



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales**

La restauración de obras de arte por métodos no abrasivos.

Innovación en el arte y la física

(Reportaje)

Tesis que presenta para obtener el grado de Licenciada en Ciencias
de la Comunicación:

Angélica Jackeline Ferrer Campos

Asesora: Carmen Avilés Solís

Ciudad Universitaria, CDMX 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	4
Capítulo I: Restauración y conservación de obras de arte: evolución histórica 12	
Capítulo II. De falsificaciones y primeros métodos de conservación	28
Capítulo III. Métodos no abrasivos: la restauración del futuro	48
Capítulo IV. LANCIC: La evolución de ANDREAH	70
Reflexiones sobre el reportaje	88
Fuentes.....	93

Agradecimientos

Este trabajo no hubiese sido posible sin el apoyo y paciencia de mi mamá, Rosario. Gracias por apoyarme en toda mi carrera y en gran parte de las decisiones de mi vida. Este es un gran paso para ambas, lo sabes bien. Espero que te sientas muy orgullosa hoy y siempre. Te adoro.

También quiero agradecer a mis abuelos Rosario y Alfonso (aunque ya no estés aquí) y a mis tíos Leticia, José, Magaly, Andrés, Israel y Maura. Sus consejos, viajes, música y charlas me ayudaron a crecer bien y lo más feliz posible. Están muy locos y por eso los quiero mucho.

Esto también va para mis primos Kenya, Regina y Patricio. Ojalá sea la prima mayor que ustedes desean; pueden contar conmigo siempre. Son increíbles y muy inteligentes; llegarán muy lejos.

También dedico este trabajo a todos mis amigos y compañeros de trabajo por aguantar mis charlas sobre física nuclear, mi mal humor y por tantas risas en los momentos indicados. Gracias por alentarme y por ser únicos.

Para mi asesora Carmen Avilés, Silverio Orduña y Pablo Saldaña, quienes son mi “familia periodística” y han apoyado mi carrera y mis decisiones en todo momento. Nunca han dudado de mí y tienen mi corazón para siempre.

Esta tesis tiene una mención especial para Daniel Sánchez Ibarra. Aquel marzo prometimos que debíamos acabar la tesis; hoy saldo esa deuda. Gracias por confiar en mí y por quererme justo como soy. Eres un gran ser humano; me alientas a ser una mejor editora y mujer todos los días.

Introducción

La física es una disciplina temida por la población en general. Números, leyes y cálculos complicados sobre los objetos y sus propiedades son los que la conforman. Es definida por la Real Academia de la Lengua Española como “la ciencia que estudia las propiedades de la materia y de la energía, considerando tan sólo los atributos capaces de medida”.

Sin embargo, existe una solución para aquellos que escapan a Isaac Newton, John Kepler, Albert Einstein y Max Planck: la aplicación de la física en objetos artísticos que estén elaborados con madera, lítica, metal y papel. Esto es importante porque muestra que las ciencias no están separadas del arte; son un complemento que permite mejorar el estudio de obras de esta disciplina, principalmente.

La relación de esta ciencia natural con el arte y la arqueología radica en la necesidad de conocer de qué material están hechas las piezas (puede ser papel, metal, lienzos pintados al óleo, piedras), en qué época fueron realizadas, si realmente están compuestas de las sustancias que aparentan y, sobre todo, preservar su valor cultural, tanto a nivel nacional como internacional.

Para entender mejor las disciplinas que se vinculan con la física en este tipo de estudio, es pertinente explicar que el arte es, según el texto *Las ideas estéticas de Marx* de Adolfo Sánchez Vázquez, “un trabajo superior en el cual el hombre despliega sus fuerzas esenciales como ser humano y las objetiva o materializa en un objeto „concreto-sensible””.

En la obra *Expresión y apreciación artísticas*, Juan Acha define al arte como “fenómeno sociocultural, cuya producción y apreciación son especializadas. Su producción se realiza en diferentes medios y requiere de diferentes materiales, técnicas y procedimientos. La práctica artística tiene como finalidad realizar profesionalmente imágenes, sonidos y movimientos que son capaces de producir efectos estéticos”.

Pero, ¿esto qué relación tiene con el periodismo y por qué se hace un reportaje sobre el tema? Para ello, recordemos a Eduardo Ulibarri en el texto *Idea y vida del reportaje* (Trillas, 1994), en el que plantea que el llamado “rey de los géneros periodísticos” debe partir de una noticia y se debe distinguir de ella a través de tres puntos:

- **Ámbito:** en la noticia se refiere a los hechos, acontecimientos, sucesos del hecho acontecido. En el reportaje, el ámbito va a depender del enfoque que el periodista le dé al hecho que se propone investigar.
- **Propósito:** el fin de la noticia es informar. “No hay noticia si no se da a conocer algo que ha ocurrido”, menciona el autor. El propósito del reportaje es el interés por el desenvolvimiento, las relaciones, explicaciones, indagaciones de causas a desarrollar del tema.
- **Razonamiento:** en la noticia constituye la pirámide invertida, es decir, seleccionar qué es lo más importante.

Aunque la intención del periodista no es mostrar un hecho de forma subjetiva, hay quienes consideran que desde que éste selecciona el tema, determina lo que va a mostrar al lector y la forma en que lo presentará, tratando de ser lo más objetivo posible.

En esta investigación periodística, la *noticia* es el uso de aparatos y metodología utilizada en física, especialmente en la rama nuclear, para estudiar los objetos artísticos.

El ámbito es el impacto de las diversas técnicas en el análisis del arte en México, el *propósito* es dar a conocer los estudios realizados por el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC), anteriormente conocido como la red de Análisis No Destructivo para el estudio del Arte, la Arqueología y la Historia (ANDREAH), y el razonamiento es mostrar ambos proyectos y cómo han modificado la manera en la que se investiga y restaura el patrimonio artístico y arqueológico de nuestro país.

El primer acercamiento que se tuvo con el tema fue en la conferencia “Estudios no destructivos del patrimonio cultural en México: actualidad y nuevas estrategias”, impartida por el doctor José Luis Ruvalcaba, director de ANDREAH y LANCIC en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM en 2011, en la que mostró el análisis de la máscara de Jade y la aplicación de técnicas con rayos X para analizar óleos como *Las Dos Fridas*, de Frida Kahlo.

Para realizar este reportaje se siguieron los ocho pasos que propone Ulibarri: *idea, propósito, enfoque, investigación, selección, razonamiento, armado y presentación.*

La idea fue la relación entre la física y el arte, *el propósito* es mostrar a la población la relevancia de ambas disciplinas para la conservación y restauración de obras de arte, *el enfoque* es indagar en las técnicas utilizadas en el Instituto de Física (IF) de la UNAM para estudiar objetos artísticos, principalmente pinturas al óleo y *la investigación* se realizó durante tres años en los que se hicieron

entrevistas, se consultaron fuentes bibliográficas, hemerográficas y ciberográficas y se acudieron a algunos talleres y laboratorios del IF.

Respecto a *la selección*, se tomaron los textos más importantes de las investigaciones realizadas en la red ANDREAH y en LANCIC. Acerca del *razonamiento*, se contrastaron las opiniones de los investigadores consultados, como José Luis Ruvalcaba y Lizbeth Pérez, con libros especializados en restauración y conservación del patrimonio artístico.

Al ser un tema mayormente científico, *el armado* se hizo con ayuda de fotografías, cuadros y descripciones que permiten al lector entender de mejor forma cómo funcionan los aparatos utilizados por los científicos, de qué forma afectan a las piezas y cuáles fueron las restauraciones realizadas a algunos objetos. En este caso, *la presentación* es en forma de tesis.

Para realizar este trabajo, también se tomó en cuenta la definición de José Luis Martínez Albertos sobre el reportaje, la cual es retomada por Concha Edo en el libro *Periodismo informativo e interpretativo: El impacto de internet en la noticia, las fuentes y los géneros*:

“El reportaje es, quizá, uno de los textos más interesantes que se pueden estudiar a la hora de establecer las pautas de trabajo de los géneros periodísticos y podemos definirlo como un relato periodístico -descriptivo o narrativo- de una cierta extensión y estilo literario muy personal en el que interesa explicar cómo han sucedido unos hechos actuales o recientes, aunque estos hechos no sean noticia en un sentido riguroso del concepto”.

Siguiendo esta pauta, se decidió dividir este trabajo en cuatro capítulos que son:
Restauración y conservación de obras de arte: evolución histórica, De

falsificaciones y primeros métodos de conservación, Métodos no abrasivos: la restauración del futuro y LANCIC: La evolución de ANDREAH.

La división de los capítulos se decidió para dar un contexto más amplio de la relación entre la ciencia y el arte en las tareas de conservación y restauración. Además, se tomó en cuenta que la investigación de métodos no abrasivos es un aspecto poco estudiado en México, por lo que podría resultar desconocido para el lector.

El primer apartado habla sobre la importancia de la restauración y conservación en la historia de la humanidad. Para ilustrarlo, se pone como ejemplo principal el análisis de la red ANDREAH al cuadro *Las Dos Fridas*, de Frida Kahlo.

Además, se explican las consecuencias de un mal trabajo de restauración y cómo algunas personas no desean conservar el patrimonio artístico, sino los beneficios económicos.

En el segundo capítulo llamado *De falsificaciones y primeros métodos de conservación*, se expone la discusión que existió durante años acerca de si los métodos de restauración y conservación aumentarían las piezas apócrifas.

En este apartado, también se detallan cuáles fueron los primeros pasos para conservar una obra, así como los materiales empleados en las restauraciones abrasivas.

En *Métodos no abrasivos: la restauración del futuro*, el tercer punto del reportaje, desglosa la labor de la red ANDREAH, algunos de sus proyectos más importantes y aspectos técnicos de su trabajo, como los aparatos que emplean en el Instituto de Física de la UNAM.

El último capítulo, *LANCIC: La evolución de ANDREAH*, muestra los actuales proyectos del doctor Ruvalcaba y su equipo de trabajo, así como la importancia de este nuevo laboratorio interdisciplinario en el cuidado y rescate del material artístico de México, principalmente.

Para entender aún mejor la relación entre el periodismo, específicamente el reportaje, con la ciencia, la tecnología y el arte, Manuel Calvo Hernando, en el *Manual de Periodismo Científico*, detalla que esta rama periodística pretende “contar al público a través de los medios de comunicación de masas, la actualidad científica, y tecnológica: informaciones y noticias; descripciones de laboratorios y centros de investigación; acercamiento a la personalidad del investigador, y, en definitiva, creación de clima de interés hacia la ciencia y de una conciencia pública sobre el valor y la rentabilidad de la investigación científica y técnica”.

En ese mismo texto, Calvo Hernando plantea algunos problemas de esta disciplina, como son el lenguaje técnico, el exceso de información sobre ciertos temas relacionados con la ciencia y tecnología y los cambios constantes en las investigaciones científicas, lo que provoca que, en ocasiones, los textos periodísticos deban ser modificados.

Estos aspectos fueron observados durante la investigación. Al ser un tema que no se ha analizado desde el punto de vista social, y mucho menos, profundizado a través de un reportaje, la decodificación del lenguaje técnico fue más compleja.

Para entender aspectos básicos sobre física nuclear y reacciones químicas se consultaron textos referentes a esa materia, con los cuales se pudo explicar de mejor forma cómo funcionan las técnicas empleadas en el Instituto de Física de la UNAM y de qué manera benefician en el estudio de piezas artísticas y antropológicas.

Respecto a los constantes cambios en los estudios científicos, durante la elaboración de esta investigación la red ANDREAH se transformó en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC).

En LANCIC, que también coordina el doctor Ruvalcaba, es asimismo un proyecto multidisciplinario en el que colabora la UNAM, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

Aunque el tipo de estudios que realizan los especialistas no cambió, el alcance de sus investigaciones se modificó radicalmente. Ahora, no sólo revisan el acervo cultural de México en referencia a artes plásticas o a sitios arqueológicos; también hacen convenios con empresas privadas para analizar la calidad de los materiales y cómo éstos se deterioran con el paso del tiempo.

Para estudiar la evolución de ambos proyectos se realizaron diversas entrevistas al doctor Ruvalcaba, así como la recolección de información por medio de boletines tanto de ANDREAH como de LANCIC, de notas informativas y de textos académicos.

Pero, ¿qué importancia tiene el dar a conocer una red de investigación que utiliza láseres de todo tipo para conocer la edad y la composición de una pieza artística, documento o de alguna zona arqueológica reconocida?

Herbert Read dice que “el arte es un modo de expresión en todas sus actividades esenciales, el arte intenta decirnos algo acerca del universo del hombre, del artista mismo...Desde luego, sólo cuando reconocemos claramente que el arte es una forma de conocimiento paralela a otra, pero distinta de ella, por medio de la cual el hombre llega a comprender su ambiente, sólo entonces podemos empezar a apreciar su importancia en la historia de la humanidad”.

Al conocer esto, no sólo se entiende la relevancia de las expresiones artísticas (en este caso, sólo las plásticas) como objeto; ellas permiten contar la historia de una región, de una civilización o del mundo entero.

Gracias a estas piezas, sabemos cómo evolucionaron las naciones, cuáles eran sus creencias y su estilo de vida. Podemos indagar más sobre la desaparición de ciertas tradiciones o por qué ya algunas prendas no existen. El arte nos muestra nuestro pasado, el presente y hacer una prospectiva sobre lo que nos depara el futuro.

El periodismo, en este caso, a través del reportaje, permite que trabajos como el realizado por el doctor Ruvalcaba y su equipo de especialistas, entre los que están químicos, físicos, historiadores y antropólogos, puedan continuar realizándose en México, especialmente en la UNAM.

Ellos trabajan para descifrar los “secretos” del arte que disfrutamos en galerías y museos; conocen de qué está compuesta la pieza, cuántos años tiene, en qué condiciones fue creada y cuáles son los pasos a seguir para conservarla y, en su defecto, restaurarla. Ayudan a preservar nuestra historia auxiliándose con la ciencia, la historia y la difusión de su labor.

Objetos tan importantes como *Sueño de una tarde dominical en la Alameda*, de Diego Rivera, *Las dos Fridas*, de Frida Kahlo o el estudio de *La Casa de las Águilas* dentro del Templo Mayor en la Ciudad de México, han sido estudiados y valorados por los especialistas y detenido o prevenido su deterioro por causas como la luz o la humedad.

Capítulo I. Restauración y conservación de obras de arte: evolución histórica

Frida Kahlo pintó en 1939 la pieza *Las dos Fridas*. En ella plasmó los sentimientos que le provocó divorciarse de Diego Rivera. A través de dos autorretratos dentro del cuadro, la artista muestra a la mujer que ya no quiere al “sapo”, aquélla que cortó el vínculo emocional con el hombre al que amaba; la otra, vestida con traje de tehuana y mirada desafiante, sigue apegada a Diego, su niño, a través de un retrato del artista que ella sujeta con la mano izquierda.

Según el ensayo “Frida Kahlo. Una relectura para conocer el universo estético de la pintora”, escrito por Luis-Martín Lozano, el óleo se creó para la cuarta Exposición Internacional del Surrealismo, la cual se presentó en la Galería de Arte Mexicano. “Diríase que le puso su mejor empeño y capacidad creativa. No sólo eso. Apostó el todo por el todo... reunió la síntesis absoluta de su condición como mujer y como artista. Es el manifiesto de una pintora, el gesto supremo de una existencia que parece haber encontrado su destino...”.



Sin autor, *Frida pintando Las dos Fridas*, 1938.

Esta obra fue un éxito al ser presentada al público. Tal fue el interés del círculo artístico de los cuarenta sobre el objeto que en 1947 el Instituto Nacional de Bellas Artes de México compró la pieza por cuatro mil treinta y seis pesos, un costo elevado en aquel tiempo; Frida jamás recibió tanto dinero por una pintura suya. El valor artístico y monetario de *Las dos Fridas* aumentó a través de los años, pero ¿alguna vez se estudió profundamente su composición y sus pigmentos?

Respecto a este asunto, Lozano explica en el mismo texto: “Se pintó, dos veces, sentada sobre una larga banca que recorre horizontalmente la composición. El espacio es enigmático, tan desolado y solitario que las dos Fridas parecen flotar en un ambiente de limbo; tras de sí, hay un cielo denso de nubes, del cual no se adivina ni la luz del día. Y a pesar del impacto visual y la fuerza emocional de su presencia, es una pintura, una obra artística concebida intelectualmente y por tanto susceptible de ser explicada con mayor objetividad”.

En cuanto a los pigmentos, en 2010, la red de Análisis No Destructivo para el estudio del Arte, la Arqueología y la Historia (ANDREAH) analizó la pieza con este método que consiste en estudiar los objetos a través de un acelerador de partículas (máquina que produce rayos X cuya energía descompone partículas atómicas), el cual devela *elementos traza* (materiales dentro de la obra en baja concentración) y permite conocer los elementos base para poder conservarlos y restaurarlos.

