

DISPAROS DE RAYOS X PARA MIRAR EL PASADO

Las historietas nos enseñaron que Superman puede mirar a través de las paredes usando rayos X, pero nadie imaginó un personaje con el poder de mirar el pasado usando ese tipo de rayos. En México un científico lo ha logrado.

POR **ANTIMIO CRUZ** · @Antimio
FOTOGRAFÍAS: **JOSÉ LUIS RUVALCABA**



José Luis Ruvalcaba Sil, investigador del Instituto de Física de la UNAM, pudo descubrir historias perdidas al proyectar haces de luz infrarroja y láser, no destructivas, sobre las piezas arqueológicas más delicadas, códices prehispánicos y obras de arte del siglo XX. Puso las herramientas de la ciencia al servicio de la memoria de México y del mundo. Lo que ha descubierto está cambiando muchas ideas.

No todas las ofrendas llevadas hace 500 años al Templo Mayor de Tenochtitlan eran trabajos únicos, elaborados entre cantos, rituales y rezos, como muchos pensábamos.

Al igual que hoy se pueden comprar imágenes prefabricadas de plástico, madera o yeso afuera de la Basílica de Guadalupe o de otros santuarios religiosos, en el principal adoratorio mexica también se entregaban ofrendas pre fabricadas y vendidas por comerciantes.

No hay especulación alguna. La ciencia del siglo XXI ha descubierto que desde antes de la llegada de los españoles se hizo uso de técnicas de manufactura en serie.

Otros datos del pasado mexicano que antes no eran conocidos han sido develados gracias al uso de la física y la química modernas. Por ejemplo, hoy se sabe que casi toda la joyería de oro encontrada en la Tumba 7 de Monte Albán, Oaxaca, no tiene soldaduras y su fundición se hizo en complejos moldes. También se sabe que en la época precolombina los pueblos mixtecos coleccionaron objetos de la cultura teotihuacana –que ya eran antiguos en su tiempo– y los usaron como base para obras de su propio linaje. Cultura sobre cultura.

Son cosas que no son evidentes; se presentan ante nuestros ojos pero ni los arqueólogos expertos las pueden identificar con una primera mirada.

Para ir más allá de lo que nuestros sentidos nos permiten, un equipo de investigadores mexicanos adoptó y perfeccionó una técnica que proyecta haces de energía controlada sobre pinturas, joyas, códices, esculturas, caracoles, libros antiguos o tejidos de animales. Así generan ondas de rebote que contienen datos. Esos datos se transforman a su vez en signos y luego son interpretados por arqueólogos, antropólogos, restauradores e historiadores del arte para convertirlos en palabras y más adelante en historias.

Hablamos de un proyecto científico único en todo el continente americano, cuyo nombre oficial es Análisis No Destructivo para Estudios en Arte, Arqueología e Historia (ANDREAH), puesto en marcha en 2005. Sólo Italia tiene un programa parecido, pero con menos avance tecnológico y con un presupuesto 25 veces mayor que el asignado en México.

“En una de las técnicas que usamos, disparamos haces de átomos de hidrógeno a los materiales, como haciéndoles cosquillas a los objetos estudiados y, escu-

chando las radiaciones que se generan, sabemos de qué están hechos los materiales”, cuenta José Luis Ruvalcaba Sil, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y líder de esta línea de investigación que ya ha analizado más de mil piezas históricas y artísticas.

Hombre que traduce el lenguaje entre dos grandes campos del conocimiento, Ruvalcaba Sil es conocido como “el físico” por los arqueólogos y como “el arqueólogo” por los físicos. Acompañado por sus jóvenes estudiantes de maestría y doctorado recorre la república mexicana en una camioneta tipo Van en la que transporta sus equipos de análisis no invasivo de piezas únicas: dos equipos de fluorescencia de rayos X, uno de espectrometría infrarroja, un láser Raman, un equipo de microscopía y uno de espectrografía.

Si su vehículo tuviera una calcomanía por cada ciudad a la que ha llevado su laboratorio portátil, se podrían ver estampados recuerdos de Mérida, Xalapa, San Luis Potosí, Guadalajara, Puebla, Tuxtla Gutiérrez, Zacatecas, Campeche y Cuautitlán, entre otros. Son miles de kilómetros recorridos y ya se acercan otras tres visitas de trabajo: al puerto de Veracruz, al sitio arqueológico de Palenque, en Chiapas, y a Morelia.

Ha analizado el *Códice Colombino*, resguardado en el Museo Nacional de Antropología, pero también la pintura *Las dos Fridas*, del acervo del Museo de Arte Moderno. Ha demostrado que algunas puntas de obsidiana halladas en las cuevas de Baja California provenían del volcán de las Tres Vírgenes, en Baja California Sur, y que el jade de algunas ofrendas en el centro de México proviene de Guatemala. En objetos antiguos, ha podido distinguir entre el pigmento amarillo vegetal que libera la flor del cempasúchitl y el pigmento amarillo-anaranjado que produce el sulfuro de arsénico.

