

Memorias del 3er Foro Académico

Tetitla: el Pórtico 25, identificación de técnica de manufactura y deterioro de un pigmento negro

Ingrid Karina Jiménez Cosme

3er foro
académico

ISBN: 978-607-484-265-4

foroacademicoencrym@gmail.com
www.foroacademicoencrym.com

Resumen

Durante la restauración del Palacio de Tetitla se analizaron diferentes muestras para conocer a fondo la técnica de factura; en el caso del Pórtico 25, de las águilas rojas se pudo analizar un conjunto de fragmentos de reciente excavación, cuyos resultados ayudaron a corroborar y contrastar datos ya establecidos. Se discuten no sólo los materiales utilizados, sino también observaciones a la técnica de factura, principalmente de un pigmento, el negro de humo, a partir de su aspecto y deterioro específico. Las técnicas utilizadas son: MEB con EDS, análisis petrográfico y FRX en algunos frentes de trabajo, además de la elaboración de probetas que simulan la técnica de factura original.

Introducción

La presente investigación deriva de uno de los objetivos del proyecto de restauración de la pintura mural de Tetitla realizado por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM). Se trata de comprender las causas de la desaparición casi total de algunos elementos compositivos de la pintura mural del Pórtico 25 del Palacio de Tetitla, específicamente de la capa pictórica negra. Esto se hará a través de la caracterización y análisis de la técnica de factura de la pintura mural de las *águilas rojas*, las cuales están ubicadas en la fase Tlal-mimilolpa Temprano, aproximadamente 200 a 300 d.C.¹ (Fig. 1)

¹ I. Vit Suzán, *Adaptación arquitectónica del conjunto residencial Tetitla para exponer algunos de los elementos de su contexto histórico. Teotihuacan, estado de México*, fig. 1, pp. 43 y 136.



Fig. 1. Inicio del proceso, 2007, tomada por Gerardo Ruiz Hellión

Revisión bibliográfica

En la siguiente tabla se muestra sintéticamente el resultado de la consulta de las fuentes escritas, producto de cinco diferentes autores, aunque divididas en cuatro bloques. Cada uno habla de las características en general de la pintura teotihuacana, con algunas aportaciones específicas de Tetitla, pero ninguno se enfoca en particular en el Pórtico 25.

Autor	Aplanado grueso	Enlucido	Capa pictórica
Agustín Villagra Caletí 1951 ²	Repellado de barro y tezontle triturado, aplicado a manera de colado moderno con un cajón de madera contra el muro de mampostería	Aplanado de cal de 2 a 3 mm de espesor, con cargas de obsidiana finamente molida	Pigmentos de óxidos, piedras pulverizadas, más cal y "marmaja". ³ Aplicación por tareas de las que no se nota la unión. Trazo de dibujo preparatorio con punta roma o con líneas de rojo diluido.
Luis Torres Montes 1972 ⁴	Argamasa con: arena cuarcifera, piedra volcánica (tezontle y escoria), material vegetal y pequeñas cantidades de carbonato de calcio hacia el enlucido, por aplicación de lechada de cal	Preparación o imprimatura, de 0.5 a 10 mm de espesor, de cal con arena cuarzosa	Rojo: hematita, hematita especular, cinabrio; verde: malaquita pura o con cal; azul: azurita, un posible silicato natural, mezclada con cal; negros y grises: negro vegetal, negro de humo (ocote) y negro mineral, puros o mezclados con cal para obtener gris; amarillos, naranjas y cafés: limonita, arcillas limoníticas, goethita; blanco: cal.

Edwin Littmann 1973 ⁵	70% de grava volcánica (tezontle), arcillas, tierra en un aplanado de 10 cm de grosor	Preparación con alto contenido de cal, proveniente de Tula	Rojo: hematita; verde: celadonita (hidrosilicato de hierro); amarillo: limonita; negro: óxido de cobre, hollín u otro tipo de carbón. La mayoría de los pigmentos estaban mezclados con cal.
Diana Magaloni, Tatiana Falcón 1992, 2007 ⁶	Retoma la información de Littmann	Por fases técnicas, primero con cargas de carbonato de calcio, después con cuarzo volcánico	Por fases técnicas, malaquita, lepidorocita, hematita, azurita, pirolusita, sepiolita, negro de carbón y pirita, entre varios óxidos de hierro; algunos de los pigmentos, mezclados con cal para crear más tonalidades.

