



GUÍA
DIDÁCTICA

PROGRAMA

CHAT

CIENCIA HISTORIA ARTE Y TECNOLOGIA

LO QUE LOS RAYOS X
NOS PUEDEN CONTAR
SOBRE LOS PIGMENTOS

Diferencias entre las escuelas
de pintura virreinal

Portada: Detalle de placa de rayos X tomada a una pieza de la pinacoteca del Museo de los Descalzos para las III Jornadas de Arte organizadas por la Fundación Descalzos del Rímac en octubre, 2014.

Fotografía: Arturo Távara.



Lo que los rayos X nos pueden contar
sobre los pigmentos

DIFERENCIAS ENTRE LAS ESCUELAS DE PINTURA VIRREINAL

GUÍA DIDÁCTICA

PROGRAMA

CHAT

CIENCIA HISTORIA ARTE Y TECNOLOGIA

COORDINACIÓN DEL PROYECTO

Betty Galarreta
Patricia Gonzales

CONTENIDOS CIENTÍFICOS Y TEXTOS

Betty Galarreta
Patricia Gonzales
Cécile Michaud
Evelyn Salazar

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Evelyn Salazar

IMÁGENES E ILUSTRACIONES

Patricia Gonzales
Evelyn Salazar

DISEÑO VECTORIAL ORIGINAL

freepik.com
vectoropenstock.com

FOTOGRAFÍA

Arturo Távora

CRÉDITOS

La edición del presente documento forma parte de los resultados del Programa CHAT Ciencia, Historia, Arte y Tecnología, cuya primera temporada se realiza del 02 de abril al 18 de julio de 2015.

COPYRIGHT

El material desarrollado por el equipo técnico del Programa CHAT Ciencia, Historia, Arte y Tecnología está bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMIENTOS

Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad - Ministerio de la Producción. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP): Dirección Académica de Responsabilidad Social,

Dirección de Gestión de la Investigación, Instituto de Docencia Universitaria, Departamento de Ciencias - Sección Química, Maestría en Historia del Arte y Curaduría.

Museo de los Descalzos, Fundación Descalzos del Rímac, iglesia de San Pedro de Lima, Taller de Conservación y Restauración San Pedro de Lima, Universidad Nacional del Centro del Perú, Museo del Convento de Santa Rosa de Ocopa.

Luis Ortega, Javier Nakamatsu, Victoria Landa, Sara Córdova, Cécile Michaud, Irma Barriga, Alberta Álvarez, Nancy Junchaya, Ciro Espinoza, Karinna Visurraga, Evelyn Salazar.

P. José Rodríguez, S.J., P. Percy Barrientos, O.F.M., P. Jorge Cajo, O.F.M.

Linda Soto, Miguel Espinoza, Ricardo Huamaní, Jhonatan Arízaga, Diego Córdova, Angeline Saldaña, Jorge Trevejo, Javier Reluz, Fiorella Gómez de la Torre, Claudia Cárdenas, María del Carmen Prado, Carlos Yarlequé, César Carrión, Rosa Alcántara, Vanessa Navarro, Gisselli Távora, Carlos Cuevas, Adrián Príncipe, Isabel Mansilla, Ivon Canseco, María Cuenca, Joseph Putz, Mariela Ninanya, P. Antonio Goicochea (O.F.M.), Carlos Martínez.

Fr. Antonio Saldaña (O.F.M.), Luis Ayala, Yulán Hernández, Francisco Huamán, Yves Coello, Fabian Limonchi, Giancarlo Arana, Isabel Cabello, Arturo Távora, Carlos Acevedo, Bruno Ccopa, Carlos Chávez, Martha Patricia Puente de la Vega, Francis Pajuelo, Tiana León, Elizabet Pompilla, Luis Berrio, Luz Mamani, Verónica Montoya, Karina Bañón, Rocío Ponce, Cindy Vargas, María Teresa Rodríguez, Natalia Consiglieri, Lucía Bracco, Analí Quevedo, Rocío Espinel, Trinidad Montero, Luciana Reátegui, Estrella Guerra.

Las coordinadoras del proyecto agradecen de manera personal a sus familias y amigos por el apoyo brindado.

FINANCIAN

DIRECCIÓN ACADÉMICA DE
RESPONSABILIDAD SOCIAL

DIRECCIÓN DE
GESTIÓN DE LA
INVESTIGACIÓN



Innóvate Perú

PARTICIPAN



MUSEO DEL CONVENTO
DE SANTA ROSA DE OCOPA



museo de los
descalzos



San Pedro



¿Cómo usar esta guía didáctica?

Esta guía está dividida en dos partes: la primera está enfocada en el MONITOR, quien dirige la actividad, y la segunda va dirigida a quienes PARTICIPARÁN en la misma. El material del monitor contiene todos los requerimientos (espacios físicos y materiales) y los detalles científicos e históricos necesarios para que la actividad pueda ser implementada. De manera más resumida y lúdica, también se incluye el material didáctico que recibe cada participante.

Si bien la guía es el resultado del trabajo realizado en la primera temporada del Programa CHAT, entre abril y julio de 2015, es fácilmente adaptable a otros espacios patrimoniales. En realidad, uno de los objetivos principales de publicar esta guía es justamente que pueda ser utilizada como base para replicar un programa similar al Programa CHAT en otros espacios. De la misma forma, el material que encontrarás en ella puede servir para trabajar ciertos temas que forman parte de la currícula escolar o de la educación superior de una manera distinta e innovadora.



Patricia Gonzales (Química, PUCP), monitora científica del Programa CHAT, junto con un grupo de participantes en el taller "Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas de pintura virreinal" en el Museo de los Descalzos (abril, 2015).

AYUDA VISUAL



OBJETIVOS



MATERIALES



VOCABULARIO



TEMAS



ACTIVIDAD
(Monitor)



RECUERDA
DATOS DE INTERÉS



RESUMEN



ACTIVIDAD
(Participante)



AVISO DE
SEGURIDAD



AMBIENTACIÓN



BIBLIOGRAFÍA
ENLACES DE INTERÉS

Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos

Diferencias entre las escuelas de pintura virreinal

20 a 25
participantes

11+
años

90
minutos

2
monitores

4 a 5
participantes
por grupo



OBJETIVOS

En esta actividad podrás conocer un poco más sobre...

- La aplicación de los rayos X (radiografías y espectrometría de fluorescencia de rayos X-FRX) en el estudio de objetos de nuestro patrimonio virreinal.
- La necesidad de un trabajo interdisciplinario en el estudio de este tipo de objetos.



TEMAS

CIENCIA

- Estructura del átomo
- Tabla periódica
- Rayos X

HISTORIA

- Virreinato del Perú

ARTE

- Pintura de los siglos XVII y XVIII
- Materiales artísticos: pigmentos
- Escuelas de pintura virreinal
- Técnicas de conservación del patrimonio cultural material

TECNOLOGÍA

- Radiografías
- Espectrometría de fluorescencia de rayos X



RESUMEN

Esta actividad nos muestra las distintas maneras en las que podemos utilizar los rayos X para el estudio de nuestro patrimonio cultural.

¿Crees que los artistas utilizan siempre los mismos pigmentos en sus obras? ¿Un pintor de la Lima virreinal usaba los mismos pigmentos que uno cusqueño? Ya te estarás imaginando que no... y tienes toda la razón.

En esta actividad veremos algunas diferencias en el uso de los pigmentos que nos permiten darnos una idea sobre a qué escuela virreinal de pintura pertenecen los lienzos que queremos estudiar.



CONTENIDOS DEL DCN - MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ

Las actividades del Programa CHAT pueden realizarse para complementar los contenidos del Diseño Curricular Nacional y las Rutas de Aprendizaje, conforme al Ministerio de Educación del Perú. Para más información revisa el siguiente enlace: <http://recursos.perueduca.pe/rutas/>

EDAD	GRADO	CIENCIA	HISTORIA
11 años	6° grado Primaria	<p>Materia y cambios: Modelos de la estructura interna de objetos y sustancias.</p> <p>Fuerza y movimiento: Fenómenos moleculares: adhesión, cohesión, capilaridad, ósmosis y difusión.</p>	<p>Patrimonio natural y cultural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principales Zonas de Reserva Natural y muestras del Patrimonio Cultural en el mundo. <p>Visión general del proceso histórico del Perú:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El Tahuantinsuyo: Expresiones culturales más representativas. - La Conquista y la Colonia en América. - Virreinato: Expresiones culturales propias de la época.
12 años	1° grado Secundaria	<p>Ciencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodología científica y actitud científica. <p>Materia y energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materia y sus propiedades generales y específicas. - Fuentes de energía y conservación de energía. 	<p>Historia personal, familiar y del Perú</p> <ul style="list-style-type: none"> - Historia e historiografía. Fuentes de la historia. - Patrimonio cultural en el Perú. - La historia del Perú como patrimonio nacional. <p>*CÍVICA: Diversidad y pertinencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manifestaciones de la diversidad cultural en el Perú. - Respeto a la diversidad cultural, la interculturalidad.
13 años	2° grado Secundaria	<p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodología científica y la actitud científica. - El papel de la ciencia en la vida cotidiana. - Proyectos de investigación. <p>Calor y temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> - El sol fuente de energía. 	<p>Perú y América: Siglo XVI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conquista del Tahuantinsuyo. Resistencia a la conquista. Evangelización. <p>Orden colonial en el Perú: cambios y permanencias</p> <ul style="list-style-type: none"> - El mundo colonial, como producto de la tradición europea y andina. - Religiosidad. Educación y cultura. <p>*CÍVICA: Diversidad y pertenencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspectos que fundamentan la peruanidad: El sentido de pertenencia.
14 años	3° grado Secundaria	<p>Ciencia y Tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación científica. - Ciencia, tecnología y fases del trabajo de investigación. <p>Materia y átomo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades de la materia. - Modelos atómicos. Estructura del átomo. <p>La tabla periódica</p> <ul style="list-style-type: none"> - El átomo. Estructura, elementos, compuestos. <p>Los enlaces químicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuerzas intermoleculares. - Compuestos inorgánicos y reacciones químicas - Compuestos químicos inorgánicos. Reacciones químicas. 	<p>Perú y América Colonial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Economía, sociedad, política y cultura en el Perú y América Colonial en los siglos XVII-XVIII. <p>*CÍVICA: Diversidad y pertenencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sociedad y diversidad cultural. Manifestaciones culturales de la localidad y de la región. - Valoración, conservación y defensa del patrimonio cultural.
15 años	4° grado Secundaria	<p>Ciencia, conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación e innovación. Fases del trabajo científico. <p>Materia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los procesos físico químicos. - Agua. - Fenómenos físicos moleculares. 	<p>*CÍVICA: Diversidad y pertenencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valoración, conservación y defensa del patrimonio.
16 años	5° grado Secundaria	<p>Ciencia, investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación, innovación y desarrollo. - Fases del proyecto de investigación. <p>Onda: sonido y luz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento vibratorio. Movimiento ondulatorio. - Sonido. Intensidad de sonido. - Ondas electromagnéticas. - La Luz. Rayos X. 	<p>*CÍVICA: Diversidad y pertinencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identidad y globalización. Ser peruano en un mundo global. - Aspectos que fundamentan la peruanidad: ser partícipes del mismo proceso histórico. - Valoración, conservación y defensa del patrimonio histórico.



