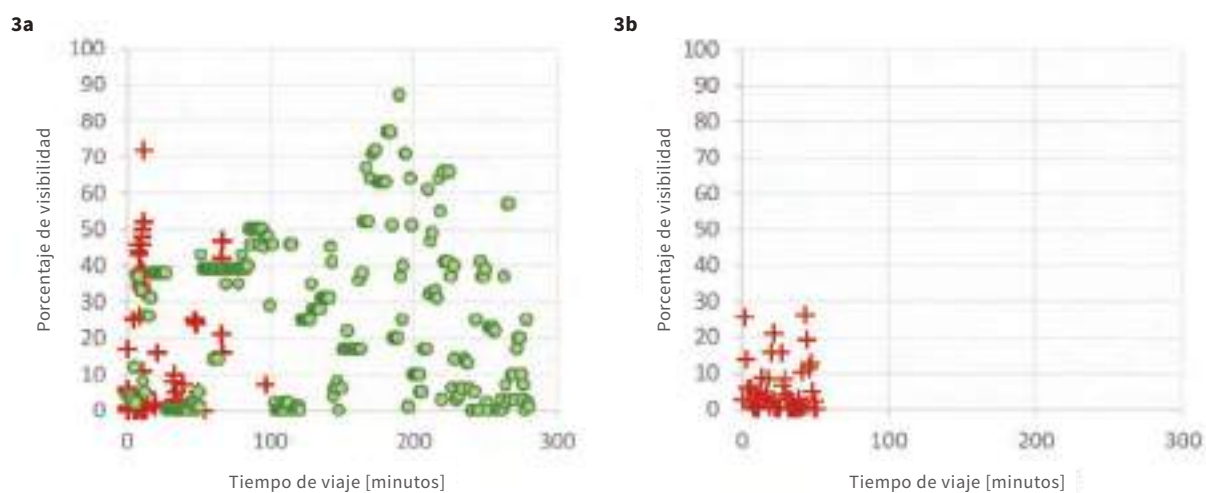
Intuitivamente, las vías de alta velocidad favorecen la accesibilidad, en tanto que la densidad de vegetación arbórea y la pendiente, inhiben el desplazamiento. Esta última es un factor del coseno del ángulo; de tal suerte que a una pendiente del terreno de 90 grados, la velocidad de desplazamiento se hace cero, inhibiendo totalmente el acceso.



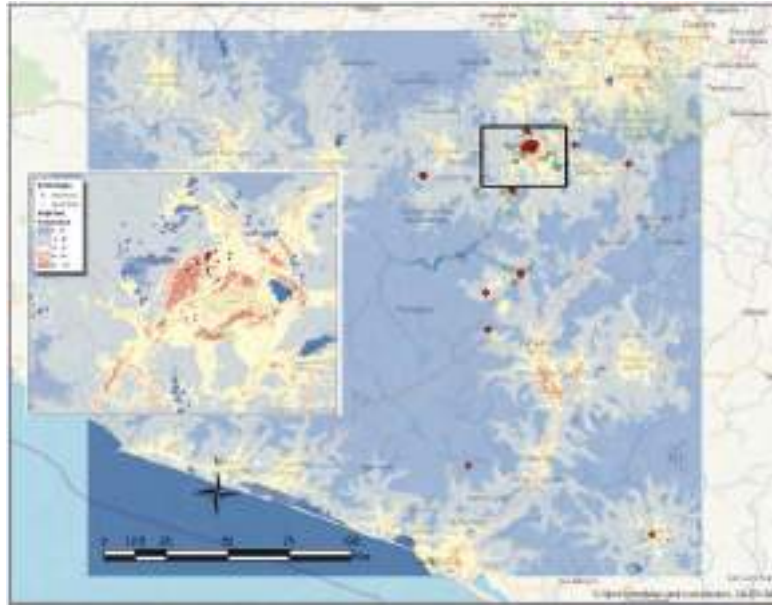
**Figura 2.** Niveles de accesibilidad y visibilidad de zonas del paisaje de acuerdo con el contexto geográfico (Elaborada por José Luis Silván Cárdenas).

El porcentaje de visibilidad de una celda se calcula a partir de la frecuencia con que un observador ubicado sobre un camino, podría tener en línea de vista el punto, donde el rango de visibilidad se limita a unos cuantos kilómetros (digamos 5 km). El cálculo se realiza acumulando las cuencas visuales de un modelo digital de terreno con puntos de observación ubicados sobre la red de caminos y dividiendo por el número de puntos dentro del rango de visibilidad. La vegetación arbórea también inhibe la visibilidad, pero debido a que generalmente no se cuenta con modelos 3D de esta, se emplea el complemento del porcentaje de cobertura arbórea; es decir, la fracción de vacío como una aproximación del nivel de visibilidad. El producto de estas dos cantidades por 100 determina el porcentaje de visibilidad en cada celda. La figura 2b muestra el efecto de los elementos del paisaje en el nivel de visibilidad.

Para probar la hipótesis de que las fosas se encuentran mayoritariamente en el espacio clandestino; es decir, dentro de un tiempo de viaje y visibilidad razonablemente bajos, se emplearon datos de 143 fosas confirmadas en el estado de Guerrero, de un total de 424 puntos investigados por la Fiscalía General de la República (FGR). Se encontró que el 94 por ciento de las fosas se encuentran a menos de una hora de la ciudad más cercana, el 92 por ciento tuvieron una visibilidad menor al 50 por ciento (figura 3a), y el 67 por ciento menor al 30 por ciento de visibilidad. Lo que es más interesante es que esta tendencia no se cumple para los puntos negativos (no fosa), lo que confirma que, en efecto, el espacio clandestino es preferido para la creación de fosas. Más aún, con el fin de determinar si esto es transferible a otras regiones con características físicas y sociales diferentes a las de Guerrero, se realizó la misma prueba con 51 fosas identificadas en Veracruz y se encontró que la frontera de espacio clandestino es aún más marcada, ya que todas las fosas se encuentran a menos de una hora de viaje y con visibilidad menor al 30 por ciento; sin embargo, en este caso no se contó con puntos negativos (figura 3b).



**Figura 3.** Diagrama de dispersión del tiempo de viaje y visibilidad para dos casos de estudio: 3a. Guerrero y 3b. Veracruz. Las cruces rojas indican sitios de fosas confirmadas, los círculos verdes indican sitios originalmente reportados como fosas, pero que resultaron negativos (Adaptada por José Luis Silván Cárdenas, de Silván, Alegre y González, 2019).



**Figura 4.** Mapa de probabilidad de fosa modelado con MaxENT y el espacio clandestino. El recuadro de la izquierda muestra un acercamiento a la región de Iguala, Guerrero (Adaptada por José Luis Silván Cárdenas, de Silván, Alegre y González, 2019).

En virtud de lo anterior, las dimensiones del espacio clandestino son candidatas ideales para los modelos probabilísticos de la existencia de fosas. Una opción relativamente simple para la construcción de dichos modelos es el método de MaxEnt, que se emplea en el mapeo de distribución de especies (Phillips, Anderson y Schapire, 2006). MaxEnt modela la probabilidad de ocurrencia a partir de una distribución de Gibbs, que es una función exponencial que toma como argumento la combinación lineal de las variables. Por ejemplo, si  $X_1$  y  $X_2$  representan el tiempo de viaje y la visibilidad, entonces la probabilidad de ocurrencia de fosas está dada por:

$$P = \frac{1}{Z} e^{-c_1 x_1 - c_2 x_2}$$

Donde  $Z$  es la constante de normalización si  $c_1$  y  $c_2$  son constantes estimadas a partir de los datos al maximizar la entropía.<sup>1</sup> La figura 4 muestra un mapa de probabilidades de fosas estimado para el estado de Guerrero empleando este método. Para mayor referencia se incluyen los puntos de fosas empleados para ajustar el modelo y un acercamiento a la región de Iguala.

En la figura 4, el área en tonos rosa presenta la mayor probabilidad de existencia de fosas (por encima del 90 por ciento). Afortunadamente, esta solo es una fracción muy pequeña de toda el área mapeada y no está fragmentada ni dispersa por todo el estado, sino que tiende a compactarse en áreas relativamente continuas. Esto es deseable para cualquier actividad de búsqueda, ya que reduce tremendamente el esfuerzo requerido. Pero, ¿esto es suficiente para decir que es un buen mapa?

<sup>1</sup> Este término se puede entender como una “medida de incertidumbre”, como “una medida de desorden” o como “la peculiaridad de ciertas combinaciones”. Siendo una medida, tiene la información necesaria para poder acotar, reducir o eliminar la incertidumbre en cualquier proceso.

Además de los aspectos prácticos del mapa, se requiere realizar una medida de desempeño del modelo empleado para construir el mapa. El área bajo la curva ROC (*receiver operating characteristic*) sobre datos de prueba; es decir, que no hayan sido empleados para el entrenamiento, es una medida de desempeño del modelo donde un valor de 1.0 indica que el modelo replica los datos al 100 por ciento, pero si el valor es igual o menor a 0.5, es mejor lanzar una moneda al aire que emplear el modelo. En nuestro ejemplo, el área fue de 0.88. Otra pregunta que surge es: ¿cuál de las variables es más importante? La implementación de MaxENT determina el porcentaje de contribución a partir del incremento en la ganancia que obtiene el modelo al incrementar el coeficiente de cada variable. En nuestro caso, la variable que más aportó fue el tiempo de viaje con el 76 por ciento, y el resto fue aportado por la visibilidad.

## Conclusión

Este texto ilustra, de manera breve, cómo la caracterización apropiada del espacio clandestino permite restringir convenientemente el espacio geográfico a áreas donde es más probable encontrar sitios de ocultamiento de ilícitos, como es la creación de fosas clandestinas.

Para ello, la información de hallazgos previos, sobre todo la ubicación precisa de fosas, es fundamental para poder realizar una mejor caracterización de los espacios preferidos por los criminales para la creación de sitios de ocultamiento.

Las investigaciones, tanto las que están en curso como las futuras, deberán explorar con mayor profundidad el concepto de espacio clandestino, pero también deberán mostrar su utilidad en el descubrimiento de nuevas fosas.

## Referencias

- Congram, D.; Kenyhercz, M. y Green, A. (2017). "Grave mapping in support of the search for missing persons in conflict contexts". En *Forensic Science International*, 278, pp. 260-268.
- Corcoran, K.; Mundorff, A.; White, D. y Emch, W. (2018). "A novel application of terrestrial LiDAR to characterize elevation change at human grave surfaces in support of narrowing down possible unmarked grave locations". En *Forensic Science International*, 289, pp. 320-328.
- Evers, R. y Masters, P. (2018). "The application of low-altitude near-infrared aerial photography for detecting clandestine burials using a UAV and low-cost unmodified digital camera". En *Forensic Science International*, 289, pp. 408-418.
- IBERO (2017). "Nuevos resultados para la identificación de municipios con fosas clandestinas en México". En <https://ibero.mx/prensa/nuevos-resultados-para-la-identificacion-de-municipios-con-fosas-clandestinas-en-mexico>
- Kalacska, M. y Bell, L. (2006). "Remote sensing as a tool for the detection of clandestine mass graves". En *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 39 (1), pp. 1-13.
- Kalacska, M.; Bell, L.; Sanchez-Azofeifa, G. y Caelli, T. (2009). "The application of remote sensing for detecting mass graves: an experimental animal case study from Costa Rica". En *Journal of Forensic Sciences*, 54 (1), pp. 159-166.
- Phillips, S.; Anderson, R. y Schapire, R. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions". En *Ecological Modelling*, 190 (3-4), pp. 231-259.
- Silván Cárdenas, J.; Alegre Mondragón, A. y González Zuccolotto, K. (2019). "Potential distribution of clandestine graves in Guerrero using geospatial analysis and modelling". En *Proceedings of the 1st International Conference on Geospatial Information Sciences*, 13, pp. 21-28.

# Datos, *Machine Learning* y derechos humanos: ¿dónde buscamos a quienes no están?

## Data Cívica

*Data Cívica es una organización de la sociedad civil mexicana que utiliza datos desde una óptica cuantitativa y humana, desarrolla tecnologías y fortalece capacidades para la construcción de una ciudadanía activa. Desde 2017, ha impulsado proyectos sobre violaciones graves a los derechos humanos y personas desaparecidas. Este texto revela la importancia de contribuir desde los datos y la tecnología a la búsqueda de personas desaparecidas, a partir del desarrollo de modelos probabilísticos que ayuden a la localización de fosas clandestinas.*

Casi a diario se encuentra una nueva fosa clandestina en México; lugares donde son enterrados los restos de seres humanos con una historia, que son buscados por una familia con la esperanza de tenerlos de vuelta de alguna manera. Oficialmente, el gobierno mexicano registró el hallazgo de 3631 fosas entre 2006 y 2019, según el último reporte presentado por la Subsecretaría de Derechos Humanos, Población y Migración, y la Comisión Nacional de Búsqueda.<sup>1</sup> Sin embargo, en un contexto de altos niveles de violencia y criminalidad, es difícil pensar que no existan más tragedias de este tipo.

Los que buscan a los desaparecidos son, en la mayoría de los casos, sus seres queridos, que con o sin la ayuda del gobierno salen todos los días a recorrer los lugares más recónditos con la esperanza de tener una certeza sobre lo que sucedió. Salen con gorras, picos y palas a escarbar la tierra buscando encontrar los restos de quienes no están con nosotros. Son ellas, las madres de los desaparecidos, las que mejor conocen las características que debe tener un lugar donde posiblemente fueron enterradas personas: tierra removida, fuera de caminos convencionales, fuera de una simple mirada.

¿Podemos contribuir, con datos y tecnología, a la búsqueda de personas? ¿Cómo podríamos ayudar a quienes diariamente buscan estos lugares donde hay enterradas historias y tragedias en busca de verdad y justicia? ¿Pueden los números ayudar a aproximarnos a este fenómeno? En conjunto con Human Rights Data Analysis Group y el Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana (PDH Ibero), Data Cívica desarrolló un modelo de aprendizaje de máquina (*Machine Learning*) que estima un puntaje que representa la probabilidad de la existencia de al menos una fosa clandestina en cada municipio del país.

De forma general, lo que hace el modelo es utilizar variables que caracterizan a los municipios en distintos aspectos que no tengan que ver, en mayor parte, con violencia: tamaño

<sup>1</sup> El informe de la Comisión Nacional de Búsqueda puede verse en <http://www.alejandroencinas.mx/wp-content/uploads/2020/01/REGISTRODEPERSONASDESAPARECIDAS.pdf>

de la población, extensión de caminos de tierra, porcentaje del territorio que sea un asentamiento urbano, producto interno bruto del municipio, deuda, recaudación de impuestos, grado de escolaridad promedio, entre muchas otras, para conocer las similitudes entre los municipios en los que se han observado fosas y donde se considera muy poco factible que exista una fosa clandestina. Con base en estas características, el modelo nos ayuda a calcular una probabilidad de que exista una fosa en un municipio específico, dado lo que se ha observado hasta ahora.

A continuación, se explican los pasos que se siguieron para llegar a los resultados obtenidos. Luego se exponen algunos de los resultados, a manera de ejemplo de lo que el modelo permite hacer y, por último, se discuten algunas de las limitaciones que tiene este ejercicio y las posibles mejoras que se requieren para hacer cada vez más útil estos resultados en su aplicación para la búsqueda de personas.

### ¿Qué hicimos y cómo lo hicimos?

Para identificar los municipios donde se habían observado fosas en el pasado, se armaron dos bases de datos sobre la presencia de fosas en cada municipio de 2009 a 2018. Estas bases tienen dos fuentes: la primera son las fiscalías locales de cada una de las 32 entidades de la República Mexicana; a través de solicitudes de transparencia, se preguntó a todas las fiscalías si, durante los años antes mencionados, un municipio había tenido registros de fosas y, la segunda son notas de prensa encontradas con un buscador llamado Eficiencia Informativa, y luego corroboradas por el equipo del PDH Ibero y Data Cívica.

Se decidió utilizar dos bases o fuentes de datos de fosas para asegurar una mayor robustez en las estimaciones realizadas. México tiene un contexto particular debido a que la situación de violencia no es algo del pasado, sino que está presente todos los días, con mayor o menor fuerza, en los distintos territorios del país. En este contexto, es importante reconocer que existen zonas del país donde quizá la prensa no reporte el hallazgo de una fosa clandestina, debido a amenazas o a falta de cobertura. Del mismo modo, puede suceder que existan zonas donde los familiares o las mismas autoridades no puedan entrar a buscar por cuestiones de seguridad, o simplemente por falta de recursos.

En cada base de datos se codificaron como “1” los municipios con al menos una fosa observada en el año correspondiente; se codificaron como “0” los municipios que, con base en un análisis de contexto, se consideró que tenían muy bajas posibilidades de tener una fosa clandestina. Esto se hizo así porque es imposible tener una certeza total de que en un municipio no exista una fosa clandestina, pero consideramos que sí es posible tener una idea sobre el tipo de municipios donde no es usual este fenómeno. El resto de los municipios que no fueron codificados como “1” o “0”, se codificaron como “-1”, y representan los municipios en los que la fuente no observó una fosa, pero tampoco podemos decir que es poco probable que exista una, dado el análisis cualitativo.



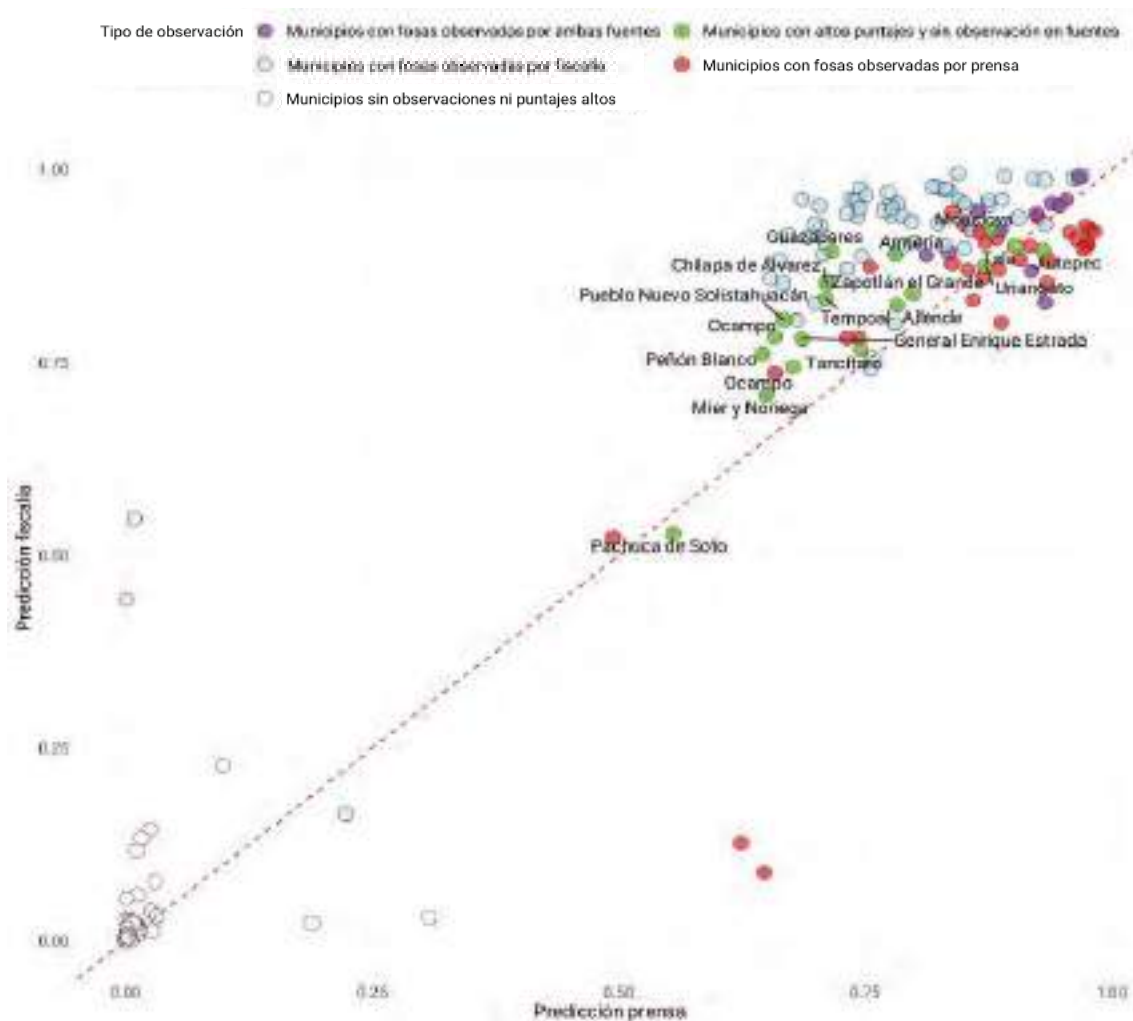
Para las variables predictoras, se utilizaron diversas fuentes de información. La mayoría, de carácter sociodemográfico, económico, topológico y de infraestructura urbana, se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), institución responsable de generar estadísticas y datos en México; se utilizaron además datos sobre carpetas de investigación de homicidio doloso del Secretariado Nacional del Sistema Nacional de Seguridad Pública, así como el registro de personas desaparecidas con el que contaba la Secretaría de Gobernación hasta abril de 2018.

El modelo utilizado es conocido como *Random Forest*, un algoritmo supervisado que resulta de la combinación de muchos árboles de decisión, que son algoritmos utilizados para hacer clasificaciones. Al ser un modelo supervisado, es necesario “entrenar” al algoritmo con algunos datos ya observados, para que así pueda “aprender” las características de los municipios donde ya ha sido observada una fosa (los “1” en nuestra codificación) y los municipios donde consideramos que no existen fosas (los “0” en nuestra base). Con base en esto, el modelo puede clasificar después un municipio como “0” o “1”, dadas las características que este presenta.

Para cada año, de 2009 a 2018 se entrenaron modelos separados para la fuente de fiscalías y la de notas de prensa. Una vez que se entrenaron los modelos con los municipios ya etiquetados como “0” o “1”, se realizaron las estimaciones para los municipios codificados como “-1”, correspondientes a aquellos municipios donde no se había observado una fosa, pero tampoco se podía decir que no existiera una fosa con base en el análisis de contexto. El algoritmo nos dice la clasificación de “0” o “1” que corresponde a estos municipios “no etiquetados” en un inicio; pero lo más importante es que, asociado a esa clasificación, estima un puntaje que representa la probabilidad de que un municipio sea clasificado como “1”; es decir, que exista una fosa, dadas sus características sociodemográficas, económicas, de infraestructura, topología y de violencia.

Es importante aclarar que el modelo no predice la existencia de fosas en el futuro, sino que estima las probabilidades de que existan fosas de años anteriores en municipios donde aún no se han observado. Es decir, sabemos por ejemplo que el municipio de Aguascalientes, donde no fueron observadas fosas en 2018, tiene una probabilidad de 0.79 de tener una fosa, según el modelo estimado con la fuente de fiscalías para ese mismo año. Aun cuando esto pueda sonar limitado, al evaluar el modelo hemos observado que en muchos de los municipios donde el modelo estima altas probabilidades de presencia de fosas en ciertos años, hay fosas observadas ahí mismo en años posteriores.

Además de esto, el modelo puede estimar la probabilidad de la existencia de fosas que tienen las mismas características de aquellas que han sido observadas en el pasado; es decir, si los nuevos municipios donde se hacen estas fosas tienen características muy diferentes a donde se hicieron en años pasados, el modelo no va a estimar las probabilidades de la existencia de fosa de manera acertada. Esto podría suceder, por ejemplo, si antes las fosas se hallaban en municipios muy rurales, y de un momento a otro se comienzan a hacer en zonas con grandes concentraciones urbanas.