Las observaciones de Villagra —en general hablan de la pintura en Tetitla— provienen del trabajo de conservación que realizó en los sitios de Tetitla y Atetelco, y no mencionan haber recurrido a la arqueometría. En el enlucido habla del uso de cal como cementante y de la obsidiana finamente molida como material de carga. Es probable que Villagra haya identificado partículas transparentes y de aspecto vítreo, que pueden corresponder a cualquier tipo de arena con alto contenido de sílice; sin embargo, la relación tajante con la obsidiana tal vez respondió a la

² A. Villagra Caletí, *Murales prehispánicos. Copia, restauración y conservación*, pp. 425 y 426.

³ Definidos por Luis Torres como: los sulfuros que ocasionalmente tienen oro y plata pero que lo atribuye a la hematita especular, tomado de Luis Torres, *Materiales y técnicas de la pintura mural de Teotihuacán*, p. 22.

⁴ L. Torres Montes, *op. cit.*, pp. 17-42.

⁵ E. Littmann, "Appendix Two, The physical aspects of some Teotihuacán murals", en A. Miller, *The Mural Paintings of Teotihuacán*, pp. 176-186.

⁶ D. Magaloni, "El espacio pictórico teotihuacano, tradición y técnica", en B. de la Fuente, *La pintura mural prehispánica en México, I Teotihuacán*, pp. 187-225; T. Falcón, D. Magaloni, "Materiales y técnicas en la pintura mural de Teotihuacán", en B. de la Fuente et al., *Museo de Murales Teotihuacanos Beatriz de la Fuente*, pp. 77-88.

abundante presencia de ese material en Teotihuacan.⁷ En cuanto a la identificación de pigmentos, se limita a mencionar la presencia de óxidos o piedras pulverizadas.

Veintiún años después, Luis Torres menciona que el material constitutivo es principalmente de origen ígneo, más acorde con la geología del sitio. Como Villagra, tampoco reconoce aquí la presencia de cementante, aunque sí hace referencia a una pequeña cantidad de CaCO_3 muy próxima al enlucido, pero coincide con él respecto de la composición del cementante del enlucido, aunque es más certero al definir las cargas como arena cuarzosa.

En relación con los pigmentos, realiza una mayor clasificación y menciona tres tipos de negro: vegetal, negro de humo (ocote) y negro mineral. Tan sólo un año después, la Fundación Dumbarton Oaks publicó un catálogo de pintura mural teotihuacana, elaborado por Arthur Miller, en el cual se incluye un apéndice de técnica de factura elaborado por Edwin Littmann.

Littmann reitera la idea del aplanado grueso sin cementante; en cuanto al enlucido, es el primero en mencionar la relación con los yacimientos de calcita en Tula. Al analizar los pigmentos existen discrepancias con los identificados por Torres: no relaciona el verde con la malaquita, sino, afirma, se trata de celadonita, un hidrosilicato de hierro, mientras que relaciona el negro con óxido de cobre. Sin embargo, se reconoce que la caracterización de los pigmentos es más compleja en la investigación de Torres, ya que abarca un mayor número de éstos.

Posteriormente, en 1992 y el 2007, Diana Magaloni y Tatiana Falcón retoman la información de Littman en cuanto a los materiales del aplanado grueso; sin embargo, son las primeras en elaborar una clasificación de materiales y estilos de acuerdo con la temporalidad, e incluso establecen fases técnicas basadas en observaciones de la secuencia técnico-pictórica.

⁷ Agustín Villagra se formó como pintor y dibujante en la Escuela Nacional de Bellas Artes; posteriormente se involucró en la arqueología, de la mano de Alfonso Caso (com. personal con Adrián Villagra, hijo de Agustín Villagra, marzo del 2008).