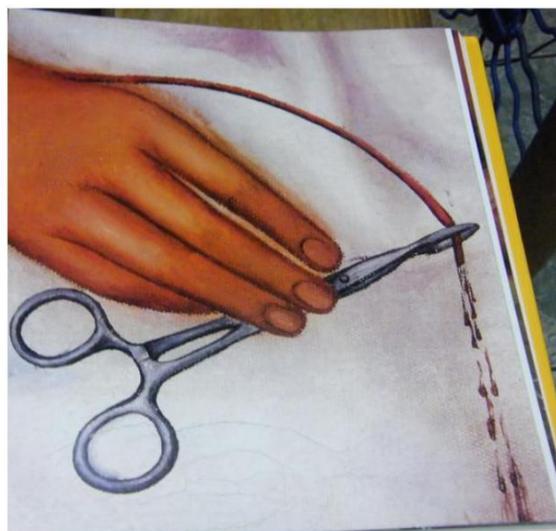
Los resultados fueron sorprendentes: descubrieron que la vestimenta de Frida era originalmente morada y no blanca como el público la percibe.

Otro dato interesante fue que la pintora mexicana colocó diversas capas de óleo sobre esta vestimenta; no bastó con breves pinceladas para cambiar la tonalidad.

Aunque parecía que lo hubiese hecho con odio, esto no modifica el valor artístico ni histórico de la obra; sólo funciona como un dato histórico.



Frida Kahlo, *Las dos Fridas*, 1939.



Detalle de *Las dos Fridas* (traje blanco), 2014.

El trabajo fue exclusivamente realizado para el Museo de Arte Moderno, por lo que no hay registros públicos al respecto, salvo la información expuesta por el grupo de investigadores.

Otro caso fue el de la máscara de Malinaltepec, mejor conocida como *La Máscara de Jade*.

“La historia de esta figura indicaba que se había realizado con jade. Nosotros investigamos con ayuda de historiadores la ruta del jade en nuestro país y descubrimos que esta piedra preciosa y la lífica natural de Teotihuacán son similares en cuanto a color... la leyenda de que está compuesta de jade nació porque la piedra era comercializada en esta región”, comenta en entrevista José Luis Ruvalcaba, director de la red de investigación ANDREAH.

La importancia de la conservación

¿Por qué son relevantes los estudios de conservación y restauración de obras de arte? Porque a través de los materiales, sin importar si son naturales o sintéticos, se puede conocer la evolución de una cultura.

Esto va de la mano con el concepto de restauración. Jaime Cama define esta actividad en el texto *¿Qué es restaurar?* como “una de las ciencias de la antropología, que permite intervenir físicamente en las obras de arte y en los bienes culturales, para conservarlos, devolviéndoles su eficiencia a partir del conocimiento que surge del estudio científico de su materialidad, de su historia, de sus valores estéticos y de los intangibles que les dieron origen, así como de la función para la cual fueron creados para que una vez restaurados, documentados, investigados, catalogados y disfrutados, puedan ser transmitidos a las futuras generaciones en la más plena integridad y autenticidad alcanzables en nuestro tiempo”.

El Consejo Internacional de Restauración da su propia definición sobre esta actividad y es “la técnica que expresa los conocimientos museológicos en el museo. Trata especialmente sobre la arquitectura y el ordenamiento de las instalaciones científicas en los museos”.

Mientras tanto, Eduardo Matos Moctezuma escribe en el libro *Breve historia de la arqueología en México* que la restauración existe por “el interés de una sociedad por conocer el pasado de los pueblos que la precedieron y puede revestir diferentes aspectos, desde la necesidad de legitimarse al tratar de crear relaciones reales o ficticias con sociedades más antiguas, hasta el querer justificar su origen divino como pueblo elegido por los dioses”.

En los museos, la conservación es vital. Gary Thompson dice en *El Museo y su entorno* que esta acción de forma preventiva, busca preservar los bienes y permitir

su proyección en el tiempo y espacio a futuro, además de acercar al público al patrimonio restaurado.

En nuestro país, la conservación y restauración no se dio sólo en el siglo XX. En el Templo Mayor, se puede observar que, durante el México prehispánico, los habitantes ya se preocupaban por cuidar su patrimonio; colocaron diversas capas de estuco, pintura y resanes en banquetas. Los artesanos eran los que realizaban esta tarea.

Esta actividad tuvo mayor relevancia cuando los objetos y sitios adquirieron valor económico. Por esta razón, en 1961 nació la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), que inicialmente se llamó Centro Paúl Coremans. También en ese momento la conservación *in situ* (en su sitio) cobró fuerza; los elementos no eran trasladados a los laboratorios, a menos de que el daño fuera grave.

El hecho que causó el interés nacional e internacional en conservar el patrimonio de México fue el descubrimiento de las pinturas de Bonampak en 1963; la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) envió al investigador belga que dio nombre a la ahora ENCRyM para crear un fondo de restauradores latinoamericanos con el fin de conservar ese preciado tesoro cultural. Fue hasta 1970 que las condiciones de seguridad y resguardo arqueológico se lograron adaptar a las necesidades de los estudios de conservación.

Muestra de lo anterior fue el proyecto Templo Mayor. Inició cuando el 21 de febrero de 1978, los trabajadores de la extinta empresa Luz y Fuerza del Centro encontraron durante una excavación la escultura de Coyolxauhqui, diosa de la Luna. Los trabajos fueron dirigidos por el arqueólogo Eduardo Matos Moctezuma y estaban encaminados a cumplir tres objetivos:

1. Recopilar y revisar los antecedentes históricos y arqueológicos del sitio
2. Realizar excavaciones para encontrar información. En este rubro, se incluyen técnicas de control arqueológico, dibujo, restauración y fotografía.
3. Interpretar los datos recabados para correlacionarlos.

Para evitar el daño de las piezas por las excavaciones, solicitaron la presencia de los restauradores desde que se descubrió la escultura de Coyolxauhqui.

“Esto permitió la conservación preventiva *in situ* de los objetos y, conforme al estado específico de cada uno, la correcta intervención en el laboratorio de restauración... Cuando los materiales se presentan en condiciones muy delicadas, el restaurador se responsabiliza de realizar su levantamiento planificando la forma de abordar cada problema; en algunos casos utiliza vendas, soportes auxiliares como láminas, molde, o bien banqueando, para conservar la integridad de los objetos y mantener la forma en que fueron encontrados. Estos cuidados han permitido su estabilización y el consiguiente rescate de la información contenida en ellos”, describe María Eugenia Marín en el libro *Casos de conservación y restauración del Museo del Templo Mayor*.



Celebra Coyolxauhqui 34 años de su descubrimiento, 2012. Foto: El Universal

La restauración como negocio y “escalón”

¿Se puede comercializar con una labor tan noble como la conservación y restauración en el campo del arte? Aunque parezca difícil de comprender, ha ocurrido en innumerables ocasiones. James Beck enumera en la obra *La restauración de obras de arte: negocio, cultura, controversia y escándalo* las causas por la que esto sucede:

- *Establiment*: Cada profesional pertenece a un círculo específico y compite en el mercado del arte por obtener la mejor versión “corregida y aumentada” de una pieza. Beck cita en el mismo texto a Bernard Berenson: “Hay pocos problemas más controvertidos que el problema de cómo restaurar una pintura. Nunca encontré un profesional de esta especialidad que aprobara el trabajo de otro”.
- Falta de profesionalización de las prácticas restauradoras: las investigaciones actuales son realizadas, en su mayoría, por estudiantes de los últimos semestres de la Licenciatura en Restauración y Conservación. El autor señala que esto es un problema, dado que en la antigüedad esta labor era realizada por artistas, quienes conocían gracias a la interacción con los materiales, las reacciones de los mismos al ser aplicados en cualquier tipo de base.
- Importancia del arte moderno: ¿Por qué las obras del siglo XX tienen menor calidad respecto a materiales que sus predecesoras? Esto no se conoce exactamente. Sin embargo, los restauradores han tenido que recrear casi en su totalidad muchas piezas que corresponden a este periodo; descuidan el arte barroco o del siglo XIX por salvar objetos efímeros.

Ejemplo de lo anterior, fue la pieza *Ombliigo* de Sofía Táboas, cuya

intervención fue realizada por el taller de la ENCRyM del INAH. Sólo quedó el 40 por ciento del material original.

- Patrocinios: El uso de ciertos materiales por parte de restauradores y artistas, en algunas ocasiones provoca que las compañías que los fabrican, condicionen su utilización a cambio de promoción o dinero. Hay casos donde los fondos provienen de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales o empresas privadas, quienes decidirán cuál es el aspecto deseado de la obra, no el que se apegue más a su aspecto original.
- Publicaciones: Al hacer un nuevo hallazgo o mejora a una pieza artística, la información se actualiza a través de textos periodísticos, científicos, trabajos audiovisuales e internet, lo cual genera ganancias tanto para el medio de comunicación que lo difunde como para la investigación. Prueba de ello es el documental *Finding the lost Da Vinci* (Estados Unidos, 2012), producido por National Geographic.

Si el *establishment* se impone en las tareas de restauración y conservación, el resultado puede ser catastrófico. El 24 de septiembre de 2013, el periódico *El Universal* de México, dio a conocer que *El Caballito*, escultura realizada por Manuel Tolsá en 1795, había sido dañado.

¿Qué sucedió? Carlos IV y su corcel, ambos hechos con bronce, recibieron un “baño” de ácido nítrico al 30 por ciento, lo cual provoca efectos corrosivos en materiales metálicos. En este caso, eliminó la pátina que cubría la obra desde hace más de dos siglos, causando que la cara del rey y del animal tuviesen aspecto verdoso y amarillento; se destruyó 50 por ciento del objeto artístico. El peritaje fue realizado por la Coordinación Nacional de Conservación del

Patrimonio Cultural en colaboración con la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ECRyM).

La noticia dio la vuelta al mundo. En internet, se hicieron virales las imágenes de la pieza dañada y algunas personas crearon memes sobre el trabajo de Tolsá. Sin embargo, lo más importante de este acontecimiento fue el debate que suscitó entre la sociedad, el gobierno del Distrito Federal y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).



Chilango, *Los memes de “El Caballito”*, 2013.

La empresa *Marina, restauración de monumentos S.A de C.V* fue quien “renovó” el *Caballito* sin contar con un permiso especial, concedido por el INAH. Según César Moheno, secretario técnico del instituto, se autorizó al Fideicomiso del Centro Histórico, el proyecto de remodelación de la Plaza Tolsá mas no de la escultura. Esto fue publicado por el diario *24 horas* el día 24 de septiembre de 2013.

Posteriormente, el INAH presentó una denuncia ante la Procuraduría General de la República (PGR) *contra la empresa que, del 17 al 19 de septiembre de ese año,* realizó la limpieza a la estatua. El gobierno del Distrito Federal se deslindó del asunto.

A mediados de octubre de 2013, el diario *Excélsior* publicó el texto “Avalan restauración de El Caballito con ácido nítrico”, donde entrevistan a Sebastián, Juan Carlos Canfield y Ricardo Ponzanelli, escultores mexicanos. Ellos explican que la sustancia no afecta las piezas y que sólo se emplea para remover la pátina antigua y colocar una nueva.

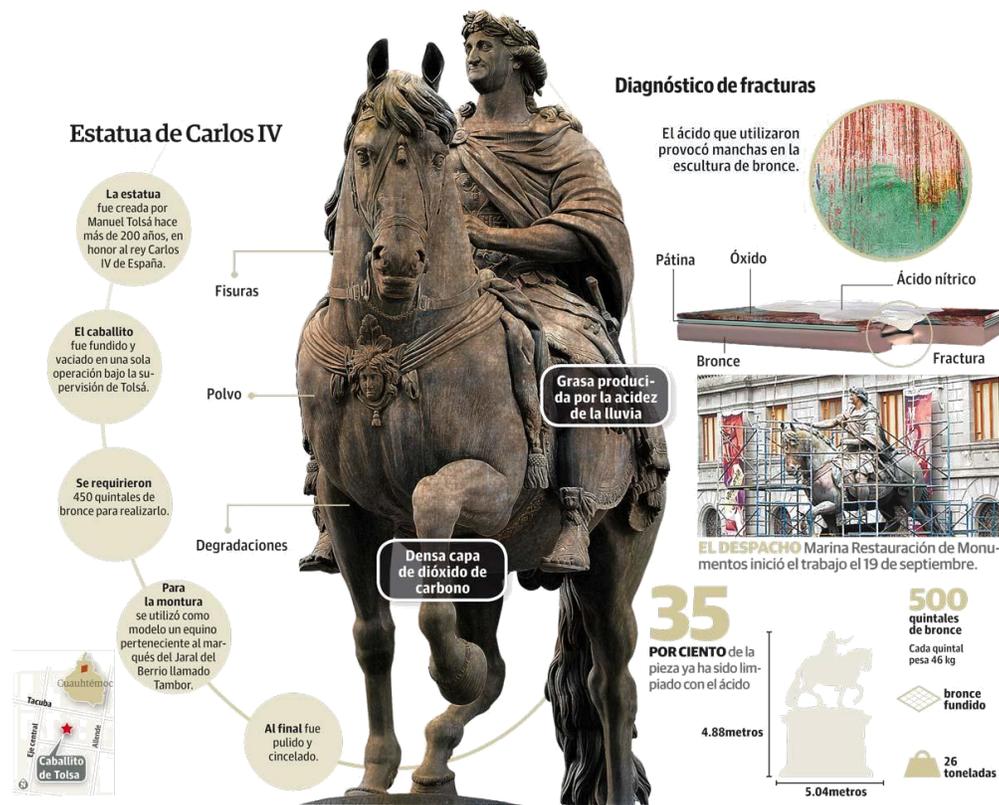
Contrario a las declaraciones de los artistas mexicanos, el INAH publicó en su sitio web el dictamen general acerca del estado de la famosa pieza escultórica. Algunas de las aseveraciones realizadas fueron las siguientes:

- “La aplicación del ácido nítrico provocó daños en la escultura de bronce, creando una superficie heterogénea compuesta por:
 - Zonas doradas brillantes y mates que corresponden a bronce decapado;
 - Zonas rosa salmón, que corresponden al bronce que perdió la aleación, y sólo tiene cobre en la superficie;
 - Zonas rojo tornasol, que corresponden a la oxidación del bronce causado por el uso del ácido nítrico;

- Zonas verde pulverulento, correspondientes a productos de corrosión (nitratos de cobre solubles);
- Zonas con restos de la pátina oscura original;
- Zonas con restos de capa de protección con suciedad y hollín”.
- Durante la inspección realizada por el instituto, observaron que los supuestos restauradores dejaron basura, una cruceta de andamio suelta y tablones, los cuales provocaron manchas de corrosión en la base de la pieza.
- El INAH hace énfasis en que todos los ácidos inorgánicos, grupo al que pertenece el ácido nítrico, no se emplea en nuestro país desde 1950, fecha en la que se detectaron los daños que causaba a los objetos artísticos.
- Al utilizar fibras de acero con el fin de dar brillo a la escultura, causaron un mayor daño en la pátina original.

La controversia continuó. El 11 de febrero de 2015, el Instituto de Información del Distrito Federal (InfoDF) exigió al gobierno local que hiciese públicas las minutas que autorizaron la restauración de la obra, ya que los daños están cuantificados en un millón 415 mil 723 pesos.

El 20 de febrero de ese año, el GDF argumentó que los daños son reversibles. El periódico *La Razón* hizo una infografía sobre la realización del monumento y lo que le sucedió.



La Razón, *Refutan al INAH, El Caballito aún se puede reparar*, 2014.

Pilar Tapia, profesora del Taller de Papel de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía del INAH, quien dio clase en el Taller de Metales, opinó que, en el caso de *El Caballito*, fueron decisiones burocráticas que pesaron sobre el trabajo de restauración.

“No hay material ni proceso malo. Sin embargo, los métodos que se utilizaron no fueron adecuados para el estado de conservación que requería la pieza, ya que no lo ameritaba a ese grado. El daño ya no es reversible, porque la pátina que la estatua tenía se colocó a propósito cuando fue creada y ésta se combinó con factores ambientales que la hicieron única. Aunque vuelvan a colocar esta propiedad, ya no será igual puesto que la original tenía información valiosa como

el grado de concentración de los materiales originales y la fecha exacta en la que se hizo la escultura”, dijo en entrevista.

En octubre de 2015, Conaculta y el INAH retomaron el proyecto y preveían terminarlo en el primer semestre de 2016. Sin embargo, en noviembre de 2016 anunciaron que los trabajos continuarían un año más.

Antes de reiniciar el trabajo, los restauradores y expertos analizarán las conclusiones a las que llegó el anterior grupo de investigadores, con el propósito de no dañar más la obra y comenzar a corregirla con métodos adecuados.

El segundo caso donde las autoridades prefirieron ahorrar unos pesos que contratar a una institución especializada en restauración es el de la estatua de Benito Juárez de San Nicolás de los Garza, municipio de Nuevo León. A mediados del mes de febrero de 2014, se dio a conocer que el Benemérito de las Américas lucía un color similar a Hulk, el personaje de cómics de Marvel.