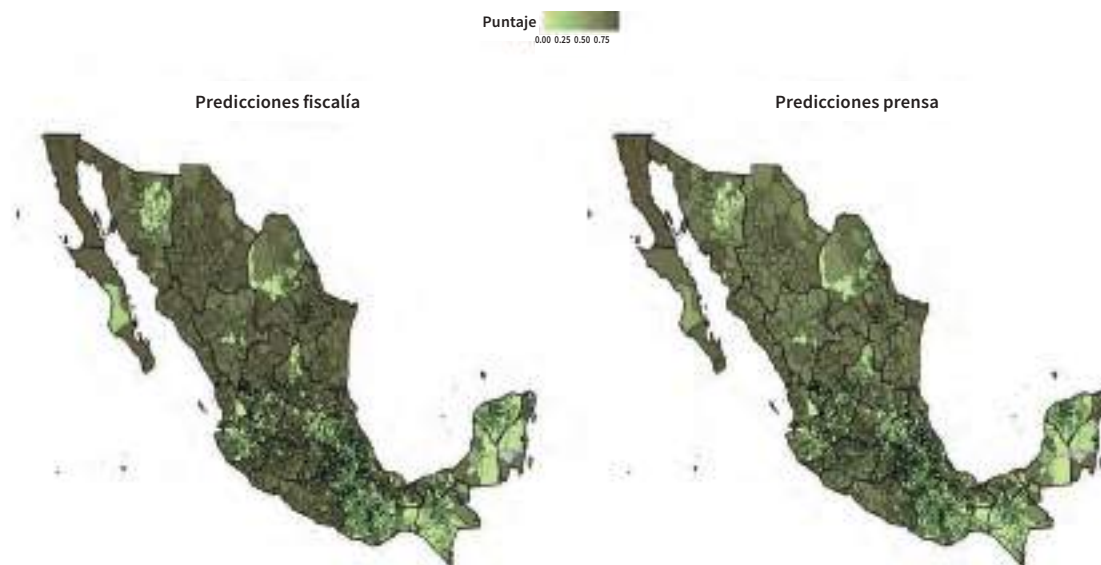
**Figura 1.** Predicciones de fosas por municipio, 2018 (Elaborada por Data Cívica, Human Rights Data Analysis Group y PDH Ibero).

En la figura 1 se pueden ver cinco clasificaciones de municipios para 2018. En el eje horizontal vemos los puntajes estimados con el modelo que utilizó como fuente las notas de prensa, mientras que en el eje vertical vemos las estimaciones realizadas por el modelo de fiscalías. Los puntos morados representan los municipios que tienen un puntaje alto en la estimación y que en 2018 ambas fuentes (fiscalía y prensa) dijeron que había sido descubierta una fosa; en azul vemos los municipios en los que la fiscalía registró el hallazgo de una fosa, pero las notas de prensa no; en rojo tenemos los municipios donde las notas de prensa observaron una fosa, pero la fiscalía no tiene registro; en blanco están representados los municipios clasificados como “0”; es decir, donde ninguna fuente observó una fosa y tampoco se consideró que hubiera altas posibilidades de que existiera una y, por último, en verde están los municipios con estimaciones altas, según ambas fuentes, y en los que ni la prensa ni la fiscalía tiene registrado el hallazgo de una fosa en 2018.

Los puntos verdes son justamente los municipios más relevantes para los resultados de este ejercicio; representan los lugares donde potencialmente existe al menos una fosa,

pero no ha sido encontrada aún. La ubicación de municipios con altos puntajes estimados sigue más o menos los patrones geográficos de la violencia en el país.

Como podemos ver en la figura 2, tanto las estimaciones de fiscalías como de la prensa nos muestran que el norte del país tiene en su mayoría altas probabilidades de tener fosas, al igual que Veracruz y la zona suroeste de México, donde sabemos que existen altos niveles de crimen organizado. En el sureste y partes del centro vemos los municipios en verde más claro, lo que nos indica que el modelo estimó bajas probabilidades en dichos municipios.



**Figura 2.** Predicciones de fosas por municipio, 2018 (Elaborada por Data Cívica, *Human Rights Data Analysis Group* y PDH Ibero).

Además de ver cómo se distribuyen geográficamente las estimaciones y notar que se relacionan con las zonas más violentas, otra forma de evaluar el modelo fue comprobando si se observaron fosas en años posteriores a una estimación de probabilidad alta en un municipio determinado. Por ejemplo, Ecatepec, en el Estado de México, había sido un municipio con probabilidades relativamente bajas en los primeros años de nuestro modelo (2009); sin embargo, para 2018 la probabilidad de la existencia de una fosa aumentó a casi 80 por ciento en ambas fuentes, y en 2019 la prensa reportó el hallazgo de una fosa en un terreno baldío.<sup>2</sup>

Tijuana es otro ejemplo. A pesar de los altos niveles de violencia que azotaron este municipio del norte del país que tiene frontera con Estados Unidos, desde 2008, ni la fiscalía ni la prensa reportaban fosas clandestinas. A partir de 2011, el modelo comenzó a estimar altas probabilidades de la existencia de fosas en Tijuana. Ese mismo año, se comenzaron a formar colectivos de personas que buscaban a sus familiares, luego de que recibieron información de la posible ubicación de los restos de 50 personas, lo que nos hace pensar que el modelo sí está reflejando lo que ha sucedido entre 2009 y 2018 respecto al hallazgo y la dinámica de las fosas clandestinas.

<sup>2</sup> La nota se puede consultar en <https://www.24-horas.mx/2019/04/11/perros-encuentran-fosa-clandestina-en-ecatepec/>

## ¿Cómo podemos mejorar nuestro modelo?

Una de las principales limitaciones del modelo aquí presentado es su nivel de desagregación. Se decidió dejar el modelo a nivel de municipio debido a que los datos sociodemográficos más recientes están a ese nivel. Para que este modelo pueda ser de mayor ayuda para quienes realizan búsquedas en campo, es necesario tener un mayor nivel de desagregación —al menos a nivel de localidad— para reducir lo más posible las potenciales áreas de búsqueda. Por ejemplo, Tecámac, en el Estado de México, que tiene probabilidades mayores a 70 por ciento de tener una fosa clandestina en los modelos de 2018, tiene un área de 153 kilómetros cuadrados aproximadamente. Para quienes buscan a diario, este dato puede no ser tan útil debido a la extensión del área.

En 2021 se publicará el Censo de Población y Vivienda 2020, el cual nos va a permitir tener algunos datos sociodemográficos en cuanto a localidad o incluso manzana. Para poder bajar el nivel de desagregación es fundamental tener datos de la ubicación de fosas al nivel más desagregado posible, por ejemplo, puntos con latitud y longitud. Aunado a ello, es necesario tener la retroalimentación de los colectivos de familiares que son quienes conocen las características físicas de un lugar donde potencialmente hay una fosa, para así poder incluir esas variables entre los predictores.

Otro factor importante es la codificación de los municipios etiquetados como “0”. Al ser etiquetas clasificadas como “no tiene fosas” con base en un análisis contextual, es fundamental verificar que dicho análisis no esté dejando fuera otros municipios que potencialmente no tengan fosas, o etiquetar como “0” a municipios que sí podrían tener una fosa. Esto es así porque errar en esa clasificación podría hacer que las estimaciones no sean correctas. Una forma de mejorar o corroborar esta clasificación podría ser la inclusión de actores locales que puedan ayudarnos a ver si la clasificación que se hizo hace sentido, así como quitar o incluir municipios que consideren debieran ser parte de los “0”.

# Contribución de los casos resueltos en la investigación de personas desaparecidas en contextos masivos

Inés Caridi, Carlos Somigliana y Mercedes Salado Puerto

*Inés Caridi es doctora en Física e investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires, en Argentina. Se enfoca en el modelado matemático de sistemas económicos y sociales, principalmente en el desarrollo de cálculos analíticos y en el análisis de las propiedades emergentes usando herramientas de sistemas complejos. Desde hace más de 10 años colabora con el Equipo Argentino de Antropología Forense, y junto con **Carlos Somigliana** y la genetista y antropóloga forense **Mercedes Salado Puerto**, integrantes del EAAF, han trabajado en la aplicación de redes complejas y métodos estadísticos para contribuir en la tarea de construir hipótesis de identidad para los desaparecidos en Argentina durante la última dictadura, usando variables no genéticas, información de contexto y el conocimiento brindado por los casos ya resueltos.*

En este trabajo presentamos algunas herramientas que pueden contribuir en la investigación de personas desaparecidas en contextos masivos, combinando métodos estadísticos y redes complejas. Se trata de una colaboración con el EAAF, en el marco de la identificación de personas desaparecidas de la última dictadura militar en Argentina.<sup>1</sup> La idea central es usar los casos ya resueltos para ayudar a construir nuevas hipótesis para los restos que faltan por identificar, a partir de variables de tipo geográfico, temporal y político, así como de información relacionada con el contexto investigado (Caridi, Álvarez, Somigliana y Salado, 2020).

Durante la investigación preliminar sobre casos de personas desaparecidas en Argentina durante la última dictadura militar (1976-1984), el EAAF analiza datos provenientes de diversas fuentes, como documentos judiciales y administrativos, testimonios de sobrevivientes y familiares, e información de cementerios, con el propósito de entender qué pasó con la persona desaparecida desde el momento de su secuestro. Determinar si la persona estuvo en algún centro clandestino de detención (CCD) y saber cuándo fue asesinada, ayuda en la tarea de reconstruir la historia de una persona o de un grupo.

Descubrir cuáles fueron las relaciones con otros secuestros también es crucial para acotar las búsquedas y ayudar a construir hipótesis de identidad para los restos bajo análisis. En el proceso de la identificación, esas hipótesis son evaluadas con otras líneas de evidencia, como la genética (Salado y Tuller, 2017). Hoy día, el EAAF cuenta con aproximadamente la mitad de las muestras de sangre de las familias de las víctimas de desaparición en el periodo

<sup>1</sup> Véase <http://www.eaaf.org>

estudiado. Por ello, priorizar las búsquedas implica priorizar los esfuerzos por encontrar familiares de determinadas personas desaparecidas que puedan donar muestras de sangre y hacer más eficiente el proceso de construcción de hipótesis de identidad.

En el contexto estudiado de desaparición forzada, el problema general está conformado por muchos problemas individuales, que a su vez están relacionados entre sí. Los secuestros no fueron hechos aislados. Hubo una metodología que fue desarrollada, perfeccionada y enseñada, a partir de la cual tiene sentido pensar que un grupo de personas cuyos secuestros estuvieron relacionados entre sí, pueden haber tenido un mismo destino, tanto de cautiverio como de muerte.<sup>2</sup>

Este entramado que vincula los casos, aunque solo sea parcialmente visible, hace que cada resolución individual, cada identificación de restos o cada vez que sea posible establecer el destino que siguió una persona, también puede ser un aporte para avanzar en otros casos. En este sentido, el conocimiento que se puede extraer de los casos ya resueltos, como son las identificaciones, es un elemento más que puede ser útil para la investigación preliminar de las nuevas búsquedas.

El objetivo de esta investigación en el caso de la dictadura militar en Argentina, fue usar las identificaciones de un evento masivo acotado, como por ejemplo una masacre, para aprender más sobre ese evento y usar lo aprendido en la investigación preliminar de los casos que faltan por identificar del mismo evento, “priorizando” casos; es decir, construyendo *rankings* de prioridades de víctimas candidatas a corresponder con los esqueletos que faltan identificar del mismo evento.

El camino consistió en aprender de los casos ya identificados usando variables no genéticas, validar lo aprendido y finalmente sumar las relaciones fuertes que se conocen entre los hechos para poder mejorar esos *rankings* (Caridi, Dorso, Gallo y Somigliana, 2011). La idea detrás del *ranking* es detectar patrones, tanto en la base histórica de datos como en los casos resueltos de un evento masivo de muerte, que permitan priorizar algunos individuos sobre otros, porque con base en sus variables no genéticas, son más probables de corresponderse con los esqueletos que faltan identificar del evento.

Trabajamos con eventos ocurridos en la Provincia de Buenos Aires, Argentina, como por ejemplo la masacre ocurrida en la localidad de Fátima, el 20 de agosto de 1976,<sup>3</sup> en la cual 30 personas (10 mujeres y 20 hombres) fueron asesinadas. Hoy día se conoce la identidad de 24 de ellas y aún hay seis esqueletos (una mujer y cinco hombres) que no han sido identificados. A partir de los casos ya identificados, obtuvimos una expresión matemática que genera un *ranking* de las víctimas que podrían corresponder con los esqueletos aún no identificados del mismo evento. Dicha expresión es una función de las variables no

2 Véase Ranaletti, 2005; Robin, 2004; Trinquier, 1961, y Pontecorvo, 1966.

3 Véase <http://www.masacredefatima.com.ar/> y <http://www.infojusnoticias.gov.ar/nacionales/un- emotivo-acto-en-pilar-para-conmemorar-la-masacre-de-fatima-9494.html>



genéticas usadas, y por esta razón, cada nuevo dato puede generar nuevos resultados, y estos datos pueden provenir tanto de la base de datos de las víctimas como de los casos ya identificados. Esto significa que se trata de un modelo dinámico y actualizable.

La idea principal de cómo construir esas prioridades consiste en partir de un momento inicial de conocimiento, donde todas las posibles víctimas tienen la misma probabilidad de corresponder con los esqueletos que faltan por identificar del mismo evento, y actualizar ese conocimiento con los casos ya resueltos (los 24 casos en el ejemplo de la localidad de Fátima). Esta actualización permite llegar a un nuevo punto de conocimiento, en el cual algunas víctimas tienen mayor probabilidad de corresponder con los restos no identificados.

Como en cualquier modelo matemático, necesitamos hacer supuestos para actualizar las probabilidades. Considerando que el desafío es usar el conocimiento brindado por los casos ya resueltos, seguimos las ideas de la inferencia bayesiana para aprender de esos casos. Vale la pena mencionar que hoy día la inferencia bayesiana se reconoce como el modelo más útil para comprender cómo en los procedimientos judiciales en contextos forenses se pueden presentar las pruebas de manera lógica e imparcial, debido a que los supuestos subyacentes son todos explícitos.<sup>4</sup> En nuestro tratamiento para este trabajo, los supuestos son los siguientes:

- El evento masivo está bien definido tanto geográfica como temporalmente, y en términos de la cantidad de personas muertas, que es un número conocido.
- Hay un conjunto de casos resueltos del evento, que va a ser un subconjunto del total de personas asesinadas o desaparecidas.
- Se conoce el conjunto de posibles víctimas que podrían corresponder con los restos recuperados aún no identificados del evento.
- Se puede asumir que el conjunto de casos resueltos es una muestra estadística del conjunto completo de personas asesinadas en el evento. Esto significa que ese conjunto no fue elegido de una manera particular sino que es representativo del conjunto completo.
- Existe un conjunto de variables a partir del cual podemos aprender del tipo geográfico (como lugar de secuestro) y temporal (como fecha de secuestro), entre otras.

El primer desafío para construir un *ranking* dentro del conjunto de víctimas es determinar la variable o variables de los casos ya resueltos que son más informativas a tener en cuenta. Para esto definimos una partición dentro del espacio completo de variables disponibles en una grilla, donde cada casillero o celda de la grilla está asociado con una cierta combinación de valores de esas variables. Para entender el concepto de grilla, podemos imaginarnos que tenemos una única variable, la geografía por ejemplo. Una partición posible consiste en dividir el país en diferentes regiones ecográficas, que tienen relevancia para el

4 Véase O'Hagan, Buck, Daneshkhan, Eiser, Garthwaite, Jenkinson, Oakley y Rakow, 2006; EAAF, 2011, y Budowle, Ge, Chakraborty y Gill-King, 2011.

fenómeno estudiado. Esa partición representa una grilla (aunque no necesariamente tenga una forma cuadrada ni de ninguna forma especial). Si tuviéramos dos variables, la geografía y el tiempo, también podemos imaginarnos dividir ese espacio de variables en una grilla, en este caso una grilla geotemporal, donde cada celda corresponda a ciertos valores de las variables temporal y geográfica. Por ejemplo, una grilla geotemporal corresponde a haber sido secuestrado en una cierta región geográfica, dentro de un cierto rango de fechas.

En este texto vamos a describir los cálculos usando dos variables asociadas a la fecha y lugar de secuestro de las personas, y por eso hablaremos de “casilleros geotemporales”, pero esto puede ser más general involucrando diferentes combinaciones de variables, de una por una, por pares, etcétera. En el caso particular de casilleros geotemporales, la grilla representó la división del país en áreas de interés respecto al fenómeno de la desaparición de personas en el contexto estudiado y la división del tiempo en periodos, desde el momento del evento que nos interesa hacia atrás, usando un parámetro que fija la longitud temporal de esos casilleros, una ventana temporal (de una semana o de cierta cantidad de días).

Podemos pensar que cada individuo identificado y cada víctima se pueden ubicar en un casillero geotemporal, considerando fecha y lugar de su secuestro. La idea es actualizar el peso de cada casillero que va a representar la probabilidad de que los restos que faltan por identificar correspondan a una víctima que se asocia a ese casillero. Las probabilidades de los casilleros geotemporales en el estado inicial de conocimiento tienen que ser consistentes con lo que se sabe antes de los casos identificados. Esto quiere decir que todas las posibles víctimas son igualmente probables o tienen la misma probabilidad de corresponder con los restos en cuestión. Luego de ver de qué casilleros provienen los casos identificados del mismo evento, se actualizan estas probabilidades. Nuestro conocimiento antes y después de los casos identificados es diferente, lo que se refleja en probabilidades actualizadas para cada casillero. Finalmente, asumiendo que dentro de un casillero geotemporal particular todas las personas desaparecidas tienen la misma



**Figura 1.** Esquema para construir prioridades de un evento masivo considerando los casos resueltos (Elaborada por Inés Caridi, Carlos Somigliana y Mercedes Salado Puerto).

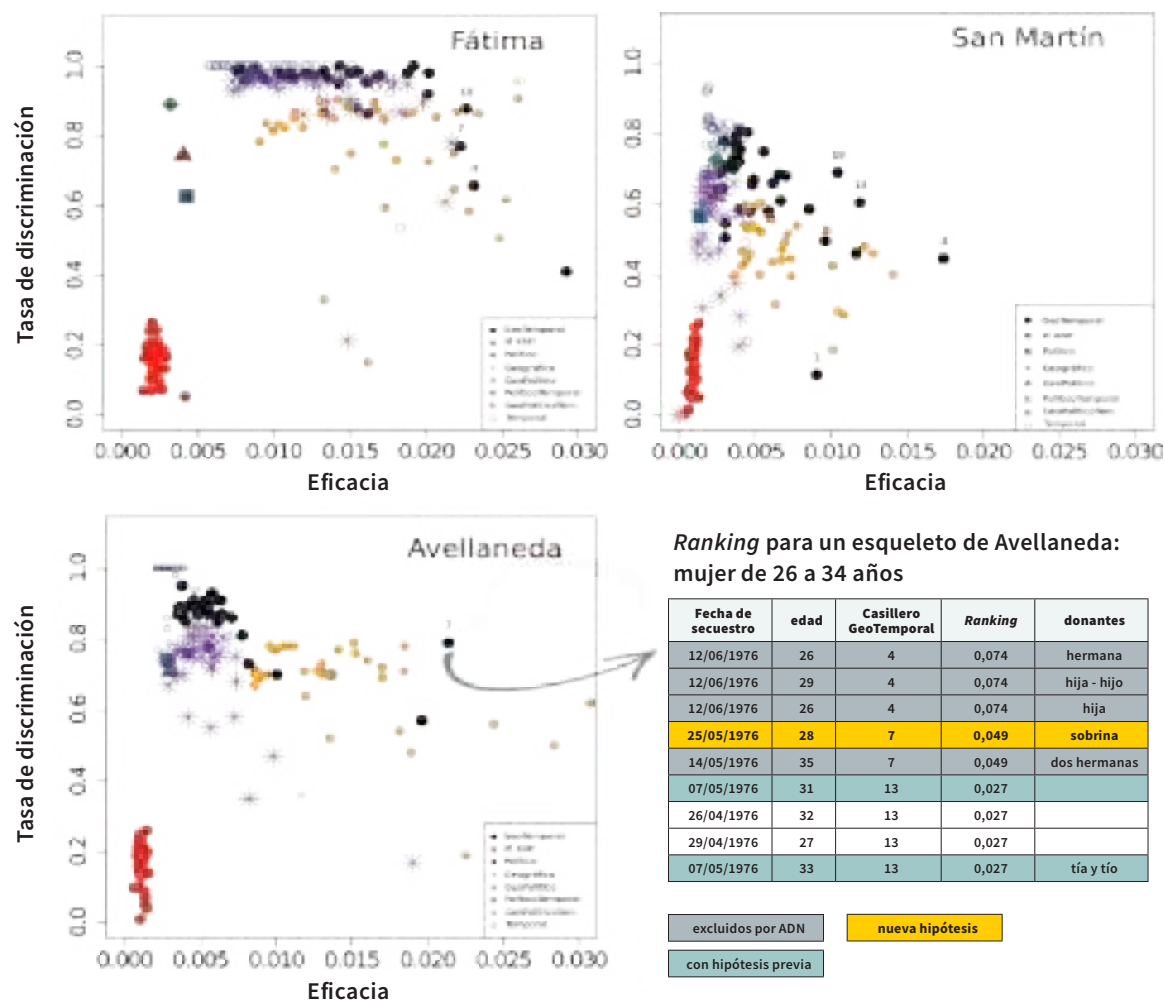
probabilidad de corresponder con restos no identificados de ese evento, tenemos una forma de asignar un *ranking* a cada víctima. La figura 1 representa un esquema de la construcción de las prioridades para un evento.

Los *rankings* resultantes van a ser dependientes de las variables no genéticas usadas y de la división particular del espacio de variables en casilleros. Por ello, es necesario analizar los resultados, a fin de que nos permita decir algo respecto a la mejor manera para construir los casilleros, por ejemplo del parámetro que define la longitud temporal de los casilleros, así como evaluar si los *rankings* tienen sentido. Implementamos una validación cruzada, cuya idea principal es dividir el conjunto de los casos identificados en dos muestras: una para aprender, a partir de la que se obtienen los cálculos, y otra muestra reservada para evaluar los resultados generados. La idea es rastrear en el *ranking*, en qué posiciones quedaron esos casos reservados que sí sabemos que fueron identificados en el evento, pero que hicimos de cuenta que no lo sabíamos; es decir, que aún no están identificados. Si un *ranking* ubica a los casos reservados en últimas posiciones, no es un buen *ranking*. Esperamos que los casos reservados obtengan mejores posiciones en el *ranking* de lo que obtendrían en el momento inicial de conocimiento. Para cuantificar cuán bueno es un *ranking* definimos un par de magnitudes: una relacionada con la tasa de discriminación del *ranking*, que cuantifica en qué medida los casos reservados obtienen valores altos en ese *ranking*, y otra relacionada con la eficacia del *ranking* en la predicción. Un buen resultado busca obtener valores altos tanto en la tasa de discriminación como en la eficacia (Caridi, Álvarez, Somigliana y Salado, 2020).

Aplicamos las ideas descritas a diferentes eventos masivos ocurridos en la provincia de Buenos Aires, además del caso de Fátima ya descrito, a los que se le pueden aplicar los mismos supuestos. El evento de San Martín es una sucesión de muertes relacionadas que ocurrieron en esa localidad entre el 30 de enero de 1977 y el 2 de marzo de ese mismo año (EAAF, 2011). De 25 víctimas, solo 17 fueron identificadas. El evento de Avellaneda ocurrió el 20 de junio de 1976, en donde fueron asesinadas 11 personas, de las cuales 9 han sido identificadas y 2 permanecen sin identificar (un hombre y una mujer).

La figura 2 muestra los resultados de la tasa de discriminación y eficacia para diferentes divisiones del espacio de variables en casilleros para cada uno de los eventos estudiados. Los resultados se obtuvieron promediando diferentes realizaciones independientes de validación cruzada, en cada una de ellas se reservó 25 por ciento de la muestra de identificados como información reservada. Los círculos negros corresponden a casilleros geotemporales con diferentes ventanas temporales para definir la longitud temporal del casillero. Podemos observar que la partición del espacio en casilleros geotemporales permite obtener buenos resultados en general, para los tres eventos, tanto en términos de tasa de discriminación como de eficacia.

Es interesante notar que otras particiones del espacio de variables dan valores aceptables de tasa de discriminación, pero muy bajos en términos de eficacia, como considerar solo la variable política o solo la geográfica. Por otro lado, los círculos rojos son los resultados



**Figura 2.** Resultados para tres eventos estudiados y ejemplo de un *ranking* para el evento de Avellaneda (Elaborada por Inés Caridi, Carlos Somigliana y Mercedes Salado Puerto).

que se obtendrían si el *ranking* de las víctimas se construyera al azar. Esto muestra que estamos obteniendo resultados que son mejores y muy diferentes a lo que se obtendrían construyendo un *ranking* al azar. Esto significa que hay conocimiento en el conjunto de los casos identificados de los eventos estudiados y que podemos aprovecharlo para priorizar los candidatos para las búsquedas que faltan de cada evento.