Los análisis que realizaron fueron por medio de microscopía óptica, MEB y difracción de polvos de rayos X. Las áreas muestreadas en Tetitla no se describen a detalle. El objetivo de su investigación fue “describir el conjunto de metodologías técnicas y soluciones plásticas que permitieron a los artistas teotihuacanos formar una de las más tempranas y consolidadas escuelas de Mesoamérica en pintura mural”.⁸

Sus resultados engloban aspectos de técnica y composición de los múltiples ejemplos de pintura mural; sin embargo, algunas observaciones no coinciden por completo con las muestras analizadas por el proyecto actual, como la utilización de micas moscovitas, que al parecer facilitarían el bruñido, además de otorgar un peculiar brillo metálico.⁹ En un acercamiento a simple vista en la pintura se puede notar en puntos diminutos y muy bien distribuidos cierto brillo metálico que, conforme a la información de Villagra y Torres, pudiera tratarse de un efecto de la hematita especular, es decir, de un tipo diferente de óxido de hierro.

En cuanto a la definición de la técnica, la mayoría coincide en la similitud con *buon fresco*, complementado con temple o pintura a la cal, como se describe en el siguiente cuadro, poniendo especial atención a la mención de la pintura a la cal y el cuestionamiento sobre el uso de aglutinantes.

Cada investigador obtuvo, de acuerdo con los recursos disponibles y sus objetivos particulares, sus propias conclusiones; sin embargo, en el proceso de consolidación de conocimiento general de la pintura mural teotihuacana se ha perdido una serie de particularidades que se retomarán más adelante, necesarias no sólo para la comprensión de la técnica o la estética de los muros, sino para el estudio de los fenómenos de transformación, es decir, el deterioro, que influye directamente en la conservación de los mismos.

⁸ D. Magaloni, “El espacio pictórico teotihuacano, tradición y técnica”, en B. de la Fuente, *op. cit.*, pp. 187 y 188.

⁹ *Ídem.*, p. 191.

Autor	Definición de la técnica
Agustín Villagra Caletí 1951	Fresco y al seco en el verde y algunas zonas de rojo, al final bruñidas con piedras.
Luis Torres Montes 1972	Fresco, fresco-seco, pigmentos a la cal, temple.
Edwin Littmann 1973	Técnica similar al fresco; no considera viable la pintura a la cal que menciona Villagra, y tampoco la existencia de un temple, porque ningún polímero orgánico podría resistir más de 1 000 años.
Diana Magaloni 1992	Fresco, temple con probable goma de nopal en el verde y el azul.

Exploraciones arqueológicas

Tetitla fue explorado y analizado desde 1942 por diferentes arqueólogos; de manera particular, el Pórtico 25 fue excavado por Laurette Séjourné en 1963, cuyos registros gráficos ayudaron a elaborar el modelo a escala ubicado actualmente dentro del Museo de Murales Teotihuacanos Beatriz de la Fuente. Posteriormente los intervino el entonces Centro de Investigación y Conservación,¹⁰ con un equipo de especialistas dirigido por el

¹⁰ Actualmente, la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural.

restaurador Sergio Arturo Montero a finales de la década de los sesenta. Por consecuencia, tanto Luis Torres como Littmann y Magaloni se enfrentaron a las pinturas ya intervenidas.

Algunos años después, Arthur Miller, en colaboración con la Fundación Dumbarton Oaks, realizó un registro fotográfico de las águilas rojas y de todo el sitio. En la página 139,¹¹ la figura 282 muestra un detalle del muro norte del Pórtico 25, en el que se observan, rodeando la cabeza de águila, algunos trazos sutiles que, según Miller, son la huella de un pigmento de color azul, lo que lleva a reflexionar sobre una evidente confusión acerca de la composición visual de los murales a partir de la interpretación cromática.

En el año 2007 se tenía la referencia de un color gris oscuro por la comparación con un fragmento aislado, ubicado en una de las salas del Museo de Pintura Mural, junto a la reproducción del Pórtico 25. En la siguiente imagen se observa el fragmento en exposición. (Fig. 2)



Fig. 2. Fragmento ubicado en el Museo de Pintura Mural, tomada por Ingrid Jiménez Cosme

¹¹ E. Littmann, *op. cit.*, p. 139.