Los trabajos de restauración iniciaron en noviembre de 2013. Este proyecto también contempló pintar las bancas, andenes y jardinería de color azul y naranja, distintivos del gobierno de Pedro Salgado Almaguer; su costo fue de dos millones de pesos. Los empleados del ayuntamiento decidieron darle una „manita de gato” a la estatua de bronce creada por Cuauhtémoc Zamudio colocándole pintura vinílica verde en cara y manos y pintura blanca y roja para la banda presidencial.



Fuente: Cuartoscuro

Las protestas no se hicieron esperar. Héctor Jaime Treviño, delegado del INAH, declaró para *Notimex* el día 12 de febrero de 2014:

“Es un atentado al patrimonio cultural mexicano y además una falta de respeto a uno de nuestros más grandes héroes, de los grandes personajes, si no es que el más grande personaje de la historia mexicana... Quien lo haya hecho, no tiene ni el más pequeño asomo de sentido común, ninguna estatua de bronce o de mármol no se puede pintar de esa manera, es echarla a perder, esto tiene una restauración, lleva un proceso, dirigido por un especialista y los tenemos aquí en Nuevo León y muy buenos... No se puede dejar, con todo respeto, una obra así a un albañil o pintor de brocha gorda, es una falta de sentido común, una total corriente (sic), mal gusto, yo lo he definido como un prototipo del art naco”.

El municipio restauró correctamente la obra. El 21 de marzo de 2014, Pedro Salgado dio a conocer en su cuenta de Twitter (@PedroSalgado_A), imágenes de cómo quedó finalmente tanto la pieza como el parque donde se encuentra.



Pedro Salgado, *Una inversión de \$4,695,297 pesos para beneficio directo de 9,255 habitantes, son los alcances de esta obra, 2014.*

Otra forma de comercializar con la restauración se da con la falsificación de piezas artísticas. En nuestro país, dibujos y pinturas de Diego Rivera, Saturnino Herrán, Frida Kahlo, Rufino Tamayo y Carlos Mérida han sido reproducidos con fines económicos en innumerables ocasiones. Puesto que esta situación es recurrente, en 2006 se realizó el *Manifiesto dirigido al pueblo de México para proteger el Patrimonio Artístico de la Nación contra la Falsificación de Obras de Arte y los Abusos en el Ejercicio de los Derechos de Autor*; Irene Herner, Alí Chumacero, Andrés Blaisten, Carlos Monsiváis, Carlos Montemayor, entre otros, firmaron el documento para proteger todo tipo de piezas artísticas.

Pero, ¿existe alguna forma de detener esta práctica? Los métodos no abrasivos otorgan resultados infalibles. Funcionan como el acta de nacimiento o un estudio de ADN hecho a un objeto, por lo que ayudan a descubrir piezas falsas. Aurelio Climent Font, catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid, explica en el artículo “Física y Arte” que si este tipo de investigaciones se difundieran, acabarían con el mercado del arte, ya que se descubrirían piezas apócrifas gracias a los pequeños elementos que hacen único a un objeto artístico.

Capítulo II. De falsificaciones y primeros métodos de conservación

En la primera mitad del siglo XX, el debate entre si se debía o no restaurar una obra era severo, sobre todo porque eran comunes los *Picassos* o *Kandinskys* apócrifos. Hans Gert Müller, colaborador de Max Doerner, profesor de la Academia de Bellas Artes de Múnich, alegaba que los avances científicos en el área de restauración causaban que los falsificadores tuviesen mayor oportunidad de vender esas piezas como si fuesen auténticas.

Además, señaló que el exceso de restauraciones podría modificar el significado del objeto artístico aunado a la alteración química que éste sufriría. Sin embargo, creía que mantener a la obra en buen estado, aumentaría el interés del público por conocerla.

Sobre este tema, Rosario Llamas dice en *Conservar y restaurar el arte contemporáneo: un campo abierto a la investigación*, que los criterios de conservación están sujetos al objetivo de la obra, como pueden ser la temporalidad limitada, caducidad, consumo o ruina. En caso de encontrarse con un objeto que tenga una o más de estas características, sólo se deberán hacer tratamientos preventivos.

¿Cómo se conoce el objetivo de una pieza artística? A través de la investigación, ya que la mayoría de los estudios determina el método de trabajo de los especialistas en esta materia. La autora da algunos criterios que pueden ayudar a la hora de realizar una restauración y van desde el concepto original de la obra hasta los aspectos legales que conllevaría “ayudar” al objeto, sumado al tipo de

materiales utilizados originalmente y si se deben o no sustituir pedazos del proyecto.

Heinz Althöfer menciona en el ensayo “Las dos finalidades de la restauración” que la búsqueda de respuestas acerca de una pieza artística comenzó en la década de 1960, cuando el arte moderno tuvo gran auge a nivel mundial; los pocos antecedentes de lo plasmado en lienzos y esculturas que tenían los artistas de esta época, provocaron una obsesión hacia la composición de los objetos.

“A pesar de las afirmaciones en sentido contrario, en general, se puede constatar en el siglo XIX un gran descuido frente a las limitaciones de la técnica pictórica. Del mismo modo, el supuesto apego a la tradición y, con él, la seriedad técnica no tiene en la práctica de la pintura el carácter vinculante... se pone de manifiesto una relación directa con el presente: los siglos XIX y XX están ligados por la unidad de la técnica pictórica”.

La apreciación de los años sesenta acerca de las obras artísticas provocó que existieran dos finalidades para restaurar piezas, haciendo énfasis en las que pertenecen al arte. La primera está enfocada en la perfección cromática y acrílica de un lienzo y la segunda muestra que los objetos están hechos para deteriorarse con el paso del tiempo. Solamente haciendo que ambos propósitos se fusionen, se entiende el fin del arte contemporáneo y la relación entre conservación y restauración actualmente.

Esto se complementa con la delimitación espacio-tiempo de la obra que, si bien ayuda a conocer las técnicas y contexto en que fue realizada una pieza, también son un enemigo en contra porque no son los mismos métodos ni herramientas utilizados en la actualidad. Por esta razón, se debe abrir un puente entre las aportaciones de siglos anteriores y las que se dan hoy en día.

Aún con estos detalles que facilitan la conservación y restauración, hay cinco aspectos que Althöfer identifica como obstáculos:

- Obras realizadas con técnicas tradicionales o similares. Su análisis está limitado a la resistencia al envejecimiento y la reversibilidad de los daños, sumado a la utilización de formas tradicionales de conservación-restauración. Un ejemplo serían las *Majas* de Francisco de Goya.



De Goya, Francisco, *La maja vestida* (1805) y *La maja desnuda* (1800).

- Cuadros monocromos. Son difíciles de analizar porque, en algunos casos, sólo se pueden eliminar manchas causadas por los dedos. Además, el detectar que el lienzo no fue lavado ni preparado para pintar, dificulta aún más la investigación, puesto que el óleo o acuarela tiende a cuartearse si no se sigue con dicha especificación. Aún está en debate si las superficies

que ya no tengan partes de pintura o material pueden ser repintadas. Ejemplo de ello son los cuadros realizados por Yves Klein, artista de la corriente dadaísta.



Klein, Yves, *Bleu monochrome sans titre*, 1960.

- Materiales combinados e inestables. Althöfer señala que los investigadores deben analizar meticulosamente las mezclas realizadas originalmente para la obra, con el propósito de no dañarla o de provocar un accidente por aquéllos componentes volátiles que destruyan los objetos.
- Obras ruinosas y arte efímero. Las técnicas de conservación y restauración en arte efímero u objetos que están hechos para deshacerse se aplican sólo para que se conserve esta apariencia vieja mas no para que se desintegre.
- Objetos accionados por motor. Hace referencia a la maquinaria empleada por métodos abrasivos y no abrasivos de conservación-restauración.

María Luisa Gómez, autora de *La Restauración. Examen científico aplicado a las obras de arte*, considera el análisis en laboratorio ha sido fiel compañero de la Historia del arte desde la segunda mitad del siglo XX, ya que ha aportado mayor profundidad a los estudios en cuanto a las técnicas artísticas, materiales y aplicación de los mismos.

Gómez divide en tres periodos la evolución de la ciencia en el campo de estudio de objetos culturales y artísticos:

- Primera etapa. Comienza en la antigüedad clásica y termina en el siglo XIX. “A partir de los datos recogidos de los tratados de Plinio, Vitruvio, Cennino, el monje Teófilo... se realizan ensayos fundamentalmente empíricos, hasta llegar a hacer análisis químicos aislados de algunos objetos de interés arqueológico. Los primeros vidrios correctores (lentes) aplicados al examen científico datan del siglo XVI, éstos posteriormente darán lugar a los diferentes instrumentos de aumento (lupa, microscopios óptico y estereoscópico, etc.)”.
- Segunda etapa. Empieza en la segunda mitad del siglo XIX y concluye a principios del siglo XX. Se caracteriza por las primeras colaboraciones entre historiadores y científicos y se plasman a través de documentos fotográficos de las restauraciones. Para 1888, los museos de Berlín, Alemania, crean el primer laboratorio de museo.
- Tercera etapa. Es todo el siglo XX hasta la actualidad. En este periodo los métodos científicos se aplican cada vez más y por ende, las investigaciones se vuelven más serias y rigurosas. Los historiadores y científicos asesoran al restaurador y los laboratorios en los museos; ya existe literatura especializada sobre el tema.

Se emplean las fotografías y radiografías para estudiar a fondo las piezas artísticas; se hacen los primeros cortes transversales de las pinturas y hay análisis acerca sobre la autenticidad de obras de arte, como los hechos por Schefer en 1925 respecto a una serie de pinturas supuestamente creadas por Frans Hals.

A pesar de los avances científicos, hay muy pocos estudiosos del área de ciencias naturales que se adentran en esta línea de investigación. “En 1984, el National Institute for Conservation (NIC) sólo registraba 50 científicos y la Smithsonian Institution, dependiente del Congreso, contaba únicamente con 40 científicos que trabajaban en un laboratorio de análisis. Actualmente hay programas especializados en Conservación para posgraduados en algunas universidades, como Yale, que exigen un sólido aprendizaje previo en física, química, biología, historia y bellas artes”, menciona Gómez en *La Restauración. Examen científico aplicado a las obras de arte*.

Los únicos países que cuentan con un avance significativo en este rubro son Francia, con los laboratorios del Museo del Louvre, los análisis de la Universidad de Poitiers y los programas de investigación del Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) y España, con la creación de aulas de experimentación en museo, institutos y facultades de Bellas Artes.

A pesar de los avances científicos y tecnológicos, hay un aspecto que los métodos tradicionales y no abrasivos no han tomado en cuenta del todo: ¿Dónde empieza el trabajo del restaurador y cuándo debe terminar? Esta interrogante fue respondida por Lizeth Mata, directora del Taller de Arte Moderno y Contemporáneo de la Escuela Nacional de Conservación y Restauración del INAH durante una plática que sostuvo en 2014 con la artista Melanie Smith sobre la pieza *Fluxus* (1991) en el Centro Cultural Universitario Tlatelolco (CCUT).

Ella dijo que la conservación y el proceso de restauración inicia investigando cómo, cuándo, dónde, para qué y por qué se hizo el objeto artístico, con el fin de conocer exactamente qué es (en algunos casos, el aspecto del trabajo no muestra concretamente su función e intención con el espectador) y qué se debe hacer con ella.

En el caso de la ENCRyM, con la información recabada por los estudiantes del último semestre de la licenciatura en Restauración, se crea un archivo en el que se documentará el proceso. Para esto, entrevistan a los artistas o a los museos; trabajan con curadores, quienes deciden el discurso de las obras en un espacio, y museógrafos, que se dedican a diseñar el espacio donde se expondrán las piezas.

En una entrevista realizada el 28 de febrero del 2014 a la investigadora en su taller dentro de la ENCRyM, dijo que esta información es entendida y comprendida por todos los que laboran en el taller, dado que no se trata sólo de recabar datos sino de crear un verdadero conocimiento sobre el óleo o escultura a tratar químicamente; es un diagnóstico del estado material.

Mientras hablaba sobre cómo debe realizarse un trabajo de restauración, algunos de sus alumnos del taller de Arte Moderno estudiaban materiales al óleo y otros analizaban visualmente una figura de un santo que fue llevado desde Puebla para ser “rescatado” por los investigadores.

Mata explicó que la restauración es mediada por los artistas, por lo que el investigador realiza una propuesta de intervención donde se observarán todos los procesos que pueden ser utilizados, sus pros y contras; deben ser aprobados tanto por los miembros del equipo del trabajo como de los autores.

Cuando esto sucede, la intervención ayudará a que la obra tenga la misma función que antes. Algunos de los materiales que emplean son gomas, esponjas, brochas, bisturíes, tijeras y, en casos muy especiales, solventes y adhesivos.

En el taller que preside Mata, han realizado colaboraciones con dependencias federales, gubernamentales y museos. No trabajan con galerías. Las restauraciones más importantes que han hecho son:

- *Fluxus* (1991) de Melanie Smith para la exposición Museo expuesto del Centro Cultural Universitario Tlatelolco.
- Piezas de SEMEFO, para el Museo de Arte Carrillo Gil.
- Obras de pago en especie de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. En su mayoría, fueron caballetes.

Mientras tanto, el taller de Papel dirigido por Pilar Tapia, utiliza la siguiente metodología, la cual pudo ser constatada durante la entrevista realizada en 2014 en las instalaciones de la ENCRyM:

- Análisis visual u organoléptico: Los alumnos y el profesor analizan el documento a simple vista. Hacen un informe sobre lo que observan superficialmente.
- Al mismo tiempo, hacen una investigación histórica, donde conocen los antecedentes de la pieza, quién la creó, qué material utilizó, a qué época corresponde.
- Cuando tienen ambos estudios, los confrontan. “En este paso, debemos corroborar que los datos „chequen“. Por ejemplo, podemos tener un documento cuya firma del autor sea del siglo XVIII pero el papel es de pulpa mecánica, el cual corresponde al siglo XX”.
- Después de contrastar y comprobar que la información recabada es correcta, se hacen conclusiones generales.
- Posteriormente, se realiza el estado de conservación, que es un informe donde se da a conocer cuál es el grado de alteración de la pieza (puede ser buena o mala para el proceso de conservación), qué proceso de

restauración se aplicará, el objetivo de la investigación y qué resultado es el esperado.

Respecto a lo anterior, Mario Mántica puntualiza en su obra *Conservación del patrimonio y aplicaciones de la físico-química*, que no basta con conocer las propiedades generales de un objeto; hay que estudiar a profundidad los aspectos específicos de los materiales, que pueden ser:

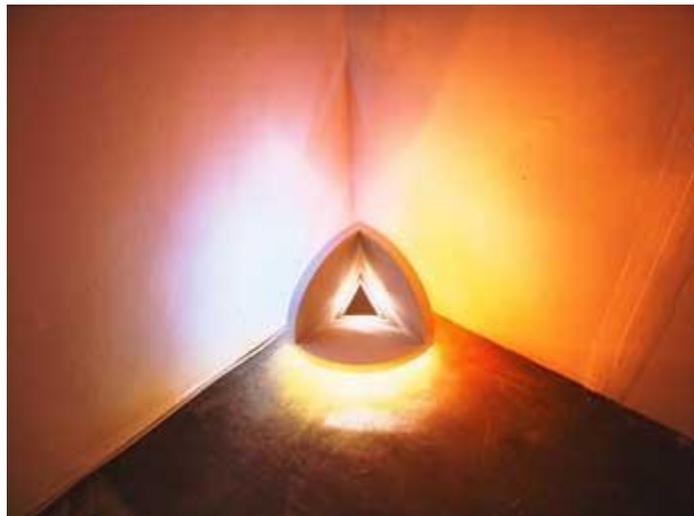
- Organolépticos: aspectos percibidos por los sentidos
- Densidad: hace referencia a la masa y volumen
- Puntos de fusión y ebullición
- Solubilidad respecto a líquidos, que pueden ser agua, alcohol y solventes
- Mecánicas: dureza, elasticidad, resistencia a la compresión
- Ópticos: si reflejan o emiten algún tipo de luz
- Térmicos: ¿cambia ante alguna fuente de calor?
- Eléctricos: ¿conduce electricidad?
- Químicos: comportamiento respecto a otros materiales y climas

¿Qué sucede si el material empleado falla? La profesora explica que siempre deben tener un “plan B”.

“Cuando notamos que el papel comienza a desbaratarse o se está blanqueando, o simplemente sucede algo que no había previsto, ya se debe conocer qué hacer. Por ejemplo, si al lavar un documento se desbarata, tenemos que correr a secarlo y neutralizar el proceso. Por esta razón, es importante medir siempre los riesgos en una investigación”.