CONTENIDOS DEL DCN - MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ

Las actividades del Programa CHAT pueden realizarse para complementar los contenidos del Diseño Curricular Nacional y las Rutas de Aprendizaje, conforme al Ministerio de Educación del Perú. Para más información revisa el siguiente enlace: <http://recursos.perueduca.pe/rutas/>

EDAD	GRADO	ARTE	TECNOLOGÍA
11 años	6° grado Primaria	<p>Artes visuales: Dibujo, pintura, modelado, construcción. Mural. Retablos, tallado en madera. Procesos seguidos en diversas creaciones de arte.</p> <p>Manifestaciones artísticas y culturales de su entorno y su región. Procedimientos, materiales, motivos y temas que contienen. Origen, significado e historia. Sentido y significado para sí mismo y la población. Patrimonio de la identidad local, regional y nacional.</p>	
12 años	1° grado Secundaria	<p>Artes visuales: Concepto, clasificación. Disciplinas artísticas.</p> <p>Materiales no convencionales Naturales: hojas, piedra, tintes naturales, etc.</p> <p>Estudio básico de los colores: primarios, secundarios, terciarios.</p> <p>Técnicas creativas: Bidimensionales: esgrafiado. Tridimensionales: modelado, tallado.</p>	<p>Tecnología y sociedad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectos de las radiaciones solares en la salud.
13 años	2° grado Secundaria	<p>Estudio básico del color: Colores complementarios. Temperatura del color: fríos y cálidos. Simbología del color: Estudio de los colores precolombinos.</p> <p>Técnicas de pintura</p>	<p>Tecnología y sociedad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microorganismos en la industria.
14 años	3° grado Secundaria	<p>Historia del arte: Edad media y Renacimiento.</p> <p>Escultura.</p>	<p>Tecnología y Sociedad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnologías alternativas.
15 años	4° grado Secundaria	<p>Arte Peruano: Escuelas y sus representantes.</p> <p>El arte popular peruano y sus representantes.</p>	
16 años	5° grado Secundaria	<p>El arte en los espacios públicos: Arquitectura. Escultura monumental. Pintura mural.</p> <p>Creación plástica.</p>	



AMBIENTACIÓN REQUERIDA

- **AMBIENTE 1*** que tenga cuadros de las escuelas de pintura virreinal que se mencionarán en el recorrido temático. En este ambiente, el **monitor cultural** hablará acerca de los detalles visuales que nos permiten diferenciar una escuela de otra.
- **AMBIENTE 2** en el que el **monitor científico** pueda dar una explicación de las técnicas analíticas que se tratarán en las actividades (que tenga proyector o una pizarra o la opción de utilizar un papelógrafo).
- **AMBIENTE 3**** que permita el análisis por FRX de objetos diversos, pigmentos y cuadros. Debe ser lo suficientemente grande para que los participantes se sitúen cerca al analizador con comodidad y puedan participar en el análisis.
- **AMBIENTE 4** donde se pueda mostrar radiografías de cuadros y en el que se pueda discutir acerca de la utilidad de esta técnica en el estudio de objetos de arte.

NOTA: No es necesario tener cuatro ambientes diferentes sino simplemente uno o más ambientes que combinen las características descritas. Si eres docente y deseas usar tu salón de clase, aquí te damos algunos consejos para trabajar:

* **AMBIENTE 1:** Visita algún recinto religioso de la época virreinal ubicado en tu localidad. En esta guía didáctica te brindamos información básica del Museo de los Descalzos. Otra alternativa puede ser preparar una breve presentación de 15 minutos sobre arte virreinal. Para ello, puedes revisar los siguientes proyectos:

- Contexto histórico y artístico: www.educared.fundacion.telefonica.com.pe/sites/virreinato-peru/pintura.htm
- Galería de imágenes: www.colonialart.org
- Taller de Conservación y Restauración de San Pedro de Lima: <https://tallersanpedrodelima.wordpress.com>
- Taller piloto de conservación y restauración del Museo de los Descalzos: www.vimeo.com/42828416

** **AMBIENTE 3:** En caso de que no se pueda conseguir el **analizador portátil de FRX**, mencionado en los **MATERIALES REQUERIDOS**, esta guía te brinda ejemplos de análisis con los que puedes trabajar en la actividad junto con los participantes.

Puedes pedirle ayuda a un colega, recuerda que el trabajo multidisciplinario tiene mejores resultados.

MATERIALES REQUERIDOS



- Material para los **participantes** (disponible en esta guía didáctica), que incluye:
 - * Una separata informativa (véase **Material para el participante**, pp. 16-20).
 - * Espectros obtenidos de los análisis por fluorescencia de rayos X de objetos comunes (un espectro es lo que se obtiene a partir de estos análisis, véase **Material para el grupo**, p. 21).
 - * Espectros obtenidos de los análisis por fluorescencia de rayos X de pigmentos azules y el listado de los mismos (véase **Material para el grupo**, pp. 22-24).
 - * Fotografías de lienzos pertenecientes a las escuelas de pintura virreinal del Perú y algunos espectros que muestren los resultados obtenidos a partir de los análisis por fluorescencia de rayos X de los mismos (véase **Material para el grupo**, pp. 25-26).
- Breve presentación en PowerPoint sobre el uso de los **rayos X (radiografía y espectrometría de fluorescencia de rayos X-FRX)** en el estudio de las pinturas. Si no es posible utilizar PowerPoint, se puede trabajar simplemente con plumones y una pizarra pequeña o un papelógrafo.
- **Analizador portátil de fluorescencia de rayos X.** Hay pocos de estos equipos en el Perú. Sin embargo, es posible tener acceso a ellos mediante acuerdos con instituciones educativas (algunas universidades y centros de investigación cuentan con ellos y se podría proponer a los profesores o investigadores a cargo de estos equipos que ayuden en la implementación de estas actividades) o, incluso, con compañías mineras, que los usan para el análisis de sus materiales. De la misma manera, algunas de las compañías que comercializan estos equipos en el Perú, tienen servicios de alquiler de los mismos. **ESTE EQUIPO EMITE RAYOS X, POR LO QUE SU USO DEBE SER SUPERVISADO POR UNA PERSONA ENTRENADA EN EL MANEJO DEL EQUIPO**, para evitar la exposición innecesaria a la radiación. Usado de manera correcta, el analizador no presenta riesgo alguno para las personas que realizan el análisis ni para las que están cerca del analizador en operación. Debemos resaltar que si la persona que va a operar el equipo (el **monitor científico**) no tiene experiencia en el análisis de objetos de patrimonio cultural **NO DEBE INTENTAR HACER EL ANÁLISIS DE CUADROS DE VALOR**. En este caso, se puede ilustrar fácilmente la utilidad del analizador de FRX utilizando para ello lienzos de poco valor disponibles comercialmente o, incluso, lienzos pintados por quienes están implementando el programa.
- Muestras a analizar:
 - * Objetos proporcionados por los mismos participantes (aretes, anillos, etc.)
 - * Pigmentos: pueden ser en polvo, en preparaciones al óleo o témpera o en forma de rocas. Mostrar el pigmento en una roca es muy ilustrativo, ya que se puede discutir con los participantes acerca de la extracción y purificación del pigmento a partir de ella.
 - * Pinturas pertenecientes a diferentes escuelas virreinales.



ACTIVIDAD PROPUESTA

1. ANTES DE LA ACTIVIDAD (5 minutos)

- A manera de diálogo se presenta el tema de la actividad. Se puede utilizar el **RESUMEN** (p. 7) para guiar la conversación a la relación existente entre el arte, la historia, la ciencia y la tecnología.

2. HISTORIA y ARTE (10 minutos)

- El **monitor cultural** explica brevemente las características más importantes de las escuelas de pintura virreinal peruana. En el segmento **AMBIENTACIÓN REQUERIDA** (p. 10) y en los **contenidos brindados** (p. 12) se da más información.

3. CIENCIA y TECNOLOGÍA (15 minutos)

- El **monitor científico** explica los motivos que nos llevan a estudiar un lienzo y qué herramientas podemos utilizar para ello. La idea de realizar esta exposición no es dar una clase teórica fuera de contexto sino plantear los conceptos científicos necesarios dentro del tema que nos concierne para esta actividad. Se recomienda involucrar a los participantes en esta presentación, de modo que podamos recoger sus opiniones y conocimientos sobre las escuelas de pintura virreinal, sobre el uso de pigmentos a lo largo de la historia, etc.

4. DURANTE LA ACTIVIDAD (45 minutos)

Antes de comenzar, se debe revisar que todo el material para las actividades esté disponible para ser utilizado (ver **MATERIALES REQUERIDOS**, p. 10).

- **Sección A:** Se muestra el funcionamiento básico de un analizador portátil de fluorescencia de rayos X (FRX), utilizando para ello algún objeto que los participantes mismos provean (aretes, anillos, etc.). En el caso de no contar con el analizador portátil de FRX, cada grupo de participantes recibe espectros obtenidos en el análisis de objetos comunes. (10')

- **Sección B:** Se procede a mostrar el uso del equipo de FRX en el análisis de pigmentos sueltos (es decir, no en un lienzo, pueden estar en polvo, en forma de roca o en preparación al óleo). En el caso de no contar con el analizador portátil de FRX, cada grupo de participantes recibe espectros de diferentes pigmentos azules, los cuales deberán ser identificados por ellos con la ayuda de un listado que enumera las características de dichos pigmentos. (10')

- **Sección C:** Se realiza una breve inspección de los lienzos a analizar y se discute con los participantes la pertenencia de los mismos a una u otra escuela de pintura virreinal. Se analizan luego algunas zonas seleccionadas de estos lienzos y se discute acerca de los resultados obtenidos.

Se recomienda realizar las actividades de una manera interactiva, con la participación de los **monitores culturales** (se espera que ellos contribuyan con información tal como la paleta y estilos característicos de cada escuela y con las interrogantes que ellos plantearían a la ciencia), de los **monitores científicos** (ellos aportan los conocimientos científicos pero también las preguntas que tendrían que hacer a la historia del arte para poder interpretar sus resultados) y de los participantes en la interpretación de los resultados y en la discusión. La parte física del análisis de los lienzos (manejo del analizador portátil) debe ser realizada por personal capacitado. Sin embargo, los participantes pueden dirigir el análisis desde la computadora y participar en la interpretación de los resultados.

En el caso de no contar con el analizador portátil de FRX, cada grupo de participantes recibe fotografías de lienzos y de detalles de los mismos y los espectros de análisis hipotéticos de diferentes lienzos de pintura virreinal. Los participantes deben identificar la procedencia de mencionados lienzos mediante la observación y la lectura de los análisis científicos. (15')

- **Sección D:** Se muestra a los participantes las radiografías tomadas a un lienzo y se les explica la utilidad de las placas radiográficas en el estudio de los lienzos. Si no se cuenta con una obra que haya sido analizada mediante una radiografía (y con las placas radiográficas correspondientes), se pueden utilizar ejemplos diversos que se encuentran en internet (puedes revisar nuestra **Bibliografía** para ver enlaces directos). Se les muestra también cómo los estudios radiográficos y de FRX de un lienzo pueden ser tomados como base de decisión para un restaurador (intervenir o no intervenir la obra). (15')

5. DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD (10 minutos)

- Se desea conocer los comentarios e impresiones de los participantes. Se sugiere hacer énfasis nuevamente en la necesidad de un enfoque interdisciplinario, que involucre también a la ciencia y a la tecnología, para el estudio de nuestro patrimonio cultural. Finalmente se invita a los participantes a que entren a la página web y al Facebook del programa y del espacio patrimonial mostrado en esta guía, a que se mantengan en contacto y a que se animen a visitar otros espacios patrimoniales con una nueva perspectiva.

AMBIENTE 1

AMBIENTE 2

AMBIENTE 3

AMBIENTE 4



Las escuelas de pintura virreinal: una aproximación interdisciplinaria

El Museo de los Descalzos cuenta con una enorme colección de arte religioso virreinal. En este museo podemos encontrar lienzos que pertenecen a las escuelas de pintura más importantes del Virreinato del Perú, como son las escuelas cusqueña, limeña y quiteña (aunque Quito pasaría posteriormente a ser parte del Virreinato de Nueva Granada). Estas escuelas se iniciaron, por supuesto, a partir de enseñanzas de los artistas europeos pero luego fueron desarrollando características propias, con diversos niveles de influencia de la cultura local. Cada una de estas escuelas tiene características que nos permiten diferenciarlas. El uso de una paleta de colores distinta, de aplicaciones metálicas, de recursos para dar idea de volumen, entre otros son aspectos que nos permiten distinguir a estas escuelas.

A grandes rasgos, podemos decir que la escuela limeña se caracteriza por una paleta reducida, con tonos que van del blanco al negro pasando por varios matices de ocre y marrones, con eventuales toques aislados de color. En muchos casos, se usa la técnica del claroscuro que permite iluminar ciertas zonas y dejar en las sombras otras. Las principales influencias a nivel de composición, color y luz provienen del barroco italiano (el claroscuro de Caravaggio y sus seguidores napolitanos), pero también tiene influencias manieristas flamenco-españolas (escuela sevillana del siglo XVI), así como, más adelante, de los maestros del siglo de oro español como Zurbarán o Murillo (siglo XVII). La escuela limeña, como es lógico, está bastante marcada por los aportes europeos.

En cambio, la escuela cusqueña se caracteriza por una paleta bastante más clara, con colores variados y luminosos. El rojo, el azul y el verde están muy presentes, estos últimos en parte por la influencia del paisaje flamenco renacentista, pero se debe resaltar también el aporte más bien autóctono, sobre todo en el siglo XVIII, del delicado uso del pan de oro en la vestimenta de las figuras religiosas, con varias técnicas de aplicación desarrolladas y perfeccionadas en el sur andino.

La escuela de pintura quiteña, finalmente, presenta influencias y características formales similares a la cusqueña, es decir, presenta más sincretismos que la escuela limeña, pero se distingue por una paleta ligeramente diferente, especialmente con tonos de ocre característicos de los pigmentos usados en esta zona de las Indias en la época colonial.