En el 2007 el proyecto de restauración de la ENCRYM realizó el registro gráfico del estado material de los murales; derivado de este trabajo se hizo evidente que existía un problema grave en la comprensión visual de la pintura mural, ya que las cabezas que rodean a las águilas centrales aparecían como elementos aislados. Sin embargo, durante la elaboración del dictamen se pudo observar que existía evidencia de trazos blancos en forma de plumas, las cuales conectan a estas cabezas en una especie de enmarcamiento o cenefa (Fig. 3). Hasta ese punto los datos no eran suficientes para comprender por qué sólo se conservaban los trazos blancos y no había huella del color negro que dibujó Séjourné en 1963, además de la confusión del pigmento azul mencionada por Miller.



Figura 3. Muro sur; dibujó: Carlos Flores Espino

En la temporada 2008 se hizo la sustitución de resanes de cemento por resanes de cal y arena, proceso en el que apareció una serie de fragmentos con pintura mural —al parecer material de relleno que no se removió durante las primeras excavaciones— que, con el apoyo de los arqueólogos de la Zona Arqueológica de Teotihuacan (ZAT), se registraron, clasificaron y seleccionaron para ser objeto de análisis científicos. El levantamiento estuvo a cargo del pasante de arqueología Víctor Germán Álvarez Arellano, coordinado por la maestra Verónica Ortega Cabrera, subdirectora técnica de la ZAT.

Este hallazgo permitió conocer fragmentos que habían estado ocultos durante más de 1500 años, y permanecían protegidos de diversos agentes de deterioro, los cuales conservaron una materialidad pictórica que no conocíamos, factor que permitió comparar el estado material de los fragmentos recientemente liberados y los restos de pintura mural que aún se encuentran sobre los muros, principalmente respecto del pigmento negro. (Fig. 4)



Fig. 4. Ingrid Jiménez Cosme, Fragmento hallado en el 2008, fotografía digital, julio del 2008

De acuerdo con los registros gráficos y fotográficos de las primeras exploraciones en 1963 y 1964, el Pórtico 25 contaba con una configuración cromática en la que predominaba, dentro de un discurso plenamente nocturno, el color negro. Sin embargo, a partir de las primeras exploraciones se activaron mecanismos de deterioro, específicamente en el pigmento negro, que en aproximadamente medio siglo han alterado los valores estéticos, iconográficos y, por lo tanto, el carácter simbólico de este espacio. (Fig. 5)

Según las observaciones in situ, la capa pictórica negra se desprendió por completo del enlucido, dejando huella de su existen-



Fig. 5. Ingrid Jiménez Cosme, Comparación entre el estado de conservación en 2007 con el modelo a escala del Museo de Murales Teotihuacanos Beatriz de la Fuente, montaje digital, julio del 2008

cia sólo a través de la textura del muro. La evaluación del estado material por medio de luz UV, así como la comparación con el registro gráfico de las primeras excavaciones, permitió reconocer los diseños desvanecidos (Fig. 6); sin embargo, el hallazgo de los fragmentos del pasillo del Pórtico 25 permiten una evaluación más certera acerca de las posibles causas de alteración del pigmento negro, pudiendo formular hipótesis relacionadas con la técnica de factura o con los materiales utilizados.



Fig. 6. Gerardo Ruiz Hellión, Detalle del muro norte con luz UV; Ingrid Jiménez Cosme, Detalle con luz natural, fotografía digital, septiembre del 2007

Al confirmar la enorme similitud de los fragmentos hallados con la pintura mural del pórtico fue necesario realizar una mayor investigación, por medio de cortes estratigráficos, análisis petrográfico, observación y caracterización con MEB-EDS, así como

elaborar probetas de técnica de factura, con el fin de experimentar algunas variables de la técnica que permitan comprender el deterioro.