Ambos talleres se rigen por los principios generales de la ENCRyM del INAH que son tres: legibilidad, retractibilidad y estabilidad. La primera es la unidad potencial del objeto, la segunda es la posibilidad de eliminar o modificar los componentes aplicados a un objeto sin que se dañe su composición original y el último rubro indica el equilibrio que debe existir entre las sustancias con las que se hizo la pieza y las aplicadas posteriormente.

La autenticidad del objeto estudiado estará determinada por el balance que se realice entre los cambios hechos por la restauración y la percepción que tenga el público sobre el trabajo artístico. Hay casos en los que la labor del restaurador debe ir más allá. El equipo de Lizeth Mata tuvo que reelaborar la pieza *Ombbligo* de Sofía Táboas, puesto que “desde que se creó, el material no era el adecuado. Posteriormente, la obra se quemó así que tuvimos que plantear de nuevo el proyecto”.



Sofía Táboas, *Ombbligo*, 2002.

En el equipo de Pilar Tapia, se han dado casos en los que la reconstrucción ha sido digital, sin alterar la autenticidad de la obra. Esto se da cuando al papel le hace falta más del ochenta por ciento de su composición original; pueden utilizarse

escaneos de imágenes que tengan el documento completo o tonos neutros para que, cuando la gente lo vea en exhibición, sepa que en ese sitio existió algo pero que, con los años, se desintegró y sólo se pudo salvar una pequeña parte.

El papel del restaurador en los museos es elemental a la hora de montar una exposición. Reyes Jiménez dice en *La conservación preventiva* que los especialistas están encargados de tres tareas fundamentales, las cuales son:

- Con base en el estado físico en el que se encuentren, decidir qué piezas pueden utilizarse para la muestra.
- Si algún objeto o material empleado en el sitio donde se albergará la obra puede dañarla, el restaurador debe retirarla inmediatamente.
- Selecciona materiales que eviten el deterioro de los objetos dentro del recinto y propone a través de diseños cómo deben ubicarse las piezas con el propósito de no dañarlas.

Para esto, el restaurador toma en cuenta rubros como el tipo de colección a mostrar en el museo (si son dibujos, óleos, esculturas), el volumen de las mismas y el tamaño de los objetos, con el fin de planear cómo será el montaje y cuántas personas requiere en su equipo de trabajo.

Uso de materiales no orgánicos en las obras

El *Manual de conservación y restauración de objetos antiguos* del Ministerio de Cultura del gobierno español indica que antes de modificar cualquier objeto, debe analizarse qué tipo de componentes lo constituyen. El texto los divide en metales, piedra y revestimientos.

Los procedimientos para tratar los cuatro materiales son:

-Metales: es importante identificar qué tipo es, ya que no es lo mismo trabajar con hierro, con cobre o con oro.

Todos los metales tienen una base general, lo que ayuda a determinar qué tipo de intervención requiere; estará relacionada con el grado de oxidación y corrosión, la resistencia de la superficie del material al óxido y las deformaciones y rupturas que tenga.

En el caso de que la pieza se oxide, para eliminar esta capa se deben utilizar disolventes acordes al tipo de metal y reducir la corrosión con ayuda de métodos electrolíticos, electroquímicos (uso de corrientes eléctricas) y mecánicos, que puede ser lavado intensivo (lavar con agua y secar en un horno a 105 grados centígrados y, en materiales porosos, con gel de sílice) y en seco (limpieza con herramientas como pinceles y cinceles).

-Piedra: este material es tratado con especial cuidado dado que, en la mayoría de las ocasiones, las obras están expuestas al aire libre.

Para intervenirlas, primero se mide la cantidad de sales que posee y su desarrollo según las condiciones ambientales. No obstante, analizar las piezas elaboradas con piedra es delicado, ya que las razones que causan su deterioro, en la mayoría de las ocasiones, son la humedad y filtraciones de agua.

Después de que se localiza de dónde provienen las goteras, los investigadores deben esperar a que el material seque por completo; así se eliminarán también las sales hasta que el pH del objeto sea menor.

Si la piedra se está desintegrando, se debe fijar el material con productos que consoliden todos los componentes y que, a su vez, sean porosos, con el fin de que la superficie no sea completamente hermética.

Si la obra de arte tiene grietas, se deben emplear adhesivos como resina epoxi en combinación con espigas de vidrio y evitar el silicato. Si la fisura es profunda, los investigadores inyectarán un material que cohesione el interior de la pieza.

-Revestimientos: se utilizan los mismos procedimientos que en la piedra ya que, en gran parte de los casos, la superficie de éstos es calcárea, es decir, está hecha de calcio.

-Cerámica: es uno de los materiales más estables para analizar, conservar y restaurar.

Al igual que con la piedra, lo principal es eliminar la humedad y sales. La limpieza es muy simple, ya que se utiliza agua y un detergente neutro; si la cocción de la cerámica es defectuosa, no se debe utilizar este procedimiento.

Color y pintura no son lo mismo

Los cuadros monocromos son difíciles de analizar debido a su composición técnica y estética. Sin embargo, la pintura y los colores van más allá de este tipo de obras; adquieren un significado dependiendo del propósito del autor y los elementos químicos que se mezclen.

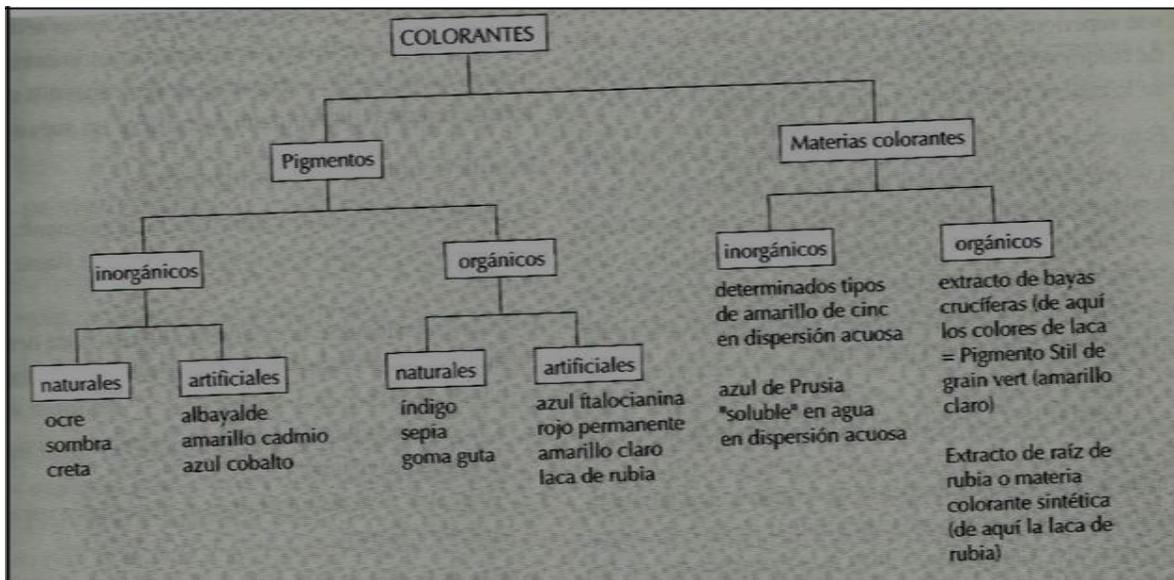
Max Doerner menciona en *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, que los colores no sólo describen las expresiones sensoriales del creador, también hacen referencia al tipo de pigmentos utilizados para crear una obra artística, los cuales causarán algún tipo de impresión en el espectador.

Las distinciones no terminan ahí. Las pinturas “son materiales, de líquidos a pastosos, que pueden secarse física y/o químicamente y también las mezclas de materiales que pueden aplicarse con el pincel (o a la brocha) o con otros útiles sobre los cuales quedan extendidas”. En esta clasificación se encuentran el aceite de girasol, la goma y los materiales sintéticos para realizar disoluciones.

Hoppe dice que no todas las pinturas tienen color. Aquéllas que poseen esta cualidad, les llama *colores para pintar* y los divide en siete grupos:

- Al óleo: poseen aceites secantes que, gracias a los distintos estados físicos que adquiere (del líquido al gelatinoso y finalmente, sólido), permite que los pigmentos se mantengan adheridos a la superficie tratada.
- Sintéticos de dispersión: aunque son solubles en agua, al secarse es imposible modificarlos. En el microscopio, se observa que las pequeñas partículas que los componen penetran en la pieza gracias a la evaporación.
- Al temple: se crea una emulsión de huevo y caseína (proteína de la leche). Se utiliza desde el antiguo Egipto y es una de las técnicas que más resisten al paso del tiempo y las condiciones climáticas.
- A la cola, guache: su solubilidad con el agua los hace sensibles al tacto. Es la forma más sencilla de dar efectos luminosos a las figuras del lienzo. Pueden ser fabricados por el pintor.
- Acuarela: utilizan goma arábica o azúcar. Se aplican colocando un poco de agua en la pastilla de color. No penetran totalmente en la pieza.
- A la cal: para aplicarlos se necesita agua en la base, y al secarse, tienen destellos blanquecinos.
- Al pastel: son grasos o secos. Los primeros, están compuestos con tragacanto, y los segundos son similares a los gises. Se aplican directamente a la pieza.

Para dar color a la pintura se emplean pigmentos cuyos componentes son insolubles. Se mantienen puros porque no se mezclan con otros colorantes para obtener distintas tonalidades. Ésta no es la única opción. También existen las materias colorantes, que pueden ser colores de laca, material de relleno o substratos; se activan para pintar con ayuda de aglutinantes y disolventes.



Doerner, Max, "Esquema de la clasificación de los colores inorgánicos y orgánicos", en *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, pág. 17.

¿Por qué un artista utiliza uno u otro tipo de pintura y colorante? Esto dependerá de lo que desee transmitir a través de la pieza. Por ejemplo, si quiere crear una obra como *Bleu monochrome sans titre* de Yves Klein, empleará óleo y pigmentos; ambos producen un efecto pastoso y con volumen, por lo que resultará atractivo para quien observe el trabajo artístico.

Alteraciones comunes en las piezas artísticas y métodos abrasivos

En las piezas de caballete, ya sea en lienzo de tela o en tabla, son los desgarres de la base, descamaciones de la pintura y la modificación de colores base por contaminación o condiciones climáticas y la desaparición del barniz por oxidación.

En el caso del papel, las razones son distintas. Puede ser por el uso del objeto, el tiempo que tiene de vida, los parásitos que viven en él y el clima.

Para poder determinar el estado de deterioro de cualquier pieza, es necesario conocer desde el entorno en el que se encuentra (museo, galería, biblioteca, entre otros) hasta aspectos como la relación que el personal de dicho sitio tiene con el objeto a estudiar.

En *Los oficios de la cultura*, Carmen Pérez explica los procedimientos más comunes de Restauración:

- “Colocación de parches de características similares a las telas o soporte de madera original.
- Cuando existan pérdidas de soporte y debilitamiento de las fibras del mismo, se procede al entelado de la pintura sobre una tela de lino así se evita que la capa pictórica termine por desaparecer.
- Reintegración de lagunas en la capa pictórica para devolver la lectura estética de la obra (técnicas de reintegración cromática conocidas como *tratteggio* y *rigatino*).
- Regeneración y limpieza del barniz de protección si está oxidado u opaco que hace que los colores aparezcan vedados y apagados”.

La autora especifica que cada objeto es único y no todas estas técnicas son utilizadas por igual. Los pasos más importantes para la conservación-restauración de objetivos artísticos son:

- **Estudio preliminar**

Se analizan los antecedentes de la pieza. Para esto, “los historiadores se ocupan de la búsqueda a través de documentos de archivos, tratados de la época, libros de fábrica de las iglesias, contratos de obra... para, determinar la fecha, la atribución de la obra y su iconografía, así como ciertos aspectos estilísticos y técnicos. También investigan las distintas transformaciones que ésta puede haber experimentado, los accidentes naturales y las intervenciones de restauración...Constituye la llamada „historia material“ de la obra”.

Los científicos completan esta información en el trabajo de laboratorio, al investigar de dónde provienen los materiales empleados, cuál fue la forma en la que el artista realizó la obra, su transformación a través del tiempo y cómo se ve actualmente. Además, funge como asesor del restaurador al explicarle las técnicas y químicos que debe emplear.

Antes de utilizar cualquier técnica para conservar y restaurar objetos, se debe consultar siempre a un especialista en la materia para hacer ensayos sobre cómo quedaría la pieza usando materiales compatibles con las sustancias base de la pieza, que se puedan eliminar y sobre todo, que su empleo sea controlable con ayuda de diferentes técnicas. A este proceso, se le llama *verificación*.

Doerner explica que si bien esta etapa era exclusiva para los artistas, actualmente también se aplica a las técnicas de restauración. El ejemplo que pone es en el aspecto de los colorantes:

- Poder de aclarado de pigmentos blancos: utilizar azul de ultramar con aceite de linaza y una cantidad diez veces mayor de pigmento blanco del que se aplicará a la obra. De este modo, se hace una comparación de qué tono es el adecuado para la pieza.
- Poder colorante de pigmentos negros y color: se emplea para determinar el volumen y tonalidad de los colores para pintar.
- Cuanto más varíe el tono de blanco, más poder colorante tiene el pigmento ensayado: hace una comparación entre laca de rubia y rojo de cadmio, dado que sus propiedades físicas los hace distintos. El primero da un color fuerte y crea un efecto de veladura (transparencia al fondo de la pieza). El segundo cubre bien la superficie (no se distingue la base de la obra) pero no colorea lo suficiente.

- **Limpieza**

Es el primer proceso. Consiste en eliminar la suciedad de la pieza para poder observarla detalladamente. La limpieza debe quitar la pátina (capa que se forma en las obras con el paso del tiempo; no significa que esté deteriorada) y mostrar la superficie original del objeto, con el fin de conocer más elementos que puedan ayudar a determinar la edad y daño. Es la “eliminación selectiva de una materia accesoria a la obra que altera su visión y no cumple o ha dejado de cumplir su función... Es siempre una operación delicada y peligrosa y es necesario que esté suficientemente justificada para llevarlo a cabo”.

Esto se realiza con disolventes, que son líquidos volátiles cuya función es eliminar las impurezas de pinturas y figuras policromadas; ablandan la capa superficial de la obra y permiten que se desprenda con facilidad el polvo o los microorganismos existentes.

El más utilizado es el agua mezclado con una mínima cantidad de tensoactivo (por ejemplo, jabón) para rebajar la tensión superficial y en caso de que la capa de suciedad sea muy gruesa, se emplean paños húmedos con geles y emulsiones; posteriormente, se enjuaga.

- **Aglutinación**

Se da a través de aglutinantes que son sustancias que se mezclan con pinturas o consolidantes para rellenar capas de pintura, soportes u objetos; forman una masa parecida a la plastilina.

- **Consolidación**

“Rellenan los espacios vacíos de un objeto y le devuelven la resistencia mecánica o la estabilidad a los sólidos frágiles, o bien para impregnar capas y superficies... Cuando mejoran la cohesión de capas externas, son denominados *fijativos*”.

Los consolidantes están hechos con sustancias como resinas sintéticas con determinadas características de adhesión; pueden ser algunos tipos de ceras.

- **Adhesión**

Consiste en juntar fragmentos como si fuese rompecabezas. El tipo de piezas a unir va a determinar qué material se utilizará. Por ejemplo, no es lo mismo un adhesivo aplicado a una madera que a un objeto de cerámica.

- **Barnizado**

Este material cambia la imagen superficial de las piezas y además, la protege de polvo y agentes del exterior como luces y contaminación que pueden deteriorar la obra.

- **Hidrofugantes**

Sólo se utilizan en los murales o paredes que hayan sido pintadas con fines artísticos. Quitar la humedad del sitio y de este modo, evitan que nazca moho en la superficie.

- **Reintegración**

Aporta unidad formal, estética o estructural usando aglomerantes, los cuales pegan y consolidan las grietas y oquedades de murales y materiales pétreos (hechos de piedra).

- **Protección**

Una vez finalizados todos los procesos, se aplica una superficie que proteja la obra de posibles agresiones del ambiente; puede estar constituida por una barrera exterior, como puede ser una vitrina o un barniz protector. Otra medida para cuidar la pieza es el tratamiento biocida, encaminado a evitar daños por contaminación o por insectos; es una especie de vacuna hecha de forma sintética o natural para los objetos.

Pero, ¿por qué estos procesos, a pesar de ser invasivos o abrasivos, son tan importantes? Ellos han permitido que, a lo largo del tiempo, podamos aún observar piezas tan relevantes como murales o pinturas al óleo.

Capítulo III. Métodos no abrasivos: la restauración del futuro

Generalmente, la sociedad no imagina la existencia de un vínculo entre el arte y la ciencia; los estudia por separado y evita, ya sea por falta de entendimiento o por ignorancia, que éstos confluyan. No obstante, desde el antiguo Egipto se ha comprobado que la relación existe y es la que ha permitido que objetos con más de mil años de edad se mantengan en buenas condiciones.