Si bien lo descrito en los párrafos anteriores nos puede ayudar a distinguir una escuela de la otra, a veces solo una inspección visual de las obras no es suficiente. Los pigmentos y barnices se deterioran con el tiempo y van cambiando de color, lo cual nos puede dificultar la tarea de apreciar los colores originales en un lienzo. Seguramente han podido apreciar esto al visitar un museo: a veces el barniz se ha oscurecido tanto que, aun acercándonos mucho al cuadro, no logramos distinguir detalles. O también



Proceso de análisis de fluorescencia de rayos X en un lienzo de la pinacoteca del Museo de los Descalzos, durante el taller "Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas de pintura virreinal" en el Museo de los Descalzos (abril, 2015).

es posible que el lienzo haya sufrido una serie de repintes y retoques a lo largo de los años y, entonces, es casi imposible imaginarse cómo había sido la obra originalmente y decir a simple vista: "es casi seguro que pertenece a esta escuela".

Otro aspecto que tenemos que tener en cuenta es que hay muchas maneras de lograr un color determinado: hay muchos pigmentos rojos, muchos amarillos... y a veces una escuela muestra una preferencia por un pigmento sobre otro. Por ejemplo, la escuela cusqueña se caracterizó por abandonar los cánones europeos bastante pronto. Mientras que en Lima se usaron los pigmentos importados de Europa por mucho tiempo, en Cusco, luego de un periodo inicial de uso de estos mismos pigmentos,

parece que hubo un retorno al uso de materiales tradicionales: aquellos que desde la época incaica y preincaica se venían utilizando en el Perú para decorar textiles y cerámica.¹

Un historiador del arte nos puede decir que un lienzo, por el estilo, parece pertenecer a la escuela cusqueña del siglo XVIII. Sobre esta base, un científico puede analizar los elementos que están presentes en el lienzo y confirmar (o tal vez refutar) la identificación hecha por el historiador del arte. Ambas disciplinas tienen que ir de la mano para poder lograr un estudio correcto de la obra.



¿Qué nos motiva a estudiar un cuadro? ¿Y qué herramientas podemos utilizar para nuestro estudio?

En ocasiones, estudiar un cuadro es un fin en sí mismo: queremos saber cómo pintaba un artista. Queremos saber cuántas capas de pintura aplicaba (¿utilizaba esto para generar volumen?, ¿sombras?), qué pigmentos utilizaba (¿se aventuró a utilizar los pigmentos locales o solo confiaba en lo que llegaba de Europa?), cómo los mezclaba para lograr ciertos efectos.

A veces, sin embargo, este estudio tiene un fin más práctico: si el análisis del cuadro nos muestra que un pigmento se está deteriorando rápidamente y esto pone en riesgo la integridad del mismo, podemos tomar medidas para mitigar el daño. Tal vez sea necesario protegerlo de la humedad o de la luz. O tal vez sea incluso necesario retirarlo de la vista pública ya que no es capaz de resistir la exposición al ambiente (todo lo anterior más la contaminación propia de nuestra ciudad).

Para el análisis científico de los pigmentos, podemos utilizar muchas técnicas. Algunas son invasivas o microdestructivas (es decir, que es necesario retirar una muestra pequeñísima del cuadro) y otras son no destructivas (prácticamente no causan efecto alguno en el cuadro). Las técnicas que les mostraremos hoy pertenecen a este segundo grupo. Veamos en qué consisten.

Radiografía (de rayos X)

Probablemente, todos conocemos esta técnica. Quizás te han tenido que tomar alguna vez una radiografía, o tal vez no a ti pero sí a un familiar o amigo. ¿Te has puesto a pensar alguna vez en cómo funciona esto? El tecnólogo a cargo te irradia con rayos X. Partes de tu cuerpo absorben más esta radiación (se quedan con ella) y otras la dejan pasar con mayor facilidad. La radiación que pasa a través de tu cuerpo es detectada al salir de él y con esto se forma una imagen, como puedes ver en la figura 1. Tus huesos no están hechos del mismo material que tus músculos y eso se ve claramente en la radiografía.

Hoy veremos que también se le puede tomar una radiografía a un cuadro y que eso nos da información muy útil. Recuerda que, al igual que ocurre con tu cuerpo, no todos los materiales utilizados en un cuadro son iguales y eso se podrá notar con claridad en la radiografía.

Espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX)

Esta es otra técnica que les mostraremos hoy y que nos dará información distinta a la que sacamos de una radiografía. Toda la materia está compuesta por átomos y en estos átomos tenemos un núcleo (formado por protones y neutrones) y también electrones. Cuando irradiamos estos átomos con rayos X que tengan la energía adecuada, algunos de los

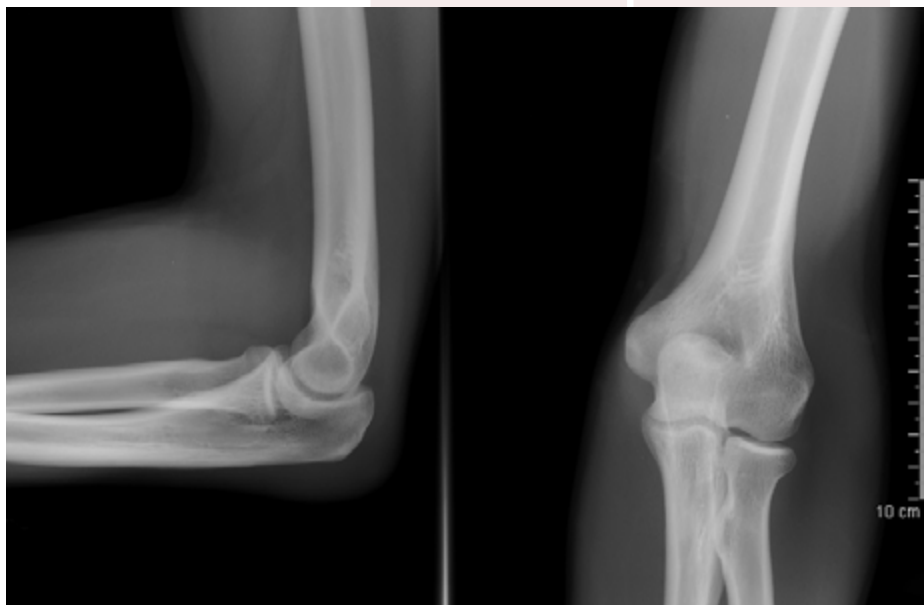


Figura 1. Radiografía de codo. Fuente: MB, Wikimedia Commons (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coude_fp.PNG)

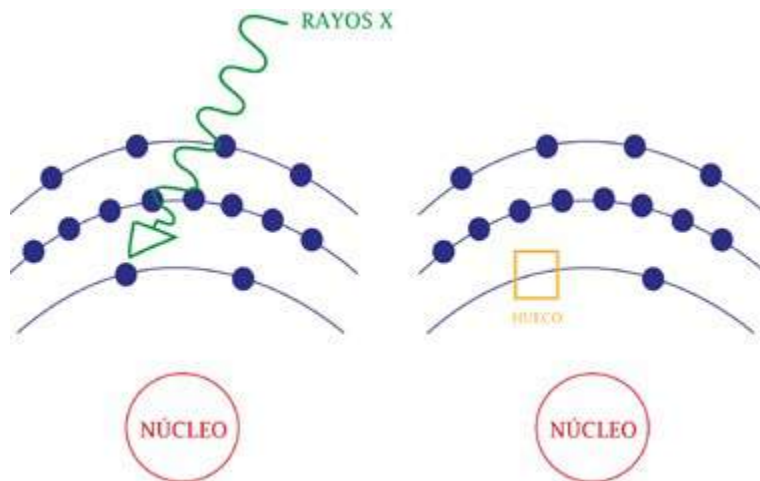


Figura 2. Cuando los rayos X de energía adecuada llegan a un electrón interno, este se pierde y deja un "hueco".

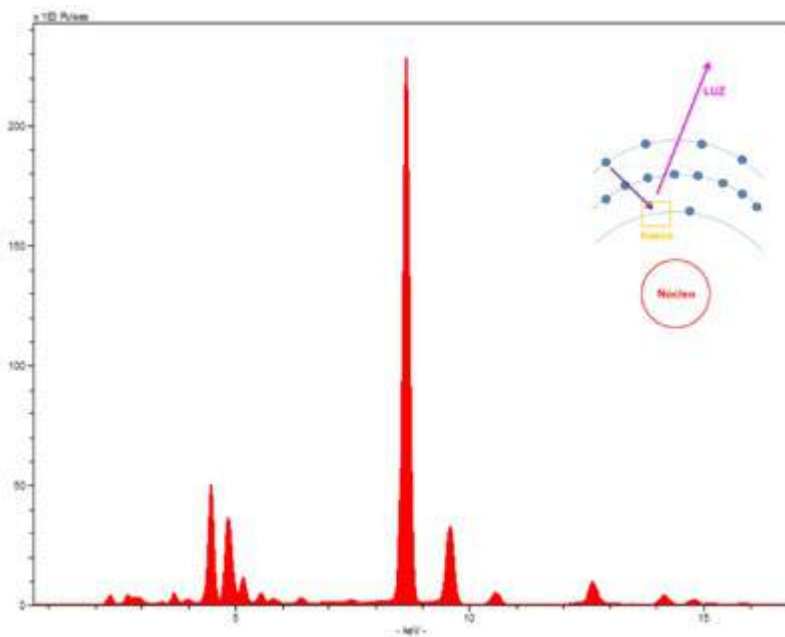


Figura 3. Cuando los electrones externos bajan a llenar los "huecos", se emite luz, que es detectada por el analizador de rayos X. El analizador nos reporta un "espectro" (el gráfico en rojo), que es una especie de huella digital del elemento.

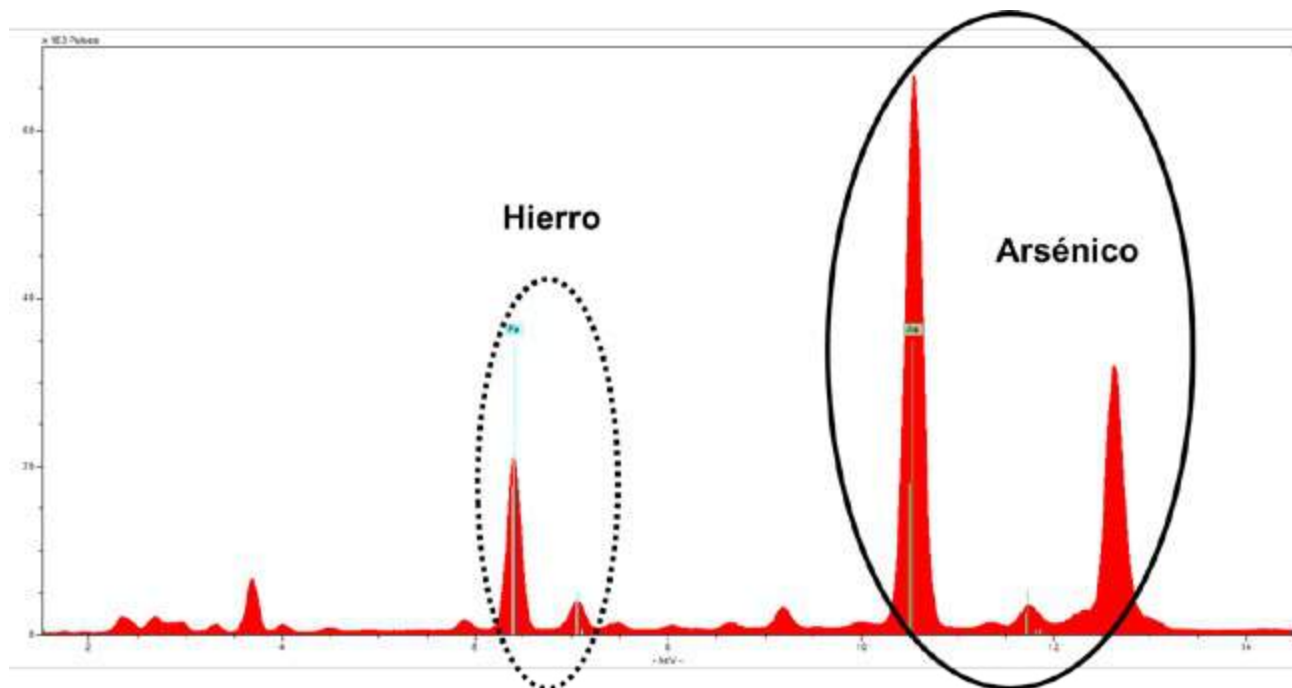


Figura 4. En este espectro se ven señales de hierro (encerradas con línea punteada) y de arsénico (encerradas con línea entera). Esto podría estar indicando que en la zona analizada hay ocre o tierras (mezclas de compuestos que contienen hierro) y también oropimente (un pigmento compuesto por arsénico y azufre).

electrones del átomo (aquellos que están más cerca al núcleo) se pierden y dejan “huecos” (Figura 2).