Los mejores resultados se alcanzan usando casilleros geotemporales y geopolíticotemporales en los diferentes eventos, aunque para diferentes ventanas temporales para definir la amplitud temporal de los casilleros. En algunos eventos, los resultados son mejores que en otros. A partir de cada punto de los gráficos, se puede construir un *ranking*; la idea es tener una forma de compararlos, que ayude a elegir qué *ranking* empezar a explorar para un evento. Una vez construidas las prioridades, estas se modifican levemente, permitiendo que algunas víctimas que no obtuvieron valores altos de *ranking* con base en sus variables no genéticas, mejoren su lugar en el *ranking* al ser “atraídos”, a través de sus relaciones fuertes, por otros casos que sí habían obtenido valores altos. Con esto queremos

decir que mejoran su lugar en el *ranking* por tener una conexión fuerte con un caso que había resultado en un buen lugar. De esta manera, combinamos un trabajo previo en el que se formalizan las relaciones relevantes entre hechos de desaparición (Caridi, Dorso, Gallo y Somigliana, 2011) con el esquema de *rankings* (Caridi, Álvarez, Somigliana y Salado, 2020). A la derecha de la figura 2 se puede ver el ejemplo de un *ranking* para el evento de Avellaneda, usando casilleros geotemporales.

En el *ranking*, los casos resaltados en gris ya habían sido propuestos durante la investigación preliminar, y excluidos con base en resultados genéticos. Los casos resaltados en verde son los que no cuentan con información genética de las familias que también habían sido evaluados con hipótesis previas. El caso resaltado en naranja no había sido evaluado previamente y a partir del *ranking* fue estudiado y propuesto como hipótesis.

### A manera de conclusión

El *ranking* es una herramienta más para el análisis, una propuesta a partir de la cual el experto puede evaluar en detalle mucha más información para considerar o no un caso como posible hipótesis. De hecho, una vez evaluados los candidatos de un *ranking*, pueden considerarse los generados por otros parámetros, incluso con menor tasa de discriminación.

Estamos desarrollando una interfaz que implemente la metodología y pueda ser una herramienta para asistir a los investigadores (Caridi, Somigliana y Salado, 2019). Con este trabajo se pretendió formalizar matemáticamente algunos conceptos que el EAAF venía aplicando en la investigación preliminar. Una vez formalizado matemáticamente, es posible sumar otras herramientas, implementarlo para muchos casos, y también evaluar esos resultados usando toda la información disponible en el problema. En algunos *rankings*, se proponen víctimas para las que el EAAF solo tiene muestras biológicas de familiares lejanos de la persona desaparecida. Muchas veces, las víctimas que aparecen en los *rankings* propuestos ya fueron evaluadas por el EAAF y excluidas con base en evidencia genética. En estos casos, el *ranking* capta un patrón que los investigadores ya conocían. Lo interesante ocurre cuando también aparecen otros casos que habían pasado desapercibidos y que, sin embargo, después de evaluar la información del caso, el EAAF puede considerar tomar muestras de sangre o saliva de familiares de ese desaparecido para incrementar las muestras de referencia.

Esto refleja el objetivo de este trabajo, que consiste en construir una herramienta que contribuya al trabajo de los antropólogos forenses, aprendiendo de todo el conocimiento disponible sobre el problema, así como de los casos ya resueltos del mismo evento. El *ranking* es una herramienta más que puede contribuir en la investigación preliminar. Este tipo de enfoques se pueden aplicar en otros contextos de búsqueda de personas, en los cuales también se requieran esfuerzos para priorizar a las víctimas, en el proceso de

obtener información *ante mortem* del desaparecido y muestras de sangre o saliva de sus familiares; problemas en los que, como en este, hay muchísimo conocimiento experto que puede ser aprovechado y que no siempre está disponible para utilizarse, sino que a veces se va descubriendo a medida que avanza el trabajo, todo dentro de un marco multidisciplinario.

## Referencias

- Budowle, B.; Ge, J.; Chakraborty, R. y Gill-King, H. (2011). "Use of prior odds for missing persons identifications". En *Investigative Genetics*, 2 (15).
- Caridi, I.; Álvarez, E.; Somigliana, C. y Salado Puerto, M. (2020). "Using already-solved cases of a mass disaster event for prioritizing the search among remaining victims: a Bayesian approach". En *Scientific Reports*, 10 (5026).
- Caridi, I.; Dorso, C., Gallo, P. y Somigliana, C. (2011). "A framework to approach problems of forensic anthropology using complex networks". En *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390 (9), pp. 1662-1676.
- Caridi, I.; Somigliana, C. y Salado Puerto, M. (2019). *PriorID: Prioritizing Victims*. En <https://github.com/inescaridi/PriorID>
- EAAF (2011). "Informe para la Cámara Nacional de Apelaciones en lo Criminal y Correccional". En <http://www.eaaf.org>
- O'Hagan, A.; Buck, C.; Daneshkhah, A.; Eiser, J.; Garthwaite, P.; Jenkinson, D.; Oakley, J. y Rakow, T. (2006). *Uncertain Judgements: Eliciting Experts' Probabilities, Statistics in Practice*. Wiley.
- Pontecorvo, G. (1966). *La batalla de Argel* [película]. Casbah Films.
- Ranaletti, M. (2005). "La guerra de Argelia y la Argentina. Influencia e inmigración francesa desde 1945". En *Anuario de Estudios Americanos*, 62 (2), pp. 285-308.
- Robin, M. (2004). *Escadrons de la mort, l'école française*. La Découverte.
- Salado Puerto, M. y Tuller, H. (2017). "Large-scale forensic investigations into the missing: Challenges and considerations". En *Forensic Science International*, 279, pp. 219-228.
- Trinquier, R. (1961). *La Guerre Moderne*. La Table Ronde.





Hay consideraciones legales que se deben tomar en cuenta para usar tecnologías en la búsqueda forense.

## SECCIÓN 5. INTRODUCCIÓN

# Marco legal de aplicación de nuevas tecnologías en investigaciones de derechos humanos

Equipo Argentino de Antropología Forense

**¿Por qué considerar aspectos jurídicos en el uso de nuevas tecnologías para la búsqueda de personas desaparecidas?**

La aplicación de nuevas tecnologías en la búsqueda de personas desaparecidas tiene por objeto apoyar el acceso a la verdad y a la justicia de las familias y comunidades, respecto al destino de sus seres queridos. Esta verdad y justicia puede adoptar diferentes

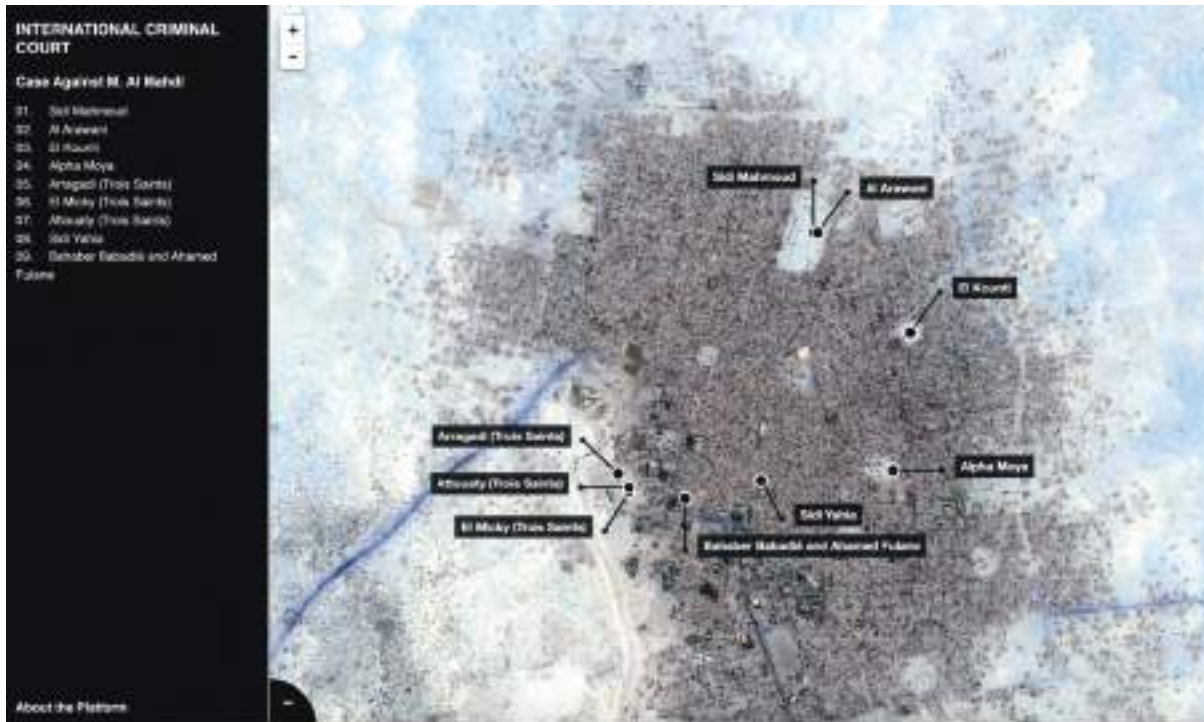
formas, dependiendo de los deseos de las víctimas. Un aspecto muy importante es la rendición de cuentas, la responsabilidad penal y el derecho jurídico a una investigación exhaustiva en cuanto a las violaciones a derechos humanos cometidas.

Las tecnologías pueden ser consideradas no solo como herramientas de búsqueda, sino también como instrumentos legales que pueden utilizarse en el ámbito judicial en la lucha por la justicia. En su doble función, estas tecnologías se encuadran en diferentes marcos, y están sujetas a nuevas reglamentaciones y consideraciones. Entre ellas, cabe mencionar las consideraciones legales para utilizar estas tecnologías, como puede ser el obtener permiso para volar un dron con LiDAR sobre un determinado territorio, o bien la legislación que abarca el acceso a datos personales que puedan ayudar en la búsqueda de una persona desaparecida. De la misma manera, también se deben considerar las cuestiones jurídicas en torno al hecho de incorporar los hallazgos obtenidos mediante estas tecnologías como evidencia en los procesos judiciales; por ejemplo, saber si es posible y en ese caso, cómo debe introducirse esta evidencia dependiendo de la instancia judicial que se trate.

A pesar de que gran parte de la tecnología presentada en esta publicación se actualiza y avanza a gran velocidad, los marcos legales no suelen moverse al mismo ritmo. En los últimos años, se ha observado una explosión en el surgimiento de nuevas herramientas y tecnologías que podrían estar al servicio de las causas de los derechos humanos. Sin embargo, el proceso de conciliar los ámbitos tecnológicos y jurídicos no es automático y a veces puede resultar un verdadero desafío. Por tanto, es necesario considerar los marcos legales para el uso de las tecnologías que se presentan en esta publicación, pues el hecho de conocer si existen o no, y cómo se implementan, constituye una parte fundamental para la efectiva implementación de las tecnologías emergentes en las búsquedas y en los procesos judiciales.

### **Una mirada sobre esta sección**

En esta sección, el EAAF conversa con dos expertos en derecho, quienes analizan algunos puntos de intersección entre aspectos jurídicos y las nuevas tecnologías forenses. En la primera entrevista, Theresa Harris, directora del Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Aspectos Legales de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), expone acerca de la incorporación de evidencias obtenidas mediante el uso de nuevas tecnologías en procesos judiciales internacionales. Responde preguntas acerca de las reglas sobre evidencias y de cómo la Corte Penal Internacional (CPI) y la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) están reaccionando frente a los nuevos tipos de evidencias que surgen del uso de tecnologías emergentes. Asimismo, brinda consejos a personas defensoras de los derechos humanos sobre cómo incorporar de manera efectiva las nuevas tecnologías al ámbito judicial. También presenta algunos procedimientos para la adquisición, uso y análisis de imágenes geoespaciales que fueron elaborados por los integrantes del Proyecto de Tecnologías Geoespaciales de la AAAS. Estos procedimientos



**Figura 1.** En 2016, la Corte Penal Internacional (CPI) acusó a Ahmad Al Faqi Al Mahdi, presunto integrante del grupo armado Ansar Dine, por crímenes de guerra en ataques intencionados contra monumentos históricos y edificios religiosos, realizados en 2012, en Tombuctú, Malí.<sup>1</sup> En colaboración con la Fiscalía de la CPI, la firma de investigación SITU Research diseñó una plataforma digital para dotar a la CPI de una nueva herramienta que combinó diferentes tipos de activos digitales para organizar y presentar partes de la evidencia del caso Al Mahdi.<sup>2</sup> El acusado admitió su culpabilidad y fue condenado a nueve años de prisión. Además, la CPI responsabilizó a Al Mahdi por 2.7 millones de euros en gastos por las reparaciones individuales y colectivas a la comunidad de Tombuctú, por la destrucción intencional del patrimonio cultural. Esta fue la primera vez que una herramienta de este tipo fue utilizada en procesos judiciales en la CPI, mostrando el potencial que tiene la evidencia digital para apoyar la búsqueda de justicia.<sup>3</sup> Captura de pantalla tomada de <https://situ.nyc/research/projects/icc-digital-platform-timbuktu-mali>

básicos brindan lineamientos prácticos para quienes trabajan con imágenes geoespaciales como parte de las investigaciones en derechos humanos, de tal manera que se pueda verificar su validez y garantizar su buen manejo en ámbitos legales.

En la segunda entrevista, Luis Fernando García, de la Red en Defensa de los Derechos Digitales (R3D), organización de la sociedad civil mexicana, habla acerca de los problemas vinculados con la recolección y acceso a los metadatos de las telecomunicaciones en las investigaciones sobre el paradero de personas desaparecidas en México. Esta información puede ser una herramienta poderosa para la búsqueda; sin embargo, a menudo es usada por gobiernos y algunos actores privados como herramienta de vigilancia contra los ciudadanos. Explica la necesidad de encontrar un equilibrio legal, en el cual los metadatos de

1 Véase la “Hoja de información del caso” emitida por la CPI, en <https://www.icc-cpi.int/CaselnformationSheets/Al-MahdiEng.pdf>

2 Véase S. Dubberley, A. Koenig y D. Murray (Eds.). (2020). *Digital Witness*. Oxford University Press.

3 Para profundizar en el tema, se puede consultar la página de SITU Research: <https://situ.nyc/research/projects/icc-digital-platform-timbuktu-mali>.

telecomunicaciones personales puedan ser usados por las familias y sus representantes legales en las investigaciones de violaciones de derechos humanos y, a la vez, se garantice la protección de tales datos para impedir abusos.

Como se ha mencionado con anterioridad, los marcos legales se mueven generalmente a un paso más lento que las tecnologías emergentes y en algunos casos, es un reto poder conciliarlas.

Si bien esta sección no pretende ser una guía exhaustiva de las consideraciones legales para la aplicación de estas tecnologías en México, sí ofrecemos una introducción a algunas cuestiones que abarca el ámbito jurídico en torno al uso de las nuevas tecnologías para la búsqueda de personas desaparecidas, pues para el EAAF este rubro constituye un área de trabajo importante y urgente a desarrollar.

## TÉRMINOS CLAVE DE ESTA SECCIÓN

### Cadena de custodia

En contextos legales, la cadena de custodia es un sistema o procedimiento de control que implica la documentación cronológica de las evidencias físicas o electrónicas relacionadas con una investigación, desde la localización de la evidencia, su recolección, control y traslado, hasta su análisis y valoración por parte de los peritos. Esto tiene como finalidad que no se vicie el manejo de estos indicios, y evitar alteraciones, sustituciones, contaminaciones o destrucciones. Por tanto, la cadena de custodia debe garantizar que el procedimiento empleado ha sido exitoso, y que la evidencia que se recolectó es la misma que se está analizando en el dictamen pericial o presentando ante el tribunal.

### Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH)

Su función principal es la de promover la observancia y la defensa de los derechos humanos y servir como órgano consultivo de la Organización de Estados Americanos en esta materia. Por un lado, tiene competencias con dimensiones políticas, entre las cuales destacan la realización de visitas *in loco* (referentes a un método muy utilizado para la investigación en el lugar de los hechos) y la preparación de informes acerca de la situación de los derechos humanos en los Estados miembros. Por otro, realiza funciones con una dimensión *cuasi* judicial. Es dentro de esta competencia que recibe las denuncias de particulares u organizaciones relativas a violaciones a derechos humanos, examina esas peticiones y adjudica los casos en el supuesto de que se cumplan los requisitos de admisibilidad (CIDH, 2020, p. 8).

### Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH)

Es uno de los tres tribunales regionales de protección de los derechos humanos, conjuntamente con la Corte Europea de Derechos Humanos y la Corte Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos. Es una institución judicial autónoma cuyo objetivo es aplicar e interpretar la Convención Americana; ejerce una función contenciosa, dentro de la que se encuentra la resolución de casos contenciosos y el mecanismo de supervisión de sentencias, una función consultiva y otra de dictar medidas provisionales (CIDH,

2020, p. 9). Su organización, procedimiento y función se encuentran regulados en la Convención Americana. Además, el Tribunal cuenta con un Estatuto y un Reglamento expedido por la propia Corte.

Dentro de su función contenciosa, la Corte IDH determina si un Estado ha incurrido en responsabilidad internacional por la violación de alguno de los derechos consagrados en la Convención Americana o en otros tratados de derechos humanos aplicables al Sistema Interamericano. Asimismo, a través de esta vía, realiza la supervisión de cumplimiento de sentencias (CIDH, 2020, p. 15).

Son 20 los Estados que han reconocido la competencia contenciosa de la Corte: Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam y Uruguay (CIDH, 2020, p. 9).

### Corte Penal Internacional (CPI)

Es un tribunal internacional e intergubernamental con sede en La Haya, Países Bajos, con competencia para juzgar a individuos responsables de haber cometido delitos internacionales de genocidio, crímenes de *lesa humanidad*, crímenes de guerra y crímenes de agresión. La CPI fue creada mediante un tratado internacional (el Estatuto de Roma) en 1998, y comenzó a funcionar en 2002. Hasta la fecha, 123 Estados han firmado el Estatuto de Roma, incluido México. Los crímenes pueden ser remitidos a la Corte por un Estado Parte, por el fiscal o por el Consejo de Seguridad de la ONU. Después de eso, la CPI puede ejercer su jurisdicción sobre la materia si el Estado en cuyo territorio fue cometido el crimen, o el Estado de la nacionalidad del acusado, es Parte del Estatuto de Roma. Esta Corte sucedió a los tribunales *ad hoc* conformados en la década de 1990 para abordar crímenes atroces cometidos en ex Yugoslavia y en Ruanda.

### Evidencia obtenida de fuentes de acceso público (*Open Source Evidence*)

Se refiere a la información pública a la que se accede principalmente por Internet, que luego es usada para difundir información, concientizar o como evidencia de una violación a los derechos humanos. Si bien, muchos tipos de información



pública pueden considerarse “evidencias obtenidas de fuentes de acceso público”; con frecuencia, el término se utiliza para hacer referencia específicamente a las imágenes y videos digitales generados por personas que luego son subidos y compartidos en las plataformas de redes sociales como Facebook, Twitter o YouTube. Se considera que este tipo de información proviene de “fuentes de acceso público”, ya que el hecho de que esté disponible abierta y pública, significa que puede redistribuirse y modificarse. Aunque a menudo esta fuente abierta es muy valiosa para mostrar la existencia de violaciones a los derechos humanos, para usar evidencias obtenidas de fuentes de acceso público en los tribunales o en las investigaciones sobre casos específicos, es necesario recurrir a procedimientos determinados para validar su autenticidad (Human Rights Center, 2018).

### Metadatos de telecomunicaciones

Son los datos generados a partir de las comunicaciones registradas y conservadas por las compañías proveedoras del servicio de telefonía celular, que se relacionan con el uso del equipo móvil en sí, a diferencia del contenido de dichas comunicaciones. Estos datos pueden incluir información como el emisor y receptor de una llamada; la fecha, hora y duración de la misma, así como la geolocalización del celular al momento de determinadas comunicaciones. Los metadatos de telecomunicaciones también pueden consistir en información relativa a las tarjetas SIM o a lo que se denomina número IMEI (identidad internacional de equipo móvil) o IMSI (identidad internacional del abonado móvil), que es un número único que permite identificar el código asignado a cada dispositivo al momento de su fabricación. Todos estos metadatos pueden proporcionar mucha información sobre el uso de un dispositivo en particular, en un determinado momento, pero no incluyen información sobre el contenido de las conversaciones o mensajes.

### Reglas sobre evidencias

Se refiere a un conjunto de reglamentaciones y procedimientos legales que establecen de qué manera pueden admitirse y usarse, en el ámbito judicial, cada tipo de prueba: testimonial, física, documental, pericial. Estas reglas definen conceptos como qué evidencia puede admitirse, cómo determinar si es auténtica y pertinente para el caso y hasta qué punto es necesaria para condenar un determinado delito. Las reglas sobre evidencias cambian según la jurisdicción y también con el paso del tiempo, a medida que van surgiendo nuevos tipos de evidencias y nuevas consideraciones al respecto.

### Sistema Interamericano de Protección de los Derechos Humanos (SIDH)

Los Estados Americanos, en ejercicio de su soberanía y en el marco de la Organización de Estados Americanos, adoptaron una serie de instrumentos internacionales que se han convertido en la base de un sistema regional de promoción y protección de los derechos humanos, conocido como el Sistema Interamericano de Protección de los Derechos Humanos. Dicho Sistema reconoce y define los derechos consagrados en esos instrumentos y establece obligaciones tendientes a su promoción y protección. Asimismo, a través de este Sistema se crearon dos órganos destinados a velar por su observancia: la Comisión Interamericana de Derechos Humanos y la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

El Sistema Interamericano se inició formalmente con la aprobación de la Declaración Americana de Derechos y Deberes del Hombre en 1948. Adicionalmente, el Sistema cuenta con otros instrumentos como la Convención Americana sobre Derechos Humanos; Protocolos y Convenciones sobre temas especializados, como la Convención para Prevenir y Sancionar la Tortura; la Convención sobre la Desaparición Forzada, y la Convención para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra la Mujer, entre otros, así como los Reglamentos y Estatutos de sus órganos (CIDH, 2020, p. 7).

### Referencias

- CIDH (2020). *ABC de la Corte Interamericana de Derechos Humanos: El qué, cómo, cuándo, dónde y por qué de la Corte Interamericana. Preguntas frecuentes*. Corte Interamericana de Derechos Humanos, San José, Costa Rica. En [https://www.corteidh.or.cr/tablas/abccorte/ABC\\_es.pdf](https://www.corteidh.or.cr/tablas/abccorte/ABC_es.pdf)
- Human Rights Center. UC Berkeley School of Law (2018). *The New Forensics: Using Open Source Information to Investigate Grave Crimes*. University of California Berkeley School of Law. En [https://www.law.berkeley.edu/wp-content/uploads/2018/02/Bellagio\\_report\\_2018\\_9.pdf](https://www.law.berkeley.edu/wp-content/uploads/2018/02/Bellagio_report_2018_9.pdf)



# Nuevas tecnologías en los tribunales: ¿cómo incorporarlas en los procesos de justicia?

## Entrevista con Theresa Harris

**Theresa Harris** es directora de proyectos del Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Actualmente su trabajo en la AAAS está centrado en las aplicaciones de la ciencia que permitan el avance de los derechos humanos y en acercar a los científicos el campo del derecho relativo a los derechos humanos para que puedan integrar mejor su trabajo dentro de ese marco. Antes de sumarse a la AAAS, Theresa se desempeñó como abogada representante de sobrevivientes de violaciones a los derechos humanos en casos presentados en juzgados de Estados Unidos y ante los mecanismos regionales e internacionales, como el Sistema Interamericano y la Organización de las Naciones Unidas. En esta entrevista, Theresa habla sobre las consideraciones y cuestiones legales vinculadas a la incorporación de evidencia obtenida mediante nuevas tecnologías forenses en procedimientos judiciales internacionales de acceso a la justicia.

**EAAF** Para empezar, ¿nos podría dar un panorama general sobre cuáles son los factores fundamentales para ingresar una evidencia en un procedimiento judicial?, ¿cuáles son las reglas sobre evidencia y para qué están?

**Theresa Harris** Las reglas específicas sobre la incorporación de evidencia varían según cada jurisdicción, pero por lo general, independientemente de la tradición jurídica o del tribunal específico del que se trate, los principios fundamentales son que la evidencia debe ser verificada y pertinente para el caso en cuestión. Los tribunales definen esos principios de distinta manera e instrumentan diferentes procesos para determinar tanto la autenticidad como la pertinencia.