Este no es el único beneficio. Los métodos no abrasivos permiten que el proceso artístico regrese en el tiempo, es decir, se conozcan los componentes originales de las piezas, el artista colabore directamente con el restaurador, indicando cuáles fueron las condiciones físicas en las que creó el trabajo (sólo en arte contemporáneo) y por ende, que el oficio artístico retome la parte artesanal del proceso de elaboración.

Thomas Hoppe indica en el apartado “Contribuciones tecno-pictóricas” del libro *Los materiales de pintura y su empleo en el arte* que las aportaciones científicas más importantes son:

- Confirmar la composición material
- Conocer la estructuración tecno-pictórica
- Tener una visión de la composición original
- Conocer las causas del deterioro
- Localizar anteriores intervenciones de restauración

Aunque se utiliza desde hace algunos años, el uso de los aceleradores de partículas se remonta a la primera década del siglo XX. Según el libro *Fundamentos de radioquímica*, los aparatos fueron creados desde 1900 para analizar las partículas atómicas y subatómicas de la materia.

Los aceleradores permiten que las partículas adquieran la energía suficiente para chocar con el objeto a estudiar de forma certera. Gracias a las diferentes ramas de la ciencia que utilizan estos aparatos, se conoce la estructura y fuerza de los núcleos atómicos, además de los elementos que componen a los objetos y, en este caso, a las obras de arte.

En México, antes de la creación de la red ANDREAH, se realizaron estudios con este método, especialmente en arqueología. Ruvalcaba menciona en el libro *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas* el análisis de piezas de oro del cenote sagrado de Chichén Itzá, en el cual participaron el ingeniero L. Torres del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM (IIA) y el doctor Jorge Rickards del instituto de Física de la máxima casa de estudios.

Para el estudio, los expertos utilizaron el acelerador Van de Graaff de 0.7 megavoltios y, aunque esto se realizó en la década de los ochenta, el trabajo fue publicado hasta 1999.

En *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas*, se explica que, durante los noventa, Ruvalcaba estudió en el IF con la técnica PIXE y el acelerador Van de Graff pinturas rupestres de Baja California. A la par, en la misma instancia de la Universidad, se analizaron dientes de personas de las épocas prehispánica y colonial hallados en la zona del Altiplano (de Chihuahua hasta la Ciudad de México) y estucos prehispánicos.

En 1998, en colaboración con el INAH, el Museo del Templo Mayor y el IIA, los expertos del IF sometieron a los métodos no abrasivos dientes de ofrendas con tonalidades azules originarios de Tlatelolco, cerámicas de Teotihuacán y pigmentos de murales y los daños de la contaminación en la zona del Templo Mayor. Para 1999, ya tenían un grupo consolidado de investigadores de diversas

dependencias e instituciones, quienes se dedicaron a vincular la ciencia, la física y la historia.

En la misma época, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares inició sus propios análisis de obsidianas y realizó algunas colaboraciones con el IF, como el estudio de oro, cobre y cerámicas en técnicas al vacío.

El proceso para emplear cualquier otro método no abrasivo en la red de investigación ANDREAH es el siguiente:

“La primera fase consiste en la realización de exámenes con técnicas de imágenes para la realización de una prospección general del objeto en sus distintas regiones; ayuda a determinar el grado de heterogeneidad e identifica los rasgos generales de los materiales involucrados así como la presencia de intervenciones de restauración previas; permite determinar las zonas que deberán ser analizadas con técnicas instrumentales durante la siguiente fase de investigación. Un examen minucioso por medio de microscopía óptica complementa el examen del objeto de estudio.

La segunda etapa de análisis consiste en el uso de técnicas instrumentales en áreas representativas; en este momento se establecen las técnicas más adecuadas y su secuencia de aplicación; se obtienen cientos de mediciones complementarias utilizando distinta técnicas lo que permite verificar la validez de los resultados obtenidos y se obtiene un conocimiento general del objeto. Se emplean las espectroscopias de fluorescencia de rayos X (XRF), la Raman y la Infrarroja con Transformada de Fourier (MidFTIR), además de mediciones con espectrómetros de luz del visible al cercano infrarrojo que permiten realizar mediciones de colorimetría”.

Las técnicas utilizadas son:

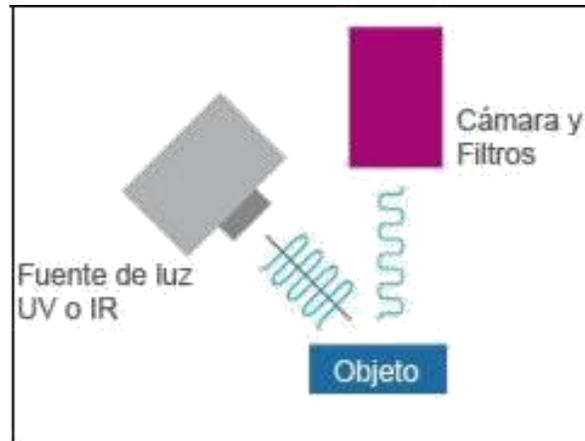
- **Imágenes con luz ultravioleta (UV) e infrarroja (IR):**

Este tipo de estudio permite conocer cuáles son los elementos homogéneos dentro de una pieza; a través del infrarrojo, se conoce si hay algún dibujo debajo de la pintura y con la luz ultravioleta, el uso de barnices, repintes y falsas pátinas.

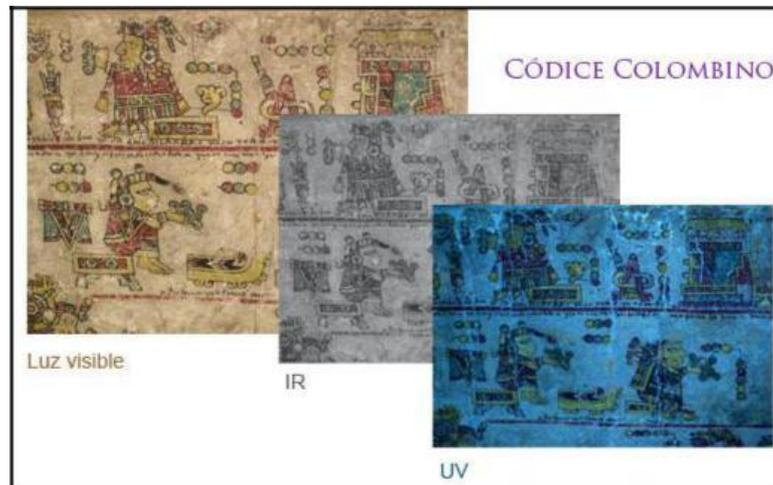
Eso sucede porque los objetos suelen responder ante los rayos, ya sea mostrando fluorescencia, transparencia u opacidad. Es similar al comportamiento de la piel del ser humano ante este tipo de luces, las cuales penetran o se reflejan en una persona, provocando reacciones de cualquier tipo.

Para hacerlo, se necesita lo siguiente:

- Cámara de fotografía digital con media y alta resolución.
- Cámara de video digital de luz infrarroja Sony.
- Dos lámparas: una de rayos UV y otra que analice las emisiones de la anterior.
- Lámpara de leds: Está hecha de pequeños focos. Este mecanismo también lo utilizan las televisiones de pantalla plana.
- Reflectografía infrarroja: complementa este estudio. Consiste en el análisis con luz infrarroja para descubrir trozos de carbón en las piezas sin dañarlas.



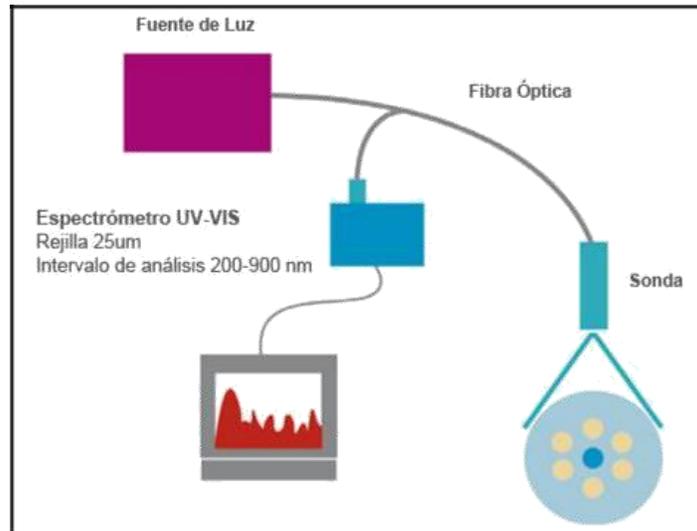
ANDREAH, *Técnicas de imágenes con luz ultravioleta e infrarroja*.



ANDREAH, *Estudio del Códice Colombino por luz infrarroja (IR) y ultravioleta (UV)*.

- **Espectroscopia UV-VIS-IR y Colorimetría**

La espectroscopia es el estudio por medio de una sonda muy parecida a un estetoscopio; de este modo se mide la luz que reflejan los materiales; se conoce el grado de color de los mismos. Es un análisis cuantitativo y cualitativo de la pieza; se sabe qué se integró y en qué cantidad. También se emplea la luz infrarroja y ultravioleta. Hay tres espectrómetros en el Instituto de Física que son de Ocean Optics USB 2000 y 4000 con fibras ópticas y sondas de iluminación.



ANDREAH, *Espectroscopia UV-VIS-IR y Colorimetría*.



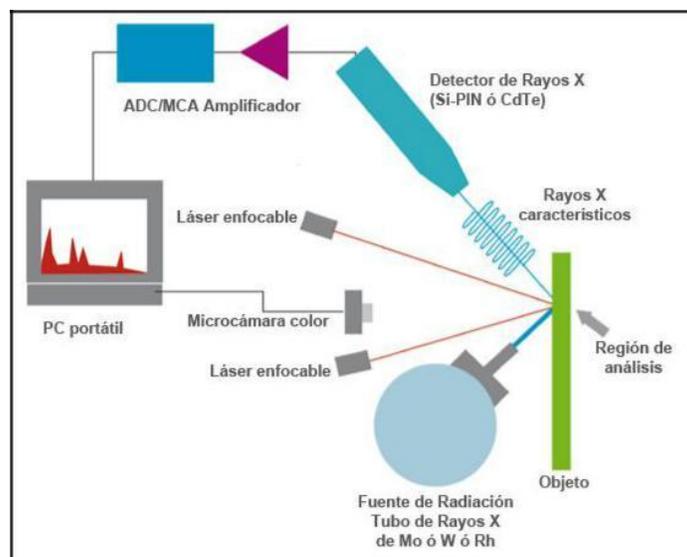
ANDREAH, *Estudio con espectroscopia VIS-NIR del Códice Azoyu I de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia (INAH)*.

- **Fluorescencia de Rayos X portátil XRF (sistema SANDRA)**

Esta técnica detecta los rayos X que emiten los elementos químicos de los materiales empleados en las piezas, sobre todo si son de tipo inorgánico como tintas, pigmentos sintéticos, metales y minerales (elementos traza). Es útil cuando la pieza no se puede transportar, ya sea por sus características físicas (por

ejemplo, un mural) o por falta de recursos económicos. Además, da resultados inmediatamente.

El sistema SANDRA no sólo se emplea en el área de las artes; los arquitectos, ingenieros civiles y urbanistas lo utilizan antes de realizar un edificio o caminos viales; les ayuda a determinar en qué condiciones está el terreno, si el material del que está construido originalmente es inservible, si hay chatarra y también lo emplean para determinar qué piezas o elementos sirven para reciclar. Además, mide elementos como el magnesio y el uranio.



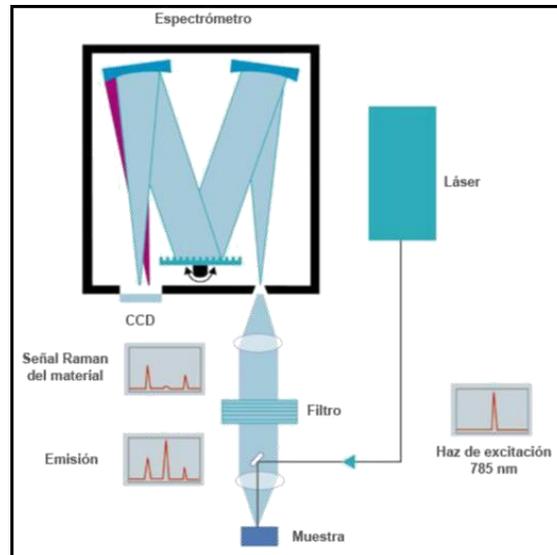
ANDREAH, *Fluorescencia de Rayos X Portátil XFR (sistema SANDRA)*.



ANDREA H, *Estudio por XFR de Las Dos Fridas en el Museo de Arte Moderno.*

- **Espectroscopia Raman**

Con este análisis se pueden detectar las reacciones de las piezas después de haber aplicado rayos láser. Funciona con componentes orgánicos e inorgánicos y alteran ligeramente la luz de la obra, la cual regresa a la normalidad después del examen. No se necesita preparación alguna del objeto antes de ser estudiado. Se cuenta con un sistema portátil Raman Inspector. Pueden analizarse sólidos, líquidos y objetos pequeños con el microscopio del sistema.



ANDREAH, *Espectroscopia Raman*.



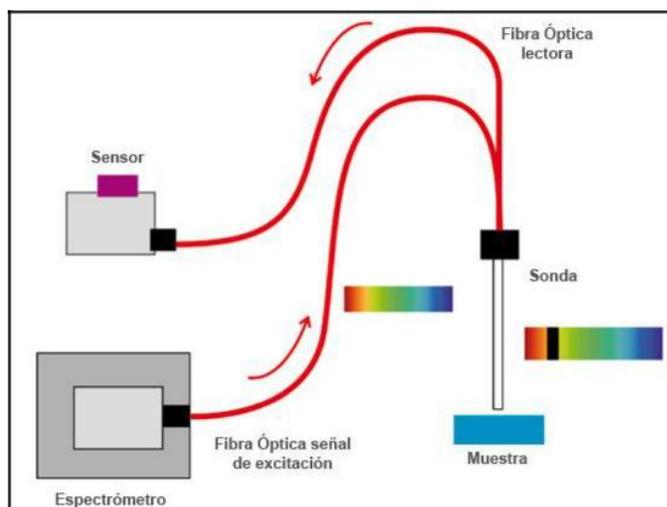
ANDREAH, *Estudio con Raman de un felino de Tecalli de Teotihuacán del Museo Nacional de Antropología e Historia*.

- **Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR)**

La espectrometría infrarroja ayuda a identificar qué tipo de materiales se encuentran en un objeto de tipo orgánico e inorgánico; analiza líquidos, sólidos,

gases, polvos, superficies, fibras y disoluciones. Esto se da con ayuda de un espectrómetro y fibra óptica.

En este caso, sí hay una modificación en la pieza la cual no será visible: las moléculas “se moverán”. Según el texto “Instrumentación y métodos de análisis químicos” de José Luis Serrano Martínez, “el espectro vibracional de una molécula se considera una propiedad física única y por tanto característica de ésta molécula. Así, entre otras aplicaciones, el espectro IR se puede usar como „huella dactilar” en la identificación de muestras desconocidas mediante la comparación con espectros de referencia”.



ANDREAH, *Espectrometría infrarroja con transformada de Fourier*.



ANDREA H, *Estudio de la máscara de Malinaltepec con Espectrómetro FTIR de fibra óptica.*

- **Técnicas con haces de iones (PIXE, RBS, PIGE, IOL) en el Laboratorio del Acelerador Pelletron**



Angélica Ferrer, *Parte del Acelerador Tandem Pelletron, junio de 2016.*

“La interacción de un haz de protones con la materia da lugar a emisiones secundaria de rayos X y Gamma característicos de los elementos químicos de un material. Asimismo, la dispersión de los protones por los núcleos de los átomos permite identificarlos. Todos estos fenómenos ocurren de manera simultánea”, menciona la red ANDREAH en su sitio web.

El haz externo del Acelerador Tandem Pelletron del IF puede realizar análisis de manera paralela a la atmósfera, con el fin de determinar la composición elemental de una pieza con las técnicas:

- PIXE: detectan elementos traza con ayuda de rayos X y gamma, los cuales se producen sólo en los átomos ionizados; las piezas analizadas los absorben, por lo que su intensidad disminuye y la energía cambia. También determinan la composición media de los elementos de la tabla periódica.

Para utilizar esta técnica, es importante que el personal esté capacitado para movilizar el equipo, ya que es sensible, voluminoso y de gran costo. Según el *Diccionario de restauración y diagnóstico*, la ventaja de esta técnica es que no es invasiva, siempre y cuando esté muy cerca de la obra a estudiar.

- RBS: muestran los elementos ligeros como carbono y oxígeno empleados en matrices formadas o elementos pesados en matrices ligeras. José Luis Ruvalcaba menciona en su tesis de doctorado *Analyse non destructive pas faisceaux d'ions de bijoux anciens d'Amérique* que la Retrodifusión de Partículas Rutherford se obtiene después de que un rayo de partículas cargadas interactúa con la materia. La energía que quede en la pieza

estará determinada por la masa de las partículas y el ángulo de difusión del rayo; esto concederá el “permiso” para que el investigador conozca la identidad y composición del objeto.

