

FACULTAD DE CIENCIAS JURIDICAS Y SOCIALES  
CARRERA:  
LICENCIATURA EN CRIMINALISTICA

TESIS DE LICENCIATURA  
ANALISIS CIENTIFICO DE OBRAS DE ARTE  
DENTRO DE LA POLICIA DE LA PROVINCIA DE  
BUENOS AIRES

05/07/2012

Alumno: Facundo Guillermo Pereyra

## INDICE

1.	<b><u>ABSTRACT</u></b> .....	3
2.	<b><u>INTRODUCCION</u></b> .....	4
3.	<b><u>MARCO TEORICO</u></b> .....	7
4.	<b><u>DESARROLLO DEL TRABAJO</u></b> .....	10
	<b>A</b> El dato visual en el peritaje y la comparación de Datos. ....	10
	<b>B</b> Estudios científicos. Secuencia del uso de los mismos.....	15
	<b>B.1</b> Análisis de baja tecnología.....	17
	<b>a. No Invasivos:</b>	
	• Análisis de Luz visible.	
	• Análisis de luz no visible. Luz ultravioleta. Luz Infrarroja.	
	• Microscopía.	
	• Micrómetro.	
	<b>b. Invasivos:</b>	
	• Cromatografía.	
	• Cromatografía en papel.	
	• Cromatografía de capa delgada (TLC).	
	<b>B.2</b> Análisis de tecnología compleja.....	26
	<b>a. No Invasivos:</b>	
	• Rayos X.	
	<b>b. Invasivos:</b>	
	• Espectroscopia.	
	• Espectrometría (Ultravioleta-Visible) (UV-Vis).	
	• Cromatografía gaseosa.	
	• Cromatografía líquida.	
	• Espectroscopia de radiación infrarroja.	
	<b>B.3</b> Otras Tecnologías.....	32
	• Cromatografía gaseosa con Espectrometría de Masas (GC-MS).	
	• Espectrofotometría de absorción atómica.	
	• Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).	
	• Espectroscopia Raman.	

- Xerorradiografía.
- Difracción por rayos X.
- Método del Carbono 14.
- Gammagrafía.
- Termoluminiscencia.

<b>C</b>	Análisis del estado de conservación del cuadro auténtico.....	35
<b>D</b>	Certificados de autenticidad.....	44
<b>E</b>	La caligrafía en el Peritaje de Obras de Arte. Fraude de Firmas.....	47
<b>F</b>	Oficina de Coordinación Pericial.....	48
<b>5.</b>	<b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....	50
<b>6.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	51
<b>7.</b>	<b><u>ANEXO</u></b> .....	53

## **ABSTRACT**

En la República Argentina la práctica de la falsificación se reduce a artistas locales como Raúl Soldi, Spilimbergo, Berni, Quinquela Martín, y el Marplatense Juan Carlos Castagnino, entre los más famosos. Según los expertos en la lucha contra el delito, el mercado negro de objetos culturales y obras de arte falsificadas es una de las principales fuentes de ingresos del crimen internacional en la actualidad.<sup>1</sup>

Esta investigación se refiere al peritaje sobre obras de arte, utilizando distintas ramas de la Criminalística como la química forense, Tecnología aplicada y la Documentología. Estas técnicas son utilizadas por los museos más importantes del mundo, restauradores e investigadores, para el análisis de obras de arte.

Se realizó una clasificación de las mismas con el objetivo de consignar cuales están a nuestro alcance, dentro de la Policía Científica de Mar del Plata, otras Delegaciones de la policía de la Provincia de Buenos Aires y dentro de nuestro ámbito, aquellos organismos estatales y/o judiciales, en los que se podrían realizar. Además de sugerir la incorporación de una oficina de coordinación de las técnicas aplicables para el análisis del material recibido.

---

<sup>1</sup> <http://www.triangulodelarte.org/magazine/La-falsificacion-de-obras-de-arte>

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los delitos mas comunes que sufren los objetos culturales son las falsificaciones. El término falsificación, dentro del arte, se utiliza para designar la producción de objetos de arte idéntico o similar a los originales. Esto se ha extendido a lo largo de la historia del mercado del arte y con el advenimiento de modernas técnicas que fueron en aumento a partir de la segunda mitad del siglo XX, los falsificadores han tenido un campo más fructífero para el desarrollo de su actividad. En una investigación publicada en el diario La Nación por Delfina Helguera, en Noviembre del 2010, demuestra que en el sector artístico global las obras falsas suponen casi el 40% del volumen total. Siendo el mercado negro de obras de arte uno de los primeros puestos en el ranking de negocios ilícitos.