Las preguntas básicas sobre la evidencia son: ¿es relevante?, ¿es auténtica?, ¿puede verificarse? En distintos tribunales, el proceso para preguntar y responder a estas cuestiones es diferente; por ejemplo, en muchas cortes internacionales de derechos humanos, el umbral para la admisión de evidencia es muy bajo, pero una vez admitida, la corte planteará muchas de esas mismas preguntas para confirmar si es auténtica.

Entonces, hay reglas y procedimientos que examinan la autenticidad de la evidencia en sí misma; por ejemplo, para un video se verifica lo siguiente: ¿es auténtico el video?, ¿fue subido en la fecha en que se dice que se subió?, ¿fue grabado por la persona que se dice que lo grabó? Posteriormente, también hay reglas sobre evidencia que se detienen a examinar más su contenido: ¿la persona que está en el video es realmente la persona que dicen que es?, ¿la persona dice realmente lo que la parte que lo aporta afirma que dice? Estas reglas se aplican a todo tipo de evidencia científica.

Una de las formas más importantes de verificar la autenticidad de una evidencia es la cadena de custodia, que es, en líneas muy generales, “quién tuvo qué y cuándo”. Si pensamos en una hoja de papel, la cadena de custodia consiste en hacer el seguimiento de quién la generó, quién la entregó luego a otra persona, quién se la pasó a la siguiente persona que la guardó en el cajón donde permaneció de tal a tal fecha, y que luego esta persona encontró y ahora presenta ante la corte. Este proceso se aplica a todo tipo de evidencia, ya sea un documento o una pieza de evidencia forense, entre otros. Se trata de hacer el seguimiento de quién tuvo el control o la custodia de la evidencia hasta el momento de ser traída ante la corte. Y dependiendo del tipo de evidencia, puede ser un seguimiento directo o uno muy complicado. Sin embargo, cada vez que en esa cadena se produce un vacío que no se puede explicar o se presenta algún tipo de discrepancia (que suscita, por ejemplo, una observación como “espera, dijo que lo tenía en esa fecha, pero acá dice que ese día estaba aquí”), entonces la credibilidad de la evidencia se verá afectada.

La forma en que normalmente se presenta la evidencia forense ante una corte es a través de un testigo experto o perito. En caso de que se trate de evidencia científica, suele ser un científico —en general, la persona que hizo el análisis— quien actúa como testigo y declara en la corte por parte de la evidencia. Por lo general, es una persona a quien los jueces y los abogados pueden cuestionar sobre la evidencia para intentar obtener una respuesta a estas preguntas fundamentales. Existen muchas directrices acerca de cómo hacerlo, dependiendo del tribunal. El perito juega un rol sumamente importante porque es la persona que traduce a un lenguaje comprensible el análisis realizado —ya sea de ADN, un estudio bioquímico de sangre, uno de antropología forense o cualquier otro— y explica el método científico empleado; por ejemplo, si el análisis es una práctica estándar para los científicos de esa disciplina, y cuáles fueron los resultados obtenidos.

En cuanto a la presentación de nuevas tecnologías en las cortes, este es uno de los temas en los que hemos estado trabajando en la AAAS. Las reglas para que las nuevas tecnologías sean admitidas por las cortes no están definidas, pero sí la forma de admitir los análisis de ADN u otros tipos de evidencias forenses ya consolidadas y con las cuales los jueces ya tienen experiencia. Precisamente por ello, el testigo experto o perito es tan importante, porque la credibilidad de la evidencia depende de su declaración.

**EAAF** En su presentación durante el Encuentro,<sup>1</sup> habló de dos tipos de responsabilidad legal que son centrales en el marco jurídico de los derechos humanos: uno es el ámbito penal que responsabiliza a los individuos por los crímenes y el otro tiene que ver con la responsabilidad de los gobiernos. ¿Nos podría explicar cuáles son las diferencias en cuanto a las evidencias que se usan en uno y otro tipo de juicio para sustentar un caso?

**TH** Quiero dejar en claro que existen muchas formas legales posibles de responsabilizar a alguien por un delito. Estas no son las únicas dos formas, pero sin duda son las dos

1 Se refiere al Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense, que se llevó a cabo del 1 al 4 de julio de 2019, en la Ciudad de México.

jurisdicciones primarias que tienen las cortes, creadas específicamente para juzgar violaciones a los derechos humanos y velar por el derecho penal internacional.

Los casos penales buscan hacer responsable a un individuo por cometer violaciones a los derechos humanos; investigan a quienes tuvieron algún cargo gubernamental o responsabilidad oficial, generalmente son militares o funcionarios electos, o bien individuos, que están violando normas internacionales de derechos humanos bajo la jurisdicción de esa corte.

Este es el tipo de responsabilidad penal de la que se ocupa la Corte Penal Internacional (CPI), la cual tiene jurisdicción sobre un conjunto muy específico de crímenes internacionales, como son el genocidio, los crímenes de *lesa humanidad*, los crímenes de guerra y el crimen de agresión como está consignado en el Estatuto de Roma (tratado que dio origen a dicha Corte). La CPI juzga la responsabilidad penal individual: se procesa a un individuo y se le puede sentenciar a prisión o a proporcionar medidas de reparación a las víctimas, pero fundamentalmente se centra en investigar qué actos cometió ese individuo o qué actos ordenó a otro que cometiera. Las alegaciones y casos son remitidos por la Fiscalía de la CPI. Por su carácter internacional, que representa los sistemas jurídicos de muchos países, se rige por un sistema acusatorio adversarial mixto con un sistema de discrecionalidad judicial, por lo que tiene su propio conjunto de reglas sobre evidencia. Estos casos son muy complicados y demandan mucho tiempo prepararlos para luego llevarlos a juicio, ya que exigen que se presente una gran cantidad de evidencias. La vara es muy alta para poder probar que tal persona, en virtud de sus responsabilidades de mando, fue la responsable individual de un determinado crimen. Es una herramienta increíblemente poderosa, pero es muy difícil juntar todas las piezas necesarias para respaldar estos casos.

Otro tipo de casos de violaciones a los derechos humanos que son atendidos en tribunales internacionales son los que se ocupan de la responsabilidad de los gobiernos. Estos casos juzgan a los gobiernos a la luz de un tratado; abarcan un rango diferente y más amplio de demandas que pueden ser presentadas por una organización no gubernamental (ONG) o por el familiar de una víctima. En el Continente Americano, el principal tribunal regional que juzga estos casos es la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH), la cual tiene jurisdicción sobre todos los derechos humanos comprendidos en la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre, bajo la cual examina las obligaciones de los gobiernos. En cuanto a la evidencia, los jueces de la Corte IDH tienen amplia discrecionalidad para usar lo que se denomina “facultad discrecional” o “sana crítica”, según la tradición del derecho hispano. A partir de esta facultad, cada juez pondera la evidencia y decide si es creíble y pertinente al caso.

El elemento clave en la Corte IDH es que, en vez de tratar de probar que el responsable fue un determinado individuo, se busca demostrar que las presuntas violaciones a los derechos humanos fueron cometidas o permitidas por el gobierno. No tienen que ser necesariamente acciones del propio gobierno, sino que este podría haber fallado en proteger a las personas

o en dar respuesta a las violaciones de derechos humanos perpetradas por actores privados. En muchos casos, es muy importante el patrón de violaciones cometidas para probar la responsabilidad del gobierno en la violación a los derechos humanos. De esta manera, el espectro de alegatos que puede presentar una ONG o un familiar es mucho más amplio. Además, hay mucha más flexibilidad en cuanto a la evidencia que se necesita para probar las acusaciones, puesto que no es necesario probar la participación de una determinada persona en la comisión de un crimen específico. Generalmente, se trata de probar un patrón de violaciones por parte de funcionarios de gobierno para demostrar que el problema es sistémico, porque así es como se expone la intencionalidad del gobierno del país que está siendo juzgado, mostrando que ha habido una decisión política de no respetar la obligación internacional asumida. En definitiva, se trata de mostrar a la corte que el gobierno incumple sus obligaciones internacionales.

En síntesis, existen dos tipos muy diferentes de responsabilidad y cada uno requiere un tipo distinto de evidencia. Es posible utilizar ambas vías o usarlas para probar distintas cosas; incluso se puede recurrir a ambas al mismo tiempo; es decir, no necesariamente elegir entre una u otra. Sin embargo, en términos de la evidencia que debe recolectarse, es conveniente tener presente los diferentes usos que puede tener. A pesar de que lo que se intenta probar tal vez sea diferente, se puede usar el mismo tipo de evidencia para respaldar diversos argumentos.

**EAAF** Usted ha tenido experiencia con casos en la Corte Interamericana de Derechos Humanos, lo cual es muy relevante en el contexto latinoamericano, ¿podría explicarnos cómo funciona la evidencia en la Corte Interamericana?

**TH** La Corte IDH trabaja de una manera un poco diferente, en parte porque no es un tribunal de primera instancia, sino de última instancia. La mayoría de los casos dentro del sistema interamericano deben llegar después de haber pasado primero por todas las instancias del sistema nacional. Para que un caso sea admitido en el sistema interamericano, es preciso demostrar que ya han agotado todas las etapas procesales disponibles en su país y aun así no se consiguió que el sistema nacional protegiera sus derechos. Esa es la razón por la que se eleva un caso al sistema interamericano: se recurre a la Corte IDH para decirle al gobierno que uno no ha recibido la justa reparación a la que se tiene derecho en virtud de la Declaración Americana sobre Derechos y Deberes del Hombre. La otra forma de llegar a la instancia de la Corte IDH es si uno puede probar que sería inútil pasar por todas las etapas procesales a nivel nacional, ya que no hay recurso posible ni forma de apelar o bien hay un daño irreparable que una persona o grupo de personas está sufriendo si no hay una acción inmediata.

Todo esto quiere decir que, al ser un tribunal de última instancia, la Corte IDH no siempre recibe evidencia de primera mano o no siempre es la primera vez que se presenta. Generalmente, la Corte revisa el uso de la evidencia presentada en las instancias judiciales anteriores a través de la formulación de varias preguntas, como “¿el gobierno le permitió

aportar esta evidencia?”, “¿su evidencia era lo suficientemente sólida y por ende el gobierno debería haberle garantizado un juicio justo?” o “¿la evidencia era suficiente para respaldar la reparación solicitada?”

Por lo general, la Corte Interamericana no recibe mucha evidencia forense; sin embargo, sí se ha utilizado en algunos casos latinoamericanos donde el problema tiene que ver específicamente con la falta de una investigación forense correcta; por ejemplo, relacionado con fallas en la apropiada recolección o manejo de la evidencia, por obstrucciones o interferencias con ella. Asimismo, se ha utilizado evidencia forense en la Corte Interamericana para demostrar que el Estado no había investigado casos que le correspondían. Tradicionalmente, esto tiene que ver con casos para establecer la obligación de los gobiernos de conducir investigaciones exhaustivas de crímenes, incluyendo investigaciones forenses. Estos son algunos ejemplos del tipo de argumentos que se hacen con evidencia forense en la Corte Interamericana. De esta manera, la evidencia forense se utiliza de una manera diferente, por ejemplo, probar que un asesinato lo realizó determinada persona. La evidencia forense se utilizará en la Corte Interamericana para demostrar que el gobierno no está protegiendo a las personas o no está garantizando el acceso a la justicia al no llevar a cabo las investigaciones como corresponde y no juzgar los delitos cometidos.

**EAAF** ¿Cómo ha tratado históricamente la Corte Interamericana el tema de la evidencia en los casos de desaparición de personas?

**TH** La Corte IDH tiene un largo historial de sentencias en casos de desapariciones. Diría que es una de las áreas más consolidadas del derecho internacional de los derechos humanos que la Corte y la Comisión Interamericana han logrado establecer; existen muy buenas sentencias —o fallos— que pueden usarse para abogar por este tema.

A diferencia de un caso penal, como puede ser un homicidio cometido por el crimen organizado, por un oficial militar o de la policía, en el que uno presenta toda la evidencia física del homicidio, en los casos de desapariciones lo más probable es que no se cuente con ese tipo de evidencia, precisamente porque es una desaparición. Lo que la Corte Interamericana ha dicho es que no es obligación de las víctimas presentar dicha evidencia en casos de desaparición, ya que eso forma parte del delito: hacer desaparecer tanto a la persona como la evidencia. En otras palabras, para un gobierno no es una defensa viable el decir: “no sabemos qué le pasó a tal persona porque no hay pruebas”.

Más aún, en la Corte Interamericana, las víctimas pueden presentar evidencia de desapariciones sistemáticas. Esto sirve, por ejemplo, para demostrar que existe un patrón de acciones contra un determinado grupo de personas. Después, es necesario probar que existe una conexión entre esas desapariciones y la culpabilidad del gobierno. Esto no necesariamente significa que el gobierno cometió el delito, sino que podría implicar que no está cumpliendo con sus obligaciones y ha fallado en prevenir que esas desapariciones ocurran, no las ha investigado ni ha tomado medidas para evitar nuevas desapariciones en el futuro.

En la Corte Interamericana no es necesario probar dónde está la persona desaparecida ni qué individuo específico la hizo desaparecer.

**EAAF** Sin duda, el surgimiento de las nuevas tecnologías puede contribuir a la búsqueda de personas desaparecidas. Esto también significa que se dispone de nuevos tipos de evidencias que se podrían aportar a los casos de violaciones de derechos humanos, ¿podría comentarnos de qué manera esto contribuye en el ámbito judicial? ¿Se están incorporando exitosamente estas nuevas tecnologías y nuevos tipos de evidencia a los juicios sobre derechos humanos?

**TH** Algunas, sí. El proceso de comprender e incorporar nuevos tipos de evidencia en los tribunales ha ocurrido históricamente. Cada vez que ingresa evidencia a los juzgados de derechos humanos, los jueces ejercen su legítimo derecho de cuestionarla para asegurarse que la fundamentación sea sólida; suelen ser muy cautos cuando se trata de algo nuevo. Por ello, a la hora de presentar esa evidencia, es fundamental contar con un perito que sea un excelente comunicador científico, de modo que asegure que el tribunal se sienta cómodo con la evidencia y con la manera como se está utilizando la tecnología. Los jueces quieren estar seguros de valorarla de manera justa, de no subestimarla ni sobreestimarla, ni darle más o menos peso que el que merece. Creo que particularmente la Corte Interamericana ha demostrado ser bastante abierta frente a la nueva evidencia científica, y si se prepara adecuadamente, sus reglas sobre la presentación de evidencias son bastante más flexibles.

Dentro de la comunidad de derechos humanos no siempre se conoce lo que se denomina evidencia de “fuente abierta”, que es diferente de los otros tipos de evidencia forense. Se trata de una nueva tecnología, pero se está aplicando de la misma manera en que se recolecta y analiza cualquier otra evidencia forense. Actualmente, tenemos una mejor manera de hacer lo que hacíamos antes y con una variedad más amplia de herramientas; sin embargo, dicho esto, los videos de YouTube son completamente diferentes. La evidencia cuya fuente es abierta, que proviene de las redes sociales, y que pasa por proveedores privados, es mucho más difícil de autenticar.

La comunidad de derechos humanos ha invertido mucho tiempo y energía en desarrollar formas de corroborar esa información, de modo que pueda ser autenticada y aportada como evidencia. En particular, el Centro de Derechos Humanos de la Universidad de California-Berkeley está desarrollando un protocolo para la evidencia obtenida de fuentes abiertas, con el fin de establecer normas, lo que representará un avance importante. Witness, una organización no gubernamental, ha creado herramientas y lineamientos para verificar la autenticidad de los videos digitales con el fin de poder usarlos como evidencia en los procesos judiciales sobre derechos humanos. Podría decir que en este momento estamos comprendiendo los beneficios de ese trabajo, pero todavía están en una etapa muy incipiente. Por tal motivo, no quisiera generar falsas expectativas diciendo “sí, se puede utilizar una publicación de Facebook como evidencia”. El desafío es mucho mayor que eso; sin embargo,



actualmente hay procesos que se están estandarizando para corroborar y autenticar esa clase de evidencias obtenidas de fuentes abiertas que están en Internet.

La documentación registrada por testigos ocasionales y ciudadanos de a pie, las publicaciones en Facebook, WhatsApp y esa clase de registros, son muy importantes, pero aún no hemos visto que muchos de ellos hayan ingresado a los tribunales. Hay un par de casos, como el trabajo actual de SITU Research con el caso Euromaidán en Ucrania, que reconstruye los enfrentamientos violentos de 2014 entre manifestantes y fuerzas militares y policiales ucranianas,<sup>2</sup> que miramos y nos preguntamos: “¿esto realmente funcionará?”, “¿podremos usarlo como evidencia?”

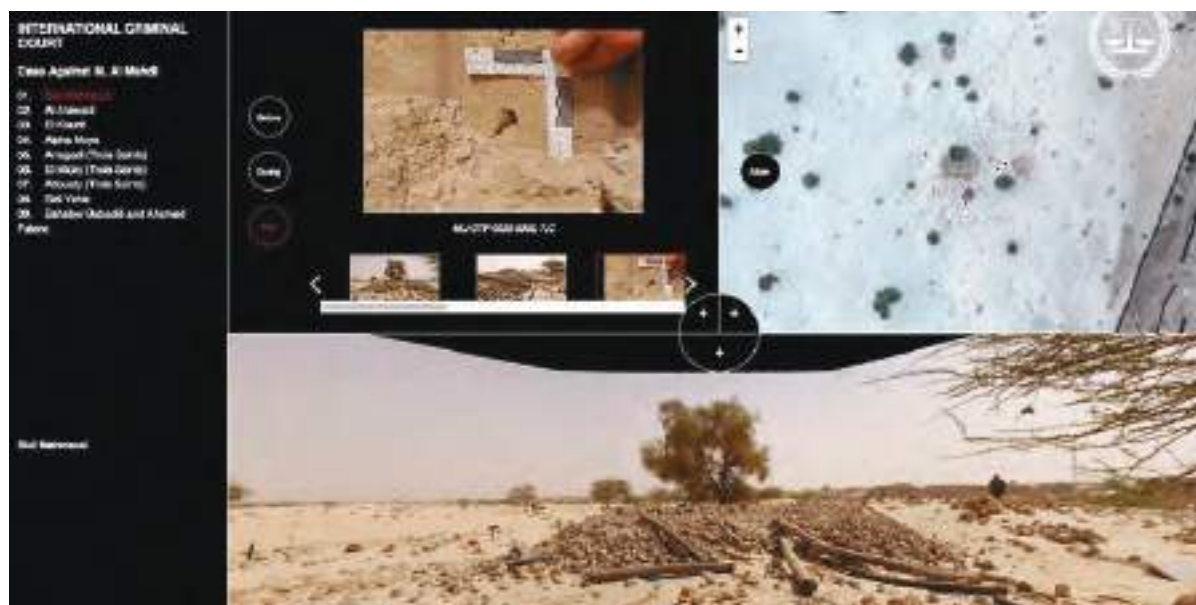
Es demasiado pronto para afirmar “sí, presenten todas estas herramientas”. No obstante, se sigue avanzando para lograr que esta clase de evidencia sea creíble, pueda verificarse y la comunidad de derechos humanos pueda sentirse segura de usarla. Hoy día, las organizaciones defensoras de los derechos humanos están desarrollando procedimientos para incorporarla a instancias judiciales de manera que pueda sostenerse y tener peso.

**EAAF** Durante los últimos años, hemos estado siendo testigos de más y más visualizaciones digitales y análisis de violaciones a los derechos humanos; trabajos de grupos como SITU Research y Forensic Architecture son algunos ejemplos importantes. Ese tipo de trabajo tiene claramente un valor inmenso para distintos grupos, como son las víctimas y sus familiares, defensores de derechos humanos, investigadores, periodistas y público interesado. ¿Nos podría describir cómo está siendo recibido en el ámbito jurídico, específicamente cuando no solo se trata de la presentación de datos o evidencias, sino en relación con el análisis de los datos?

**TH** En verdad no sabemos cómo va a funcionar este tipo de plataformas de visualización de datos en términos de admisibilidad en un juicio; estas plataformas combinan, agregan y, en algunos casos, sintetizan y analizan una gran cantidad de evidencia digital. Hasta ahora, Euromaidán en Ucrania es el único caso que conozco en el que esta clase de registro ha sido admitida como evidencia en el juicio.

En la causa de Al-Mahdi que se tramita en la Corte Penal Internacional —que involucra la destrucción de patrimonio religioso e histórico en Timbuktú, Mali—, se usó este tipo de evidencia en los alegatos de apertura como parte del caso presentado por la fiscalía ante los jueces. El objetivo solo era preparar el escenario para la posterior presentación de cada una de las evidencias, junto con el testimonio de las víctimas y otro tipo de evidencias. Sin embargo, el acusado en ese caso se declaró culpable, de modo que no sabemos cómo habría funcionado en el transcurso del juicio porque nunca llegó a exhibirse como prueba de culpabilidad.

<sup>2</sup> Véase la entrevista a Brad Samuels, “Análisis espacial y visualización de datos en investigaciones de los derechos humanos”, en la sección de Análisis y visualización de datos, en esta misma publicación.



**Figura 1.** Plataforma digital presentada en el caso Al-Mahdi ante la Corte Penal Internacional (Elaborada por SITU Research. Tomada de [http://situresearch.com/pdf/ICC\\_Al\\_Mahdi\\_Press\\_Release.pdf](http://situresearch.com/pdf/ICC_Al_Mahdi_Press_Release.pdf)).

Me parece que, como en el caso de las investigaciones con evidencias obtenidas de fuentes abiertas, parte de lo que se está haciendo apunta a desarrollar procedimientos que permitan admitir esta clase de evidencias. Creo que esto será posible sobre todo en los tribunales que atienden casos de derechos humanos como son la Corte Interamericana o la Corte Europea de Derechos Humanos. Particularmente la Corte IDH es consciente de que los sobrevivientes de violaciones a los derechos humanos son quienes tienen menos posibilidades de reunir y ensamblar toda la evidencia, por lo que estará abierta a este tipo de evidencias si se presenta debidamente documentada, verificada y explicada de un modo en que los jueces puedan entender que no es simplemente un relato, sino que hay un análisis detrás. Será fundamental que esté presente alguien que pueda explicar la metodología empleada para dicho análisis, de dónde provino y en qué se basa. Más aún: esta persona debe ser capaz de explicar qué decisiones se tomaron para incluir o excluir determinado material y cómo se hizo para conectar y armar las piezas del rompecabezas. Creo que con el tiempo, la Corte Interamericana estará dispuesta a considerar este tipo de evidencia porque permite unir diferentes piezas para mostrar un patrón y hacer posible que se vea lo que sucede a nivel sistémico.

También creo que este tipo de evidencia puede ser una gran herramienta en el alegato inicial, ya que permite dar un marco de cómo encajan todas las piezas. Pero también será necesario presentar testigos y otra clase de pruebas para corroborar cada una de las piezas del rompecabezas y contar con un perito para explicar la manera como se llevó a cabo el análisis.

**EAAF** Respecto a incorporar nuevas tecnologías forenses a los juicios por violación a derechos humanos, ¿qué marcos o técnicas actuales nos pueden orientar acerca de cómo llevar esta clase de evidencia a la instancia judicial?

**TH** Hay algunas cuestiones que puedo comentar al respecto. Una es que siempre será mejor si la evidencia obtenida mediante nuevas tecnologías no es la única que se aporta, sino que esta se presenta como parte de un grupo de evidencias, en el que se combinan los tipos de pruebas más tradicionales con las nuevas. Las nuevas evidencias deben sumar o corroborar las otras, o ayudar a unir los puntos que fueron marcando las tradicionales; es decir, si se presenta en el contexto de otras pruebas aportadas, los jueces se sienten más cómodos al recibir ambas.

Quiero subrayar la importancia de tener un comunicador científico sólido como perito. En todos los casos históricos que revisé, cada vez que se han admitido nuevas formas de evidencia, nuevas tecnologías o nuevos enfoques científicos, ha sido gracias a la participación de un excelente perito científico que ha sabido comunicarse bien con quienes no son expertos. Su testimonio debe explicar no solo por qué se eligió determinada tecnología, sino también la metodología aplicada a esa tecnología, e informar quiénes más la utilizan. Por ejemplo, es un punto a favor si el perito puede explicar que la tecnología es nueva en su aplicación a este tipo de casos en particular, pero que los científicos llevan 10 años usándola y está respaldada por investigaciones científicas sólidas. En otras palabras: es necesario dejar en claro que hay otros científicos que piensan que esa tecnología es útil en ese contexto. Las preguntas esenciales son: ¿se considera que esta es una práctica estándar en el campo y está bien fundamentada en la literatura científica?, ¿por qué se eligió esta metodología y no otra?, ¿el perito realmente es un experto en su campo? Respecto a esto, la CPI incluso solicita que se incluya el *curriculum vitae* del perito junto con su testimonio.