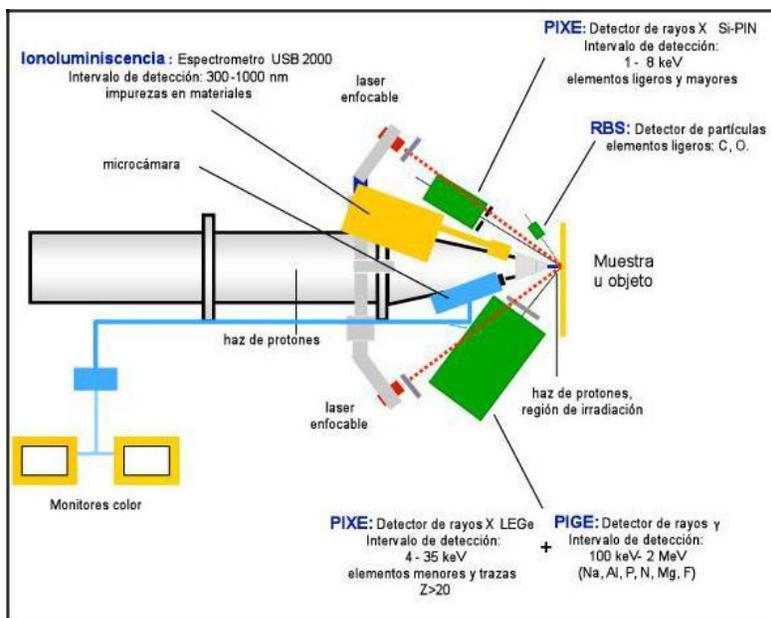
- PIGE: es la técnica de emisión de rayos gamma por protones. Con ella, se estudia los oligoelementos, que son el oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno, además del magnesio, potasio y hierro de la obra. Pese a los resultados precisos de sus análisis, no es muy utilizada en los laboratorios porque los estudios son costosos y el equipo es difícil de conseguir.
- Luminiscencia Inducida por Iones



Angélica Ferrer, *Parte del Acelerador Tandem Pelletron*, junio de 2016.

Estas técnicas son muy populares desde 1970. El Centro de Microanálisis de Materiales de la Universidad Autónoma de Madrid, señala cinco aspectos por los que los investigadores las utilizan:

- Se aplican a distintos materiales y con diversos fines
- Pueden ser controlados por el equipo de estudio
- Analizan diversos tipos de elementos en las piezas
- El peso mínimo de los objetos es de 10 gramos
- No necesitan un ambiente especial para ser aplicadas



ANDREA H, *Técnicas con haces de iones (PIXE, RBS, PIGE, IOL) en el Laboratorio del Acelerador Pelletron.*



ANDREA H, *Análisis de escultura policromada del siglo XVIII con el haz externo del acelerador Pelletron del IFUNAM.*

Ejemplo de su aplicación fue el estudio de la Banqueta 2 de *La Casa de las Águilas* o *Templo de los Guerreros*, dentro del Templo Mayor en la ciudad de México. Este proyecto se realizó en 1999 y participaron José Luis Ruvalcaba y Javier Miranda, doctor en Física e investigador del Instituto de Física de la UNAM.

El propósito de este análisis fue determinar qué contaminantes afectaban esta sección del sitio arqueológico, dado que su deterioro era considerable y es la pieza más expuesta a la intemperie. La experimentación con pequeños fragmentos de la pieza se realizó con el acelerador Tandem Pelletron del Instituto de Física. Los resultados fueron:

Color	Pigmento	Fórmula química
Amarillo	Limonita	Óxidos de hierro hidratados
Amarillo	Oropimente	As ₂ S ₃
Rojo	Hematita	Fe ₂ O ₃
Blanco	Calcita	CaCO ₃
Azul	Azul maya	Orgánico

Tabla 1. María de Lourdes Gallardo, et. Al, *Minerales identificados en los pigmentos* en “Banquetas policromadas: alteración por contaminantes”, 2003.

Los resultados muestran que la Banqueta 2 tiene una alta cantidad de arsénico y azufre, por lo que altera directamente el entorno de la sección; provocan deterioro, empobrecimiento de la imagen y, en el caso del primer elemento, reacciona con la luz. Los basaltos del lugar están contaminados también con azufre, cloro (ambos por inundaciones que sufrió el lugar) y zinc (por partículas que contiene el agua de lluvia).



Sin autor, *Banqueta 2*, sin fecha.

Otros proyectos realizados por la red ANDREAH

Entre las investigaciones que ha realizado el grupo dirigido por José Luis Ruvalcaba, se encuentra *La sagrada familia*, *El martirio de San Lorenzo* y *María Magdalena*, retablos creados por los pintores Andrés de Concha y Simón Pereyns, respectivamente.



Andrés de Concha, *La sagrada familia con San Juan niño*. Andrés de la Concha, *El martirio de San Lorenzo*.

Las observaciones que se realizaron antes de someter las piezas al estudio fueron:

1.- Preparación del panel: Se encontraron dieciséis paneles de 50 x 50 cm, los cuales están hechos de madera de pino, acorde a la estructura que se encuentra comúnmente en las pinturas hechas en la Nueva España.

2.- Capa de tierra: Los retablos tenían dos variables en este rubro, que dependían del terreno en el que se elaborara el objeto artístico: carbonato de calcio y sulfato de calcio (anhidrita). La diferencia en el material del suelo ha demostrado ser característico de escuelas y regiones específicas de la pintura durante el siglo XVI.

3.- Cebado o imprimatura: Los investigadores notaron el uso de una imprimación de color verde compuesta por blanco de plomo, tierra verde, azurita, ocre y negro en los retablos, característica común en las pinturas de caballete del siglo XVI. Su función es la de crear un estrato de material compatible para la capa pictórica y de conferir una tonalidad fría a la atmósfera general de la obra terminada.

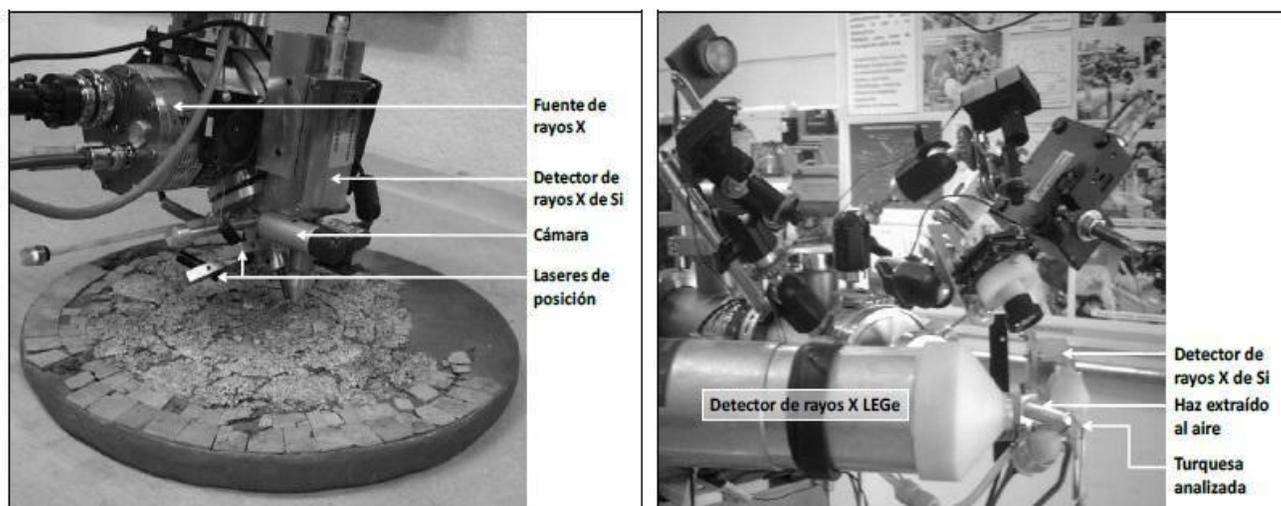
4.- Técnica underdrawing: El experimento estándar de referencia ha utilizado cinco variaciones para la aplicación de dibujos preliminares, con el fin de entender el comportamiento de mezclas de color y su sensibilidad ante la cámara. Las variables que puede presentar son a través de líneas transferidas por medio de lápiz de carbón, pouncing con negro de humo o con óxido de hierro y tinta de carbono aplicada con pincel.

5.- Capa pictórica: Para producir muestras de referencia estándar dentro del cuadro, los investigadores utilizaron dos fuentes de diferentes materiales: pigmentos preparados en el laboratorio y los aglutinantes y materiales de preparación comercial de alta calidad.

En este caso, los resultados no funcionaron para realizar precisamente una restauración. Según las conclusiones de este estudio, el cual lleva como título “XVI century colonial panel paintings from New Spain: Material reference standards and non-destructive analysis of mexican retablos”, lo obtenido a través del empleo de técnica PIXE y análisis con rayos UV, funcionó como un parámetro para poder estudiar más piezas al óleo tanto de la época colonial como contemporánea.

En 2008, los investigadores de ANDREAH, Kilian Laclavetine, del IF y Emiliano Melgar, investigador del Museo del Templo Mayor, realizaron un estudio sobre las turquesas encontradas en esta zona del centro de la Ciudad de México con la técnica XFR (Sistema SANDRA).

Pese a que en este tipo de materiales la técnica PIXE es más exacta, los investigadores tuvieron que utilizarla solo en pequeñas muestras de referencia, ya que los rayos pintaban las piedras de color negro.



“Caracterización no destructiva *in situ* de turquesas del Templo Mayor de México-Tenochtitlan mediante XFR”, detalles del Sistema SANDRA (derecha) y técnica PIXE (derecha), ambos del Instituto de Física de la UNAM.

Según el estudio “Caracterización no destructiva *in situ* de turquesas del Templo Mayor de México-Tenochtitlan mediante XFR”, las piedras preciosas eran utilizadas por los pobladores para crear ofrendas para los dioses.

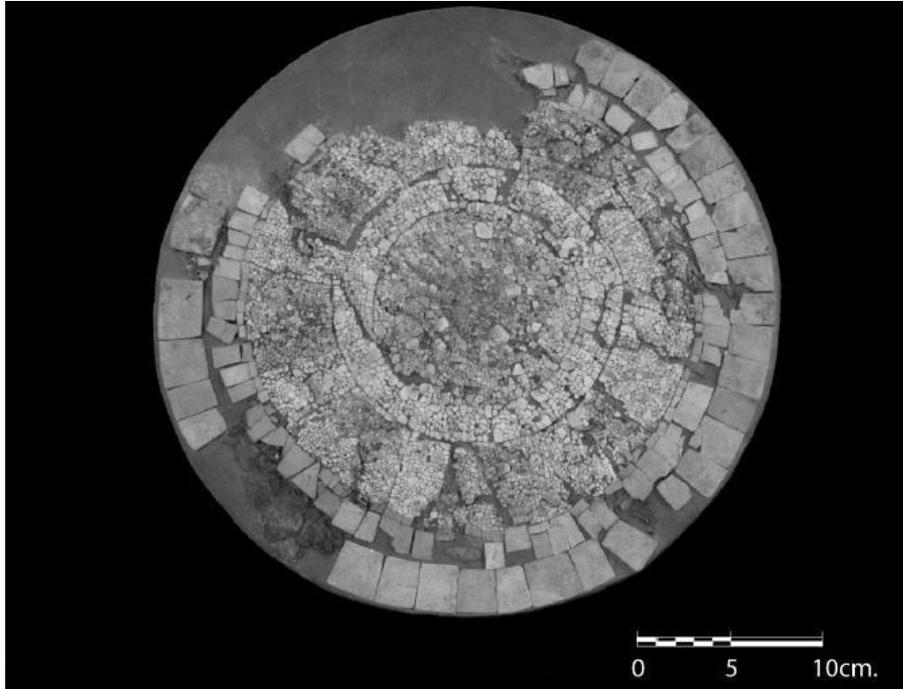
La hipótesis de la red y de los científicos que participaron en el proyecto, fue demostrar que el material encontrado en el Templo Mayor sí era turquesa y que, probablemente, nacía en este sitio.

“Hemos elegido la técnica de XRF por ser una técnica no destructiva y portátil, permitiéndonos obtener información sobre la composición química de gemas arqueológicas.

Contemplando la posibilidad que los aztecas habrían podido mezclar diferentes especies minerales azules y verdes para confeccionar sus ofrendas, queremos comprobar que la técnica de XRF nos permite diferenciar, de forma satisfactoria, esas diferentes especies para permitirnos discriminar las turquesas y aplicar un estudio de procedencia sobre una única especie mineral”, explican los investigadores en el artículo.

Durante los primeros meses de estudio, descubrieron que las teselas (dibujos de los mosaicos) de los materiales hallados en el Templo Mayor tenían diferentes formas y colores, los cuales variaban según las etapas de construcción del lugar. Para determinar a qué época correspondían, compararon las pequeñas muestras analizadas con PIXE con los materiales con características similares.

“Solamente se han descubierto 26 cuentas de „piedra azul-verde” en las ofrendas anteriores a la fase de construcción IVa del Templo Mayor. Por lo tanto, el disco de turquesa de la ofrenda 48 representa uno de los dos primeros mosaicos de turquesa del centro ceremonial del Templo Mayor... Las composiciones químicas de las teselas del disco de la ofrenda 48 parecen muy similares entre sí”.



*“Caracterización no destructiva in situ de turquesas del Templo Mayor de México-Tenochtitlan mediante XFR”,
Ofrenda 148 del Templo Mayor.*

En la investigación, descubrieron que los pobladores de esta región importaban las turquesas de otras zonas, como Arizona; estas piedras tienen una tonalidad de azul distinta y una sensación al tacto rugosa.

Las conclusiones a las que llegaron los científicos del IF y del Templo Mayor fueron:

- De las 240 piezas analizadas, el 94 por ciento son turquesas
- La mayor parte de las piedras provienen de Arizona
- La ofrenda 48 es la única pieza donde la totalidad de las teselas son de turquesa

- La etapa IVb, a la cual pertenece la ofrenda 48, fue la época donde existió mayor explotación de esta piedra preciosa por la alta demanda de la población
- Este aumento coincide con la conquista de Tlatelolco por los aztecas, que posteriormente, se convertiría en uno de los centros comerciales más importantes de México-Tenochtitlan

Una de las características que hacen importante a la red ANDREAH en México es porque pueden trasladarse al lugar donde está la obra sin necesidad de que el museo o institución mueva el objeto a otro sitio.

En una entrevista realizada por el Conacyt el 4 de septiembre de 2015, Ruvalcaba explicó que, desde 2005, decidieron crear un laboratorio portátil para poder acceder a las grandes colecciones artísticas del país.

“Nos dimos cuenta que era indispensable salir del laboratorio porque no todos los objetos podían ser traídos para estudiarlos. Las colecciones más importantes de México nunca iban a poder venir porque los costos de seguros y las condiciones de conservación implicaban una infraestructura importante que no íbamos a tener tan fácilmente. Era evidente que teníamos que salir con los equipos a donde estaban las piezas y así empezamos a trabajar con los primeros instrumentos portátiles”, detalló en la charla con la reportera Ameyalli Villafán.

Ruvalcaba, además de realizar proyectos con la red ANDREAH, ha participado en la mejora de los acervos de varios de los museos y edificios históricos más importantes del país.

Prueba de ello fue su colaboración con el Museo Nacional de Antropología e Historia. En 2014, participó en el proceso de identificación de las piezas, especialmente obras pictóricas del recinto cultural. Este trabajo lo realizó en

conjunto con la investigadora Sandra Zetina, del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM.

Otro de los estudios en los que participó fue el de la búsqueda de la *Tumba Real de Teotihuacán*. En 2011, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) inició una investigación para encontrar debajo del Templo de la Serpiente Emplumada de la zona arqueológica la tumba de alguno de los gobernantes de la zona.

En esa ocasión, se realizó un ciclo de ponencias en la UNAM llamado “Quinta mesa redonda de Teotihuacán”. En ellas se analizaron los estudios previos de arqueólogos de nuestro país y de Estados Unidos, Japón, España y Francia sobre el lugar.

Además, Ruvalcaba ha asesorado 23 tesis respecto al tema de conservación y restauración de obras de arte en México.

Por ejemplo, el trabajo de licenciatura “Análisis no destructivo de caracterización *in situ* de pintura mural colonial” de Malinalli Wong Rueda, explica la importancia de las técnicas no abrasivas para poder analizar murales, frescos y retablos de los conventos más importantes del país, como son los conventos de Actopan e Ixmiquilpan, ambos en el estado de Hidalgo.

Otros de los temas que el investigador del IF ha dirigido, abordan los métodos no abrasivos aplicados a alimentos como el chocolate y azúcar, metales, pigmentos y pintura novohispana.