Prácticamente ya no lleva materiales hasta la UNAM, él va a donde se encuentra la pieza única. Por eso le gusta llamar a su programa de trabajo “El laboratorio va al museo”.

“Hemos visitado algunos de los acervos históricos y artísticos más importantes de México, pero también realizamos trabajo de campo en otras condiciones, como lo que acabamos de hacer en andamios de 10 metros de altura, analizando los murales de las iglesias de Epazoyucan, Actopan e Ixmiquilpan, en Hidalgo. Se tiene que aprender a trabajar en andamios y a tratar al párro-



**COMO UN
ULTRASONIDO**
Aplicación de las técnicas del siglo XXI para el estudio de un retablo en Atlixco.

co, que a fin de cuentas es el custodio y no siempre es fácil”, dice en entrevista con **emequis** el investigador graduado de la UNAM y doctorado por la Universidad de Lovaina, Bélgica.

Hombre moreno, de lentes, sonriente casi todo el tiempo, Ruvalcaba labora incluso en el periodo vacacional de la UNAM en su oficina del Instituto de Física, en donde se refleja la intersección de disciplinas que habita su mente: junto a una pintura de girasoles de Claude Monet, se aprecia una reproducción que parece ser la

máscara del Dios Murciélago de los mexicas; al lado de la amplia colección de la revista *Arqueología Mexicana*, tiene una publicación sobre el pintor italiano Miguel Ángel.

Las sillas y los libreros de su oficina son ocupados por montones y montones de revistas, fólderes y libros. “Cada montón es un proyecto en el que estamos trabajando. Cuando regreso de viaje los voy colocando en montones y no los he ordenado”, explica el físico en un intento de justificación, pero al mirar a los dos libreros

de ocho repisas cada uno, es evidente que no cabe un libro más, ni siquiera uno del grosor de una revista.

Desde que el programa ANDREAH comenzó a trabajar a todo vapor en 2005, la vida ha sido una cadena de respuestas, de las cuales surgen más preguntas. Por ejemplo, el equipo de físicos y químicos que dirige Ruvalcaba ha descubierto que más de 95 por ciento de los pigmentos de colores usados para escribir los códices o antiguos libros precolombinos son materiales orgánicos que provienen de plantas y de insectos. Sin embargo, ahora falta saber qué insectos y qué plantas emplearon aquellos sabios que escribían sobre pieles de venado cubiertas con una delgada y resistente capa de estuco, con base en cal.

El ajuar de la tumba de Pakal es impresionante; es un conjunto de piezas hermosas por su manufactura, sus colores, la composición del ajuar, la máscara misma y la historia del descubrimiento desapariciones de tres de las jóvenes generó expectativas.

TRASLAPE DE CAMPOS

Del laboratorio portátil que concibió Ruvalcaba han salido tantos proyectos que ya se han elaborado 20 tesis de maestría, doctorado y postdoctorado. Los jóvenes científicos que llegan con sólidos conocimientos de física, química y matemáticas poco a poco aprenden arqueología e historia del arte para poder hacer preguntas más específicas y buscar información más detallada de las obras.

Algunos físicos dicen que los miembros del equipo de Ruvalcaba “hablan un poco raro”, pero es porque usan las palabras precisas para dos áreas de conocimiento que conviven poco. Así, haciendo una labor parecida a la traducción, el diálogo entre físicos, químicos y expertos en patrimonio cultural se vuelve más rico y profundo.

Saben que muchas de las piezas que estudian no las volverán a ver en toda la vida o no se las van a prestar otra vez para estudiarlas. Por eso, antes de llegar directamente con los equipos hasta las piezas, hacen pruebas en laboratorio con materiales similares o de referencia para conocer bien las características de los materiales con los que trabajarán.

“Una persona sin experiencia puede causar un daño irreversible a una pieza histórica, aunque sea pequeño. Por eso trabajamos mucho antes de estar frente a la obra; cuando estamos ahí, no nos permitimos ni siquiera un pequeño error”, explica Ruvalcaba, quien respal-

da sus palabras con una técnica de trabajo que ha llamado Secuencia de Métodos y que implica ir conociendo cada pieza con técnicas que crecen en complejidad; empieza con registros fotográficos y termina con la espectrografía Raman: un haz láser que analiza la composición de sólidos, líquidos y regiones pequeñas que sólo se detectan en microscopio.

PALABRAS SOBRE PIEL DE VENADO

Ruvalcaba es científico y ninguna palabra de sus explicaciones permite percibir algún punto de vista místico o religioso, por eso llama la atención la doble interpretación que este físico siembra cuando dice que hay objetos históricos que “tienen una energía única”, por ejemplo los códices.

En México sólo se conserva uno de los 53 códices o libros elaborados por los pueblos indígenas antes de la llegada de los españoles y que sobrevivieron a la destrucción durante la Conquista. Otros cuatro códices escritos en los primeros años de la Colonia también son resguardados por autoridades mexicanas, pero la mayor parte del acervo previo al encuentro de los dos mundos se encuentra hoy en Europa y Estados Unidos.