Otra cuestión importante que los peritos deben tener presente es evitar usar lenguaje demasiado técnico en su testimonio pericial; deben intentar explicar conceptos técnicos de un modo tal que los jueces puedan entender y acomodar esa información dentro de la información recibida.

Algo que puede perjudicar a un gran perito experto es el hecho de que se sepa de antemano que ha tomado una posición particular en relación con la responsabilidad del gobierno o del acusado en cuestión; es decir, si se sabe que se ha expresado públicamente en oposición del gobierno contra el cual está declarando en calidad de perito. Ha habido casos en los que esta situación ha sido una dificultad del testimonio pericial, casos en los que los jueces han dicho: “Creemos que usted tiene una mirada sesgada, ya que ha estado hablando con la prensa en contra del acusado, de modo que no nos da garantía de ser objetivo”.

También es muy importante, con todo tipo de evidencia, pero sobre todo con la que se obtiene de nuevas tecnologías, documentar paso a paso toda la investigación. Esto no significa que ese registro deba ser elaborado por un perito científico; solo es necesario que el

proceso esté documentado. La persona que declarará en nombre de toda esta información ante el tribunal debe contar con los conocimientos técnicos apropiados para presentar el análisis y las conclusiones, pero la información no necesariamente debe ser reunida por un científico, sino por alguien con la capacitación adecuada para recolectar y documentar la evidencia. El perito puede explicar cómo se obtuvieron los datos crudos, cómo se verificaron —aquí es donde entra la importancia de tener bien documentada la cadena de custodia—, cómo se analizaron esos datos y cómo a partir de esos datos se llegó a las conclusiones. Si los datos originales fueron obtenidos de manera tal que el perito pueda explicarlo y describir la forma en que se analizaron y se llegó a los resultados, entonces es suficiente.

**EAAF** ¿Qué recomendaciones podría dar a los familiares de personas desaparecidas, a grupos de la sociedad civil, a ONG u otros expertos independientes, que desde diferentes disciplinas se han dedicado a generar evidencia que algún día podría contribuir en los juicios de responsabilidad penal —ya sea ahora o en el futuro— contra los responsables de las más de 70 mil desapariciones forzadas ocurridas en México?

**TH** Empezaría diciéndoles que si tienen previsto usar nuevas tecnologías y/o evidencias científicas, aunque todavía no sepan exactamente qué ocurrirá, es recomendable que se vinculen con organizaciones científicas que trabajan con grupos de derechos humanos. La AAAS es una de ellas, pero hay otras. En América Latina, por ejemplo, trabajamos con el Centro por la Justicia y el Derecho Internacional (CEJIL), otros grupos y universidades con proyectos o áreas de conocimiento diferentes.

Este tipo de colaboración no solo significa tener a alguien que los respalde y les brinde ese conocimiento científico, sino que implica estar cerca de alguien que les pueda informar cuando se abran nuevas oportunidades, porque de otra manera ustedes no se enterarían. Por ejemplo, hoy día las tecnologías como LiDAR, los georradars, las imágenes satelitales y el aprendizaje automático (o aprendizaje de máquinas), están avanzando a tanta velocidad que es difícil estar actualizado, a menos que uno mantenga conversaciones periódicas con personas involucradas en estas áreas científicas. Y para eso, los expertos en estas tecnologías tienen que entender cuáles son los matices de interés para las familias de personas desaparecidas y para las ONG, y también saber qué tipo de información son capaces de reunir. Por lo tanto, es importante mantenerse recíprocamente informados y construir esas relaciones y colaboraciones basadas en la confianza, de modo tal que cuando surjan las oportunidades estén listos para aprovecharlas.

Otra cuestión que me gustaría destacar es que esas colaboraciones ayudarán a entender el método científico general para la recolección de evidencias. A veces solo se trata de recolectarlas, aunque uno no sepa cómo se usarán o se analizarán; sin embargo, es importante establecer un procedimiento estándar para documentarlo. Esto podría implicar tener que elaborar protocolos estándares para el almacenamiento de evidencias físicas o para hacer una entrevista en caso de que sucediera algo, o tener un grupo asesor con quien trabajar regularmente. Es muy positivo construir antes esos vínculos que ayudarán a desarrollar los

protocolos y a plantear las cuestiones sobre recolección de datos de antemano. Si no se consideran estas cuestiones previamente ni se desarrollan estándares para la recolección y el almacenamiento de información, una vez hecho no se puede volver atrás en el tiempo para corregirlo.

**EAAF** En un contexto como el que impera actualmente en México, donde la tasa de impunidad es superior al 99 por ciento y donde la “justicia” a veces parece tan lejana o inalcanzable, en el sentido tradicional de fincar responsabilidad individual o gubernamental por las violaciones a los derechos humanos, ¿qué consejos podría ofrecer sobre cómo usar estas tecnologías para promover la búsqueda de justicia, además de utilizar las instancias judiciales?

**TH** Como defensora de los derechos humanos y habiendo sido una abogada activista en el tema, sé que es muy difícil lograr determinar este tipo de responsabilidad penal. No obstante, a la vez están sucediendo muchas otras cosas: se está logrando impulsar cambios en las políticas y en la opinión pública, y tiene que darse todo eso para que finalmente se haga justicia. Estas son actividades de largo plazo. Aun en casos en los que uno sabe que no se conseguirá hacer justicia ahora, igualmente hay que reunir la evidencia. Si no contamos la historia y no la investigamos, escribimos y documentamos, la historia no existirá en 20 años cuando las cosas cambien. Y cuando esto suceda —como hemos visto en Chile, Argentina y en otros lugares—, habrá valido la pena. Hay que hacerlo o nunca se hará justicia.

Precisamente ese tipo de patrón de impunidad es lo que se debe documentar para llevar esos casos ante la Corte Interamericana. Es necesario documentar que hay un 99 por ciento de impunidad, documentar cuántos casos, cuántas demandas se presentan ante la fiscalía. Esos son números. Eso es evidencia. En el sistema interamericano, eso es exactamente lo que prueba el fracaso sistémico del aparato de justicia. Y algunas de esas nuevas herramientas brindan oportunidades para probar violaciones generalizadas y sistemáticas de un modo que antes era imposible.

También diría que se aseguren de que están recolectando y preservando el tipo de evidencia de interés para ustedes; no me refiero a lo que pueden llevar a la Corte en la actualidad o lo que puede obtenerse con la tecnología de hoy. Siempre me preocupa que las personas puedan pensar en reunir únicamente el tipo de evidencia que creen que puede servir para llevar ante los jueces. Reúnan toda la evidencia que importe; mejor aún si además pueden hacerlo de un modo que algún día pueda servir para llevar ante un tribunal.

Hay muchas otras cosas para las cuales la evidencia es necesaria, más allá de las acciones legales: la preservación de la memoria y la construcción de comunidad. Por ejemplo, ser parte de un grupo de personas que de pronto se ve unida por el dolor y la injusticia, y forma un grupo para apoyarse entre sí; construir una memoria colectiva compartida de lo que está sucediendo en tu comunidad para asegurarte que los miembros de tu familia no serán olvidados y que tampoco se olvidará lo que les ha sucedido. Todo eso es importante.

La evidencia sirve para después, pero también para ahora. Hay muchas investigaciones sobre la importancia y el poder de la preservación de la memoria y la memoria colectiva; es parte de lo que contribuye al cambio social, a cambiar la mente de las personas y hacer que se comprenda lo que ocurrió. Esa pieza es esencial para los procesos judiciales, porque en muchos sentidos, los jueces son un reflejo de lo que sucede en el mundo. Entonces, las acciones son imprescindibles en todos los frentes: trabajar con los medios, con las autoridades y personas que ocupan lugares de poder para producir un cambio legislativo o para modificar una política local. Parte de la evidencia científica que esta publicación explora, tal vez no sea tan útil para identificar individuos o a los responsables de los crímenes, pero sí puede ser ese tipo de evidencia que se necesita para documentar las violaciones sistemáticas a los derechos humanos o para algunas otras formas del activismo no relacionado a las acciones legales.

Siento que se presiona demasiado a las ONG para ir en una dirección en detrimento de otra, y que siempre hay mucha presión para lograr la condena de los perpetradores, pero la justicia restaurativa también es importante, a veces una disculpa pública puede ser más importante que enviar a alguien a prisión. El tipo de justicia que cada grupo busca tiene que ser “su justicia”, la que es mejor para ese grupo, y no tiene por qué ser únicamente la responsabilidad penal, si eso no es lo más importante para esa comunidad.



# Buenas prácticas en la adquisición, uso y análisis de imágenes geoespaciales

## Asociación Americana para el Avance de la Ciencia

*La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) es la organización científica multidisciplinaria más grande del mundo y una de las principales editoriales científicas, con su serie de publicaciones Science. La AAAS, cuya sede está en Washington, Estados Unidos, cuenta con miembros en más de 91 países de todo el mundo. La AAAS busca promover la ciencia, la ingeniería y la innovación en todo el mundo, en beneficio de todas las personas. Para cumplir con esa misión, algunos de sus objetivos incluyen mejorar la comunicación entre científicos, ingenieros y el público en general; promover y defender la integridad de la ciencia y su uso; promover el uso responsable de la ciencia en las políticas públicas e incrementar el compromiso público con la ciencia y la tecnología. El Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes de la AAAS se ocupa de cuestiones éticas, jurídicas y de derechos humanos relacionadas con el desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología. Por su parte, el Proyecto de Tecnologías Geoespaciales de la AAAS ha contribuido a fortalecer el impacto de la defensa de los derechos humanos, al utilizar estas tecnologías en ámbitos relacionados con los desalojos forzosos, los desplazamientos de personas ocasionados por proyectos de desarrollo, la violencia masiva, las detenciones clandestinas, el desplazamiento interno y las ejecuciones extrajudiciales.*

En este artículo se presentan algunos procedimientos básicos para la adquisición y el análisis de imágenes geoespaciales, que han sido elaborados por integrantes del Proyecto de Tecnologías Geoespaciales de la AAAS a lo largo de varios años. Dichos procedimientos pretenden brindar lineamientos prácticos para quienes trabajan con imágenes geoespaciales que forman parte de investigaciones en derechos humanos, de manera que al utilizarlos se pueda garantizar, restablecer y mantener una cadena de custodia clara y verificable durante el curso del análisis. La cadena de custodia es vital para poder establecer la autenticidad de los datos y del análisis, en caso de que posteriormente esas imágenes se utilicen como evidencia en procesos judiciales.

Los procedimientos que se describen aquí fueron publicados por primera vez en 2018, como parte de un informe más amplio titulado “Evidencia geoespacial en el litigio internacional de derechos humanos”,<sup>1</sup> el cual fue elaborado por el Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes (SRHRL) de la AAAS. Este programa se ocupa de cuestiones éticas, jurídicas y de derechos humanos relacionadas con el desarrollo y la aplicación de la ciencia y la tecnología, y está comprometido con la tarea de promover el uso de la ciencia y la tecnología a favor de los derechos humanos.

<sup>1</sup> Véase T. Harris, J. Drake, J. Wyndham, S. Wolfenbarger, S. Lott y M. Lerner, (2018). “Geospatial Evidence in International Human Rights Litigation: Technical and Legal Considerations”. En <https://www.aaas.org/resources/geospatial-evidence-international-human-rights-litigation-technical-and-legal>

## Procedimientos para la adquisición y el análisis de imágenes

Como sucede con toda evidencia física o electrónica que se presenta ante un tribunal, es esencial establecer una cadena de custodia clara y verificable. Por lo general, las entidades del sector privado que toman las imágenes satelitales no participan de manera directa en las investigaciones realizadas a partir de sus datos. Por tal razón, al usar esas imágenes como evidencia en procesos judiciales, se debe considerar todo lo relacionado con las múltiples etapas de la cadena de custodia, que abarcan desde el proveedor de las imágenes, hasta el analista y el tribunal. La compañía Maxar es uno de los mayores proveedores mundiales de imágenes de percepción remota; entre sus clientes se encuentran gobiernos, corporaciones y científicos de todo el mundo, incluidos quienes realizan análisis con fines de documentación en casos de derechos humanos. Si bien los detalles exactos de muchos aspectos de las operaciones de Maxar son de dominio privado, sus representantes han brindado información acerca de sus operaciones espaciales y terrestres para la elaboración del informe que la AAAS publicó en 2018, con el objetivo de expandir el uso de la percepción remota como evidencia en casos de derechos humanos.

Por ser uno de los proveedores internacionales más importantes de imágenes satelitales, Maxar tiene incentivos comerciales significativos para garantizar la integridad de sus productos de datos en su cadena de suministro, desde la producción hasta la entrega. La licencia que tiene la empresa para operar sus satélites, otorgada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos, le exige adherirse a un plan de protección de datos estrictamente controlado, tanto para la transmisión como para el almacenamiento de imágenes. La empresa ha implementado este requerimiento aplicando técnicas modernas de encriptación y autenticación aprobadas por el gobierno de Estados Unidos para asegurar la integridad de los datos. Además, la empresa utiliza mecanismos de control que garantizan que todo intento de modificación de las imágenes o firmas pueda ser detectado, y también implementan prácticas de estándares de seguridad de la información tales como *firewalls*<sup>2</sup> en todos los sistemas de fábrica y centros de datos. Estas acciones, sumadas a otros procedimientos como la verificación de los antecedentes de los operadores, constituyen medidas adicionales de protección y control para satisfacer las exigencias de los clientes sobre la integridad de los datos.<sup>3</sup>

Una vez que las imágenes se transfieren del proveedor al analista, se deben tomar medidas similares para salvaguardar la integridad de los datos y de cualquier producto que derive de ellos. Cuando la evidencia basada en información satelital pretenda ser utilizada en un juicio, se recomienda cumplir con ciertas prácticas en las etapas de transmisión, almacenamiento, análisis y archivo de los datos:

- a. Una vez compradas las imágenes satelitales, son entregadas por el proveedor a través de canales electrónicos encriptados, como el SFTP (*secure file transfer protocol* / protocolo seguro de transferencia de archivos). Estas incluyen metadatos relacionados con la compra de las imágenes (empresa revendedora, número de pedido), y con las imágenes en sí (archivos con muchos datos, tales como el número de identificación de las imágenes, fecha y hora en que fueron tomadas, y las coordenadas delimitadas exactas).

2 También llamado cortafuegos, se refiere a un sistema que tiene la función de prevenir y proteger una red privada, bloqueando el acceso a otras redes para evitar cualquier intrusión o ataque de otras redes.

3 R. Price y P. Izard, de Maxar, comunicación personal con la AAAS, 4 de octubre de 2017 y 7 de junio de 2018.

- b.** Deberá hacerse de inmediato una copia de manera separada —sin modificaciones— de todos los archivos originales con sus respectivos datos originales para tenerla como referencia. Si posteriormente se plantean preguntas sobre las imágenes satelitales, el proveedor puede utilizar esa información de referencia para confirmar el origen de los archivos y que estos no han sido modificados.
- c.** Todas las etapas de procesamiento y análisis de las imágenes se deberán llevar a cabo en versiones en copia; es decir, nunca en el original, y todas las modificaciones importantes que se introduzcan, como el uso de *pan-sharpening*<sup>4</sup> o su georreferenciación, se deberán registrar en un archivo para futuras referencias. En este registro se deberán incluir todos los paquetes de *software* utilizados y los parámetros de procesamiento pertinentes junto con el nombre del analista.
- d.** En el informe del análisis de las imágenes se debe incluir toda fuente de error conocida o posible. Existen muchos tipos diferentes de errores; por ejemplo, con respecto a la fidelidad espacial de las imágenes, cuando dos o más imágenes se alinean durante el proceso de georreferenciación, se introduce algún tipo de error, ya que las imágenes se distorsionan al alinearlas unas con otras. Debido a que los ángulos desde los que se toman las imágenes de alta resolución son diferentes y hay cambios en la topografía de las distintas escenas, la distorsión puede ser significativa. Durante este proceso, se producirá un error RMS (*root mean squared* / error cuadrático medio) que deberá incluirse en el registro de datos, ya que indica la severidad del error producido en el proceso de alineación: cuanto mayor sea el error, mayor será la incertidumbre en el posicionamiento de la imagen georreferenciada.<sup>5</sup>
- e.** Para la interpretación visual (manual) de las imágenes, la capacidad para cuantificar el error dependerá de la disponibilidad de datos sobre la realidad del terreno. En muchos casos vinculados a violaciones a los derechos humanos, en ocasiones no es posible recolectar información en campo por razones de seguridad. Sin embargo, el carácter cada vez más ubicuo de la información geográfica, por ejemplo, las fotografías georreferenciadas, representa una nueva oportunidad para recopilar esa realidad del terreno, sujeta a las limitaciones que tiene la información geográfica aportada o accesible. También es posible que durante el curso de una investigación surja nueva información basada en el trabajo de campo. En esos casos, se debe actualizar el informe de error formalmente. Con frecuencia, se emplean otras métricas de error junto con algoritmos de clasificación automática que se utilizan principalmente con imágenes satelitales de baja resolución. Hacer una presentación exhaustiva de la amplia variedad de métodos con los que puede cuantificarse un error está fuera del alcance de este documento; sin embargo, se debe tomar en cuenta que en la revisión de todo análisis de imágenes, resulta esencial informar las fuentes de error conocidas o sospechosas.
- f.** El análisis deberá ser sometido a revisión de pares, por al menos una persona calificada, ya sea interna o externa. Si posteriormente se producen cambios en los hallazgos, estos también se registrarán.

4 El algoritmo del *pan-sharpening* funde la imagen multiespectral de baja resolución con una banda pancromática de alta resolución, para crear una imagen a color de alta resolución realizada.

5 Véase “error RMS” en *Diccionario SIG de ESRI*, en <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary/term/71e28fde-4bd3-434c-8e65-d490f66b5ba1>

- g.** En el registro de datos deberán enlistarse los nombres de todas las personas que participen en el procesamiento, análisis y revisión del análisis, así como el rol que desempeña cada una de ellas.
- h.** Todas las imágenes satelitales (incluidas las originales y las procesadas), los archivos con análisis de datos, el registro de datos, las credenciales o trayectoria de los analistas, así como un informe sobre los hallazgos, deberán guardarse en forma conjunta y presentarse al órgano solicitante a través de canales seguros como el protocolo SFTP.<sup>6</sup>
- i.** Se deberán archivar copias de respaldo de todos los análisis en un lugar seguro y separado del lugar de almacenamiento primario, ello para evitar la pérdida de datos.

Como se ha mencionado, los procedimientos que se han descrito fueron desarrollados por integrantes del Proyecto de Tecnologías Geoespaciales de la AAAS a lo largo de 12 años. Al utilizarlos como estándares en el uso y análisis de información obtenida por percepción remota, los analistas estarán bien preparados para dar respuesta a la mayoría de las inquietudes legales que puedan surgir al incorporar esta información como evidencia. No obstante, si bien estos procedimientos probablemente constituyen una protección efectiva contra la manipulación deliberada de las imágenes por parte de terceros, no evitan que estas puedan ser malinterpretadas por el analista. Cuando se trabaja con productos de datos tan complejos como son las imágenes de percepción remota, puede haber muchas interpretaciones posibles para los datos subyacentes; por lo anterior, identificar cuál de estas es correcta puede ser difícil, incluso para los analistas más experimentados.

Aunque la revisión de pares suele ser muy efectiva para reducir que ocurran malinterpretaciones, no es posible eliminarlas por completo, ya que hasta los analistas más experimentados cometen errores. Más aún, es muy importante decir que para ser eficaces, los procedimientos que se han descrito en este texto se deben implementar en todo momento, de punta a punta. La aplicación de procedimientos rigurosos en la fase del análisis de una investigación, por ejemplo, no puede compensar las deficiencias relacionadas con la procedencia de los datos subyacentes, ni tampoco una posible negligencia deliberada por parte del proveedor de las imágenes. Si la integridad de las imágenes o de los metadatos asociados son deficientes, todo análisis que se lleve a cabo con base en ellos también se verá comprometido más allá de los métodos aplicados. Un ejemplo de ello sería que los analistas sacaran conclusiones a partir de imágenes adquiridas por una entidad que esté implicada en una investigación o que tenga interés en su resultado, como podría ser un gobierno. Surgiría la misma preocupación si los datos procedieran de una fuente comprobada, pero fueran examinados por analistas con conflictos de interés respecto al caso que se investiga.

A manera de conclusión, es imprescindible subrayar que se debe tener en cuenta la importancia de una cadena de custodia que sea clara y que se pueda verificar; además los procedimientos que se han descrito en este texto se deben implementar en todo momento, más aún si las imágenes serán utilizadas como evidencia ante los tribunales en procesos judiciales de violaciones a derechos humanos.

<sup>6</sup> SFTP es un protocolo de red que provee acceso, transferencia y gestión de documentos en cualquier flujo de datos seguro.

# Entorno digital, búsqueda y derechos humanos

## Entrevista con Luis Fernando García

**Luis Fernando García** es director ejecutivo de la Red en Defensa de los Derechos Digitales (R3D), organización mexicana fundada en 2015 dedicada a la defensa de los derechos humanos en el entorno digital. R3D utiliza diversas herramientas legales y de comunicación para hacer investigación de políticas, litigio estratégico, incidencia pública y campañas, con el objetivo de promover los derechos digitales en México, en cuanto a libertad de expresión, privacidad, acceso al conocimiento y la cultura libre. Luis Fernando es licenciado en Derecho por la Universidad Iberoamericana y candidato a maestro en Derecho Internacional de los Derechos Humanos por la Universidad de Lund en Suecia. Fue Google Policy Fellow en la Asociación por los Derechos Civiles de Argentina y cuenta con amplia experiencia en temas de derechos humanos y tecnología.

### **EAAF** ¿Qué implican los derechos humanos en el entorno digital?

**Luis Fernando García** Cuando hablamos de derechos digitales no estamos hablando de derechos humanos nuevos, sino de los mismos de siempre, pero que en interacción con tecnologías digitales adquieren ciertas dimensiones, algunas no tan novedosas pero sí distintas. Si bien las tecnologías digitales han generado oportunidad de expandir el ejercicio de varios derechos humanos, como la libertad de expresión, también reconocemos que las tecnologías digitales representan desafíos novedosos en cuanto a otros derechos, como el derecho a la privacidad.

En ese sentido, la oportunidad que las tecnologías digitales ofrecen para el ejercicio de los derechos humanos —y el riesgo, también— depende de su gobernanza, y esta implica las acciones que el Estado, la industria, las propias personas y las comunidades, hacemos o dejamos de hacer para regular esas interacciones. Creemos que es posible maximizar los efectos positivos y minimizar tanto los riesgos como los desafíos novedosos a los derechos humanos relacionados con tecnologías digitales, y eso depende de una disputa política, jurídica, cultural y económica.

### **EAAF** ¿Nos puedes explicar lo que significa la intervención de comunicaciones privadas, el acceso a datos conservados y la geolocalización?

**LFG** Así como las personas interactuamos en la calle en espacios físicos, también lo hacemos en espacios digitales, y muchas de estas interacciones las llevan a cabo, por ejemplo, tanto perpetradores como víctimas de violaciones a derechos humanos. Las interacciones con esos sistemas digitales generan información que puede ser útil para los familiares de una persona desaparecida, para una autoridad que está investigando una violación a derechos humanos o incluso para perpetrar dichas violaciones. Muchas autoridades han desarrollado facultades legales y técnicas para poder tener acceso a esa información que

es valiosa, tanto para cometer violaciones a derechos humanos como para intentar investigarlas, remediarlas o prevenirlas.

A grandes rasgos, diría que la intervención de comunicaciones privadas se refiere en realidad a cualquier tipo de intervención de conversaciones privadas tanto del contenido como de los metadatos de comunicaciones; es decir, los datos de origen y destino de la comunicación, como son la fecha, hora, duración, datos relacionados con el aparato utilizado que originó o recibió la comunicación, e incluso la propia localización geográfica de los interlocutores de esa comunicación.

Técnicamente, esos metadatos son parte de una intervención de comunicaciones privadas; sin embargo, la legislación dispone que las empresas de telecomunicaciones que nos proveen el acceso a telefonía o a Internet, deben conservar una serie de datos sobre las comunicaciones y regular el acceso. De manera similar, la geolocalización en tiempo real se refiere a la ubicación del dispositivo.