Pero el átomo no es estable en esta situación. Es preferible que los electrones más externos bajen de nivel para rellenar estos “huecos” y, cuando lo hacen, se emite “luz”. Nosotros no podemos ver esta luz, porque también está en el rango de los rayos X, pero el detector del analizador de FRX sí lo “ve”

y con esto genera una especie de huella digital del elemento: un espectro (Figura 3).

Cada elemento tiene su propio espectro que lo caracteriza (Figura 4). Entonces, vamos a ver un espectro muy distinto si el pigmento amarillo que se usó es un ocre (pigmento utilizado por casi todas las escuelas virreinales de pintura) o si es el muy tóxico oropimente (que es característico de la escuela cus-

queña del siglo XVIII).¹

De esta manera, podemos tener una idea preliminar de los elementos que están presentes en cada zona del cuadro y eso nos da pistas sobre los pigmentos que utilizó el artista. Luego podemos utilizar otras técnicas complementarias para terminar nuestra identificación de cada pigmento.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Sección A: ¿Cómo se analiza con FRX?

En esta actividad los participantes van a aprender, de manera general, el uso de un analizador de FRX. Para ello, se les solicitará que piensen en algo que podrían analizar con este aparato. La idea es que, al analizar objetos personales (un anillo, aretes) o cosas de la vida diaria (papeles, envolturas de alimentos), no vean a esta técnica como algo extraño y ajeno a ellos.

Se analizará un par de objetos con los que ellos decidan trabajar y se mostrará brevemente cómo obtener información sobre los elementos que los componen.

En caso de no contar con el analizador de FRX, se les proporcionará a los participantes imágenes de objetos comunes y los espectros obtenidos del análisis de estos objetos. En este ejercicio los participantes aprenderán a leer los resultados de un análisis de fluorescencia de rayos X al mismo tiempo que pondrán en práctica sus conocimientos de la tabla periódica.



Participantes en el taller “Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas virreinales” en el Museo de los Descalzos (abril, 2015)

Sección B: ¿Cómo se ve el espectro de FRX de un pigmento?

En esta actividad, los participantes analizarán de dos a tres pigmentos utilizados tradicionalmente por artistas. Los pigmentos pueden estar en polvo, en preparación al óleo o en forma de roca, mezclados con otros compuestos. De preferencia, se buscará que analicen pigmentos de colores similares pero con composiciones completamente diferentes (por ejemplo, un azul de cobre, otro de cobalto y uno de hierro). Esto servirá como base para la sección C. También se les dará una lista de estos pigmentos con sus respectivas características.

En caso de no contar con el analizador de FRX, se proporcionará a los participantes imágenes de los espectros obtenidos del análisis de diferentes pigmentos azules, además de una lista de los mismos con sus respectivas características.

De esta manera, los participantes tratarán de identificar los diferentes pigmentos azules utilizados y analizarán la posibilidad de que alguno de ellos haya sido utilizado por los artistas de alguna de las tres escuelas de pintura virreinal.

Sección C: ¿Qué nos dicen los lienzos?

Se realizará primero una breve inspección de los lienzos a analizar y se discutirá la pertenencia de los mismos a una u otra escuela de pintura virreinal (el monitor cultural nos será de mucha ayuda para esto). En esta parte los participantes podrán

presenciar el análisis de zonas seleccionadas de los lienzos mencionados anteriormente. La selección de las zonas correrá por cuenta de los mismos participantes, en base a lo que se haya discutido con ellos durante toda la sesión. Los participantes no deben realizar la parte física del análisis (toma algo de práctica manejar el analizador de manera que no se corra ningún riesgo de dañar el lienzo); sin embargo, ellos podrán dirigir el análisis desde la computadora y luego participarán en la interpretación de los resultados.

En caso de no contar con el analizador de FRX, se dará la posibilidad a los participantes de analizar un caso hipotético. Cada grupo recibirá una fotografía de un lienzo perteneciente a una de las escuelas de pintura virreinal, una fotografía que muestre con detalle la zona o zonas del lienzo que se ha analizado con la técnica de fluorescencia de rayos X y el espectro obtenido del análisis en cuestión.

Así, cada grupo de participantes discutirá sobre la procedencia del lienzo desde dos perspectivas: mediante la observación e investigación (Historia del Arte) y por medio de los análisis químicos (Ciencia y Tecnología).

Sección D: ¿Y qué hago con los resultados de los análisis?

Se mostrará a los participantes fotografías de placas radiográficas de un lienzo y se les explicará qué información nos brindan estas placas. Se les mostrará también los resultados de un análisis por FRX del mismo lienzo. Si no se cuenta con este material,

encontrará una lista de páginas web en las que hay ejemplos muy ilustrativos que te permitirán mostrar el uso de las radiografías en el análisis de piezas artísticas (Revisar *Bibliografía*, p. 28).

Se les explicará cómo estos resultados, tomados ya en conjunto, e interpretados dentro de un contexto histórico, pueden ayudar al restaurador a decidir cuál es la mejor manera de intervenir la obra en cuestión.



Detalle del analizador portátil de espectrometría de rayos X antes de analizar un lienzo de la pinacoteca del Museo de los Descalzos.

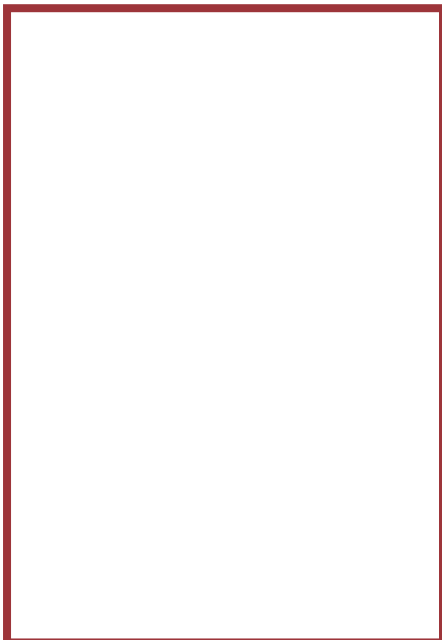


Participantes en el taller "Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas virreinales" en el Museo de los Descalzos (abril, 2015)



ANTES DE LA ACTIVIDAD

Escribe con tus propias palabras qué relación crees que existe entre la ciencia, historia, arte y tecnología



Participantes en el taller “Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas virreinales” en el Museo de los Descalzos (abril, 2015)



Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos
Diferencias entre las escuelas de pintura virreinal



HISTORIA Y ARTE

Las escuelas de pintura virreinal: una aproximación interdisciplinaria

El Museo de los Descalzos cuenta con una enorme colección de arte religioso virreinal. En este museo podemos encontrar lienzos que pertenecen a las escuelas de pintura más importantes del Virreinato del Perú, como son las escuelas cusqueña, limeña y quiteña (aunque Quito pasaría posteriormente a ser parte del Virreinato de Nueva Granada). Estas escuelas se iniciaron, por supuesto, a partir de enseñanzas de los artistas europeos pero luego fueron desarrollando características propias, con diversos niveles de influencia de la cultura local. Cada una de estas escuelas tiene características que nos permiten diferenciarlas. El uso de una paleta de colores distinta, de aplicaciones metálicas, de recursos para dar idea de volumen, entre otros son aspectos que nos permiten distinguir a estas escuelas.

A grandes rasgos, podemos decir que la escuela limeña se caracteriza por una paleta reducida, con tonos que van del blanco al negro pasando por varios matices de ocres y marrones, con eventuales toques aislados de color. En muchos casos, se usa la técnica del claroscuro que permite iluminar ciertas zonas y dejar en las sombras otras. Las principales influencias a nivel de composición, color y luz provienen del barroco italiano (el claroscuro de Caravaggio y sus seguidores napolitanos), pero también tiene influencias manieristas flamenco-españolas (escuela sevillana del siglo XVI), así como, más adelante, de

los maestros del siglo de oro español como Zurbarán o Murillo (siglo XVII). La escuela limeña, como es lógico, está bastante marcada por los aportes europeos.

En cambio, la escuela cusqueña se caracteriza por una paleta bastante más clara, con colores variados y luminosos. El rojo, el azul y el verde están muy presentes, estos últimos en parte por la influencia del paisaje flamenco renacentista, pero se debe resaltar también el aporte más bien autóctono, sobre todo en el siglo XVIII, del delicado uso del pan de oro en la vestimenta de las figuras religiosas, con varias técnicas de aplicación desarrolladas y perfeccionadas en el sur andino.

La escuela de pintura quiteña, finalmente, presenta influencias y características formales similares a la cusqueña, es decir, presenta más sincretismos que la escuela limeña, pero se distingue por una paleta ligeramente diferente, especialmente con tonos de ocres característicos de los pigmentos usados en esta zona de las Indias en la época colonial.

Si bien lo descrito en los párrafos anteriores nos puede ayudar a distinguir una escuela de la otra, a veces solo una inspección visual de las obras no es suficiente. Los pigmentos y barnices se deterioran con el tiempo y van cambiando de color, lo cual nos puede dificultar la tarea de apreciar los colores originales en un lienzo. Seguramente han podido apreciar esto al visitar un museo: a veces el barniz se ha oscurecido tanto que, aun acercándonos mucho al cuadro, no logramos distinguir detalles. O también es posible que el lienzo haya sufrido una serie de repintes y retoques a lo largo de los años y, entonces, es casi imposible imaginarse cómo había sido la obra



Cristóbal Lozano, Escuela Limeña. *Éxtasis de San Camilo*, 1762. Óleo sobre lienzo. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Crist%C3%B3bal_Lozano.

originalmente y decir a simple vista: “es casi seguro que pertenece a esta escuela”.

Otro aspecto que tenemos que tener en cuenta es que hay muchas maneras de lograr un color determinado: hay muchos pigmentos rojos, muchos amarillos... y a veces una escuela muestra una preferencia por un pigmento sobre otro. Por ejemplo, la escuela cusqueña se caracterizó por abandonar los cánones europeos bastante pronto. Mientras que en Lima se usaron los pigmentos importados

de Europa por mucho tiempo, en Cusco, luego de un periodo inicial de uso de estos mismos pigmentos, parece que hubo un retorno al uso de materiales tradicionales: aquellos que desde la época incaica y preincaica se venían utilizando en el Perú para decorar textiles y cerámica.¹

Un historiador del arte nos puede decir que un lienzo, por el estilo, parece pertenecer a la escuela cusqueña del siglo XVIII. Sobre esta base, un científico puede analizar los elementos que están presentes en el lienzo y confirmar (o tal vez refutar) la identificación hecha por el historiador del arte. Ambas disciplinas tienen que ir de la mano para poder lograr un estudio correcto de la obra.

Izquierda: Anónimo, Escuela Cusqueña. *Virgen de Belén* ca. 1740-1760. Óleo sobre tela. Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cuzque%C3%BIa2.jpg>.

Derecha: Miguel de Santiago, Escuela Quiteña. *Virgen alada del Apocalipsis*, siglo XVIII. Óleo sobre tela. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Virgen_alada_del_Apocal%C3%ADpsis_Miguel_de_Santiago.jpg



CIENCIA Y TECNOLOGÍA

¿Qué nos motiva a estudiar un cuadro? ¿Y qué herramientas podemos utilizar para nuestro estudio?

En ocasiones, estudiar un cuadro es un fin en sí mismo: queremos saber cómo pintaba un artista. Queremos saber cuántas capas de pintura aplicaba (¿utilizaba esto para generar volumen?, ¿sombras?), qué pigmentos utilizaba (¿se aventuró a utilizar los pigmentos locales o solo confiaba en lo que llegaba de Europa?), cómo los mezclaba para lograr ciertos efectos.

A veces, sin embargo, este estudio tiene un fin más práctico: si el análisis del cuadro nos muestra que un pigmento se está deteriorando rápidamente y esto pone en riesgo la integridad del mismo, podemos tomar medidas para mitigar el daño. Tal vez sea necesario protegerlo de la humedad o de la luz. O tal vez sea incluso necesario retirarlo de la vista pública ya que no es capaz de resistir la exposición al ambiente (todo lo anterior más la contaminación propia de nuestra ciudad).

Para el análisis científico de los pigmentos, podemos utilizar muchas técnicas. Algunas son invasivas o microdestructivas (es decir, que es necesario retirar una muestra pequeñísima del cuadro) y otras son no destructivas (prácticamente no causan efecto alguno en el cuadro). Las técnicas que les mostraremos hoy pertenecen a este segundo grupo. Veamos en qué consisten.