El único libro prehispánico que sigue en este país es el *Códice Colombino*, elaborado en piel de venado con un recubrimiento con base de yeso muy blanco y pintado con diferentes procesos de manufactura. Este libro fue hecho probablemente en el siglo XII después de Cristo y narra las conquistas del guerrero mixteco Ocho Venado o Garra de Jaguar, el cual ha sido denominado por algunos historiadores como “El Napoleón de la Mixteca”.

“Los códices son los objetos que más pueden impactar, porque están rodeados de muchas dudas. Además, sólo uno está en México, pero el trabajo que hicimos con éste nos abrió las puertas para estudiar otros que se hallan en Europa. Nos permitieron estudiar el *Códice Zouche-Nuttal*, resguardado en el Museo Británico, y, posteriormente, el *Códice Maya* que se encuentra en el Museo de América en Madrid. Hubo un tercero que nos permitieron estudiar: el *Códice Fejérvary-Mayer*, en el Museo del Mundo, en Liverpool, Reino Unido.

“Apreciar de cerca esos códices es algo tan impactante que nos mueve el pensamiento. Te hace preguntarte: ¿qué llevó a estos hombres a elaborar estos objetos tan valiosos, con altísima calidad, con colores cuyo origen todavía no podemos descifrar y con toda la complejidad de significados que encierran esos símbolos?”, indica.

Gracias a este trabajo existe la posibilidad de estudiar próximamente cinco códices ubicados en la Biblioteca de la Universidad de Oxford.

ORO SIN SOLDADURAS

El primer equipo que José Luis Ruvalcaba usó hace 20 años para analizar materiales arqueológicos no era portátil. Se trató de un acelerador de protones que se conocía en el Instituto de Física como “La María”. Era un equipo muy eficiente pero tenía la difi-



DIAGNÓSTICO
Jóvenes investigadores realizan estudios de murales en la iglesia de Epazoyucán, Hidalgo

cultad de que requería llevar las piezas de estudio hasta la Ciudad Universitaria de la UNAM, lo cual implicaba muchos problemas. Además de requerir muchos permisos para sacar una pieza del recinto donde se cuida, había que resolver problemas de seguros contra accidentes, transporte y logística. Así que fue más fácil pensar a la inversa.

“Estos equipos nos han permitido estudiar objetos que hacen que el trabajo científico se vuelva emotivo, como los ajuares encontrados en las tumbas”, cuenta el investigador.

Así ocurrió, dice, cuando estudiamos el ajuar de la tumba de Pakal (descubierto en Palenque) que actualmente está en el Museo Nacional de Antropología. “Es impresionante porque es un conjunto de piezas realmente hermoso por su manufactura, sus colores, la composición del ajuar, la máscara misma y la historia del descubrimiento”.

La saga de historias y análisis realizados por el proyecto ANDREAH es larga e incluye el estudio de piezas de piedra, metal, piel, lienzos, muros, textiles. Han obtenido amplia información sobre materiales usados, origen de los materiales y técnicas de manufactura.

Así descubrieron que había ofrendas localizadas en el Templo Mayor que no eran únicas, sino hechas con técnicas específicamente pensadas para ser usadas en ritos repetidos.

Entre las piezas que han sido estudiadas con esta técnica destacan algunas muy famosas como la Máscara de Malinaltepec, una pieza teotihuacana antigua hecha con piedra, pero reutilizada por indígenas mixtecos cientos de años después de ser construida originalmente y cientos de años antes de la llegada de los españoles. Esta pieza era tan rara, en comparación con lo que se había encontrado en la mixteca, que se pensó que era

falsa, pero gracias a ANDREAH se entendió que los mixtecos la tomaron como base y la redecoraron con piezas de piedra amazonita y concha.

También se han estudiado 49 de las 121 joyas de oro y plata encontradas en 1932 en la Tumba 7 de Monte Albán, elaboradas con aleaciones de oro y plata y bajos contenidos de cobre.

“Este es otro grupo de piezas que impacta entre más los conoces. No hay una sola soldadura en las partes que analizamos. Hicimos cientos de mediciones en las piezas más importantes de la colección y nos quedamos sorprendidos pensando cómo se hizo la fundición de estas piezas. Además, casi todos los lotes de piezas tienen la misma aleación. Existen piezas notables y complejas que se fundían en partes o cuerpos”.

Los estudios de las piezas de oro de Monte Albán fueron hechos en Oaxaca. Posteriormente han efectuado otros análisis de objetos de Chapa de Corzo, Chiapas, y de pinturas virreinales en Cuautitlán.

Dos días antes de hablar con **emequis** realizaba trabajo en una zona de acceso restringido del Museo Nacional de Antropología. Los estudios han sido financiados principalmente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la UNAM, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y han recibido equipos donados por el desaparecido Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF).

Aunque no lleva la cuenta de los kilómetros que ha recorrido con su laboratorio móvil que dispara rayos X para mirar al pasado, Ruvalcaba sabe que no podría pegar en la camioneta todas las calcomanías de los lugares que ha visitado.

Si tuviera que colocar una sola calcomanía, quizá sería más eficaz pegar una que simplemente dijera “El laboratorio va al museo”. **89**