Adicionalmente hay que diferenciar entre la vigilancia focalizada y la vigilancia masiva. La vigilancia focalizada es aquella que se realiza a individuos, dispositivos, cuentas o comunicaciones concretas, y la vigilancia masiva se refiere a medidas que recolectan información de manera indiscriminada a un número amplio o indeterminado de personas.

**EAAF** ¿Qué normas regulan la intervención de comunicaciones privadas, el acceso a datos conservados o la geolocalización en tiempo real, y qué deficiencias poseen?

**LFG** Las facultades de intervención de comunicaciones y acceso a datos de usuarios de telecomunicaciones están reguladas por el artículo 16 de la Constitución Mexicana y por diversas normas, como la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, el Código Nacional de Procedimientos Penales, la Ley de Seguridad Nacional o la Ley de la Guardia Nacional, entre otras.

Las principales deficiencias de estas leyes son la falta de claridad y precisión, por ejemplo, respecto de qué autoridades están facultadas para llevar a cabo este tipo de interferencias en la vida privada o respecto del control judicial de las mismas. Asimismo, algunas medidas contempladas son desproporcionadas y no consideran suficientes salvaguardas contra su abuso.

Por ejemplo, la Ley establece la obligación de conservar por dos años una serie de metadatos que incluye origen y destino de la comunicación, fecha, hora, duración de la comunicación, números que identifican a los dispositivos y los chips, tarjetas SIM, número IMEI (*international mobile equipment identity*),<sup>1</sup> número IMSI (*international mobile subscriber identity*),<sup>2</sup> y la localización geográfica, principalmente, de las torres celulares o de la ubicación que tenga el proveedor de la línea telefónica desde la cual se está llevando a cabo una comunicación.

1 Es un código de identidad internacional de cada equipo móvil. Con este código se asigna una identidad exclusiva al aparato a nivel mundial, y se transmite del aparato a una red cuando se conecta a esta.

2 Es un número de identidad internacional del suscriptor de un móvil, que puede estar compuesto hasta por 15 dígitos: los primeros tres números son el código de país del teléfono, seguidos por el código de la red.





**Figura 1.** Incumplimiento de obligaciones de transparencia y vigilancia (Elaborada por R3D. Tomada de <https://r3d.mx/wp-content/uploads/r3d-transparenciayvigilancia.pdf>).

Estas obligaciones de retención de datos han sido consideradas violatorias de los derechos humanos en muchas jurisdicciones, principalmente en Europa, dado que se ha considerado que es una medida de vigilancia masiva e indiscriminada, que no está focalizada a un sospechoso, sino que convierte a todos en sospechosos, poniendo en riesgo los datos de todas las personas de manera innecesaria.

La conservación masiva de estos datos conlleva el riesgo de ataques informáticos o el acceso no autorizado derivado de actos de corrupción; por ejemplo, hay muchos reportes de corrupción de las empresas de telecomunicaciones, que permiten a una persona acceder a esta información de manera ilegal.

Estos riesgos deberían hacernos reflexionar sobre la pertinencia de estas obligaciones de conservación de datos. Pero también estamos conscientes de la situación por la que atraviesa el país, la debilidad de las instituciones de procuración de justicia y la necesidad de fortalecerlas, para que la ausencia de estas obligaciones de retención de datos no redunde en la impunidad y en la imposibilidad, por ejemplo, de que víctimas de violaciones a derechos humanos, familias de personas desaparecidas, puedan acceder a información sobre el paradero de sus seres queridos o información sobre posibles perpetradores.

**EAAF** ¿Qué autoridades están pidiendo este tipo de datos?, ¿cuál es el mecanismo que está previsto legalmente para que estas empresas compartan los datos con la autoridad?

**LFG** La Constitución Mexicana dispone que las intervenciones de comunicaciones privadas requieren una autorización por parte de una autoridad judicial federal, pero limita las

cuestiones en las que puede solicitar este tipo de intervenciones; por ejemplo, impide que esto se pueda llevar a cabo en materias civiles, administrativas o fiscales. También limita a las autoridades que pueden llevar a cabo una intervención de comunicaciones privadas, únicamente para llevar a cabo la investigación de delitos.

Hoy día, con la legislación vigente y los precedentes judiciales existentes, las únicas autorizadas legalmente para llevar a cabo intervenciones de las comunicaciones privadas —previa autorización de la autoridad judicial federal—, son la Fiscalía General de la República (FGR) y las fiscalías de las entidades federativas, el Centro Nacional de Inteligencia (CNI, lo que antes era el CISEN), la Policía Federal —que técnicamente sigue existiendo— y la Guardia Nacional. En el caso de las fiscalías, la intervención de comunicaciones privadas tiene como objeto la investigación de delitos, mientras que las autoridades federales facultadas por la ley, como el CNI o la Guardia Nacional, solicitan autorización para llevar a cabo estas medidas cuando existen indicios de la posible comisión de un delito futuro o la materialización de una amenaza a la seguridad nacional, concepto vagamente definido por la ley.

En lo que respecta al acceso a datos conservados y a la geolocalización en tiempo real, el Código Nacional de Procedimientos Penales dispone que tiene que existir una autorización judicial previa; sin embargo, hay un mecanismo de excepción en casos de emergencia —cuando está en riesgo la integridad o la vida de una víctima—, que permite a las autoridades ministeriales solicitar la información directamente a la empresa de telecomunicaciones, y en un lapso de 48 horas pueden solicitar la autorización a un juez. Hay poca claridad sobre lo que sucede cuando se niega este tipo de solicitudes de emergencia; sin embargo, a lo largo de los años hemos documentado una serie de irregularidades. Por ejemplo, entre 2013 y 2015 documentamos que casi el 99 por ciento de las veces en que una autoridad accedió a datos conservados, o llevó a cabo una geolocalización en tiempo real, lo hizo sin autorización judicial.

También documentamos cómo a partir de la entrada en vigor de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión,<sup>3</sup> aumentó de manera considerable el número de autoridades que se consideran a sí mismas competentes, incluyendo a varias que no poseen una autorización legal explícita. Esto lo sabemos gracias a reportes de transparencia que tuvieron que publicar las empresas de telecomunicaciones durante un par de años. Es verdaderamente preocupante porque cerca del 30 por ciento de las solicitudes de acceso a datos conservados durante ese periodo fueron llevadas a cabo por autoridades que no tienen facultades o no están identificadas por las compañías. Por ejemplo, R3D documentó que en dos años se recibieron cerca de 150 mil solicitudes de acceso a datos de usuarios por parte de autoridades, de las cuales casi 115 mil corresponden a Telmex y Telcel, y lo preocupante es que estas empresas entregaron la información el 100 por ciento de las veces. Nunca dijeron que no por ninguna razón, al contrario de otras compañías, que rechazan del 20 al 40 por ciento porque no cumplen los requisitos legales.

3 La cual fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 14 de julio de 2014 y su última reforma se realizó el 24 de enero de 2020.

**AVERIGUACIONES PREVIAS EN LAS QUE SE HA UTILIZADO ALGUNA MEDIDA DE VIGILANCIA (2013-2015) VS NÚMERO DE AVERIGUACIONES PREVIAS EN LAS QUE SE HA EJERCIDO ACCIÓN PENAL – TOTAL**  
2013-2015 –SAI



**Figura 2.** Averiguaciones previas en las que se ha utilizado alguna medida de vigilancia (2013-2015) vs número de averiguaciones previas en las que se ha ejercido acción penal (Elaborada por R3D. Tomada de <https://r3d.mx/wp-content/uploads/EDLV-2016.pdf>).

También hemos documentado que se ha abusado del mecanismo de emergencia. Cerca del 80 por ciento de las solicitudes de acceso a datos conservados, por ejemplo, son vía el mecanismo de emergencia y son negadas después por el juez porque no está justificado ese mecanismo. Esto también es muy preocupante, porque hemos visto cómo la mayoría de las carpetas de investigación en las que se utilizan medidas de vigilancia como estas, no culminan en un ejercicio de acción penal y mucho menos en una condena a una persona. Es decir, hemos calculado que más del 90 por ciento de las personas que han sido investigadas dentro de un contexto de investigación criminal, nunca han enfrentado un juicio. Nunca siquiera se han enterado que fueron sujetas a una medida de vigilancia, nunca son acusadas de ningún delito y nunca ha habido un control judicial, ni social, ni político, ni jurídico, de ningún tipo respecto del ejercicio de las facultades. En ese sentido, para un Ministerio Público ha sido muy sencillo abrir una investigación, usar una de estas técnicas de investigación y luego no rendirle cuentas a nadie.

**EAAF** ¿Hay alguna manera de tener acceso a información sobre si estos mecanismos de emergencia fueron por la sospecha o persecución de un delito, o para salvaguardar la vida de una persona?

**LFG** En teoría, se sugiere que estas solicitudes se justifican en eso, pero los datos que hemos obtenido indican que en el 80 por ciento de los casos, una autoridad se avala argumentando que ante una emergencia no puede ir con el juez, por lo que va directamente con la empresa de telecomunicaciones. En esos casos, generalmente el juez manifiesta que en realidad no está justificada tal emergencia o que las autoridades no la justificaron de manera correcta.

Desde R3D hemos hecho miles de solicitudes de información al año, que se convierten en recursos de revisión y recursos de amparo. A partir de esto hemos generado varios precedentes que, en teoría, nos están permitiendo obtener más información al respecto, aunque en la práctica todavía no sucede.

Primero hemos intentado que se garantice el acceso a la información estadística; es decir, saber qué autoridades solicitan cuántas veces y cuántas veces les son negadas o autorizadas las técnicas de investigación. Junto con otras organizaciones, logramos incidir para que la Ley General de Transparencia dispusiera que, de manera proactiva, las autoridades que llevan a cabo estas técnicas de investigación cada tres meses deban publicar dichas estadísticas en la plataforma de transparencia. Sin embargo, a partir de nuestras investigaciones hemos revelado que esta legislación de transparencia no se está cumpliendo. Si vas a la plataforma de transparencia, no encuentras la información que la ley dice que debe de existir.

En segundo lugar, hemos hecho muchas solicitudes de información para acceder a las versiones públicas de las solicitudes de autorización y a las autorizaciones judiciales de estas técnicas de investigación. R3D también ha documentado que existen muchas inconsistencias respecto a estadísticas reportadas. Por ejemplo: si le preguntas a la FGR cuántas veces ha solicitado la autorización judicial para hacer intervención de comunicaciones privadas, te va a decir un número, pero si le preguntas a los jueces cuántas veces vino la FGR a pedir su autorización, te va a decir otro número. Estas inconsistencias nos hacen dudar mucho de estos datos estadísticos y por eso solicitamos acceso a los documentos fuente de esas estadísticas.

Finalmente, otro aspecto de transparencia que también nos preocupa mucho y en el que hemos estado insistiendo, con algunos precedentes positivos, es el acceso a contratos a partir de los cuales se adquieren herramientas o sistemas de vigilancia. Esto también es importante para generar transparencia y un control social sobre las técnicas de investigación que llevan a cabo las autoridades. Esto ha sido una batalla legal más complicada, aunque hay algunos precedentes de nuestro derecho a tener acceso a la información sobre contrataciones y sobre la capacidad del Estado para intervenir la privacidad de las personas.

**EAAF** Ante este panorama en que se busca dotar a las autoridades de herramientas para que puedan hacer su trabajo de manera más eficiente, pero al mismo tiempo hay una alta probabilidad de que estas herramientas se utilicen en contra de las personas que están buscando el acceso a la verdad o a la justicia, ¿nos podrías platicar sobre los tipos de controles necesarios para usar las herramientas?

**LFG** Justamente hemos insistido en la importancia de asegurar que existan, al menos, ocho tipos de controles. Es importante que las autoridades cuenten con las facultades, pero al mismo tiempo debe haber una serie de controles que impidan el abuso de estas medidas de vigilancia. Hoy día, prácticamente es un cheque en blanco y cuando a cualquier persona le das la posibilidad de utilizar mucho poder con una garantía de impunidad, la utiliza de manera abusiva.

El primero de los controles es la certeza jurídica para todos los actores. Consideramos que el hecho de que exista claridad respecto a quién, cuándo, cómo y por qué llevar a cabo ciertas técnicas de vigilancia, es en beneficio de todos, principalmente de las víctimas. La ley es muy clara respecto a qué cosas puede hacer el Ministerio Público y qué cosas pueden

exigir las víctimas en las investigaciones. El tener certeza jurídica ayuda a las propias autoridades para las investigaciones; beneficia a las empresas que en algunas ocasiones tienen que colaborar con esas autoridades, y también beneficia a la ciudadanía para tener certeza de las circunstancias en que las autoridades pueden llegar a invadir el espacio privado y para tener medidas de rendición de cuentas de las autoridades.

También debe haber controles en la adquisición de herramientas de vigilancia, pues han proliferado sistemas que cada día son más sofisticados, más poderosos, más invasivos y más difíciles de evitar abusos, como ha sido el caso de Pegasus.<sup>4</sup> Por ello, la adquisición de estas herramientas debería estar regulada de una manera mucho más estricta y así evitar que estén al alcance de cualquier autoridad: lo ideal sería contar con un control muy estricto sobre cómo se adquieren, quién las adquiere y de quién las adquiere.

Igualmente hemos señalado la necesidad de que existan protocolos, registros y cadena de custodia en el uso de herramientas de vigilancia, porque la ausencia de estos genera impunidad de quienes han abusado de estas técnicas de investigación y de las herramientas de vigilancia. En el caso Pegasus esto es muy claro; la propia autoridad ha dicho que no mantiene un registro sobre contra quién es utilizado. Eso es sumamente grave e impide la rendición de cuentas. Cuando se intenta solicitar información y la rendición de cuentas, nadie sabe nada. No se sabe quién usó Pegasus, no hay ningún registro y eso invita a la impunidad y al abuso.

El control judicial debe ser efectivo, y como regla general debe ser previo a la medida; en unos casos puede ser de emergencia, pero con controles mucho más estrictos y con consecuencias mucho más graves por el abuso de ese tipo de mecanismos de emergencia. La transparencia es vital, tanto la estadística como el acceso a documentos relacionados.

El derecho a notificación quiere decir que, en algún momento, después de haberse llevado a cabo una técnica de investigación de vigilancia, las personas involucradas o afectadas sean notificadas de esto. Esta notificación garantiza que, contrario a lo que sucede hoy día, las autoridades de investigación sepan que cuando usen esas herramientas, la persona afectada debe enterarse, haya o no investigación, ejercicio de acción penal o juicio.

Otro control es la supervisión independiente. En muchas partes del mundo existe un órgano, institución o autoridad que está encargada de hacer una fiscalización de estos sistemas mediante auditorías aleatorias o una serie de técnicas y de facultades que una autoridad puede tener para hacer un control independiente de estas herramientas de vigilancia.

---

4 El 19 de junio de 2017, el diario *The New York Times* publicó en primera plana el ataque del *malware* Pegasus, a un grupo de periodistas, personas defensoras de derechos humanos y activistas en México. Este *malware* fue adquirido por el gobierno mexicano. El caso se conoció como #GobiernoEspía. Después de eso surgieron más víctimas del *malware*, como una campaña sistemática de espionaje en contra de la sociedad civil. A la fecha, los casos continúan impunes y sin investigación adecuada. El reportaje completo está disponible en <https://www.nytimes.com/es/2017/06/19/espanol/america-latina/mexico-pegasus-nso-group-espionaje.html>. Asimismo, una cronología de #GobiernoEspía se puede leer en <https://r3d.mx/2019/06/19/gobierno-espia-cronologia/>

Finalmente, el derecho a la verdad y el combate contra la impunidad, dado que en México hay un historial de impunidad por el uso de este tipo de herramientas, a tal grado de que hoy día ni siquiera sabemos si hemos sido vigilados, quiénes son todas las personas que han sido vigiladas y por quién; no sabemos quién tiene esta información, para qué se ha usado y para qué puede ser utilizada. Toda esa ausencia de verdad y de justicia implica un constante riesgo de extorsión, incluso de agresiones físicas. Mientras exista impunidad por estos crímenes, hay una invitación permanente a que se repitan los abusos.

**EAAF** ¿Existen modelos o leyes de otros países a los que habría que poner atención que se refieran a la colaboración de información entre autoridades y empresas?

**LFG** No existe un país modelo que tenga todas las medidas. Todos los controles que he mencionado existen de una u otra manera en unos u otros países. México tiene la necesidad imperante de reducir la impunidad por las violaciones graves a derechos humanos, utilizar este tipo de medidas y evitar que sigan perpetrándose violaciones a derechos humanos.

Creo que México tiene la gran oportunidad de aprovechar el escándalo generado por Pegasus y el precedente negativo del abuso de esas herramientas y que, a partir de esa mala experiencia, se construya un marco normativo institucional, capaz de ser ese modelo para el mundo.

Ninguno de los controles es innovador en el sentido de que no existe en otro país; supervisión independiente hay en Canadá, en Reino Unido; el derecho a notificación existe en Japón, en Sudáfrica. Es decir, los países han adoptado diferentes tipos de medidas. Incluso hay muchas medidas novedosas que también se están discutiendo muy fuerte en otras jurisdicciones y que aún no existen, por ejemplo, la proliferación del *malware*<sup>5</sup> está preocupando mucho, y en varias jurisdicciones hay una discusión sobre cómo regular y cómo controlar estas herramientas.

México tiene la oportunidad y la necesidad de establecer ese marco normativo institucional por el bien de todos: de las víctimas, de las propias autoridades, de las empresas y de la ciudadanía, que es la que está en mayor riesgo. Desde R3D, hemos identificado cerca de 11 leyes que requieren modificaciones para incorporar estos ocho principios y garantizar que si estas herramientas van a estar disponibles para las autoridades, tengan un uso eficaz bajo estas medidas de control.

Si la autoridad piensa utilizarlas de manera efectiva, no tiene nada que temer respecto a estas medidas de control. Si la intención es usar estas herramientas como en el pasado, para abusar y cometer violaciones a derechos humanos, pues ciertamente se entendería la resistencia a estas medidas de control, que ya existen en muchas partes del mundo y que son necesarias e importantísimas para impedir abusos y violaciones a derechos.

5 Se refiere de forma general a cualquier *software*, ya sea un programa o un código, que tiene intenciones maliciosas y genera amenazas *online* para los usuarios. Algunas de las afectaciones principales que generan los *malware* son el robo de información de los usuarios.



## EPÍLOGO

# Lecciones y oportunidades para el uso de nuevas tecnologías en la búsqueda forense

### Equipo Argentino de Antropología Forense

Hoy día, son muchas las lecciones aprendidas en cuanto a la investigación y experimentación de tecnologías que nos puedan ayudar en la búsqueda forense de personas desaparecidas, pero aún faltan caminos por recorrer.

En cuanto a tecnologías enfocadas a facilitar el hallazgo de fosas clandestinas, las experiencias vertidas en esta publicación muestran una serie de conclusiones y recomendaciones.

En primer lugar, se desprende notoriamente de las experiencias presentadas aquí, que en este momento no existe una tecnología que pueda ser aplicada a manera de receta en cualquiera de las fases de una investigación forense, que nos dirija de inmediato a la localización de fosas clandestinas. Todas las tecnologías que se utilizan en este momento, aun las más avanzadas y experimentales, nos ayudan a encontrar cambios en el terreno, en su superficie, en el subsuelo y/o en la vegetación circundante, entre otros, pero esos cambios se pueden deber a distintas circunstancias o causas, no necesariamente a la presencia de una fosa clandestina.

En segundo lugar, es clara la necesidad de utilizar varias tecnologías simultáneamente en cada investigación, para complementar datos que aumenten la posibilidad de encontrar enterramientos clandestinos. Las investigaciones muestran que las tecnologías son más efectivas cuando se aplican combinadas, e incluso estas pueden proveernos información sobre una secuencia de hechos o de la historia de un lugar. Es posible que dichos datos históricos cuenten diferentes partes de lo que pudo haber ocurrido en un determinado lugar y de lo que puede haber debajo de la superficie. En algunos casos, el uso complementario de LiDAR, imágenes geoespaciales, georradar, modelos probabilísticos y plataformas digitales, han conducido a la localización de fosas clandestinas.

En tercer lugar, no todas las tecnologías pueden o son las más convenientes para todos los contextos de investigación; es decir, es importante establecer qué tecnología puede ser más efectiva en cada investigación, lo cual depende de las características de cada caso. Por ejemplo, la antigüedad de la fecha de desaparición, las condiciones climáticas de las fechas y la vegetación circundante sobre el área del caso a investigar, determinará si es posible o si tiene sentido utilizar imágenes satelitales y qué tipo de imágenes satelitales pueden estar disponibles. Además, las tecnologías tienen limitaciones en sí

mismas; por ejemplo, en la resolución de ciertas imágenes satelitales o los desafíos en materia de precisión en algunos sistemas GPS. Las condiciones del terreno y del subsuelo también determinarán qué tipo de tecnología geofísica puede ser más conducente en cada caso. Asimismo, el acceso económico a distintas tecnologías condicionará su uso.

En cuarto lugar, independientemente del tipo y número de tecnologías que se apliquen en conjunto en una investigación, en todos los casos es imprescindible buscar información de contexto de las desapariciones que se investigan; es decir, información sobre la fecha y lugar de las desapariciones, si ocurrió en conexión con otras desapariciones; entrevistas a testigos o sobrevivientes de estos hechos; posibles recorridos o lugares de detención y tal vez, asesinato; posibles responsables —ya sean individuos particulares, crimen organizado o fuerzas de seguridad— información telefónica, análisis de contexto de criminalidad en el área y momento en que ocurrieron los hechos, entre otros. Toda esta información disponible puede orientar las decisiones sobre qué tecnologías serán las más apropiadas en cada caso y acotar las áreas de búsqueda para poder hacer un uso efectivo de los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles.

En ese sentido, esta publicación muestra cómo la sistematización de la información de contexto en plataformas digitales crea excelentes herramientas de comunicación e investigación, así como de uso en tribunales, que nos permiten visualizar patrones, tendencias, nuevos hallazgos y superponer distintas capas de información de una manera más sintética, clara y eficiente. Estas plataformas pueden ser de niveles de alta complejidad y abarcar un gran volumen de datos o de niveles más simples o más concentrados en una sola investigación. En cualquier caso, estos esfuerzos implican traducir la información disponible de una investigación en una visualización digital en tiempo y espacio, un cambio en la manera de pensar la organización de datos de una investigación que simplifica, clarifica y sintetiza muchos datos dispersos y voluminosos expedientes.

Creemos que la utilización de distintos niveles de visualización de datos es absolutamente necesario para poder alcanzar mejores resultados en contextos como el de México, donde el volumen y complejidad de casos necesitan de estos instrumentos de síntesis. Por otro lado, México ya tiene un volumen de información importante sobre desaparición de personas y fosas clandestinas que permitiría seguir profundizando en la utilización de modelos matemáticos probabilísticos para contribuir en búsquedas forenses, tal como ilustran los textos de esta publicación. Al mismo tiempo, estudios realizados por investigadoras e investigadores mexicanos muestran la necesidad de producir y organizar los datos forenses de un modo que sea uniforme para facilitar su uso y análisis.

Asimismo, creemos que es importante trabajar para ir creando protocolos de admisión de evidencia proveniente del uso de nuevas tecnologías para que puedan ser verificados y aceptados en procesos de justicia. Las experiencias de tribunales regionales e internacionales que se presentan en esta publicación pueden contribuir en ese sentido.

Confiamos en que la experimentación y las investigaciones que se están realizando hoy día para mejorar la detección de fosas clandestinas —algunas de las cuales se incluyen en esta publicación—, puedan aportar avances significativos en los próximos años y se puedan aplicar en México.

El Primer Encuentro Internacional sobre Nuevas Tecnologías de Búsqueda Forense que realizamos en julio de 2019 y que dio origen a esta publicación, abrió las sesiones con las experiencias de los familiares de personas desaparecidas en búsquedas forenses en México. Es sustancial reconocer que han sido las familias y colectivos de familiares, acompañados por organizaciones de la sociedad civil, quienes durante décadas han encabezado e impulsado los procesos de búsqueda en el país.

Los hallazgos de fosas clandestinas impulsados por las familias de víctimas, develaron no solo la dimensión y complejidad de los patrones de violencia sino que su experiencia y su voz se hicieron fundamentales en los procesos de búsqueda y diseño de política pública y legislación que se están llevando cabo en la actualidad. Gracias a ellas, México está hoy frente a una ventana de oportunidad para atender la crisis de derechos humanos, desde el motor formado por las investigaciones y redes construidas con organizaciones de derechos humanos, periodistas, académicos y movimientos que se han construido, y desde las instancias locales y federales, y del entramado del Sistema Nacional de Búsqueda que se está construyendo.