En principio es necesario distinguir entre una falsificación, una reproducción y una copia. La definición más precisa es de orden legal: *"...una falsificación es una obra de arte ejecutada con la intención de inducir a error, de hacerla pasar como creación de una mano diferente. Una copia no tiene por qué ser una falsificación, así como tampoco una pintura u objeto ejecutados en un estilo ajeno. Lo importante es la intención..."*. Una reproducción es una réplica o facsímil de un objeto original. Frecuentemente, las reproducciones son realizadas directamente de originales, haciéndolos duplicados exactos. Muchas reproducciones son hechas y comercializadas por los mismos museos. Una copia, es una réplica producida usando como guía un original, pero no se realiza físicamente sino que se hace una reproducción mecánica. Se reproduce una obra con diferentes técnicas de impresión. Estas copias son generalmente de menor calidad que las reproducciones ya que son realizadas desde una fotografía del original.

En la antigüedad los romanos adoraban el arte griego y toda la ciudad imperial se encontraba repleta de originales griegos y de laboriosas reproducciones o falsificaciones de los mismos. Algunas de ellas eran tan excelentes que Thomas Hoving, ex director del Museo de arte metropolitano de Nueva York, escribía no hace mucho tiempo que "Hoy es casi imposible distinguir entre lo que es genuinamente griego antiguo y lo que constituye una falsificación romana".

El mejor precedente histórico del uso de la Ciencia para descubrir una falsificación es el del matemático griego Arquímedes quien usando métodos no destructivos, como el del desplazamiento del agua, al sumergir un cuerpo, con el consiguiente cálculo de su

densidad, pudo demostrar que un joyero había estafado al rey de Siracusa al fabricarle y venderle una corona como oro puro siendo como era una aleación con plata.<sup>2</sup>

Con el correr de los años las técnicas de engaño y los métodos para descubrirlos fueron evolucionando, en la actualidad podemos encontrar una gran variedad de técnicas científicas utilizadas por los museos más importantes del mundo y que contamos a nuestro alcance en varias entidades gubernamentales.

En la actualidad, la Policía científica de la provincia de Buenos Aires, no posee un área específica en la investigación y resolución de este tipo de delitos. En cambio, en la mayoría de las policías del mundo existe este espacio.

La realidad es que llegado el caso de tener que determinar la autenticidad de una obra de arte, según nos cuenta Luis Martínez, galerista y comerciante de obras de arte local (Galería A y A); este examen es realizado en su mayoría por idóneos en arte, especialistas en un autor o a lo sumo en dos, en principal medida familiares, parejas, descendientes del autor, coleccionistas o galeristas que cuentan con conocimientos de la obra del artista o poseen catálogos donde se compila la obra de los artistas mas reconocidos o la experiencia que fueron adquiriendo a partir del ejercicio de su profesión. Por lo tanto, su dictamen no resulta de un análisis científico que pueda fehacientemente establecer una falsificación en forma categórica. En el caso de encontrarnos con una obra de arte, en donde hay mucho dinero en juego, como lo es en la mayoría de los casos y la duda de su origen no puede ser evacuada por estos profesionales, se solicitan diferentes análisis físico químicos a laboratorios que se contratan específicamente para esto ya que cuentan con el equipamiento para poder realizar dichos estudios. Actualmente se dispone de una amplia variedad de técnicas desde las muy simples y económicas hasta las muy sofisticadas, para poder profundizar en todas las características de una obra de arte y conocer si su realidad se corresponde con la apariencia. Son técnicas desarrolladas con otra intencionalidad, pero que se pueden aplicar en investigaciones concretas, tales como:

- fluorescencia de ultravioleta, para descubrir reparaciones y alteraciones;
- microscopía de luz polarizada, para realizar análisis de pigmentos y colores;
- análisis de infrarrojo, para detectar pinturas previas sobre el soporte estudiado;
- cromatografía en placa delgada o TLC;
- rayos X convencionales, para detectar trabajos anteriores por debajo de la superficie;

---

<sup>2</sup> [http://www.forencia.com.ar/Falsif\\_obras\\_arte.pdf](http://www.forencia.com.ar/Falsif_obras_arte.pdf)

- difracción de rayos X, es decir, estudio de cómo el objeto modifica la dirección de los rayos X, para analizar componentes cristalinos en los pigmentos;
- isótopos de carbono, para determinar la antigüedad; entre otras.

En cualquier caso, sean cuales sean las técnicas utilizadas no servirán para demostrar inequívocamente, por sí solas, que un determinado artista realizó la obra de arte. Pero lo que sí pueden hacer es una prueba negativa, por ejemplo, aclarando que los materiales utilizados en la obra analizada no estaban disponibles en la época o lugar en el que un presunto autor estuviese situado.