Radiografía (de rayos X)

Probablemente, todos conocemos esta técnica. Quizás te han tenido que tomar alguna vez una radiografía, o tal vez no a ti pero sí a un familiar o amigo. ¿Te has puesto a pensar alguna vez en cómo funciona esto? El tecnólogo a cargo te irradia con rayos X. Partes de tu cuerpo absorben más esta



Figura 1. Radiografía de codo. Fuente: MB, Wikimedia Commons (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coude_fp.PNG)

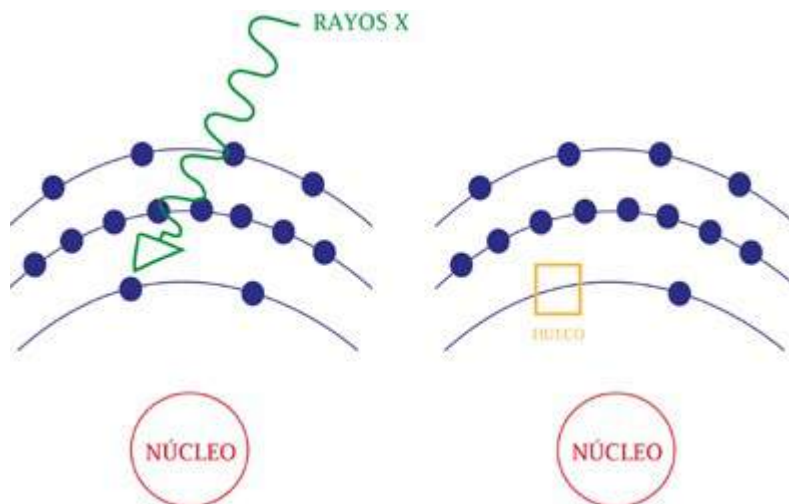


Figura 2. Cuando los rayos X de energía adecuada llegan a un electrón interno, este se pierde y deja un "hueco".

radiación (se quedan con ella) y otras la dejan pasar con mayor facilidad. La radiación que pasa a través de tu cuerpo es detectada al salir de él y con esto se forma una imagen, como puedes ver en la figura 1. Tus huesos no están hechos del mismo material que tus músculos y eso se ve claramente en la radiografía.

Hoy veremos que también se le puede tomar una radiografía a un cuadro y que eso nos da información muy útil. Recuerda que, al igual que ocurre con tu cuerpo, no todos los materiales utilizados en un cuadro son iguales y eso se podrá notar con claridad en la radiografía.

Espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX)

Esta es otra técnica que les mostraremos hoy y que nos dará información distinta a la que sacamos de una radiografía. Toda la materia está compuesta por átomos y en estos átomos tenemos un núcleo (formado por protones y neutrones) y también electrones. Cuando irradiamos estos átomos con rayos X que tengan la energía adecuada, algunos de los electrones del átomo (aquellos que están más cerca al núcleo) se pierden y dejan "huecos" (Figura 2).

Pero el átomo no es estable en esta situación. Es preferible que los electrones más externos bajen de nivel para rellenar estos "huecos", y cuando lo hacen, se emite "luz". Nosotros no podemos ver esta luz, porque también está en el rango de los rayos X, pero el detector del analizador de FRX sí lo "ve" y con esto genera una especie de huella digital del elemento: un espectro (Figura 3).

Cada elemento tiene su propio espectro que lo caracteriza (Figura 4). Entonces, vamos a ver un espectro muy distinto si el pigmento amarillo que se usó es un ocre (pigmento utilizado por casi todas las escuelas virreinales de pintura) o si es el muy tóxico oropimente (que es característico de la escuela cusqueña del siglo XVIII).¹

De esta manera, podemos tener una idea preliminar de los elementos que están presentes en cada zona del cuadro y eso nos da pistas sobre los pigmentos que utilizó el artista. Luego podemos utilizar otras técnicas complementarias para terminar nuestra identificación de cada pigmento.

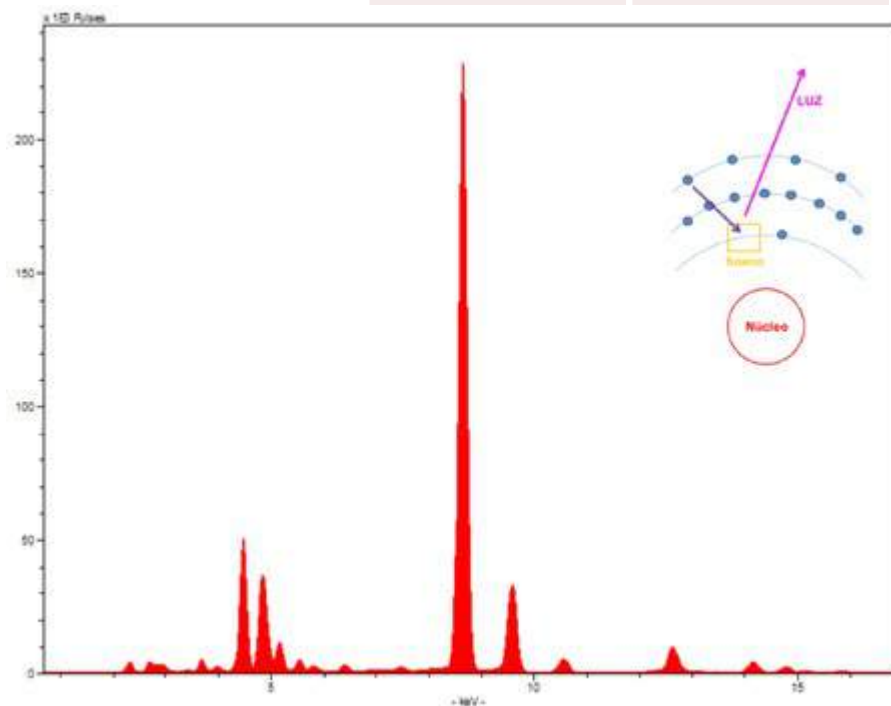


Figura 3. Cuando los electrones externos bajan a llenar los "huecos", se emite luz, que es detectada por el analizador de rayos X. El analizador nos reporta un "espectro" (el gráfico en rojo), que es una especie de huella digital del elemento.

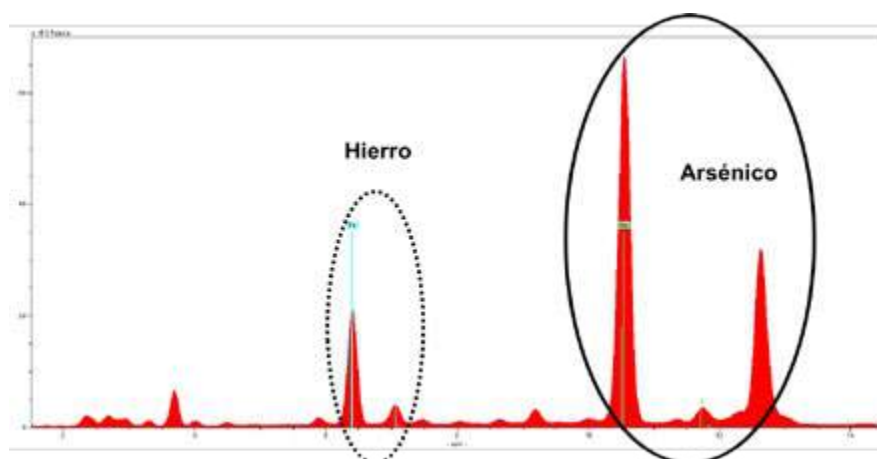


Figura 4. En este espectro se ven señales de hierro (encerradas con línea punteada) y de arsénico (encerradas con línea entera). Esto podría estar indicando que en la zona analizada hay ocre o tierras (mezclas de compuestos que contienen hierro) y también oropimente (un pigmento compuesto por arsénico y azufre).

ANOTACIONES:



DURANTE LA ACTIVIDAD

SECCIÓN A ¿Cómo se analiza con FRX?

Tus monitores te mostrarán un analizador de FRX y te enseñarán brevemente cómo utilizarlo. No le tengas miedo al equipo...si bien parece un “phaser” salido de la película Star Trek, es totalmente inofensivo si se usa de la manera adecuada. Como nota curiosa, no es casualidad que el equipo se parezca a un “phaser”...¡la persona que lo diseñó es un fanático de esa película!

Con este equipo se pueden analizar muchas cosas, siempre y cuando tengan elementos más pesados que el magnesio (¡sentimos recordarte la -a veces tan odiada- tabla periódica!). Eso significa que no podemos analizar carbono, por ejemplo.

Atrévete a ser curioso y creativo. ¿Qué te gustaría analizar? ¿Un anillo? ¿La envoltura de algún alimento? El análisis es muy corto y no daña al objeto que se analiza.

En caso de que no estés trabajando con el analizador de FRX, tus monitores te proporcionarán algunos resultados que se obtuvieron del análisis de



Participantes en el taller “Lo que los rayos X nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas virreinales” realizando el análisis de FRX con la ayuda de dos monitoras científicas del Programa CHAT (Museo de los Descalzos, abril, 2015).

ciertos objetos de uso común. ¿Puedes identificar de qué elementos están compuestos? Escribe qué objeto le ha tocado analizar a tu grupo y señala en

la tabla periódica qué elementos químicos se han identificado en él.

Tabla periódica de los elementos

The image shows a standard periodic table with color-coded groups: alkali metals (orange), alkaline earth metals (yellow), transition metals (green), metalloids (light green), non-metals (purple), halogens (pink), noble gases (blue), and lanthanides/actinides (grey). A legend on the right side of the table lists these groups with their corresponding colors. The table includes element symbols, names, atomic numbers, and atomic weights. A legend on the left side of the table lists various properties for the highlighted element Iron (Fe): atomic mass (55.845), atomic number (26), ionization energy (762.5 kJ/mol), symbol (Fe), name (Hierro), and electronic configuration ([Ar] 3d⁶ 4s²).

Tabla periódica de los elementos. Fuente: “Periodic table large-es” by 2012rc, Edit (Translation to Spanish) by The Photographer. Licensed under CC BY 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table_large-es.svg#/media/File:Periodic_table_large-es.svg

Objeto analizado:

Elementos químicos encontrados:

SECCIÓN B. ¿Cómo se ve el espectro de FRX de un pigmento?

Ahora nos toca centrarnos un poco más en nuestro tema de hoy: la pintura. Tus monitores te van a proporcionar algunos pigmentos comúnmente utilizados por los artistas. Explora un poco de qué están hechos. ¿Todos los pigmentos azules son iguales o tienen elementos diferentes?

Si no cuentas con el equipo de fluorescencia de rayos X, tus monitores te proporcionarán los resultados de los análisis de diferentes pigmentos azules utilizados por los artistas durante muchas épocas: desde la antigüedad hasta el arte contemporáneo. ¿Puedes identificar cuáles pueden haber sido usados por los artistas del Virreinato del Perú?

Para resolver esta actividad utiliza el listado de pigmentos azules brindado en esta guía.

SECCIÓN C. ¿Qué nos dicen los lienzos?

Tus monitores te deben haber hablado ya de las principales características que permiten diferenciar una escuela de pintura virreinal de otra. ¿Podrías determinar a qué escuela pertenecen los lienzos que ves? ¡Inténtalo! ¿En qué te has basado para dar tu respuesta?

Tomando toda la información que has recibido hoy, habla con los demás participantes y con tus monitores y ponte de acuerdo con ellos en qué zonas de los lienzos te resultaría interesante analizar. Recuerda que la idea es buscar algunos indicadores que diferencien a una escuela de otra para así corroborar con “visión de rayos X” lo que nuestros ojos nos están diciendo sobre un lienzo.

Si estás realizando esta actividad sin la ayuda del analizador de FRX, tus monitores te brindarán lo siguientes elementos de un caso hipotético:

- Una fotografía de un lienzo perteneciente a una de las escuelas de pintura virreinal.
- Los espectros obtenidos del análisis en cuestión.

Tú y tu grupo deberán tratar de determinar la procedencia del lienzo (escuela limeña, cusqueña o quiteña) haciendo uso no solo de una exhaustiva observación, sino también del análisis de fluorescencia de rayos X.

SECCIÓN D. ¿Y qué hago con los resultados de los análisis?

Tus monitores te mostrarán fotografías de placas radiográficas que se tomaron de un lienzo. ¿Qué puedes ver en ellas? ¿Qué información te proporcionan estas placas? ¿Y si juntamos esta información con la que resulta de un análisis por FRX? Entérate de cómo un restaurador puede utilizar esta información para decidir cómo intervenir un lienzo. Estás ante la situación ideal: ¡las ciencias naturales, la historia y la restauración se unen para conservar tu patrimonio!

Pigmento analizado:

Elementos químicos encontrados:

¿Crees que este pigmento pudo haber sido usado por los artistas del Virreinato del Perú? ¿En qué basas tu respuesta?

Investiga sobre otros pigmentos utilizados por las diferentes escuelas de pintura virreinal. Recuerda que algunos pueden ser autóctonos de nuestra región.

Título del lienzo:

¿A qué escuela de pintura virreinal puede pertenecer el lienzo?