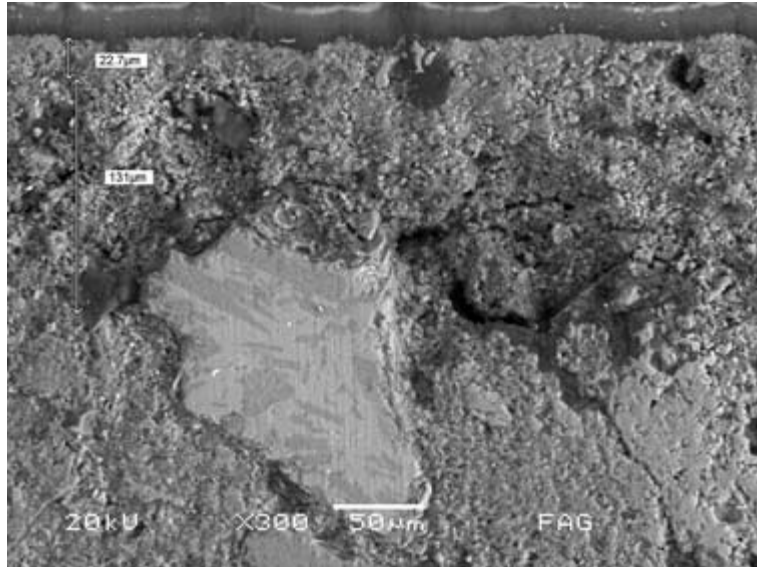
Los fragmentos presentaban un comportamiento muy singular: la capa pictórica negra se desprendía por completo del enlucido, deterioro que no corresponde con la técnica al fresco. En un corte estratigráfico es clara la separación entre capa pictórica y enlucido, ya que el pigmento formó un estrato aislado que no penetra ni cristaliza con el enlucido. (Fig. 7)



Fig. 7. Ingrid Jiménez Cosme, Fragmento hallado en el 2008 en donde se observa el desprendimiento del pigmento negro, fotografía digital, julio del 2008

En el MEB se observó la diferencia de textura de cada estrato, que es particularmente porosa y sin ninguna evidencia visual o compositiva de micas o alguna estructura laminar que remita al uso de arcillas o a un acabado bruñido. En cuanto a los ele-

mentos identificados se estableció que la cantidad de carbón es muy inferior a lo que se esperaría en un color tan saturado; en cambio, el contenido de calcio es elevado. El análisis se realizó en las instalaciones de la Subdirección de Laboratorios del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), con el apoyo del ingeniero químico José Antonio Alba. (Fig. 8)



Fotografía 7. José Antonio Alba, Detalle de corte transversal en MEB, en donde se aprecia el grosor de la capa pictórica y la diferencia de porosidad, microfotografía digital 300X, febrero del 2009

Elementos encontrados en cuatro muestras de negro

Muestra	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe
N1	11.96	54.51	0	0.2	0.62	1.77	0.2	0.18	0	0	30.25	0.32
N2	13.74	55.77	0.21	0.22	0.44	1.01	0.32	0.22	0.21	0.18	27.68	0
N4	7.74	58.37	0.1	0.43	1.9	4.19	0.65	0.16	0	0.13	25.18	1.14

Los minerales identificados por medio del análisis petrográfico en el aplanado grueso muestran una mezcla homogénea, en su mayoría proveniente de rocas ígneas como el cuarzo, tobas, basalto, piroxenos, plagioclasas, vidrio y obsidiana, este último como elemento traza, además de la ausencia total de carbonato de calcio.¹² La ausencia de cal refuerza la descripción de Littmann, Villagra y Torres acerca de la técnica de este aplanado, que sólo consistía en material volcánico y agua, sin ningún cementante. (Fig. 9)

Al relacionar los minerales identificados con los yacimientos geológicos se concluye que se utilizaba tierra del sitio como materia prima. Por otro lado, el enlucido está compuesto en su mayoría por calcita y esquirlas de vidrio volcánico; en ninguno de los dos casos se encontró obsidiana, como lo menciona Villagra, o mica, como lo hacen Magaloni y Falcón. De los yacimientos de piedra caliza del centro de México, el más cercano a Teotihuacan