Desde el papel que cada actor o institución aporta a la búsqueda de personas desaparecidas, el hecho de conocer las tecnologías disponibles abre las posibilidades de impulsarlas desde cada uno de sus roles. Esto implica abrir el área forense a un nivel de multidisciplinariedad mayor al actual, agregando disciplinas menos habituales en el ámbito forense como las geociencias —en particular, la geografía y la geofísica—, arquitectos, especialistas en visualización de datos y en imágenes satelitales, así como historiadores y periodistas, entre otros.

Los servicios forenses se pueden beneficiar al trabajar con personas expertas en estas disciplinas a través de convenios de colaboración con universidades y académicos, organizaciones de la sociedad civil nacionales e internacionales, así como organismos internacionales. Más aún, la complejidad de los patrones de violencia, de los *modus operandi* de las desapariciones y las inhumaciones clandestinas en México, hace imprescindible la suma de esfuerzos, voluntades y disciplinas para alcanzar la verdad y la justicia.

Para las instituciones estatales o federales, conocer esta gama de tecnologías y cómo se han aplicado en otros contextos, también puede abrir nuevas posibilidades de usarlas en ciertas geografías del país para la búsqueda de fosas clandestinas e identificación de personas, e incluso impulsar su uso en procesos judiciales que reviertan la situación de impunidad actual. Para universidades, académicos y periodistas que se han enfocado en estudiar los fenómenos de violencia y los patrones de desapariciones en el país, conocer estas tecnologías puede abrir nuevos temas y campos de investigación.

El Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y el Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM) somos conscientes de los desafíos que implica el hecho de incorporar nuevas tecnologías en el contexto mexicano. Además de la decisión de incorporarlas, su aplicación requiere de especialistas con los conocimientos técnicos precisos en ciertas disciplinas, que resulta difícil encontrar para quienes realizan investigaciones forenses en México. El acceso a estas tecnologías puede ser muy costoso, por lo que su utilidad debe ser evaluada correctamente. También, la aplicación real de estas tecnologías en campo se puede complicar por cuestiones logísticas o de seguridad. Además, la designación de recursos para nueva tecnología requiere voluntad política y un compromiso con el avance del área forense en México y consecuentemente, con la investigación de violaciones de derechos humanos. Es imprescindible abordar todos estos desafíos para poder impulsar el uso efectivo de nuevas tecnologías de búsqueda forense en México.

Esperamos que esta publicación contribuya, como un paso inicial, a entender las tecnologías de las que disponemos en la actualidad y en qué contextos es posible usarlas para avanzar en las investigaciones forenses con el fin de facilitar el acceso y promover su uso para la búsqueda de personas desaparecidas en México.

## APÉNDICE

# Semblanzas de autores y colaboradores

### ORGANIZACIONES EDITORAS

#### Equipo Argentino de Antropología Forense

El Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) es una institución científica, no gubernamental y sin fines de lucro. Aplica metodologías y técnicas de diferentes ramas de las ciencias forenses para la investigación, búsqueda, recuperación, determinación de causa de muerte, identificación y restitución de personas desaparecidas. Trabaja con víctimas de desapariciones forzadas; violencia étnica, política, institucional, de género y religiosa; desapariciones actuales, narcotráfico, trata de personas, crimen organizado; procesos migratorios, guerras y conflictos armados, accidentes y catástrofes. Su labor se sustenta en los principios de los derechos humanos, del derecho humanitario internacional y, fundamentalmente, en el respeto por el derecho individual y colectivo a la identidad, la verdad y la justicia. Actualmente, el EAAF está integrado por más de 60 especialistas de diferentes áreas científicas como la antropología, arqueología, medicina, biología, genética, física, arquitectura, informática y geografía, así como de áreas de administración, desarrollo institucional y comunicación. La sede central se encuentra en Buenos Aires, Argentina, cuenta con una oficina en Nueva York, Estados Unidos, y una representación en la Ciudad de México. El laboratorio de genética forense está ubicado en Córdoba, Argentina. Uno de los principios rectores del EAAF es el profundo respeto por las opiniones e inquietudes de las comunidades y familias de las víctimas, trabajando junto con ellas en las etapas de exhumación, determinación de causa de muerte e identificación, y brindándoles toda la información disponible. La transferencia de conocimientos es una parte fundamental de la política de trabajo del EAAF, con una larga trayectoria en capacitación alrededor del mundo. Por ello, cuenta con un área de capacitación y entrenamiento internacional que brinda cursos especializados a jueces, fiscales, especialistas forenses, investigadores de fuerzas de seguridad, funcionarios, organizaciones de la sociedad civil y asociaciones de familiares de víctimas. Parte de las actividades del equipo incluyen el asesoramiento y colaboración para la aplicación de las buenas prácticas forenses, particularmente en cuanto a protocolos, metodologías y técnicas en la identificación de cuerpos y determinación de las causales de muerte. El EAAF también trabaja con comisiones de investigación por la verdad, es convocado como perito y asesor por tribunales locales e internacionales, comisiones de investigación y otras entidades; además, a la fecha ha participado en misiones en más de 50 países de todos los continentes.

#### Centro de Derechos Humanos de las Mujeres

El Centro de Derechos Humanos de las Mujeres (CEDEHM) es una organización laica y feminista, comprometida con la justicia, igualdad y dignidad de las personas, que cree en la democracia y horizontalidad como principios rectores de su quehacer. Tiene su sede en la ciudad de Chihuahua, México, en donde fue fundada en 2005 por las defensoras Luz Estela Castro Rodríguez, Alma Gómez Caballero y Rossina Uranga Barri, así como el defensor Gabino Gómez Escárcega. El CEDEHM tiene como misión acompañar integralmente, con enfoque diferenciado y multidisciplinario, a las personas que han sido víctimas de violaciones de derechos humanos, para que accedan a la justicia, y de esta manera contribuir a la generación de cambios estructurales para lograr la plena vigencia de los derechos humanos en Chihuahua, con impacto tanto nacional como internacional. Su trabajo inició al asesorar a mujeres víctimas de violencia de género, y acompañarlas ante las instancias responsables de atenderlas, frente a la revictimización y maltrato de estas. Al exacerbarse la violencia en ese estado a partir de la puesta en marcha del “operativo conjunto Chihuahua”, derivado de la llamada “guerra contra el narcotráfico”, impulsada por el gobierno federal en 2006, Chihuahua se convirtió en la entidad con más homicidios en México, y Ciudad Juárez se volvió la ciudad más violenta del mundo. La violencia tuvo un especial impacto contra la población civil y, de manera particular contra las mujeres. A partir de ello, el CEDEHM comenzó a acompañar a mujeres que buscaban a sus seres queridos, víctimas de desaparición. Posteriormente, también comenzó a defender a personas defensoras de derechos humanos, víctimas de amenazas, agresiones y desprestigio de su labor, tanto por parte de grupos delictivos como del Estado, en tanto Chihuahua se convirtió en uno de los lugares más peligrosos del país para defender los derechos humanos. El CEDEHM fue la primera organización de la sociedad civil mexicana que litigó casos de violencias de género en el sistema penal acusatorio, el cual

entró en vigor en Chihuahua en 2006. Las víctimas de violencia familiar, abusos sexuales, feminicidios, trata y otros delitos de género pudieron hacer escuchar sus voces en los tribunales a partir del acompañamiento legal, educativo y psicosocial que el Centro les proporciona de manera gratuita. A lo largo de los años, el CEDEHM ha logrado establecer precedentes judiciales a partir del litigio de casos, resaltando la perspectiva de género, la incorporación de estándares internacionales y el balance de los derechos de las víctimas en procesos judiciales.

## **AUTORES, ORGANIZACIONES Y PERSONAS ENTREVISTADAS**

### **Alberto Giordano**

#### ***Geógrafo. Profesor en la Universidad Estatal de Texas. Estados Unidos***

Doctor en Geografía por la Universidad de Siracusa; maestro por la Universidad de California, Santa Bárbara, y licenciado por la Universidad de Padua, Italia. Sus áreas de investigación son la Ciencia de la Información Geográfica y la Cartografía, las Geografías del Holocausto, los genocidios y las humanidades tanto digitales como espaciales. Fue presidente del Consorcio Universitario para la Ciencia de la Información Geográfica (UCGIS), y director del Departamento de Geografía de la Universidad Estatal de Texas. Es uno de los miembros fundadores de *Holocaust Geographies Collaborative*, una red de investigadores y académicos interesados en incorporar enfoques, perspectivas y métodos geográficos al estudio del Holocausto y otros genocidios. Sus investigaciones incluyen el análisis del uso de mapas, tanto por las víctimas como por los perpetradores de genocidios, incluyendo cuestiones relacionadas con la propaganda y la construcción del “otro”, así como las aplicaciones espaciales a la Antropología Forense, recientemente a las muertes de migrantes en la frontera entre México y los estados de Arizona y Texas, en Estados Unidos.

### **Alejandra Guillén**

#### ***Periodista independiente. Guadalajara, México***

Actualmente cursa el doctorado en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara. Es integrante del proyecto “A dónde van los desaparecidos”. Trabajó en *El Informador* y *Más por Más Guadalajara*. Es autora del libro *Guardianes del territorio, seguridad comunitaria en Cherán, Nurío y Ostula* (Grietas, 2014), y coautora de *No basta con encender una vela* (Rayuela, 2015). En 2014 obtuvo el Premio Jalisco de Periodismo por su trabajo “La fiebre del hierro ilegal” y el primer lugar de la segunda edición del Premio Breach-Valdez de Periodismo y Derechos Humanos por “El país de las dos mil fosas”, del cual es coautora, así como una mención especial por el *podcast* “Los desaparecidos de Jalisco”, publicado en *Así como suena*.

### **Amy Mundorff**

#### ***Antropóloga biológica. Profesora en la Universidad de Tennessee. Knoxville, Estados Unidos***

Doctora en Arqueología, es antropóloga biológica especializada en Antropología Forense y en el manejo de identificaciones de víctimas de desastres. Colaboró para la Oficina de Medicina Forense de Nueva York, Estados Unidos. Sus investigaciones giran en torno al proceso científico y aspectos del manejo de la localización e identificación de personas fallecidas en accidentes masivos y en violaciones graves a los derechos humanos. Se ha dedicado a investigar diversos temas que incluyen el desarrollo de técnicas no destructivas para localizar fosas clandestinas y examinar patrones de fracturas en víctimas de accidentes aéreos. Entre sus trabajos recientes sobre manejo de investigaciones de víctimas de desastres, se encuentra un estudio realizado junto con el investigador Jon Davoren, financiado por el Instituto Nacional de Justicia de Estados Unidos, en el cual se analizan las diferentes tasas de extracción de ADN de distintos elementos esqueléticos durante intervalos *post mortem* ampliados.

### **Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Washington, DC, Estados Unidos**

La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) es la organización científica multidisciplinaria más grande del mundo y una de las principales editoriales de publicaciones científicas de punta, con su serie *Science*. La AAAS, cuya sede está en Washington, Estados Unidos, tiene miembros en más de 91 países de todo el mundo. El Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes (SRHRL) de la AAAS se ocupa de cuestiones éticas, jurídicas y de derechos humanos relacionadas con el desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología. Su objetivo es fomentar la instrumentación de altos estándares para la práctica de la ciencia y la



ingeniería; promover el derecho de gozar de los beneficios del avance científico y sus aplicaciones; atraer científicos, ingenieros y asociaciones profesionales para que participen en iniciativas de derechos humanos; monitorear y mejorar la evaluación de las cuestiones éticas, legales y de derechos humanos que surgen en relación con la ciencia y la tecnología; incentivar el uso de la ciencia y la tecnología en apoyo a los derechos humanos, así como iniciar actividades que aborden el impacto de los desarrollos que se producen en la intersección de la ciencia, la tecnología y el derecho. Desde 2005, a través de su Proyecto de Tecnologías Geoespaciales, la AAAS ha utilizado tecnologías geoespaciales para arrojar luz sobre cuestiones que despiertan preocupación en el campo de los derechos humanos, entre ellas la violencia masiva, las detenciones clandestinas, las ejecuciones extrajudiciales, el desplazamiento interno, los desalojos forzados y los desplazamientos de personas ocasionados por proyectos de desarrollo. En colaboración tanto con diversas organizaciones no gubernamentales (ONG) como con tribunales y comisiones internacionales, la labor del Proyecto de Tecnologías Geoespaciales ha generado información cuantificable sobre decenas de casos de todo el mundo, ha contribuido a fortalecer el impacto de la defensa de los derechos humanos y ha logrado la reparación por la vía jurídica en casos de violaciones masivas de los derechos humanos.

### **Brad Samuels**

**Arquitecto. Socio fundador y director de SITU Research. Nueva York, Estados Unidos**

Es licenciado en Artes por el Vassar College y arquitecto graduado de The Cooper Union. Trabaja en el cruce entre la tecnología y los derechos humanos, liderando un equipo de diseñadores, especialistas informáticos y programadores, con el propósito de desarrollar nuevos métodos y herramientas para la investigación de los hechos en contextos de litigios y defensa de los derechos humanos. Como parte de su experiencia, ha desarrollado una plataforma para documentar evidencias relacionadas con las investigaciones de la Corte Penal Internacional (CPI) sobre la destrucción del patrimonio cultural de Malí, participó en la reconstrucción de los hechos para la Corte Nacional de Ucrania respecto a la muerte de civiles durante las protestas en Euromaidán, y desarrolló una herramienta interactiva para Amnistía Internacional que ha permitido documentar la crisis de los refugiados rohinyás en Myanmar. Estos proyectos tienen como objetivo expandir los usos del diseño y la informática a nuevas disciplinas, y ofrecer nuevas posibilidades y capacidades a grupos y personas defensoras de derechos humanos. Además, es miembro de la Junta de Asesores Tecnológicos de la CPI y de la Junta Directiva de la Liga de Arquitectos de Nueva York, así como catedrático en el Programa de Arquitectura Barnard + Columbia.

### **Carlos Somigliana**

**Investigador. EAAF. Buenos Aires, Argentina**

Forma parte del equipo del EAAF desde 1987. Trabajó también en la Procuraduría de Crímenes contra la Humanidad del Ministerio Público Fiscal de la Nación, en Argentina. Como investigador del EAAF, junto con un equipo multidisciplinario de antropólogos, arqueólogos, médicos, biólogos y genetistas, ha contribuido a restituir hasta ahora los restos de casi mil personas desaparecidas en Argentina. También ha participado en casos como en el Juicio a las Juntas, en la identificación de los restos del Che Guevara, en Vietnam, en Timor Oriental, en Malvinas, la Amia y La Tablada, y en México, en el caso de la desaparición de los 43 estudiantes desaparecidos de Ayotzinapa.

### **Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez. Ciudad de México, México**

El Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez (Centro Prodh) es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1988 por la Compañía de Jesús en México, que busca impulsar cambios estructurales en la sociedad. Su misión radica en promover y defender los derechos humanos de personas y colectivos excluidos, en situación de vulnerabilidad o de pobreza, para contribuir a la construcción de una sociedad más justa, equitativa y democrática, en la que se respete plenamente la dignidad humana. Cuenta con una metodología de defensa integral para acompañar a víctimas de violaciones de derechos humanos en su lucha por la verdad y la justicia. En este tenor, ha defendido algunos de los casos más graves y emblemáticos en México, incluyendo la desaparición de 43 estudiantes de Ayotzinapa y las ejecuciones extrajudiciales en Tlatlaya, casos de tortura sexual a mujeres, la criminalización a migrantes, a personas defensoras y a pueblos indígenas. A través de su Programa de Justicia Democrática, impulsa la lucha contra la impunidad a partir de la incorporación de estándares internacionales en políticas públicas, mecanismos y prácticas relacionadas con el sistema judicial y de seguridad ciudadana para propiciar el acceso equitativo a la justicia.

### **Daniel Del Cogliano**

#### ***Astrónomo. Profesor en la Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina***

Doctor en Ingeniería por la Universidad Nacional de Rosario, en Argentina, y licenciado en Astronomía por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Fungió como asesor del presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Actualmente es profesor titular con dedicación simple y profesor asociado con dedicación exclusiva de la UNLP, donde es responsable de la cátedra de Geodesia en la Facultad de Ingeniería y en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG) e integrante del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Es director de la maestría en Geomática de la UNLP y miembro del Comité Científico del Observatorio Geodésico Argentino-Alemán. Su especialidad es la Geodesia Espacial y los estudios con técnicas GNSS y LiDAR. Tiene más de 60 publicaciones científicas en revistas internacionales, decenas de presentaciones en congresos, y ha realizado trabajos de transferencia para organismos tanto públicos como privados.

### **Data Cívica. Ciudad de México, México**

Es una organización de la sociedad civil mexicana que utiliza datos desde una óptica cuantitativa y humana, desarrolla tecnologías y fortalece capacidades para la construcción de una ciudadanía activa. A partir del análisis de datos ha generado información confiable y de calidad, que permite entender con mayor claridad los problemas que aquejan a la sociedad mexicana. Con estas herramientas, busca generar incidencia en acciones y en políticas públicas. En los últimos años, ha desarrollado proyectos con instancias académicas y sociedad civil en torno a graves violaciones a los derechos humanos.

### **Denise González Núñez**

#### ***Abogada. Oficial de Derechos Humanos, Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Ciudad de México, México***

Candidata a maestra en Políticas Públicas por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México; maestra de Estudios en Derecho Internacional de los Derechos Humanos por la Universidad de Oxford, Inglaterra; licenciada en Relaciones Internacionales por la Ibero CDMX, y licenciada en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Trabajó en el Área Internacional del Centro Prodh, en donde colaboró en el diseño e implementación de estrategias de incidencia internacional y en la documentación de casos paradigmáticos de violaciones a derechos humanos en México. Fue coordinadora del Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana (PDH Ibero) de la Ciudad de México, donde desarrolló proyectos de investigación para la incidencia en políticas públicas respecto a la desaparición de personas. De 2018 a 2019 fue integrante del Consejo Nacional Ciudadano del Sistema Nacional de Búsqueda de personas desaparecidas.

### **Derick Schoeman**

#### ***Consultor independiente. Pretoria, Sudáfrica***

Tiene una vasta experiencia en el ámbito de remanentes explosivos de guerra y en los últimos ocho años se ha dedicado a desarrollar proyectos de exploración sísmica de compañías petroleras. Ha trabajado como asesor en proyectos de desminado y de exhumación forense en Bosnia-Herzegovina, Kosovo y Croacia, así como consultor experto en dispositivos explosivos improvisados (*improvised explosive devices*) para el Departamento de Defensa de Estados Unidos en proyectos en Bagdad, Iraq. Además, colaboró con la Organización de las Naciones Unidas y el Tribunal Penal Internacional para la ex Yugoslavia (TPIY) en proyectos humanitarios, labor por la cual recibió dos recomendaciones del fiscal principal del TPIY. Asimismo, colaboró en un programa de investigación y desarrollo utilizando drones para elaborar mapas detallados de proyectos de desminado y para otras aplicaciones de percepción remota. Es experto en Global Mapper y ArcGIS, dos plataformas de información geográfica. Actualmente se desempeña como asesor realizando exploraciones en zonas con remanentes explosivos de guerra para varias empresas petroleras: Shell, en Irán; la Chinese National Petroleum, en Basra, y ENI, en el sur de Irak, así como Western Zagros, Gazprom, Oil Search y Korean National Oil Company, en la región kurda del norte de Irak.

**Eberth Castañón Torres*****Biotecnólogo. Perito en la Fiscalía General del Estado de Chihuahua. México***

Químico bacteriólogo parasitólogo y maestro en Biotecnología. Además, cuenta con especialidad en análisis DNA forense. Es perito coordinador de investigación especializada en el departamento de Peritaje Estratégico de los Servicios Periciales y Forenses de la Fiscalía General del Estado de Chihuahua. El departamento de Peritaje Estratégico está integrado por un equipo multidisciplinario que trabaja en la búsqueda y recuperación de restos óseos y fosas clandestinas en todo el territorio estatal. Su inicio se dio a partir de un contexto de gran demanda para mejorar la búsqueda de personas desaparecidas en Chihuahua. Actualmente también es secretario técnico del Comité Nacional de Genética (CONAGEN) y profesor en la maestría en Ciencias Forenses del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

**Gabino Gómez Escárcega*****Defensor. Cofundador del Centro de Derechos Humanos de las Mujeres. Chihuahua, México***

Defensor de derechos humanos, de origen campesino del noroeste de Chihuahua, que aprendió junto a su padre los derechos a la tierra, el medio ambiente y la soberanía alimentaria. Es ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad de Chapingo. Como docente y directivo en la Escuela Superior Hermanos Escobar en Ciudad Juárez, contribuyó a la formación de líderes campesinos. Reconocido como un activista por diversas causas sociales; ha denunciado las desapariciones de la “guerra sucia” en México; participó en el éxodo por la vida de Chihuahua a Juárez; el éxodo por la vida de las mujeres, de la Ciudad de México a Ciudad Juárez, y las tres caravanas convocadas por el Movimiento por la Paz con Justicia y Dignidad. Fue impulsor del Frente Democrático Campesino; cofundador en 1994 de El Barzón Chihuahua, organización combatiente con presencia rural y urbana que defiende el medio ambiente y el derecho a la vivienda digna, y del Comité Primeros Vientos. Su compromiso con los derechos humanos de las mujeres lo llevó, en 2005, a ser parte del equipo fundador CEDEHM, organización en la que asumió el compromiso de acompañar especialmente a familiares de personas desaparecidas y a las personas defensoras de derechos humanos en riesgo, áreas que actualmente coordina.

**Giovanna Vidoli*****Antropóloga. Subdirectora del Centro de Antropología Forense de la Universidad de Tennessee. Knoxville, Estados Unidos***

Se ha especializado en la recuperación e identificación de cuerpos en muertes masivas. Antes de obtener su Doctorado en Antropología, fue voluntaria en el equipo de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala (FAFG). También fungió como subdirectora de Operaciones del World Trade Center en la Oficina de Medicina Forense de Nueva York, donde contribuyó con la identificación forense de víctimas del 11 de septiembre de 2001. Asimismo, apoyó en operaciones funerarias durante la recuperación de víctimas del Tsunami en Tailandia ocurrido el 26 de diciembre de 2004. Ha dictado cursos sobre Osteología y Arqueología en Bogotá para antropólogos, odontólogos y patólogos forenses. Fue becaria en el Laboratorio Central de Identificaciones del Comando Conjunto de Contabilidad de Prisioneros de Guerra y Desaparecidos en Acción (*Joint POW/MIA Accounting Command*). Actualmente, sus investigaciones giran en torno a los índices comparativos de descomposición entre restos humanos y los de cuerpos de cerdos y conejos, el registro de patrones de fracturas de víctimas de desastres aéreos y la identificación de traumas en restos quemados.

**Inés Caridi*****Física. Investigadora adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires. Argentina***

Se ha enfocado en trabajar en el modelado matemático de sistemas económicos y sociales, principalmente en el desarrollo de cálculos analíticos y en el análisis de las propiedades emergentes usando herramientas de sistemas complejos. Su interés se centra en la posibilidad de contribuir a la comprensión y solución de problemas concretos, para lo cual ha trabajado en forma interdisciplinaria con profesionales de un amplio espectro, desde matemáticos hasta politólogos, colaborando con economistas y antropólogos, siempre desde el ámbito de la universidad pública. Desde hace más de 10 años colabora con el EAAF; junto con Carlos Somigliana y la genetista y antropóloga forense Mercedes Salado Puerto han trabajado en la aplicación de redes complejas y métodos estadísticos, a fin de contribuir en la construcción de hipótesis de identidad para los desaparecidos

en Argentina durante la última dictadura, usando variables no genéticas, información de contexto y el conocimiento brindado por los casos ya resueltos. Actualmente dirige un grupo multidisciplinario dedicado a la aplicación de herramientas de sistemas complejos (modelos basados en agentes, teoría de la información, redes complejas, simulaciones numéricas) y métodos estadísticos para entender sistemas sociales.

### **Jannette Helen O’Relling Carranza**

**Buscadora. Colectivo Solecito. Veracruz, México**

Su vida cambió drásticamente cuando su hermano Rommel desapareció en mayo de 2014 y comenzó a buscar apoyo para encontrarlo. Alguien le habló del Colectivo Solecito de Veracruz, del cual forma parte desde entonces. En 2016 Solecito descubrió uno de los lugares de enterramientos clandestinos más grandes de México: Colinas de Santa Fe, en el Puerto de Veracruz, donde se exhumaron restos de más de 300 personas. Ha sido pionera, junto con otras personas, de las búsquedas que realizan en campo las familias de seres queridos desaparecidos, que a la fecha han logrado importantes hallazgos.