¿En qué basas tu respuesta? ¿Qué características observas en él?

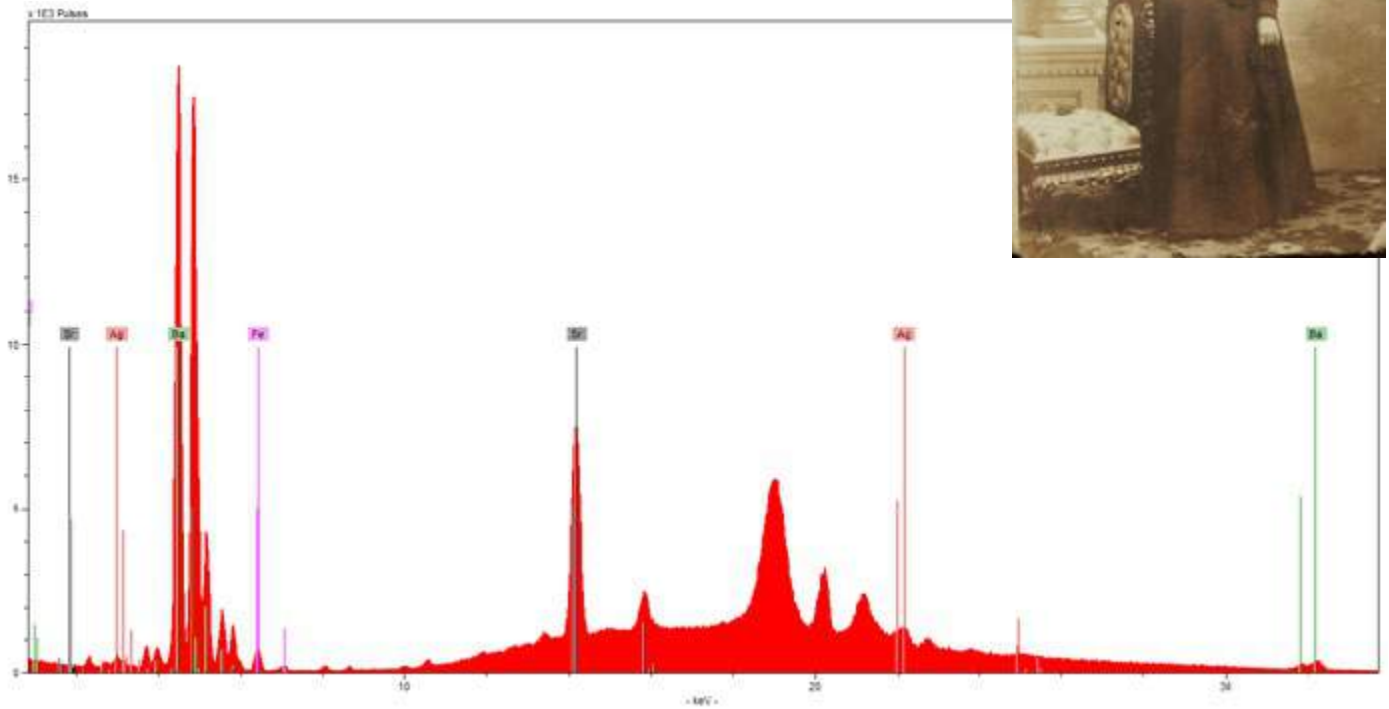
Elementos químicos encontrados en el análisis:

¿Qué pigmento es?

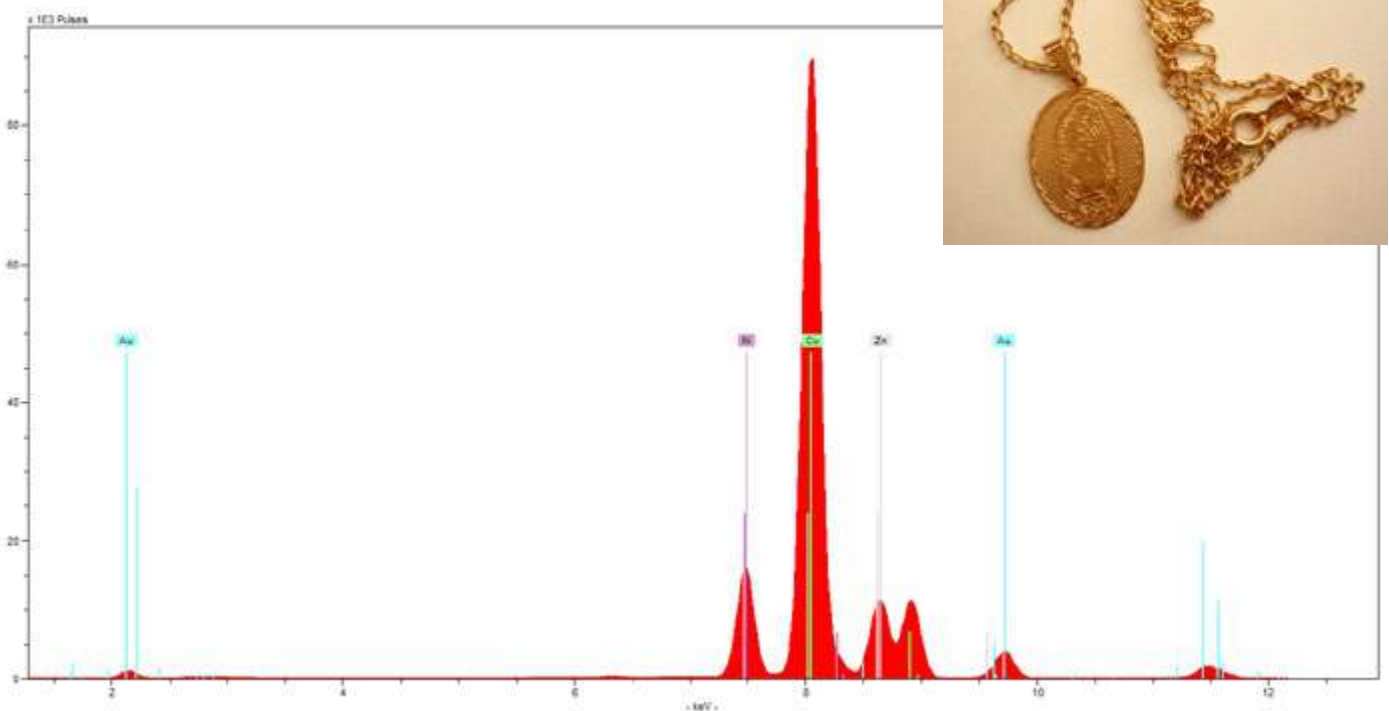
Luego de reconocer el pigmento analizado, ¿cambia en algo tu respuesta? ¿Crees aún que el lienzo pertenece a la escuela virreinal que sugeriste? ¿Por qué?

ANOTACIONES:

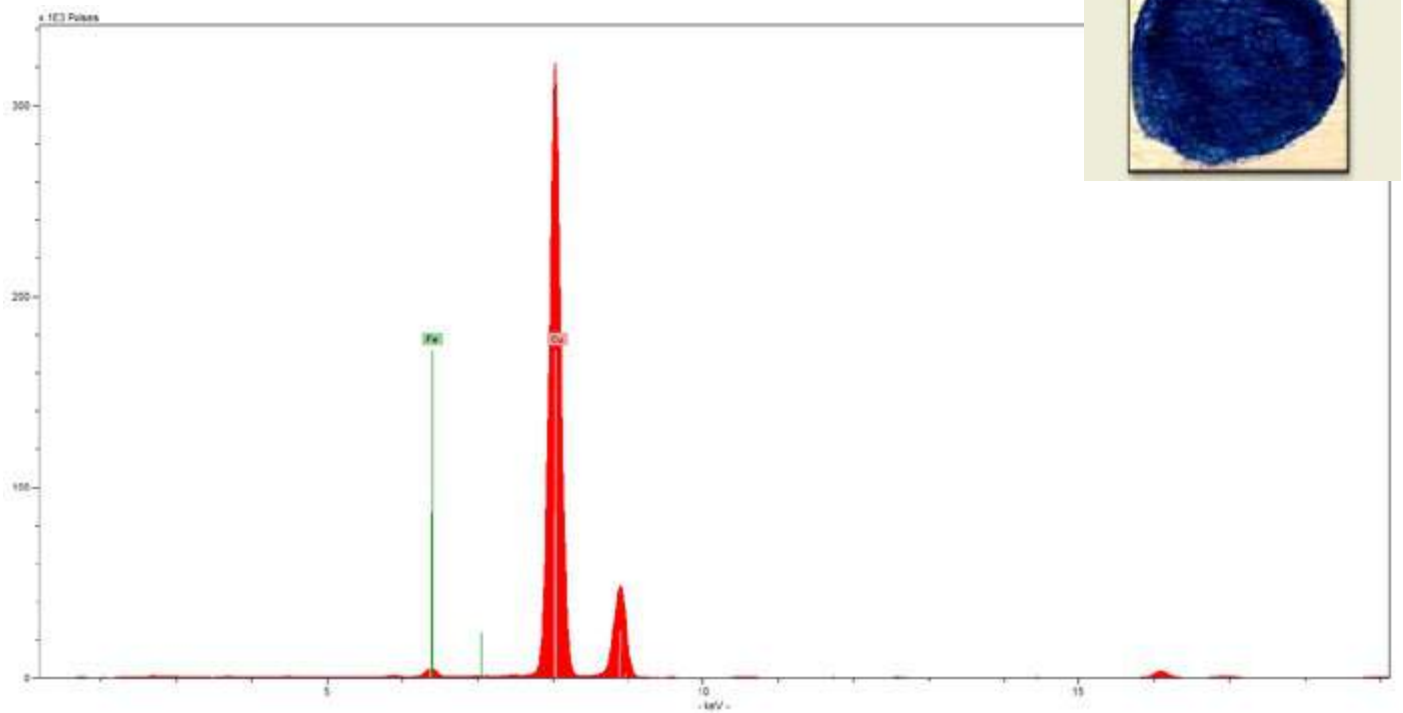
ESPECTRO 1



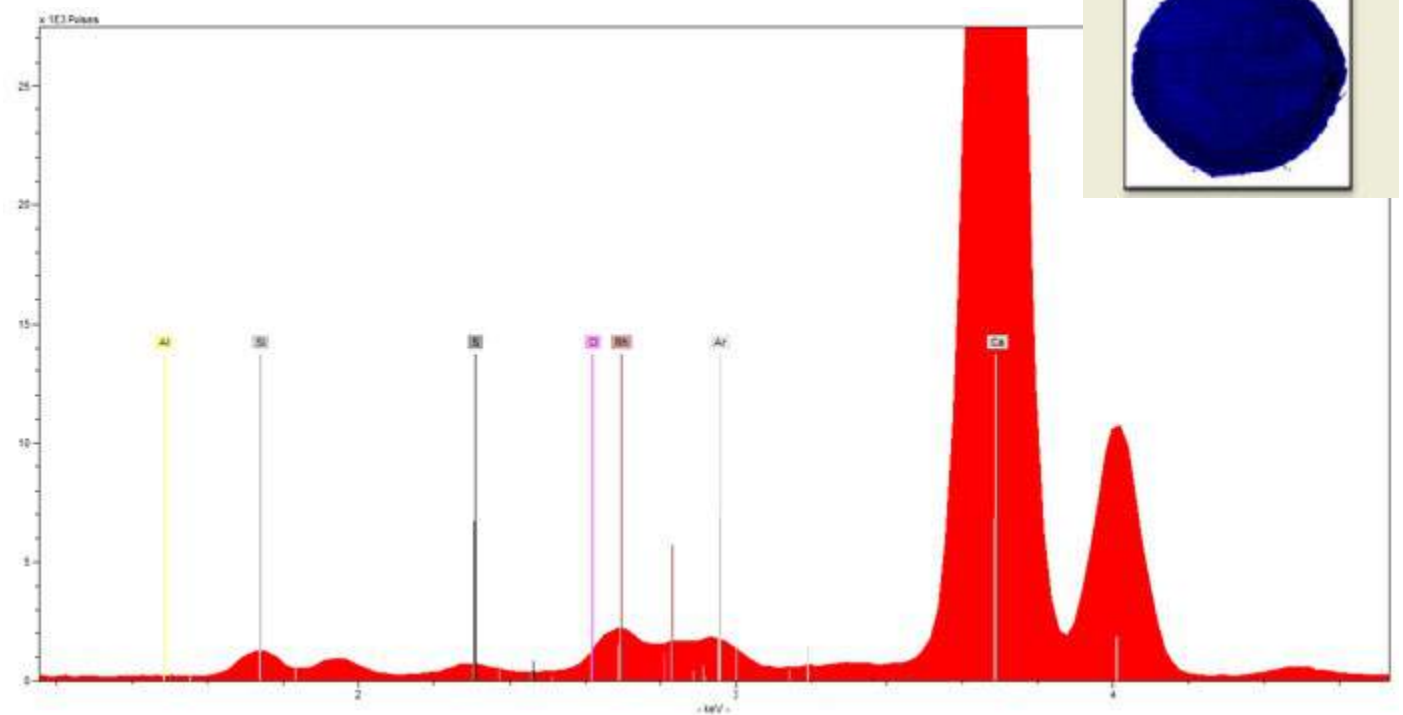
ESPECTRO 2



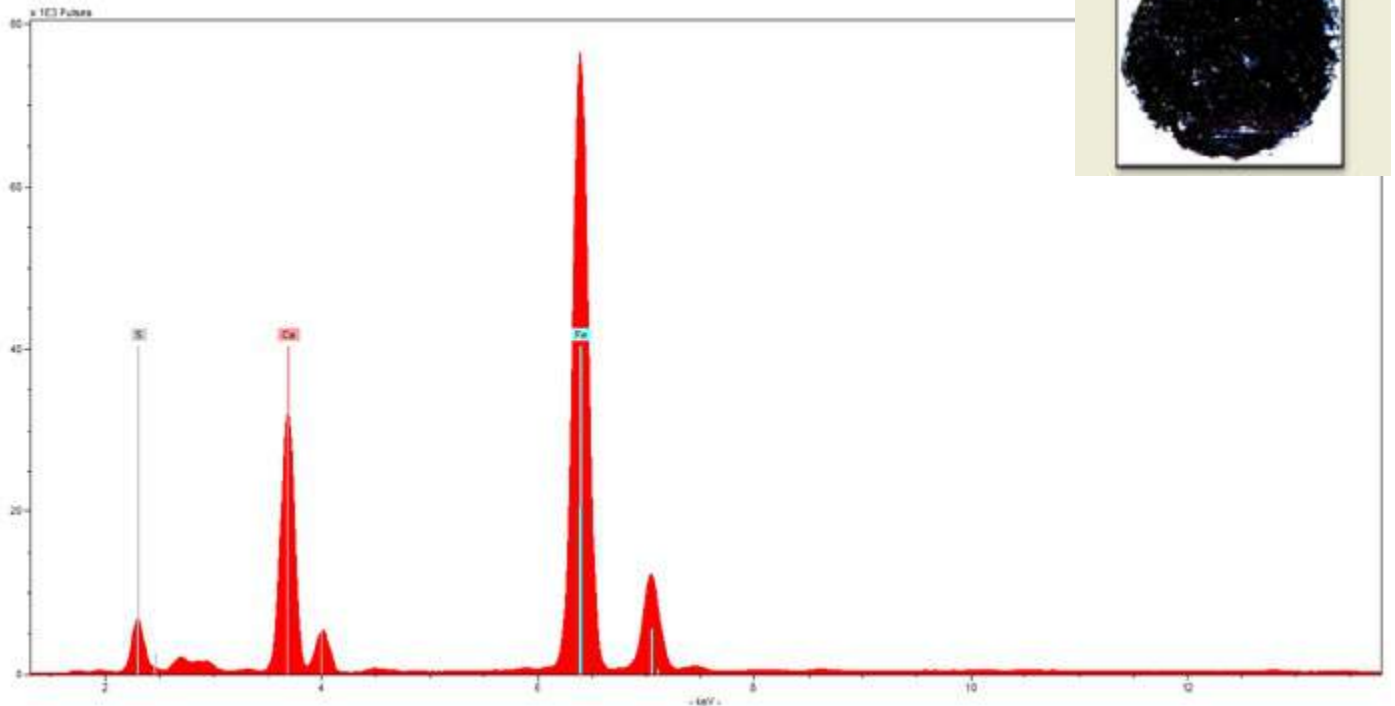
ESPECTRO 3



ESPECTRO 4



ESPECTRO 5



.....

Anotaciones para el monitor

- ESPECTRO 1 (p. 21): Espectro obtenido del análisis de una fotografía antigua (plata gelatina). El área analizada se encuentra en la zona oscura del vestido de la dama. Se observa plata (Ag), que forma la imagen, y también estroncio (Sr) y bario (Ba), del papel baritado utilizado como soporte.

- ESPECTRO 2 (p. 21): Espectro obtenido del análisis de una medalla de oro de 14 kilates. Se observa oro (Au), por supuesto, pero también níquel (Ni), cobre (Cu) y cinc (Zn), que forman parte de la aleación metálica con la que está hecha la medalla.

- ESPECTRO 3 (p. 22)







Azurita: se ve básicamente solo la señal de cobre (Cu).

- ESPECTRO 4 (p. 22)

Lazurita (de donde se purifica el lapis lázuli): Bajo estas condiciones de análisis es muy difícil ver el aluminio (Al) pero sí se observa silicio (Si), azufre (S), cloro (Cl) y calcio (Ca). La señal de argón (Ar) viene del aire y la del rhodio (Rh), de la fuente de rayos X del equipo.

- ESPECTRO 5 (p. 23)

Azul de Prusia (aplicado sobre una capa de yeso): Se ve el hierro (Fe) del pigmento y el calcio (Ca) y azufre (S) del yeso.

PIGMENTOS*	CARACTERÍSTICAS Y FECHAS DE USO	TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN ^{es*}	FÓRMULA QUÍMICA
 <p>Azurita, azul de Santo Domingo, azul de Sevilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Empleado desde la antigüedad. · Muy utilizado entre los s. XV y XVII en pintura mural, pintura sobre tabla y en manuscritos iluminados. · Usado a óleo pierde color y brillo. · Reemplazado desde el s. XVIII por el azul de Prusia. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: azul oscuro^{***} Raman FTIR FRX</p>	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
 <p>Esmalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Empleado entre los s. XV y XVII. · Se utilizaba en polvos gruesos para no perder la intensidad del color. · Es inestable y se decolora con el tiempo (se vuelve gris), sobre todo cuando es usado al óleo. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: morado claro^{***} Raman FTIR FRX</p>	$SiO_2(65\%) + K_2O(15\%) + Al_2O_3(5\%) + CoO(10\%)$ Puede tener As y Ni
 <p>Índigo</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Empleado desde la antigüedad. · Extraído de plantas. Desde 1870 se puede obtener de manera sintética. · Es estable cuando está cubierto con barniz. En caso contrario, puede decolorarse por una prolongada exposición a la luz UV. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: morado oscuro^{***} Raman FTIR</p>	$C_{16}H_{10}N_2O_2$
 <p>Azul de ultramar, lapis lázuli, lazurita</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Empleado desde s. VI. · Muy utilizado en manuscritos iluminados y en pintura sobre tabla en los s. XIV y XV. · El lapis lázuli puro, traído de Afganistán y purificado por lo italianos, era el pigmento más caro (más que el oro durante el Renacimiento). · En el s. XIX se inicia la producción sintética. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: azul oscuro^{***} Raman FTIR FRX</p>	$(Na,Ca)_8(Al,Si)_{12}O_{24}Sn$
 <p>Azul de Prusia, azul de Amberes, azul de Berlín, azul de París</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Es uno de los primeros pigmentos sintéticos modernos. · Disponible a partir de 1724 y muy popular desde entonces. · Estable en diferentes medios y ante la luz. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: no^{***} Raman FTIR</p>	$Fe[Fe^{3+}Fe^{2+}(CN)_6]_3$
 <p>Azul cobalto</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Descubierto en la primera mitad del s. XVIII. · Se comercializa desde 1803-1804 · Reemplazo moderno para el esmalte. · Estable en acuarelas y frescos. 	<p>Luz visible Fluorescencia UV: rojo^{***} Raman IR FRX</p>	$CoO \cdot Al_2O_3$

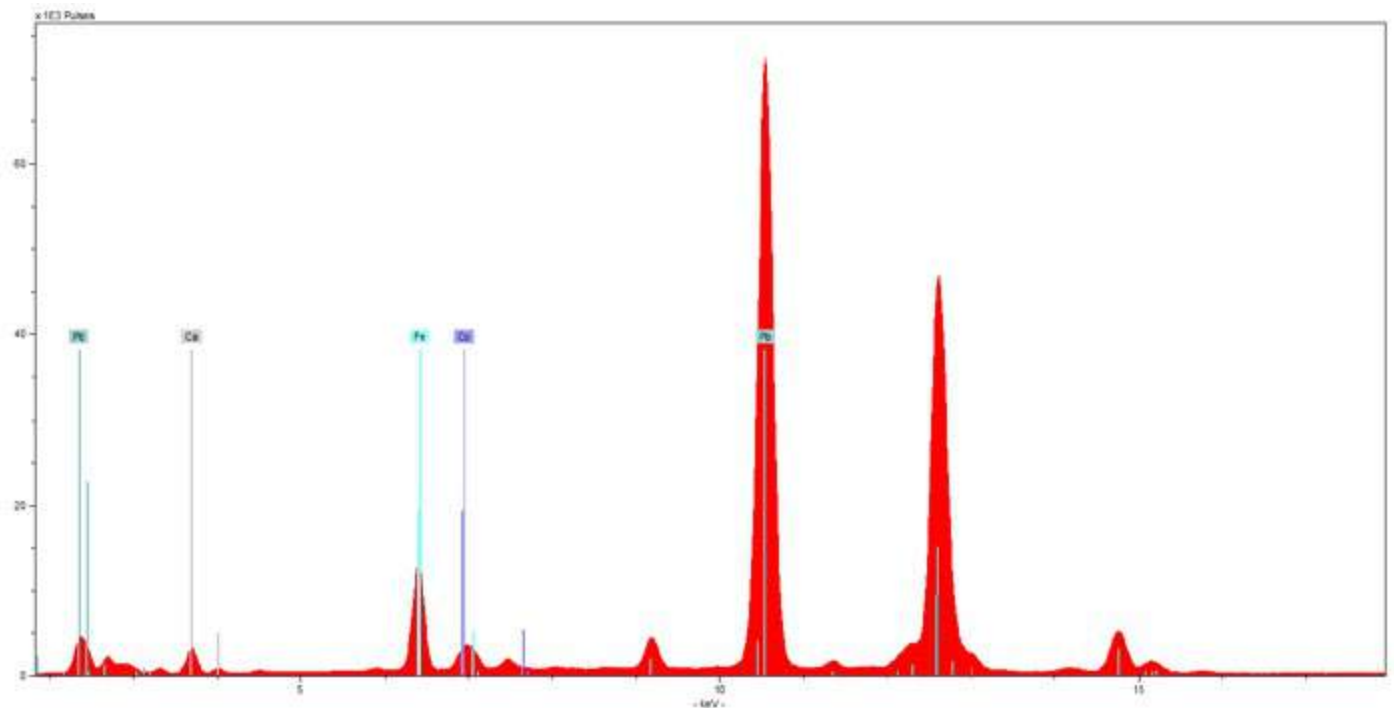
*<http://www.webexhibits.org/pigments/intro/pigments.html>

**Analytical Techniques in Materials Conservation. Barbara H. Stuart, John Wiley & Sons (2007) p.161

***Radiation in Art and Archaeometry, D.C. Creagh & D.A. Bradley, Elsevier Science B.V. (2000) p. 56-75.



ESPECTRO LIENZO 1



.....