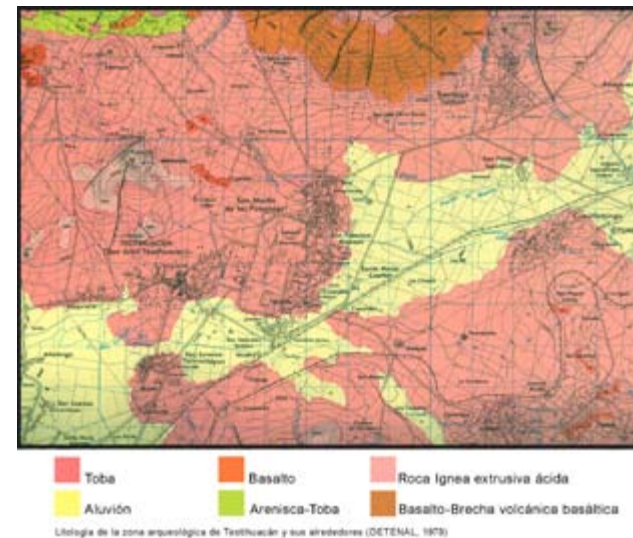


Fig 8. Carta Detenal digitalizada por Diego Gaytán Mertens, Litología de la Zona Arqueológica de Teotihuacan y sus alrededores, junio del 2009

¹² Estudios realizados por los ingenieros Rosario Peralta Salazar y Juan Carlos Cruz Ocampo, de la compañía Petroanálisis, S.A. de C.V.

se ubica al norte, hacia la región de Tula, específicamente en la localidad de Apaxco, por lo que es muy posible que la cal haya sido obtenida de esa zona. (Fig. 10)

Al identificar los elementos compositivos en el MEB con EDS, y la composición mineralógica por medio del análisis petrográfico, se establecieron los materiales constitutivos; este tipo de análisis, sin embargo, no ofrece información contundente sobre la técnica pictórica.

Ya que con ninguna de las técnicas instrumentales empleadas se identifica el posible uso de compuestos orgánicos a modo de

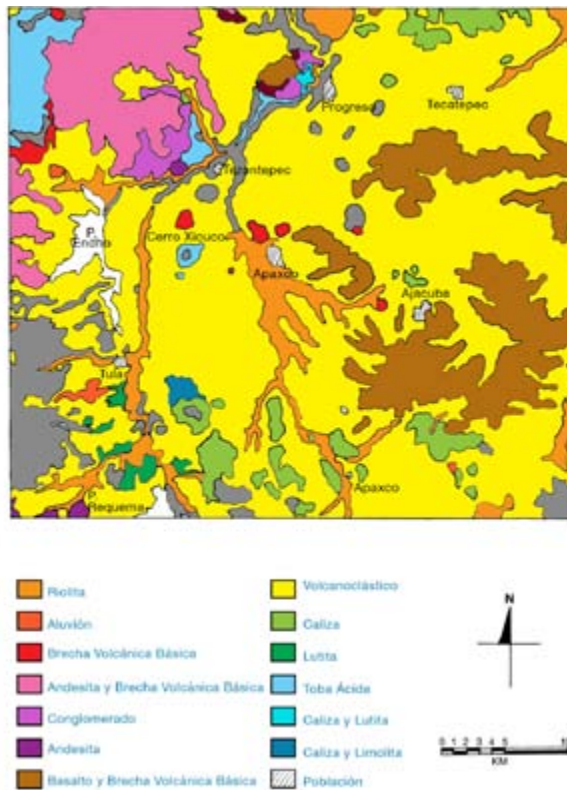


Fig 3. Geólogo Jaime Torres; digitalizó: Diego Gaytán Mertens; Principales yacimientos de cal cercanos a Tula, junio del 2009

aditivos o aglutinantes, así como las variables sobre aplicación de capa pictórica y acabados, se elaboraron probetas para poder formular hipótesis sobre la técnica de manufactura. La experimentación con los materiales identificados permite tener un mayor acercamiento sobre los recursos, soluciones y necesidades del pintor al momento de la ejecución.