Capítulo IV. LANCIC: La evolución de ANDREAH



LANCIC, *Una de las secciones del laboratorio ubicado dentro del IF de la UNAM, Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural*

Gracias a las investigaciones realizadas por la red durante casi una década, el proyecto evolucionó y nació el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC).

LANCIC, que también coordina el doctor Ruvalcaba, es un proyecto multidisciplinario en el que colabora la UNAM, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

Este proyecto inició en 2014 y, desde ese tiempo, son cuatro instancias las que seleccionan, analizan, gestionan y protegen las piezas: en la UNAM, son los institutos de Física, de Investigaciones Estéticas y Química, además de una sede en el Instituto Nacional de Ciencias Nucleares.

Según la nota de Yanireth Israde publicada en el periódico *Reforma* el 5 de noviembre de 2014 titulada “Velan patrimonio desde la ciencia”, LANCIC inició con un presupuesto de 40 millones de pesos aportados por CONACYT y la UNAM.

“Suena mucho dinero pero, para el enorme patrimonio que tenemos, es como una gotita de agua. Y tal cantidad de recursos es un acontecimiento histórico”, afirmó en el texto de Israde.

En LANCIC colaboran el doctor Jesús Arenas Alatorre, del Instituto de Física; la doctora Clara Bargellini Cioni, del Instituto de Investigaciones Estéticas; la maestra Sandra Zetina Ocaña, del Instituto de Investigaciones Estéticas, el doctor Fernando Cortés Guzmán, del Instituto de Química, el doctor Manuel Espinosa Pesqueira, del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y el maestro Baldomero Esquivel Rodríguez, del Instituto de Química.

El sitio oficial del Instituto de Física de la UNAM menciona que LANCIC en su primera etapa compró y experimentó con equipos instrumentales de alta sensibilidad para identificar los compuestos orgánicos e inorgánicos de pequeñas muestras.

Además, realizó algunos análisis para aplicar técnicas novedosas de imagen para señalar los materiales empleados en el arte mexicano, principalmente.

Según la página LabUNAM, que concentra las actividades de los laboratorios de la máxima casa de estudios, los objetivos de LANCIC son:

- “Contribuir desde distintos campos del conocimiento con el análisis, diagnóstico y conservación de bienes que forman parte del patrimonio cultural de México.
- Funcionar como un laboratorio itinerante, ya que los equipos portátiles con los que cuenta permiten tener un alcance regional y nacional.

- Formar recursos humanos de alto nivel que se adentren al estudio de colecciones e integración de bases de información.
- Desarrollar nuevas tecnologías y materiales para la investigación de bienes culturales e implementar protocolos y estrategias acordes a las características de los materiales que forman parte del patrimonio cultural

Las líneas de investigación de este proyecto multidisciplinario son cinco:

- Uso de técnicas de análisis de la imagen, espectroscópicas y químicas para estudiar la relevancia histórica y cultural de las piezas.
- Creación y desarrollo de nuevos materiales para la conservación.
- Estudiar procesos de deterioro y las técnicas para conservar la obra.
- Desarrollar protocolos para calificar y dar seguimiento al deterioro del patrimonio cultural.
- Uso y creación de metodologías *in situ* y en laboratorio para estudiar los objetos artísticos.

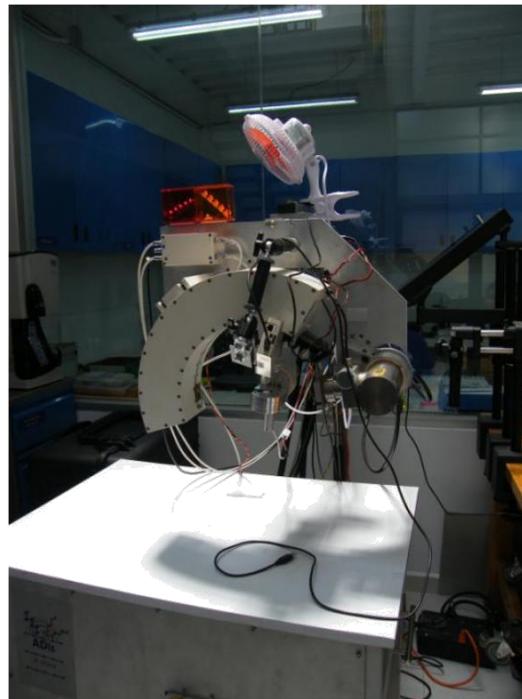


LANCIC, *fotografía de una pintura analizada con métodos no abrasivos*, Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural.

Los aparatos y materiales que emplea este grupo multidisciplinario se dividen en tres:

- Técnicas de imagenología: en ellas, se agrupan
 - las cámaras fotográficas, térmicas, digitales y UV.
 - Luces UV
 - Equipos de imágenes multiespectrales
 - Dron Phantom.
- Espectrometrías para caracterización *in situ* no destructiva:

- Espectrómetros
- Máquinas de espectrometría
- El acelerador Tandem Pelletron
- Análisis microscópico: en este grupo están
 - Los microscopios de los siguientes tipos:
 - Estereoscópicos
 - Digitales
 - Correlativos
 - De barrido y transmisión
 - De barrido y alto vacío.



Angélica Ferrer, *Imágenes de algunos de los aparatos utilizados en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural.*

Todos los aparatos utilizados por los especialistas de LANCIC son empleados para distintos materiales y objetos, dependiendo cuál es el resultado que se busque obtener.

Por ejemplo, con el sistema XFR Sandra II, se puede determinar qué tipo de componentes hay en un sitio y en qué se aplican.

“Si tuvieras un taller, por ejemplo, de producción de metal, podrías saber con esto (el aparato) qué son estos residuos, de qué parte eran y en dónde se estaban aplicando”, explicó Ruvalcaba.

Uno de los aparatos más empleados es el espectrómetro. En el laboratorio tienen diferentes tipos.

“Cada espectrómetro tiene un láser distinto. Algunos son de color rojo y otros, verde. La diferencia es que los colores de las obras reaccionan distinto dependiendo el tono del láser; la respuesta cambiará conforme el material”, dijo el doctor.

El uso del espectrómetro permite conocer un panorama general de una obra de arte y, conforme a su resultado se elabora un plan de trabajo para conservar o restaurar la pieza.

Este paso se crea con ayuda de los expertos en disciplinas como Historia del Arte, Química y Antropología, por nombrar algunos.

Gran parte del mobiliario que se observa en el sitio donde laboran, que está dentro del Instituto de Física de la UNAM, puede transportarse a cualquier sitio, sea un museo en la Ciudad de México, en el interior de la República Mexicana o una zona arqueológica como Teotihuacán o Chichén Itzá.

Estudios de LANCIC

Según su sitio web, el grupo interdisciplinario trabaja desde 2015 en tres proyectos, los cuales abarcan desde el uso de materiales orgánicos en las obras de arte hasta diagnóstico de posibles alteraciones en pinturas murales.

El primero de ellos se llama “Caracterización química de materiales orgánicos naturales y sintéticos en bienes culturales” y consiste en el análisis y estudio de objetos que estén elaborados con colorantes, barnices, polímeros sintéticos y aglutinantes naturales.

En él, también se propone la creación de una metodología que prevenga, preserve, intervenga y mantenga este tipo de materiales en las obras de arte.

El segundo se titula “Evaluación de condiciones de mantenimiento en bodegas de museos” y su propósito es identificar el ambiente y el tipo de luz que se emplea en los espacios donde se exhiben las piezas.

Para este proyecto de LANCIC participan como asesores investigadores del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), Instituto de Física, Química y del Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM.

Los fines de esta investigación según su sitio web son:

“-Análisis y diagnóstico estadístico de las condiciones de almacenamiento de los acervos estudiados.

-Propuesta de acondicionamiento del espacio para el almacenaje específico de los conjuntos patrimoniales de acuerdo con su naturaleza material.

-Estudios técnicos puntuales de caracterización material de objetos muestra pertenecientes al acervo.

-Protocolos específicos de acción como herramienta de diagnóstico para el análisis de las condiciones ambientales en las que se encuentran los materiales constitutivos del patrimonio cultural.

-Publicaciones en revistas especializadas.

-Participación en foros y congresos académicos y de divulgación.

-Organización y participación en talleres con fines de formación de recursos humanos especializados en el análisis científico de patrimonio cultural”.

El último estudio multidisciplinario es “Diagnóstico de mecanismos de alteración en pintura mural, recubrimientos arquitectónicos, esculturas monumentales, vitrales, decoraciones adosadas, retablos, fuentes y pintura rupestre”.

El proyecto, cuya duración es indefinida, propone el análisis *in situ* de piezas de esa índole para conocer cuáles son los motivos por los que sufren alguna alteración y proponer medidas que detengan el deterioro.

Para esto, el ININ, la UNAM y el INAH formarán un protocolo para determinar el daño de las obras y, posteriormente, elaborar los materiales con los que se restaurará la pieza.

Además de estos estudios, el LANCIC firmó en 2015 un convenio con la empresa Cal de Alta Pureza para realizar investigaciones en conservación y restauración del patrimonio, en los que se determinará la calidad de la cal en diversos objetos, con el fin de conocer si este material tiene mayor efectividad con el paso de los años.

Para ello, “el Laboratorio Nacional hará estudios en diferentes tipos de cal para analizar su morfología, la composición de sus fases cristalinas en función de su

antigüedad, su composición elemental, así como análisis térmicos, que permitirán, en su conjunto, determinar la composición de cal más efectiva para proyectos de restauración”, mencionó Aleida Rueda en la nota “LANCIC firma su primer convenio de colaboración” publicada en la página del IF en junio de 2015.

Además, el LANCIC ayudará a la empresa con estudios de laboratorio y pruebas de materiales que se emplearán en otro tipo de proyectos.

El catálogo de pigmentos



Angélica Ferrer, *El doctor José Luis Ruvalcaba y muestras de textiles teñidos con pigmentos orgánicos*, junio de 2016.

Otro de los estudios en los que participan los integrantes de LANCIC es la conformación de un catálogo de colores y pigmentos prehispánicos a nivel nacional, con el que pretenden estudiar cuál es su origen, su significado, en qué objetos o prendas se empleaba más y de qué forma se transforma con el paso del tiempo.

En una entrevista realizada el 30 de junio de 2016, el doctor Ruvalcaba explicó que gran parte de los textiles antiguos están hechos de pigmentos orgánicos, lo que, en algunos casos, dificulta su estudio.

“Éstos se pueden revisar con un infrarrojo. Con otros tipos de láseres no da una respuesta tan adecuada”, detalló. Sin embargo, se enfrentan a un problema: aún no se puede conocer la fecha exacta en la que se elaboró y tiñó el material.

“Podría uno escalar más o menos de qué época son por el cambio de color o cuáles son las alteraciones. Por ejemplo, si yo tengo un textil, podemos determinar qué tanto se puede exponer en el museo. A partir de esas pruebas, decidimos si lo puedes exponer o no”, explicó.

El sueño de Rivera en la Alameda, ahora en manos de la ciencia



Wikipedia Commons, *Sueño de una tarde dominical en la Alameda* pintado por Diego Rivera.

Diego Rivera fue uno de los artistas plásticos más importantes del siglo XX en nuestro país. Sus obras, que en su mayoría fueron murales, embellecen edificios tan emblemáticos en México y el mundo como el Palacio de Bellas Artes y Palacio Nacional.

Sin embargo, el fresco más recordado por los mexicanos es el *Sueño de una tarde dominical en la Alameda*. Esta pieza fue realizada entre julio y septiembre de 1947 sobre una superficie de 4.17 metros por 15.67 metros. Pesa 35 toneladas.

El mural fue elaborado con la colaboración de Andrés Sánchez Flores, quien preparó la pared que serviría como lienzo para Rivera, Rina Lazo y Pedro A. Peñaloza.

Según el sitio web del Museo Mural Diego Rivera, esta obra se divide en tres periodos, los cuales están representados en la Alameda Central de la Ciudad de México:

- El primero (lado izquierdo) muestra la época de la Conquista hasta la época del Segundo Imperio, en el siglo XIX. En esta sección, es posible observar a personajes como Sor Juana Inés de la Cruz, Fray Juan de Zumárraga, Miguel Hidalgo, Antonio López de Santa Anna, Benito Juárez y los emperadores Maximiliano y Carlota de Habsburgo.
- En la parte central del fresco, están retratadas algunas de las personas más importantes durante los primeros años del siglo XX. Ahí están Porfirio Díaz, Carmen Romero Rubio, el caricaturista José Guadalupe Posada y su famosa Catrina, que toma de la mano a un Diego Rivera de 9 años. Tras él, está quien fuera su esposa, Frida Kahlo.
- En la última sección (lado derecho), Rivera plasmó la Revolución Mexicana y a la clase alta de aquella época. En ese punto, retrató a Lupe Marín, a sus hijas Ruth y Lupe Rivera y a Rosa Rolanda, quien fue coreógrafa y pintora.

Desde 1947 a 1960, el mural estuvo en el salón comedor Versailles del Hotel del Prado, ubicado en avenida Juárez, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. En 1960 fue reubicado en el vestíbulo del lugar.

No obstante, en el terremoto del 19 de septiembre de 1985, el edificio quedó destruido pero el fresco pintado por Diego Rivera sólo había sufrido algunos daños.

Para sacarlo de este sitio, las autoridades locales y federales, decidieron colocar el mural en el que fue el estacionamiento del Hotel Regis en las calles de Balderas y Colón, otra de las construcciones que desaparecieron tras el sismo.

El traslado se realizó el 14 de diciembre de 1986; tuvo una duración de 12 horas, participaron más de 300 trabajadores y fue coordinado por la Secretaría de Obras y Servicios del entonces Departamento del Distrito Federal y de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

“El mural se protegió con manta de cielo y adhesivos para evitar que se dañara el fresco; además, se cubrió con tableros de madera y hule espuma. En la parte posterior, la estructura metálica se cubrió con espuma de poliuretano”, explica el sitio web del Museo Mural Diego Rivera, que fue inaugurado el 19 de febrero de 1988.

69 años después de su creación y dos reubicaciones, LANCIC estudió la magna obra de uno de los muralistas más importantes de nuestro país.

Para poder estudiar el muro, no tuvieron que obtener alguna muestra del material ni llevar la pieza desde el Centro Histórico hasta el Instituto de Física, donde labora el equipo del doctor Ruvalcaba. Lo que hicieron los especialistas fue emplear aparatos para realizar una espectrometría *in situ*.



Angélica Ferrer, *El doctor José Luis Ruvalcaba y muestras de textiles teñidos con pigmentos orgánicos*, junio de 2016.

En la imagen, se muestran tres impresiones del mural. La primera de ellas es el fresco de Rivera antes de la intervención. La segunda, es un análisis con luz infrarroja y el tercero, un estudio con luz ultravioleta.

“Las partes que se iluminan más son aquéllas a las que les falta una parte de pintura o una porción del material del que está hecho el mural”, detalló Ruvalcaba.

Aunque el equipo aún está colaborando con las autoridades federales para analizar a detalle la pieza, es una muestra de todos los objetos en los que los métodos no abrasivos pueden emplearse.

En la entrevista, el doctor Ruvalcaba no descartó colaboraciones con la UNAM, ya que también posee un gran acervo artístico en algunas partes de sus instalaciones, por ejemplo, el campus central de la máxima casa de estudios.

Las ofrendas de Chichén Itzá



Angélica Ferrer, *Pirámide del Kukulcán en Chichén Itzá.*

Durante los primeros meses de 2016, los integrantes de LANCIC, en colaboración con el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, la Escuela de Conservación, Restauración y Museografía del INAH y la Universidad de California, analizaron ofrendas halladas en la zona arqueológica de Chichén Itzá, en Yucatán.

Según la nota de *Notimex* titulada “Ofrendas en cenote de Chichén Itzá proceden de Perú”, publicada en *El Diario de Yucatán* el 10 de febrero de 2016, los investigadores siguieron la misma línea de estudio que expertos de la Universidad de Harvard crearon en 1950: los vestigios encontrados en la región que alberga la pirámide del Kukulcán son originarias de otros países.

En aquella época, esto se determinó porque las artesanías y joyas halladas tenían oro puro y una aleación de metal y cobre llamada *tumbaga*, materiales poco comunes en México pero muy empleados en Centroamérica.

Para estudiar los vestigios, que en su mayoría son parte del acervo del Museo Nacional de Antropología, del Peabody de Boston y del Palacio Cantón de Mérida, utilizaron la espectrometría de fluorescencia y microscopía óptica.

De este modo, conocieron las aleaciones de los materiales y su estado actual. Lo que hallaron fue que el oro, cuyo grado de pureza es alto, proviene de la región de Costa Rica y Panamá.

Otros de los objetos eran figuras realizadas de cobre y cubiertas con chapa de oro, técnica que sólo era empleada en Perú y que llegó a nuestro país después del año 600, en el periodo Clásico.

Además de estas piezas, las cuales fueron halladas en el cenote de la zona arqueológica, se encontraron turquesas y obsidianas, las cuales son originarias de Estados Unidos y Michoacán respectivamente.