Anotaciones para el monitor

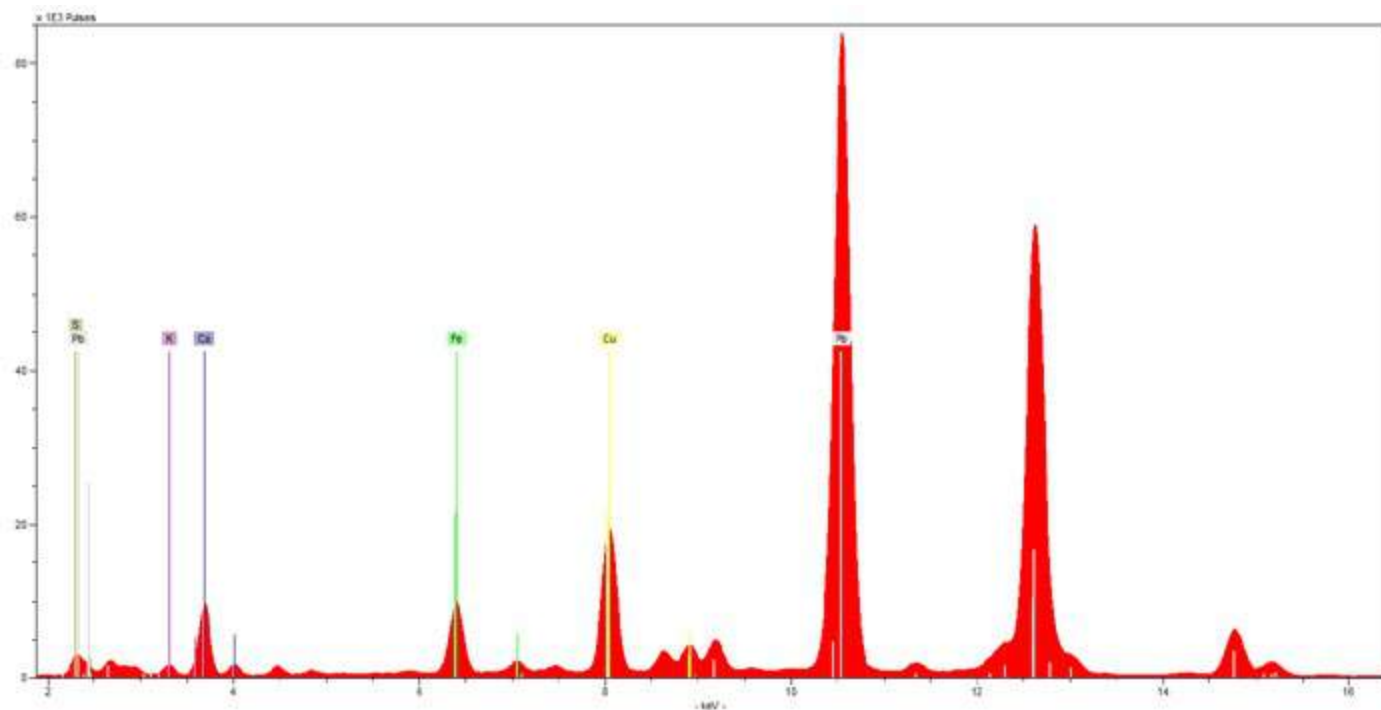
- ESPECTRO LIENZO 1 (p. 25): El azul parece venir del esmalte (vidrio de cobalto (Co)). La señal de plomo (Pb) sería atribuida al blanco de plomo.

Imagen: *San Pedro*, Escuela Limeña, s. XVIII. Catedral de Lima. Fuente: http://colonialart.org/artworks/2078B/artwork_zoom.

DISCLAIMER: Los espectros mostrados en esta guía son hipotéticos y solo se han colocado aquí para el presente ejercicio. Ninguno de los lienzos mostrados como ejemplos aquí han sido analizados por nosotros mediante FRX ni mediante ningún otro método.



ESPECTRO LIENZO 2



Anotaciones para el monitor

- ESPECTRO LIENZO 2 (p.26): El azul parece venir un pigmento azul de cobre (Cu), como podría ser la azurita. La señal de plomo (Pb) sería atribuida al blanco de plomo.

Imagen: *Inmaculada Concepción*, Escuela quiteña, s. XVIII. Museo Pedro de Osma. Fuente: http://colonialart.org/artworks/284B/artwork_zoom.

DISCLAIMER: Los espectros mostrados en esta guía son hipotéticos y solo se han colocado aquí para el presente ejercicio. Ninguno de los lienzos mostrados como ejemplos aquí han sido analizados por nosotros mediante FRX ni mediante ningún otro método.



VOCABULARIO

- **Análisis microestratigráfico**: Estudio de la superposición de capas (estratos) en una micromuestra.
- **Barniz**²: Sustancia líquida volátil que se aplica en la superficie de un objeto y que al secarse forma una película fina, brillante y flexible, cuya función principal es la de proteger la obra. Tradicionalmente se preparaban a partir de aceites y resinas vegetales. La clara de huevo también ha sido empleada con este fin. Otra función del barniz era dar el acabado de color y luminosidad que quería el artista.
- **Barroco**⁴: Es la expresión que define la característica actitud estilística del s. XVII, originada en Roma hacia 1630. Continuación del Renacimiento, el barroco se opuso, sin embargo, al ideal clasicista mantenido por aquél. En la arquitectura se dan las superficies onduladas, las plantas elípticas y las trabazones interrumpidas, acompañadas de una exageración de la monumentalidad; en la escultura, que cobra papel decorativo, tiende a integrar el arte escultórico, como parte esencial, en la composición general, y en las grandes pinturas murales viene a corroborar el gusto por la teatralidad, que asimismo reflejan los fondos de los retratos y los grandes altares de las iglesias, con su complicada estructura y dramático dinamismo.
- **Claroscuro**³: Contraste de luz y sombra que finge o hace resaltar las formas en profundidad.
- **Escuelas pintura virreinal**⁵: Gremios de artistas agrupados con el propósito inmediato de defenderse de la competencia desleal que significaba la creciente proliferación de obradores con fines puramente comerciales en los que se hacía ejercicio informal de la profesión. Se establecen en las principales ciudades del Virreinato del Perú, Lima, Cusco y Quito, y desarrollan su propio estilo artístico, gracias a las innovaciones estéticas traídas desde España, además de la llegada del grabado flamenco. Todo ello proporciona los fermentos esenciales para que los artistas, formados en el país y confrontados con las exigencias estéticas de su medio, tomaran selectivamente algunos componentes, desecharan otros y elaborasen, de manera paulatina, las diversas respuestas que fueron constituyendo las escuelas pictóricas virreinales.
- **Fluorescencia**: Proceso por el cual una sustancia es capaz de absorber luz de una determinada longitud de onda, p.ej. luz UV, y emitir parte de esa radiación a mayores longitudes de onda, p.ej. luz visible.
- **Manierismo**⁴: Estilo artístico que se caracteriza por la expresividad y la artificiosidad, difundido por Europa en el siglo XVI.
- **Ocre**²: Tierras naturales de colores amarillos, rojos o marrones, empleadas como pigmentos. Su coloración se debe, principalmente, a la presencia de óxidos o hidróxidos de hierro en su composición.
- **Oropimente**²: Mineral compuesto de arsénico y azufre de color amarillo dorado brillante. Fue muy utilizado como pigmento amarillo.
- **Pigmento**²: Sustancia natural o artificial que refleja algunas longitudes de onda y absorbe otras. En las técnicas artísticas, el pigmento es un material sólido, coloreado, insoluble y químicamente estable e inerte, que finamente molido puede ser empleado con un aglutinante para colorear otro material.
- **Pintura al óleo**²: Pintura que se fabrica con los pigmentos habituales y usando como aglutinante un aceite secante.
- **Radiografía**: Técnica de diagnóstico. Se irradia un objeto con rayos X y se obtiene una imagen con la radiación que atraviesa dicho objeto. Como los diferentes materiales que componen el objeto absorben la radiación de manera distinta, es posible diferenciar estos materiales en la imagen obtenida.
- **Rayos X**: Radiación electromagnética de alta energía.

¿Tienes dudas sobre otras palabras o términos que no has encontrado aquí? Con la ayuda del diccionario busca el significado de las palabras que no encuentres en el VOCABULARIO de esta guía didáctica y escríbelas aquí. Quizás puedas ayudar a otros compañeros con las mismas dudas que tú.



BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERÉS

REFERENCIAS

¹ Stastny, F. y Rosario-N.: "Perfil tecnológico de las escuelas de pintura limeña y cuzqueña", en *Iconos*, no. 4, sept. 2000-feb. 2001, p. 18-29.

VOCABULARIO

² Stefanos K. Kroustallis "Diccionario de Materias y Técnicas (I. Materias)". 2008. ISBN: 978-84-8181-382-1

³ Glosario de términos de artísticos: <http://www.uchbud.es/materiales/glosarte.pdf>

⁴ Unidad de Promoción y Desarrollo de la Diputación de Salamanca "Diccionario de términos relacionados con el arte": http://www.dipsanet.es/upd/pdfs/22_%20Formacion_especialidad/diccionario%20arte%20completo%20VMLD.pdf

⁵ Luis Wuffarden "Las escuelas pictóricas virreinales", en Perú: indígena y virreinal, pp. 80-87. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=11818>

USO DE RADIOGRAFÍAS EN LA CONSERVACIÓN DEL ARTE

- <https://tallersanpedrodelima.wordpress.com/2015/09/03/lienzos-del-retablo-de-san-francisco-de-borja/>

- <http://www.nationalgallery.org.uk/paintings/research/a-man-embracing-a-woman>

- <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001513/chemistry-and-art-an-allegorical-figure>

- <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001515/chemistry-and-art-boating-on-the-seine>

- <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001514/chemistry-and-art-bacchus-and-ariadne>

TAMBIÉN PUEDES CONSULTAR

- Cossío del Pomar, F.: "Arte del Perú Colonial". FCE, México, 1958.

- de Mesa, J. y Gisbert, T.: "Historia de la pintura cuzqueña". Fundación Augusto N. Wiese, Lima, 1982.

- Mujica, R.: "El Barroco Peruano". Banco de Crédito, Lima, 2002.

- Stastny, F.: "Breve historia del arte en el Perú: la pintura precolombina, colonial y republicana". Universo, Lima, 1967.

- Brown, T., LeMay, H.E., Bursten B.E. y Burdge, J.R.: "Química, La ciencia central". 9ª ed. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, 2003.

- Chang, R.: "Química", 7ª ed. McGraw-Hill interamericana, México D.F., 2003.

AUDIOVISUALES

- Espectro electromagnético: https://www.youtube.com/watch?v=X04xVB_X0Sw

- Luz visible e invisible: <https://www.youtube.com/watch?v=O0PawPSdk28>

- Cómo vemos el color: https://www.youtube.com/watch?v=18_fZPHasdo

LO QUE LOS RAYOS X NOS PUEDEN CONTAR SOBRE LOS PIGMENTOS. DIFERENCIAS ENTRE LAS ESCUELAS DE PINTURA VIRREINAL

Esta guía didáctica presenta el formato de desarrollo del taller "Lo que los rayos x nos pueden contar sobre los pigmentos. Diferencias entre las escuelas de pintura virreinal", llevado a cabo como parte de la primera temporada de Programa CHAT Ciencia, Historia, Arte y Tecnología, en el Museo de los Descalzos (Lima-Perú, 2 de abril de 2015).

PROGRAMA CHAT Ciencia, Historia, Arte y Tecnología

Actividades científico-culturales que buscan fomentar el interés por la ciencia y la tecnología y promover una aproximación interdisciplinaria al estudio y conservación de piezas histórico-artísticas. El Programa CHAT propone vincular disciplinas aparentemente desligadas mediante el descubrimiento de conceptos científicos en un contexto poco usual: tres monumentos históricos peruanos en los que se conservan importantes piezas de nuestro patrimonio cultural. Los participantes pueden darse cuenta de que solo mediante el trabajo conjunto de historiadores, científicos, conservadores y otros profesionales es posible comprender, conservar y valorar nuestro rico patrimonio cultural.

El Programa CHAT busca mostrar al público una visión integral de lo que significa el estudio de nuestro patrimonio cultural material. Al mismo tiempo el programa desea que la comunidad participante descubra que el campo de acción de un científico es mucho más amplio del que habían imaginado y que tenga un mayor aprecio por el aporte de la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas concretos en nuestro país. Finalmente, el programa busca que la población conozca los monumentos históricos participantes y que, de esta manera, se genere un sentimiento de identidad y apropiación del patrimonio cultural peruano y un compromiso con su preservación, difusión y puesta en valor.

COPYRIGHT

El material desarrollado por el equipo técnico del Programa CHAT Ciencia, Historia, Arte y Tecnología está bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

CONTÁCTANOS

Si deseas tener este trabajo en archivo de texto de manera que puedas adaptarlo a tu espacio, ponte en contacto con nosotros.

Portal web: <https://www.programachat.org>
Correo electrónico: chat.programa@gmail.com

Síguenos en nuestras redes sociales:



CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

Taller de Conservación y Restauración de San Pedro de Lima

- <https://tallersanpedrodelima.wordpress.com>

- Facebook: <https://goo.gl/jjZaQm>

Taller piloto de conservación y restauración del Museo de los Descalzos

- www.vimeo.com/42828416

Museo de los Descalzos

- www.facebook.com/museodelosdescalzospaginaoficial

Museo del Convento de Santa Rosa de Ocopa

- <http://conventodeocopa.blogspot.com/>

- Facebook: <https://goo.gl/2al72S>

Ciencia en la labor de recuperación del patrimonio

- <http://goo.gl/uxNbHE>

- <http://www.heritagescience.ac.uk/>

Aprender con el patrimonio cultural

- <http://didctadelpatrimonicultural.blogspot.com>

- <http://interpretacionpatrimonio.blogspot.com/>



¿Sabías que

el tema de la preservación del patrimonio cultural se encuentra presente en el DCN del Ministerio de Educación para los niños desde los 3 años? Consulta estos enlaces para ayudarte a preparar esta actividad.



Lo que los rayos x nos pueden contar
sobre los pigmentos
DIFERENCIAS ENTRE LAS ESCUELAS
DE PINTURA VIRREINAL

GUÍA DIDÁCTICA