Las probetas se elaboraron en el Taller de Artes Plásticas de la ENCRYM, con la asesoría y participación de la diseñadora gráfica Lilia Félix de León y el artista plástico Arturo León Candanedo. Éstas incluyeron variables tecnológicas y materiales, considerando los elementos identificados y los mencionados en las referencias bibliográficas, tales como el negro de humo, el negro de ocote, la baba de nopal, la mica finamente molida, la hematita del cerro de Patlachique, la arena sílica que se asemeja a las cargas de cuarzo del enlucido y la cal de piedra. Las diferencias en cada muestra fueron: los pigmentos, el acabado bruñido o sin bruñir, los materiales agregados y la técnica de aplicación, además de las herramientas empleadas, como el metate y el molcajete para moler la hematita y los bruñidores de obsidiana.¹³

Los resultados manifestaron algunos factores que no se habían considerado:

1. Buena adherencia y saturación con la técnica al fresco y pintura a la cal, indistintamente.
2. El negro de ocote fue más cubriente que el negro de humo comercial, incluso en muy bajas proporciones con pintura a la cal.
3. El negro de ocote necesita de un tensoactivo en ambas técnicas, y en este caso se usó tequesquite.¹⁴

¹³ El negro de humo se adquirió en una tienda de materiales para artistas; el negro de ocote se recolectó al quemar un fragmento de la misma madera; el geólogo Jaime Torres recolectó el fragmento de hematita en un probable yacimiento prehispánico.

¹⁴ El tequesquite es una sal con pH alcalino que se utiliza como tensoactivo en algunas comunidades indígenas que conservan técnicas tradicionales (diseñadora gráfica Lilia Félix, com. personal, 3 de junio de 2009).

4. El grado de molienda de la hematita obtenido con molcajete y metate es muy burdo, por lo que fue necesario refinar el pigmento, para lo cual se instrumentaron moletas de obsidiana.

5. El bruñido pudo ser ejecutado fácilmente, con y sin el uso de micas.

6. El bruñido aumenta la resistencia y permanencia de pigmento, ya que sella la superficie, además de saturar los colores.

7. En algunos casos se utilizó baba de nopal como aditivo, la cual mejora la plasticidad y el poder cubriente, y funciona como emulsificante.

Mediante la evaluación de los resultados de las probetas, en conjunto con las observaciones, más el análisis hecho a los fragmentos originales, se pueden extraer algunas conclusiones a manera de hipótesis, aplicables a pintura mural de la fase Tlalmilolpa Temprano:

1. El desprendimiento del estrato negro pudiera asociarse al uso de un aglutinante; sin embargo, la caracterización por EDS mostró un alto contenido de calcio; considerando la saturación del negro de ocote, los elementos identificados en el MEB y los resultados con la técnica de pintura a la cal en las probetas es posible que el estrato negro de las águilas fuera realizado usando pintura a la cal, aunque no se descarta el uso de un aditivo o aglutinante orgánico. Por lo tanto, la pérdida de capa pictórica se debe en parte a la técnica de factura.

2. El negro de humo está compuesto principalmente por carbón (10% como mínimo), más, dependiendo de su origen, algunas impurezas.¹⁵ El negro de humo suele caracterizarse por ser de partículas muy finas y amorfas, que le confieren mayor poder cubriente.

3. El ocote es el nombre común de un tipo de pino mexicano; según estudios paleoambientales realizados por la doctora Emily McLung, la vegetación del contexto teotihuacano incluía bosques

¹⁵ J. Plesters, *Tabla de identificación de pigmentos*.

de coníferas,¹⁶ es decir, pinos, desde el periodo Formativo hasta el Posclásico, por lo que puede considerarse el uso de esta madera en particular como materia prima para el negro de humo.

4. En las muestras observadas con el MEB se identificaron partículas muy finas sin un patrón en específico, por lo que tal vez se trate de negro de humo.¹⁷ Retomando las cualidades pictóricas del negro de ocote (mayor poder cubriente y saturación) y las referencias en cuanto a su uso en comunidades indígenas, es posible pensar en su uso como materia prima de la pintura mural teotihuacana; sin embargo, falta una mayor investigación al respecto.

5. Por otro lado, durante la aplicación del negro de humo y el negro de humo de ocote fue necesario utilizar tequesquite o baba de nopal a modo de tensoactivo y/o emulsificante; por lo tanto, es posible que los artistas teotihuacanos tuvieran un pleno conocimiento sobre el uso de estas sustancias y sus cualidades fisicoquímicas.

6. Siguiendo con las observaciones sobre la pintura in situ, es evidente que las únicas zonas bruñidas eran las del delineado blanco, dejando la capa pictórica negra relativamente expuesta. El estrato negro, al no estar sellado por el bruñido, permaneció con una textura porosa, susceptible a los agentes de deterioro.