Para complementar el estudio, LANCIC y los expertos de IIA, la ENCRyM y la Universidad de California emplearon el acelerador de partículas Tandem Pelletron, con el que comprobaron la región de origen de los objetos que se lanzaron como ofrenda a los dioses en esa zona.



Salhedine, *Cenote Sagrado de Chichén Itzá*, Wikimedia Commons.

Trabajo con particulares

La popularidad de LANCIC en el mundo científico y artístico de México aumenta conforme realizan nuevas investigaciones sobre obras reconocidas a nivel nacional e internacional.

Por esta razón, en su sitio web tienen un catálogo de servicios que son los siguientes:

- Aplicación específica de técnicas de imagen, análisis instrumental *in situ* y en laboratorio, análisis microscópicos y microanálisis químicos
- Estudios específicos de objetos y colecciones de los acervos nacionales institucionales, proyectos arqueológicos, proyectos de conservación
- Realización de proyectos a mediano y largo plazo

Para los primeros dos, los interesados deben contactar al coordinador del proyecto, es decir, al doctor José Luis Ruvalcaba, con quien realizarán el presupuesto y una planeación aproximada de la investigación.

En el último caso, el Comité Técnico de LANCIC deberá aprobarlo, estudiar qué tan fiable y factible es, cuál será el presupuesto y el alcance del estudio.

Pero, ¿qué pasa con aquéllos que tienen óleos, textiles o esculturas en sus casas o con las galerías privadas?

Ruvalcaba hizo gran énfasis en su respuesta: No se trabaja con particulares.

“En México tenemos un acervo tan importante que no podemos recibir a todas las personas. Por ejemplo, si tu tía te hereda un cuadro y dices „oigan, ¿pueden decirme cuánto vale?”, no lo estudiamos”, reiteró.

Acerca de cómo programan los estudios a las obras que tienen gran relevancia para la sociedad, dijo que “el comité determina cuando es muy importante y, en ese caso, tratamos de priorizarla en la agenda”.

Por ejemplo, uno de sus próximos proyectos es el estudio de todo el trabajo elaborado por Gerardo Murillo, mejor conocido como “Doctor Atl”.

Sin embargo, la labor de Ruvalcaba y el grupo de expertos no se supedita sólo a lo que los museos exponen; también explora e indaga en todo el acervo nacional que quiera y necesite ser estudiado.

Reflexiones sobre el reportaje

La investigación periodística expuesta en este trabajo muestra la evolución de una red de investigación multidisciplinaria en México (ANDREAH) hacia un equipo de trabajo involucrado con institutos de la UNAM e instancias gubernamentales (LANCIC), cuyas colaboraciones ya no sólo se realizan en nuestro país sino en todo el mundo.

Este reportaje se realizó a lo largo de tres años por diversas circunstancias. La primera de ellas, fue estudiar y comprender nociones básicas sobre física nuclear y química, principalmente, con el fin de poder explicar con mayor facilidad a los lectores de qué forma se realizan los análisis aplicados a las obras de arte.

Comprender el lenguaje técnico es una dificultad en el periodismo, especialmente para aquéllos que no cuentan con una especialización en una fuente.

En este caso, la asistencia a seminarios, la lectura de textos sobre física nuclear, la revisión de documentales y la investigación hemerográfica, ayudaron a entender la relación entre las ciencias comúnmente llamadas “duras” con el arte.

Como se menciona en el texto, a pesar de que los métodos no abrasivos en México se emplean desde hace más de dos décadas, los textos elaborados por científicos mexicanos son escasos.

Con el fin de continuar con la investigación, se consultaron textos de instituciones especializadas en el tema alrededor del mundo como la Universidad Autónoma de Madrid y artículos en otros idiomas, especialmente en inglés y francés. Uno de ellos fue la tesis de maestría del doctor José Luis Ruvalcaba.

Para que una entrevista sea exitosa, es importante que los reporteros investiguen la vida y obra del personaje antes de cuestionarlo sobre el tema del que se escribirá posteriormente.

Respecto a este reportaje, la información sobre la línea de investigación de José Luis Ruvalcaba, la cual sigue desde su tesis de licenciatura y está enfocada en los métodos no abrasivos para estudiar el patrimonio artístico, y su trabajo en el ámbito profesional fue vasta. Durante dos años y medio, se consultaron los artículos donde participó, las conferencias y sus tesis de licenciatura y maestría.

Sin embargo, el encuentro no ocurría. Fueron años de enviar correos electrónicos, escribir vía Facebook y LinkedIn y llamar al Instituto de Física de la UNAM sin recibir una respuesta. Pero a mediados de 2016, el doctor Ruvalcaba contestó uno de los mensajes enviados y aceptó la entrevista.

La primera de ellas se realizó vía telefónica, ya que él estaba realizando un trabajo en el Museo Nacional de Arte (MUNAL) y no podía atender a nadie hasta que saliera de las instalaciones.

La segunda ocasión, los cuestionamientos se realizaron en el laboratorio de LANCIC en el Instituto de Física de la UNAM.

Durante más de una hora, el líder de la red de investigación explicó en un recorrido, cuáles eran las funciones de los aparatos, qué proyectos habían realizado con ellos y los planes a futuro en el ámbito de la conservación y restauración del patrimonio histórico de los especialistas que integran su equipo de trabajo.

Después de ese encuentro, el resto de la comunicación fue por correo electrónico. Aunque esto no es recomendado en el periodismo tradicional, actualmente es de mucha ayuda, ya que si el investigador no podía estar físicamente en un sitio para

hablar, él redactaba la información solicitada o enviaba algunos de los textos que ayudarían a formar este reportaje.

Las entrevistas con Pilar Tapia y Lizeth Mata se realizaron en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía del INAH (ENCRyM), ubicada a unas cuadras de la estación del Metro General Anaya.

A Lizeth se le contactó por primera vez en una exposición en el Centro Cultural Universitario Tlatelolco (CCUT) llamada “Museo Expuesto” en 2014, que trataba sobre el proceso para montar una exposición. Ella ayudó a analizar y restaurar la pieza *Fuxus*, de la cual se habló en la primera parte del texto.

Después de entrevistarla, ella dio el contacto de Pilar, quien en su taller mostró algunos ejemplos de la labor que diariamente hacen sus alumnos con documentos antiguos, en los que, en algunas ocasiones, requieren la ayuda de la tecnología.

Debido a que la aplicación de las técnicas no abrasivas es muy amplia, se tuvo que delimitar la investigación a las piezas artísticas. En el texto, sólo encontramos tres ejemplos de zonas arqueológicas, que sirvieron sólo para exponer el alcance de las investigaciones realizadas por los expertos en física, química, historia del arte y antropología, principalmente.

Respecto a la redacción del reportaje, fue muy importante tener a la mano en todo momento un glosario de los términos empleados en los estudios realizados en ANDREAH y LANCIC, debido a que algunas palabras son tecnicismos y difícilmente, pueden ser descritos de una forma sencilla.

Para ello, se utilizaron fotografías, tablas e infografías, con el fin de ilustrar el texto y, además, mostrar de una manera visual el funcionamiento de aparatos como el acelerador de partículas Tandem Pelletron o la forma en que los rayos X o gamma “chocan” contra los objetos y la respuesta de éstos a la luz.

El que los lectores entiendan lo que el periodista desea expresar es básico. Si no, el trabajo realizado no habrá funcionado, ya que no generó un conocimiento ni curiosidad en quien consume el producto.

La actualización de la información es muy importante a la hora de realizar un reportaje, sobre todo si está relacionado con algo tan volátil como la ciencia.

La primera parte del texto se modificó debido a que, cuando se retomó la investigación, ANDREAH ya se había convertido en LANCIC y, aunque la mayoría de los integrantes eran los mismos, los estudios fueron aún más específicos y abarcaron más áreas, como el convenio que se realizó con una empresa de cal para determinar el funcionamiento y desgaste de este material con el paso de los años y bajo ciertas condiciones ambientales.

Una de las grandes “luchas” a la hora de realizar un material periodístico es el tiempo y qué tan cercano puede hacerse al público. Contrario a lo que pasa en temas políticos, económicos y sociales, los métodos de conservación y restauración no abrasivos no cambiaron de un día a otro; su evolución es muy lenta en México.

Esto fue una ventaja a la hora de escribir el reportaje, ya que no es un tema que termine de un momento a otro, por lo que no fue necesario reestructurar la investigación desde el inicio.

Pese a las dificultades que se presentaron durante la elaboración de este material, el objetivo se cumplió: el texto muestra cuál fue la evolución de la conservación y restauración a través de la historia, el nacimiento y aplicación de las técnicas no abrasivas y de qué forma se emplean en México, especialmente en las artes plásticas.

Con ejemplos como *Las Dos Fridas* o *Sueño de una tarde dominical en la Alameda*, se ilustró una de las aplicaciones más comunes de la espectrometría, la microscopía y el funcionamiento del acelerador Tandem Pelletron.

Esto es importante, debido a que los textos científicos no suelen tener divulgación en los medios de comunicación debido a la falta de periodistas especializados en la materia y porque, en algunos casos, pueden aburrirles.

No obstante, los avances de ANDREAH y LANCIC plasmados en este reportaje son innovadores y tienen gran impacto, especialmente en el ámbito artístico del país. Este texto cumple con una de las premisas básicas del periodismo: reproducir y dar una interpretación de la realidad al lector.

Este escrito ayudará a que la población conozca los estudios que se hacen en el país y, especialmente, en la UNAM y cómo estos influyen en la preservación del acervo cultural, ese gran e importante eslabón dentro de la historia de nuestra nación.

Fuentes

- **Bibliografía**

Acha, Juan, *Expresión y apreciación artísticas*, Editorial Trillas, México, 2011.

Althöfer, Heinz, *Restauración de la pintura contemporánea: tendencias, materiales, técnicas*, Akal, España, 2003.

Calvo Hernando, Manuel, *Manual de periodismo científico*, Bosch, España, 2011.

Del Egado, M. A. y D. Juanes, *La Ciencia del Arte II. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*, Instituto del Patrimonio Cultural de España, Madrid, 2010.

Del Egado, M. A. y T. Calderón, *La Ciencia del Arte. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*, Instituto del Patrimonio Histórico Español, Madrid, 2008.

Echevarría, Begoña, *El reportaje periodístico: una radiografía de la realidad: cómo y por qué escribirlo*, España, Comunicación Social, 2011. (Texto metodológico).

Esparza, Rodrigo, *Arqueometría*, Colegio de Michoacán, México, 2006.

Gómez, María Luisa, *La Restauración. Examen científico aplicado a las obras de arte*, Cátedra, España, 2002.

Lowe, Lynnet, *El ámbar de Chiapas y su distribución en Mesoamérica*, UNAM, México, 2004.

Martínez, C., J. L. Ruvalcaba, M. A. Ontalba y L. Manzanilla. 2002. "Caracterización mediante haces de partículas: estudios interdisciplinarios de

pintura mural teotihuacana”, en *XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte: Arte y Ciencia*, P. Krieger (ed.). Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, pp. 239-263.

Read, Herbert, *Arte y sociedad*, España, Ediciones Península, 1973.

Río Reynaga, Julio del, “Problemas metodológicos del reportaje”, en *Periodismo Interpretativo. El reportaje*, México, Trillas. 1994. (texto metodológico).

Ruvalcaba Sil, J. L., L. Filloy, M. Vaggi, L.H. Tapia Gálvez y R. Sánchez Becerra. 2010. “Estudio no destructivo *in situ* de la Máscara de Malinaltepec”, en *La Máscara de Malinaltepec*, S. Martínez del Campo (coord.). Conaculta/ INAH, México, pp. 153-168.

Sánchez Vásquez, Adolfo, *Las ideas estéticas de Marx*, Siglo XX.

Ulibarri, Eduardo, *Idea y vida del reportaje*, México, Trillas, 1994. (Texto metodológico).

- **Ciberografía**

Anaya, Lilián, “10 datos del estudio de la misteriosa máscara de Teotihuacán”, publicado en el periódico *El Universal* edición Estado de México en la sección Cultura [en línea], <http://www.eluniversaledomex.mx/home/nota26791.html>, consultado el día 12 de febrero de 2013 a las 19 horas.

Fundación UNAM, “Emplea UNAM ondas electromagnéticas para estudiar pinturas”, publicado en Fundación UNAM [en línea], <http://www.fundacionunam.org.mx/pumarte/emplea-unam-ondas-electromagneticas-para-estudiar-pinturas/>, consultado el día 27 de noviembre de 2016 a las 16: 47 horas.

García, Laura, “Murales: arte y ciencia en la historia de México”, publicado en Ciencia UNAM [en línea], http://ciencia.unam.mx/leer/565/Murales_arte_y_ciencia_en_la_historia_de_Mexico, consultado el día 28 de noviembre de 2016 a las 20:15 horas.

González, Arnoldo, Ruvalcaba, José Luis, Riquelme, Francisco, “La malaquita de la máscara de la Reina Roja”, publicado en la revista *Arqueología Mexicana* [en línea], <http://www.arqueomex.com/S2N3nReinaRoja113.html>, consultado el día 12 de febrero de 2013 a las 19:15 horas.

Instituto de Física UNAM, “Fundamentos de la técnica PIXE”, publicado en Investigación de Laboratorios, [en línea], http://www.fisica.unam.mx/laboratorios/peletron/INVESTIGACION/tecnica_PIXE.html, consultado el día 13 de febrero de 2013, 12 horas.

Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM, *Revista Antropología y Técnica*, [en línea], <http://www.iaa.unam.mx/publicaciones/electronico/AyT/revistaAyT.htm>, consultado el día 08 de febrero de 2013, 20 horas.

Instituto Nacional de Bellas Artes, Museo Mural Diego Rivera [en línea], <http://www.museomuraldiegorivera.bellasartes.gob.mx/>, consultado el día 28 de noviembre de 2016, 22:43 horas.

Israde, Yanireth, “Velan patrimonio desde la ciencia”, publicado originalmente en el periódico *Reforma* y retomado por el Instituto de Física UNAM [en línea], http://www.fisica.unam.mx/noticias_ruvalcaba_lancic_2015.php, consultado el día 1 de noviembre, 18:56 horas.

Notimex, “Analiza UNAM patrimonio arqueológico sin tocarlo”, publicado en el diario *Milenio* sección Tendencias [en línea],

<http://www.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/9da5cb77464aa77250b774b8cfb13aad>, consultado el día 08 de febrero de 2013 a las 21 horas.

Notimex, "Ofrendas en cenote de Chichén Itzá proceden de Perú, publicando en *Diario de Yucatán* [en línea], <http://yucatan.com.mx/imagen/arqueologia/ofrendas-en-cenote-de-chichen-itza-proceden-de-peru>, consultado el día 15 de noviembre de 2016, 15:45 horas.

Pérez García, Carmen, "Los oficios de la cultura" en *RTVE* [en línea], <http://www.rtve.es/alacarta/videos/los-oficios-de-la-cultura/oficios-cultura-restauracion-arte-carmen-perez-garcia/719475/>, consultado el día 29 de mayo de 2013, 19:30 horas.

Ruvalcaba, José Luis, "El estudio no destructivo del Breviario Romano de la Biblioteca José María Lafragua de la BUAP", publicado en la revista *Elementos, Ciencias y Cultura* [en línea] <http://www.elementos.buap.mx/num65/htm/37.htm>, consultado el día 08 de febrero de 2013 a las 21 horas.

Ruvalcaba, José Luis, "Arqueología, Arte y Aceleradores de Partículas" publicado en la revista *¿Cómo Ves?* [en línea], http://www.comoves.unam.mx/articulos/arqueologia_arte/arqueologia.html, consultado el día 07 de febrero de 2013 a las 20 horas.

Ruvalcaba, José Luis, "Los artefactos nos cuentan su historia: la caracterización de los materiales arqueológicos" publicado en la revista *Ciencias de la UNAM* [en línea], http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=979:los-artefactos-nos-cuentan-su-historia-la-caracterizacion-de-los-materiales-arqueologicos&catid=112, consultado el día 07 de febrero de 2013 a las 20 horas.

Sin autor, "Avanza investigación multidisciplinaria en Palenque", publicado en el periódico *La Crónica de Oaxaca* en la sección entrevistas [en línea], <http://www.cronicaoaxaca.info/entrevistas/reportajes/12271-avanza-investigacion-multidisciplinaria-en-palenque.html>, consultado el día 07 de febrero de 2013 a las 20:35 horas.

- **Entrevistas**

Mata, Lizeth, Investigadora y profesora de la Escuela Nacional de conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM)

-Ciudad de México, 28 de febrero de 2014.

-Ciudad de México, 16 de agosto de 2014.

Ruvalcaba Sil, José Luis, investigador del Instituto de Física de la UNAM y director de LANCIC

-Ciudad de México, 20 de junio de 2016.

-Ciudad de México, 30 de junio de 2016.

Tapia, Pilar, Investigadora y profesora de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM)

-Ciudad de México, 26 de septiembre de 2015.