### **Jon Sterenberg**

**Arqueólogo. Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica. Melbourne, Australia**

Tiene una maestría en Ciencias y un posgrado en Arqueología y Antropología Forense. Se ha dedicado a estudiar los enfoques no invasivos para asistir en la detección de enterramientos clandestinos de restos humanos, en el Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica (AFTER). Actualmente reside en Bendigo, Victoria, y realiza trabajos independientes para empresas arqueológicas de Australia. Desde hace 30 años trabaja en casos forenses. Fue invitado a formar parte del equipo forense del Tribunal Penal Internacional para la ex Yugoslavia, en Bosnia Herzegovina y trabajó para la Comisión Internacional de Personas Desaparecidas. Trabajó en Irak con la Subdivisión de Investigaciones Especiales y, más tarde, fue asesor forense del director de Derechos Humanos y Justicia Transicional, que depende de la Autoridad Provisional de la Coalición. Ha prestado servicios como consultor para el Comité Internacional de la Cruz Roja en numerosos países, entre los que se destacan Georgia y Abjasia, Irak, Kuwait, Osetia del Sur, Chipre, las Islas Salomón, las Islas Malvinas y Timor Oriental. Es autor y coautor de varios libros; además, ha dado conferencias en calidad de arqueólogo forense del Instituto Victoriano de Medicina Forense, cuya sede está en Melbourne.

### **Jonathan Drake**

**Geólogo. Asociado Senior del Programa sobre Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes de la AAAS. Washington, DC, Estados Unidos**

Tiene una maestría en Geología por la Universidad Estatal de Arizona y una licenciatura en Física con honores por el Dickinson College. Se desempeñó como asistente de investigación del Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial y el Instituto de Geofísica y Planetología de Hawai. Tiene 15 años de experiencia en el campo de la percepción remota terrestre y planetaria. En la AAAS, realiza investigaciones sobre las distintas maneras como se pueden utilizar las imágenes satelitales, los vehículos aéreos no tripulados y otras tecnologías emergentes para producir evidencia documental para casos relacionados con los derechos humanos y los conflictos violentos. Esto incluye el análisis de datos satelitales de la porción visible e infrarroja cercana del espectro para apoyar investigaciones en curso, el diseño y desarrollo de procedimientos para utilizar vehículos aéreos no tripulados, con el fin de documentar fosas masivas, así como el análisis de las cuestiones éticas y jurídicas relacionadas con el uso de datos geolocalizados en respuesta a las crisis. Ha brindado capacitación a numerosas ONG de derechos humanos y a tribunales e instancias internacionales, como el Tribunal Europeo de Derechos Humanos, la Comisión Africana sobre Derechos Humanos y de los Pueblos, y la Corte Penal Internacional.

### **Jorge Ruiz Reyes**

**Investigador. Programa de Derechos Humanos de la Universidad Iberoamericana. Ciudad de México, México**

Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública con mención honorífica por la Ibero CDMX. Desde 2016 es integrante del PDH Ibero, donde coordina la línea de investigación sobre graves violaciones a los derechos humanos. En 2017 lideró al equipo de investigación del PDH Ibero en la redacción del informe “Violencia

y terror. Hallazgos sobre fosas clandestinas en México”, presentado por la Ibero y la Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de Derechos Humanos. También coordinó el informe “Un sentido de vida: la experiencia de búsqueda de Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León 2012-2019”. Entre sus actividades también se encuentra la incidencia para la implementación de la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, y el desarrollo de bases de datos y análisis estadístico en materia de graves violaciones a derechos humanos. Fue integrante del área jurídica de la Comisión de la Verdad de Oaxaca, como parte de su servicio social de licenciatura, el cual fue reconocido por la Ibero CDMX como la mejor experiencia de servicio social en 2016. Cuenta con cursos de especialización en Derecho Penal Internacional y técnicas de búsqueda de personas desaparecidas impartidos por el Centro de Derechos Humanos de la Universidad Nacional de Irlanda y el Centro de Estudios Sociojurídicos Latinoamericanos de Colombia, respectivamente.

### **José Luis Silván Cárdenas**

**Geógrafo. Coordinador de Posgrados e investigador titular del Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial. Ciudad de México, México**

Doctor en Ciencias de Información Geográficas por la Universidad de Texas, y maestro en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Procesamiento Digital de Imágenes, por la UNAM. Ha impartido cursos de Percepción Remota en la Universidad de Texas-San Marcos, la Universidad de Búfalo en Nueva York, la UNAM, el Colegio de México y el CentroGeo. Es coautor de más de 50 publicaciones entre artículos, capítulos de libros y memorias de conferencias, las cuales giran en torno a la generación de información geográfica mediante el procesamiento de imágenes ópticas multiespectrales y LiDAR. Su investigación reciente incluye el uso de drones e imágenes hiperespectrales en la detección de fosas. Ha recibido varios reconocimientos nacionales e internacionales, como la medalla Alfonso Caso por la UNAM y el premio Warren Nystrom de la Asociación Americana de Geógrafos.

### **Juan Carlos Trujillo Herrera**

**Buscador. Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas. México**

Es miembro de una familia que desde hace varios años se ha dedicado a la búsqueda de sus familiares desaparecidos: Raúl, Jesús, Luis y Gustavo, sus cuatro hermanos. Como activista, impulsó la creación de la Red de Enlaces Nacionales (REN) en 2013, que hoy día está integrada por más de 70 colectivos y organizaciones sociales aliadas, con presencia en 21 estados de la República Mexicana. La REN se ha convertido en un espacio de articulación de familiares de personas desaparecidas en México, que tiene como objetivo encontrarlas y regresarlas a sus familias. Dentro de la REN se han fortalecido los procesos organizativos de familiares. Además, Juan Carlos ha sido parte de los convocantes a la Brigada Nacional de Búsqueda de Personas Desaparecidas, de las cuales se han desarrollado cinco: tres en Veracruz, una en Sinaloa y una en Guerrero. A partir de las brigadas, las familias realizan búsquedas en campo con el apoyo de otros actores en la lucha por la verdad y la justicia.

### **Leticia Hidalgo**

**Buscadora. Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León. México**

Tras la desaparición de su hijo Roy, ocurrida en enero de 2011, en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, se convirtió en activista y fundadora de la asociación de familiares Fuerzas Unidas por Nuestros Desaparecidos en Nuevo León (FUNDENL). Desde entonces, de la mano de otras madres en igual circunstancia han luchado para que las autoridades les ayuden a encontrar la verdad sobre el paradero de sus hijos ausentes, y promovieron la primera exhumación ciudadana, búsquedas en campo e inspecciones forenses en Nuevo León. Es licenciada en Ciencias de la Comunicación con especialidad en Relaciones Públicas por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Por 30 años trabajó como maestra de nivel medio superior en la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI). Se convirtió en defensora de derechos humanos en la práctica, pero también académicamente ha participado en diversos talleres y diplomados, como el Diplomado en la Defensa de los Derechos Humanos impartido por el Tecnológico de Monterrey y la Comisión Estatal de Derechos Humanos en Nuevo León; asimismo, cursó la Especialidad en Derechos de las Personas Desaparecidas y sus Familiares, en la Universidad Autónoma de Coahuila. Ha participado en múltiples mesas de trabajo con autoridades y espacios públicos con instancias nacionales e internacionales para dar su testimonio y exponer la tragedia humanitaria de las desapariciones en México. Es cofundadora de Gobernanza Forense Ciudadana, proyecto impulsado por la Universidad de Durham, Inglaterra. En 2017 fue elegida como integrante de la Asamblea Consultiva de la

Comisión Ejecutiva de Atención a Víctimas. También es colaboradora en Artemisas por la Equidad, organización enfocada en los derechos de la mujer, niñas, niños y adolescentes. En marzo de 2014, en el marco del Día Internacional de la Mujer, recibió un reconocimiento por parte del Congreso de Nuevo León por su trayectoria en la defensa de los derechos humanos y en 2019 recibió la medalla al Mérito Cívico “Presea de Nuevo León”.

### **Luis Fernando García**

#### ***Abogado. Director ejecutivo de la Red en Defensa de los Derechos Digitales R3D. México***

Candidato a maestro en Derecho Internacional de los Derechos Humanos por la Universidad de Lund en Suecia y licenciado en Derecho por la Ibero CDMX. Fue Google Policy Fellow en la Asociación por los Derechos Civiles de Argentina y cuenta con amplia experiencia en temas de derechos humanos y tecnología. Actualmente dirige la Red en Defensa de los Derechos Digitales R3D, una organización mexicana fundada en 2015 dedicada a la defensa de los derechos humanos en el entorno digital; utiliza diversas herramientas legales y de comunicación para hacer investigación de políticas, litigio estratégico, incidencia pública y campañas con el objetivo de promover los derechos digitales en México, en cuanto a libertad de expresión, privacidad, acceso al conocimiento y la cultura libre.

### **Marcela Turati**

#### ***Periodista. Cofundadora de Quinto Elemento Lab. Ciudad de México, México***

Periodista independiente, colaboradora de la revista *Proceso*, donde cubre asuntos relacionados con derechos humanos, desarrollo social, los impactos de la narcoviolencia y las víctimas. Cofundadora de Quinto Elemento Lab y del proyecto en línea “A dónde van los desaparecidos”, que busca investigar y explicar las lógicas de la desaparición de personas en México. Cofundadora de la red Periodistas de a Pie, dedicada a la capacitación de periodistas para el mejoramiento de la calidad periodística y a la defensa de la libertad de expresión. Es autora del libro *Fuego cruzado: las víctimas atrapadas en la guerra del narco*, y coautora y coordinadora de los libros colectivos *Infancias vemos... migraciones no sabemos* y *Entre las cenizas: historias de vida en tiempos de muerte*. A lo largo de su carrera ha sido galardonada varias veces: obtuvo el Premio Alemán de Periodismo Walter Reuters en el concurso “América Latina y los objetivos de desarrollo del milenio” (PNUD y la agencia IPS); fue finalista en el Premio Nuevo Periodismo de la Fundación Gabriel García Márquez para un Nuevo Periodismo Iberoamericano (FNPI) y Cemex; recibió los reconocimientos Louis M. Lyon Award a la conciencia e integridad en el periodismo, que otorga la Fundación Nieman de la Universidad de Harvard, el Lasa Media Award y el premio WOLA Human Rights Award. Hoy día forma parte del grupo de nuevos cronistas latinoamericanos de la FNPI. Ha sido reconocida como una de las 100 mujeres más influyentes en el periodismo de investigación en el mundo.

### **María Herrera**

#### ***Buscadora. Familiares en Búsqueda María Herrera. México***

Madre de ocho hijos, cuatro de ellos desaparecidos: Raúl y Jesús, quienes desaparecieron en Atoyac de Álvarez, Guerrero en 2008, a la edad de 19 años y 24 años, respectivamente, y de Luis Armando y Gustavo Trujillo Herrera, quienes desaparecieron en 2010 en Veracruz, cuando tenían 24 y 28 años, respectivamente. Junto con sus hijos Miguel Ángel y Juan Carlos, en 2014 fundaron la organización Familiares en Búsqueda María Herrera, cuya labor estratégica se ha orientado en el empoderamiento de las familias de personas desaparecidas, mediante el acompañamiento e integración al trabajo en Red de Enlaces Nacionales (REN), donde participan colectivos de familiares de personas desaparecidas de 18 estados de la República. En 2011, la familia Trujillo Herrera se incorporó al Movimiento por la Paz con Justicia y Dignidad, donde María se convirtió en un emblema de las madres en búsqueda. Desde entonces, en los últimos años ha compartido su testimonio, ha interpelado a las autoridades, y ha acompañado a otras madres y familias, inspirando la organización colectiva.



### **Mercedes Doretti**

#### ***Antropóloga forense. Cofundadora del EAAF y directora de Proyectos en Centroamérica y Norteamérica del EAAF. Ciudad de México, México, y Nueva York, Estados Unidos***

Licenciada en Ciencias Antropológicas por la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Completó estudios en Antropología Biológica y Biomecánica en Hunter College, en la Universidad de la Ciudad de Nueva York (CUNY). En 2014 recibió el Doctorado Honoris Causa de la Universidad Nacional de Buenos Aires, y otro grado de Doctora Honoris Causa en 2016, por la New School de Nueva York. Ha participado en investigaciones forenses sobre violaciones a derechos humanos, reuniendo evidencia y presentando los hallazgos frente a tribunales, organizaciones de derechos humanos y comisiones especiales en docenas de países. Ha trabajado en más de 20 países en América Latina, África, Asia y Europa Oriental, en investigaciones forenses y talleres sobre búsqueda forense. Ha participado en Comisiones Internacionales Especiales de Investigación de la Organización de las Naciones Unidas: El Salvador (1992), Croacia (1993), Haití (1997 y 1998), República Democrática del Congo (1997 y 1998), Bosnia y Herzegovina (1998 y 1999), y Costa de Marfil (2001 y 2002). Fue cofundadora y presidenta de la Asociación Latinoamericana de Antropología Forense (ALAF). En 2007 fue seleccionada como Fellow de MacArthur. En México, a petición de familiares y organizaciones civiles, ha coordinado peritajes e investigaciones forenses independientes referentes a feminicidios en Ciudad Juárez, Chihuahua; la desaparición de 43 estudiantes de Ayotzinapa, Guerrero; identificación de restos recuperados de Cuauhtémoc, Chihuahua; revisión pericial de Colinas de Santa Fe, entre otros. Además, coordina el Proyecto Frontera del EAAF, cuyo objetivo es la conformación de un sistema regional forense de intercambio de información forense de migrantes desaparecidos y restos no identificados en el corredor migratorio de Centroamérica-México-Estados Unidos. Fue seleccionada por el Senado Mexicano como experta forense independiente dentro del Consejo Nacional Ciudadano para un periodo de tres años (de 2018 a 2020).

### **Mercedes Salado Puerto**

#### ***Antropóloga forense. Coordinadora de identificación del EAAF. Buenos Aires, Argentina***

Doctora en Biología con especialización en Antropología Biológica por la Universidad Autónoma de Madrid, España. Durante más de 20 años se ha desempeñado como perito en numerosas investigaciones forenses, así como en misiones de entrenamiento y asesoría en más de 20 países de todo el mundo. Ha sido docente en varios programas de posgrado en la Universidad Autónoma de Madrid, España; Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; Universidad Católica del Perú y Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Fue miembro de la FAFG y hoy día es miembro de la ALAF, del Comité de Certificación y del Grupo Forense Asesor del Comité Internacional de la Cruz Roja desde 2010. Cuenta con numerosas publicaciones, entre ellas la *Guía de buenas prácticas para el uso de la genética forense en investigaciones sobre derechos humanos y derecho internacional humanitario*, y la *Guía latinoamericana de buenas prácticas para la aplicación en antropología forense*, de la ALAF.

### **Rodolfo Pregliasco**

#### ***Físico. Director del Grupo de Física Forense del Centro Atómico Bariloche. Argentina***

Es miembro del Consejo Asesor del Programa de Ciencia y Justicia e investigador del CONICET. Ha participado en reconstrucciones de hechos de represión a partir de fotos y videos, en estudio de accidentes en medios de elevación del Cerro Catedral, en análisis acústico de disparos y en el desarrollo de técnicas estadísticas para valoración de la prueba. Ha realizado más de 50 pericias en distintos tribunales de Argentina, entre las que figuran las reconstrucciones de “Represión en la ciudad de Buenos Aires el 20 de diciembre de 2001 (renuncia del Presidente De la Rúa)”, “La masacre de Avellaneda” (Argentina, junio de 2002), y “La masacre de Trelew” (Argentina, agosto de 1972). Actualmente, sus temas de investigación giran en torno al estudio de la dispersión de postas 12/70 para establecer la distancia probable de disparo; estadística de la base experimental de las técnicas habituales para estimar tiempo de muerte, y análisis de residuos de disparo y estudio de los fundamentos de los protocolos utilizados para caracterizarlos.

**Santiago Perdomo****Geofísico. Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. Argentina**

Doctor en Geofísica, especializado en la programación y adquisición de datos de campo, operación de instrumental geofísico, procesamiento e interpretación de resultados. Es consultor externo en la aplicación de métodos geofísicos en diversas investigaciones forenses en el EAAF. Sus investigaciones han girado en torno a tomografías de resistividad eléctrica en apoyo de un estudio arqueológico y las aplicaciones de métodos eléctricos a la exploración de agua subterránea; asimismo, ha colaborado en otras en donde se involucran disciplinas como la Hidrogeología, Minería, Ciencias Ambientales, Ingeniería, Agronomía, Antropología y Arqueología.

**Soren Blau****Antropóloga forense. Centro Australiano para la Investigación Experimental Tafonómica. Melbourne, Australia**

Miembro del Grupo de Trabajo de Antropología y Patología para la Identificación de Víctimas de Desastres de la INTERPOL, profesora adjunta del Departamento de Medicina Forense de la Universidad de Monash, fundadora de la Facultad de Ciencias del Colegio Real de Patólogos de Australasia y ganadora de la beca Churchill (2013). Actualmente también es presidenta del Grupo de Trabajo Técnico de Antropología Forense del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Australia. Además de publicar artículos en revistas especializadas y numerosos capítulos de libros, es coeditora de *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology* y coautora de *An Atlas of Skeletal Trauma in Medico-Legal Contexts*. Trabaja en casos de Antropología Forense en su país y ha realizado consultorías para la Corte Penal Internacional, Justice Rapid Response y el Comité Internacional de la Cruz Roja. También ha participado en la recuperación y el análisis de restos humanos en contextos arqueológicos y forenses, y ha brindado capacitación a profesionales forenses y otros interesados tanto de Australia como de otros países.

**Theresa Harris****Abogada. Directora de proyectos del Programa de Responsabilidad Científica, Derechos Humanos y Leyes, de la AAAS. Washington, DC, Estados Unidos**

Doctora en Leyes por la *American University Washington College of Law*; maestra en planificación urbana y regional por la Universidad de Tennessee, Knoxville, y licenciada en Antropología por la Universidad Estatal de Florida. Ha sido abogada representante de sobrevivientes de violaciones a los derechos humanos en causas tramitadas ante juzgados de Estados Unidos y ante los mecanismos de derechos humanos del Sistema Interamericano y la Organización de las Naciones Unidas. Ha sido miembro de la junta directiva tanto de Amnistía Internacional de Estados Unidos como de la Organización Mundial contra la Tortura. Actualmente su trabajo en la AAAS se centra en las aplicaciones de la ciencia que permitan el avance de los derechos humanos y en acercar este campo a los científicos, a fin de que puedan desempeñar mejor su labor dentro de ese marco. Coordina la Coalición sobre Ciencia y Derechos Humanos de la AAAS, una red de organizaciones científicas que reconocen la importancia de la ciencia y de los científicos en las investigaciones vinculadas a los derechos humanos. También dirige *On-call Scientists*, un servicio de referencia que conecta a científicos, ingenieros y profesionales de la salud como voluntarios, con organizaciones de derechos humanos que requieren apoyo científico y técnico.

## OTROS PARTICIPANTES EN EL PRIMER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE BÚSQUEDA FORENSE

### **Karla Irasema Quintana Osuna**

#### ***Abogada. Titular de la Comisión Nacional de Búsqueda de Personas. México***

Doctora en Derecho por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, maestra en Derecho por la Universidad de Harvard y máster en Estudios de la Diferencia Sexual por la Universidad de Barcelona, así como licenciada tanto en Derecho como en Lengua y Literatura Hispánicas, ambas por la UNAM. Ha sido directora general de la Asesoría Jurídica Federal de la Comisión Ejecutiva de Atención a Víctimas y Secretaria de Estudio. Trabajó en la Comisión Interamericana de Derechos Humanos como parte del grupo de litigio ante la Corte Interamericana, y en la Vicepresidencia de Integridad Institucional del Banco Mundial. Además, se desempeñó como abogada de la Corte Interamericana de Derechos Humanos y fue asistente de investigación del Doctor Fix-Zamudio, en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Ha publicado diversos artículos e impartido múltiples conferencias en materia de derechos humanos. Asimismo, ha sido tutora de la maestría de Derechos Humanos y Democracia de la Flacso México y profesora del Seminario de Derecho Constitucional en el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

### **María Luisa Aguilar Rodríguez**

#### ***Defensora de derechos humanos. Centro de Derechos Humanos Miguel Agustín Pro Juárez. Ciudad de México, México***

Es maestra en Teoría y Práctica de Derechos Humanos por la Universidad de Essex, Inglaterra, y licenciada en Relaciones Internacionales por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey (ITESM), México. Desde 2016, es colaboradora del Área Internacional en el Centro Prodh, donde su labor se centra en el diseño e implementación de estrategias nacionales e internacionales de incidencia sobre violaciones graves de derechos humanos, principalmente en casos de desapariciones forzadas y tortura sexual. En los últimos años se ha enfocado en el uso de nuevos mecanismos para denunciar la impunidad en México y para el acceso a la justicia y reparación de las víctimas.

### **Mónica Meltis Vejar**

#### ***Politóloga e internacionalista. Directora Ejecutiva de Data Cívica. Ciudad de México, México***

Licenciada en Ciencia Política y Relaciones Internacionales por el ITAM. Ha dedicado parte de su carrera profesional a la investigación en temas de salud pública, violencia, narcotráfico, feminicidios y violencia contra las mujeres. Su desarrollo profesional se ha enfocado a organizaciones de la sociedad civil y al sector privado en temas de comunicación política. Es autora de varios artículos que versan sobre violencia contra las mujeres y personas desaparecidas; sobre este último tema ha impulsado proyectos de investigación y análisis de datos, así como de violaciones graves a los derechos humanos.

### **Peter Douglas**

#### ***Arqueólogo. Director de Extent Heritage. Sydney, Australia***

Es especialista en el diseño de excavación arqueológica asistida por máquina, y en la búsqueda de enterramientos humanos y fosas clandestinas. Ha participado en más de mil proyectos de estudios arqueológicos, excavaciones y evaluaciones, y ha trabajado como investigador de campo para la búsqueda de personas desaparecidas en Australia, Nueva Zelanda, Filipinas, Timor Oriental y México. También ha sido instructor de equipos forenses de la Policía Federal de Australia.

### **Juan Manuel Casanueva**

#### ***Investigador. Fundador y director ejecutivo de SocialTIC. Ciudad de México, México***

Maestro en Gestión e Implementación de Proyectos de Desarrollo por la Universidad de Manchester con especialidad en Innovación Social, e Ingeniero Industrial y de Sistemas por el ITESM Campus Estado de México. Es investigador y promotor de proyectos de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para

el desarrollo y la acción social, y es fundador de la ONG SocialTIC A.C., dedicada al habilitamiento de actores de cambio a través del uso estratégico de la tecnología digital y la información. Ha liderado y asesorado diversos proyectos de uso de las TIC enfocados a la transparencia, rendición de cuentas, incidencia cívica, participación ciudadana, datos abiertos y seguridad digital, con diversos organismos internacionales y organizaciones locales latinoamericanas. De 2014 a 2015 fue *Knight Fellow* del Centro Internacional para Periodistas, y ha diseñado proyectos para observación electoral y mapeo de violencia contra la infancia, así como sobre tecnologías y gestión ambiental.

### **Manuel Fiol**

#### ***Analista Geoespacial Superior. Oficial de programas adjunto en UNOSAT. Ginebra, Suiza***

Recibió su certificación técnica en Sistemas de Información Geográficos y Teledetección Remota de la Escuela Nacional de Inteligencia Geoespacial en Virginia, Estados Unidos. Actualmente gestiona los trabajos de investigación de seguridad humana, protección de derechos humanos y del patrimonio cultural en el Programa sobre Aplicaciones Operacionales de Satélite de las Naciones Unidas (UNOSAT), con sede en Ginebra, Suiza. Ha sido analista de imágenes satelitales en la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA), con sede en Washington, Estados Unidos. Tiene una amplia experiencia en la gestión de proyectos para la aplicación de teledetección remota, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica y herramientas relacionadas para el monitoreo de seguridad humana a gran escala. Desde 2014 ha trabajado en varios proyectos con el EAAF, incluyendo casos de investigación en el estado de Guerrero, México; en el Departamento de Casanare, Colombia, así como en otras investigaciones forenses en colaboración directa con la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos.



# Equipo Argentino de Antropología Forense

[www.eaaf.org](http://www.eaaf.org) | [eaaf@eaaf.org](mailto:eaaf@eaaf.org) | [ny.office@eaaf.org](mailto:ny.office@eaaf.org)