7. Con el paso del tiempo, de haberse utilizado un aditivo orgánico éste se habría desnaturalizado, dejando parte del estrato de la capa pictórica más porosa que el resto, como se aprecia en el MEB.

8. Finalmente, tras la experimentación con las probetas, es un hecho que existen muchas posibilidades tecnológicas que aún

¹⁶ Doctora Emily McLung de Tapia, com. personal, junio del 2009, y conferencia magistral *Estudios Paleoambientales en el Valle de Teotihuacan*, 30 de julio de 2009, en el ciclo Teotihuacan, Identidad y Patrimonio de México, en el Museo Nacional de Antropología, Auditorio Jaime Torres Bodet.

¹⁷ El negro de humo es el hollín recolectado de la calcinación de material orgánico; el negro de ocote es también negro de humo, sólo que de una fuente plenamente identificada.

falta por conocer y que difícilmente podremos ajustar en exacta concordancia con las técnicas europeas como el *buon fresco*.

Está claro que aún quedan muchos cuestionamientos abiertos en cuanto a técnica de factura y materiales empleados, e incluso la evolución tecnológica y su relación con las preferencias plásticas. Sin embargo, la aplicación inmediata es la restauración del bien cultural.

Como parte de las líneas de investigación a futuro, es necesario analizar los fragmentos encontrados en el 2007 en busca de compuestos orgánicos que pudieran funcionar como aglutinantes o aditivos. Sumado a esto, es importante señalar que las probetas realizadas son sólo una herramienta, y que aún faltan muchas variables por explorar para comprender no sólo la técnica de factura sino también los procesos de transformación, es decir, el deterioro.

Han colaborado en esta investigación: ingeniero químico José Antonio Alba, geólogo Jaime Torres, ingeniera Rosario Peralta, ingeniero Juan Carlos Cruz, químico Víctor Santos, diseñadora Lilia Félix de León, artista plástico Arturo León Candanedo y, como coordinador general del proyecto, restaurador Jaime Cama Villafraña, así como alumnos de la ENCRYM.

Fuentes consultadas

Magaloni, Diana

2001 “El espacio pictórico teotihuacano, tradición y técnica”, en Beatriz de la Fuente, *La pintura mural prehispánica en México, I Teotihuacan*, t. 2, *Estudios*, México: IIE-UNAM.

Magaloni, Diana y Tatiana Falcón

2007 “Materiales y técnicas en la pintura mural de Teotihuacan”, en Beatriz de la Fuente et al., *Museo de Murales Teotihuacanos Beatriz de la Fuente*, México: IIE-UNAM-INAH.

Miller, Arthur G.

1973 *The Mural Painting of Teotihuacan*, Washington, D. C.: Dumbarton Oaks, 193 pp.

Plesters, Joyce ‘Cross-sections & Chemical Analysis of Paint Samples’, *Studies in Conservation*, vol. 2, (1956), 110-157

s. f. *Tabla de identificación de pigmentos* (trad. de Gloria Vera).

Staines Cicero, Leticia

2006 “Testimonios de pintura mural prehispánica: Dibujos de Agustín Villagra Caletí”, en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, núm. 89, México: UNAM, pp. 185-196.

Séjourné, Laurette

1996 *Arquitectura y pintura en Teotihuacan*, México: Siglo XXI Editores, 334 pp.

Torres Montes, Luis

1976 “Materiales y técnicas de la pintura mural de Teotihuacan”, en *IX Mesa Redonda: Teotihuacan*, México: Sociedad Mexicana de Antropología.

Villagra Caletí, Agustín

1951 “Murales prehispánicos: Copia, restauración y conservación”, en Juan Comas et al., *Homenaje al doctor Alfonso Caso*, México: Imprenta Nuevo Mundo, 455 pp.

Vit Suzán, Ilan

2005 *Adaptación arquitectónica del conjunto residencial Tetitla para exponer algunos de los elementos de su contexto histórico. Teotihuacan, estado de México*, tesis de maestría en Arquitectura, con especialidad en Restauración de Monumentos, México: ENCRYM-INAH.