El dictamen fehaciente siempre es resultado de la interacción de las distintas técnicas, comenzando desde las más simples, menos invasivas y económicas, hasta la mas complejas y costosas.

El objetivo de este trabajo es plantear la creación de un Gabinete de Análisis de Obras de Arte, encargado de realizar el estudio completo de una obra, desde un análisis inicial escopométrico del material como obra propiamente dicha y sus componentes, como así también ordenar y realizar los estudios científicos que el especialista considere necesarios según el caso. Si tuvieran que aplicarse técnicas o utilizarse equipos con los que no se cuentan en la Policía de la Provincia de Buenos Aires, los mismos se derivarán a otros entes que posean dichos recursos, brindándoles las indicaciones que sean necesarias.

## **MARCO TEORICO**

El término bellas artes se incorporó en el s. XVIII, gracias al poeta y filósofo francés Charles Batteaux (1713-1780), por primera vez en el año 1746 para hacer referencia a la pintura, escultura, música, poesía y danza y luego añadió arquitectura y elocuencia y se aceptó a nivel universal. Dada la clásica identificación del término "arte" con las bellas artes, suele restringirse el concepto de "obra de arte" a los productos de éstas: los de las artes plásticas denominadas "artes mayores" (pintura, escultura y arquitectura), las obras literarias y las obras musicales. El arte es una noción abstracta, fruto del pensamiento del ser humano. Éste depende de cómo ve la sociedad el mundo en su época. Pero, sin embargo, es atemporal, porque el observador de la obra de arte la interpreta según su sistema de valores actual, revalorizándola cada vez.

Desde Grecia el arte ha estado vinculado a la naturaleza, la cual se interpreta de forma más o menos idealizada o realista. Aunque la forma de imitar la naturaleza cambia con las épocas. La abstracción llegará a su punto culminante en el siglo XX, con la abstracción no figurativa, que Kandinsky llamaría arte total. Desde el siglo XVIII el arte se concibe como un juego, el arte por el arte, que dirían los románticos, la estética pura, y el elemento decorativo sin más complicaciones. Pero el arte también, en la medida que interpreta la realidad, sirve como espejo de la época, y como vehículo de denuncia social y de transformación humana. En el siglo XIX el liberalismo adopta una nueva concepción de lo que es el arte, la proyección de la personalidad genial del artista y de sus sentimientos; como Van Gogh que expresa subjetivamente su psicología. En el arte contemporáneo el campo de las bellas artes se ha expandido, volviendo a incorporar a las artes aplicadas prestigiadas con el término "diseño", e incluyendo a nuevas "artes": la fotografía (con sus sucesivas variantes tecnológicas y de nuevos soportes, como la cinematografía, la televisión, el videoarte, los videojuegos, etc.), el cómic y manifestaciones más difícilmente catalogables, como la *performance*, el arte conceptual y las denominadas "instalaciones artísticas".

Como podemos ver no hay un concepto de arte universal, ni un lenguaje universal del arte. Cada época y cada cultura tiene el suyo e interpreta las manifestaciones artísticas desde su punto de vista. <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org>

Los objetos culturales, entre ellos las obras de arte en cualquiera de sus expresiones, se encuentran protegidos bajo la ley de propiedad intelectual n° 11.723 <sup>4</sup> que fue promulgada por el poder legislativo de la República Argentina el 28 de septiembre de 1933. Tiene 89 artículos y es actualizada por la Ley 25.036, sancionada el 14 de octubre de 1998, que modifica los artículos 1°, 4°, 9° y 57 e incorpora el artículo 55 bis. Esta ampliación principalmente contempla los derechos de propiedad intelectual de software y otros trabajos de contenido digital, y entre otras cosas evita que algunos temas musicales, pasen al dominio público. También establece el aumento del plazo de 50 a 70 años de derecho de propiedad sobre las interpretaciones grabadas en fonogramas. Anexa términos como "... comprenden los escritos de toda naturaleza y extensión, entre ellos los programas de computación fuente y objeto; las compilaciones de datos o de otros materiales; las obras dramáticas..." Además protege los derechos de autor de expresiones de ideas, procedimientos, métodos de operación y conceptos matemáticos.

Según el Artículo primero la Ley 11.723 comprende a las obras científicas, literarias y artísticas, los escritos de toda naturaleza, obras dramáticas, composiciones musicales, dramático-musicales; las cinematográficas y pantomímicas; las obras de dibujos, pintura, escultura, arquitectura; modelos y obras de arte o ciencia aplicadas al comercio o a la industria; los impresos, planos y mapas; los plásticos, fotografías, grabados y discos fonográficos. Donde generaliza con la frase "...en fin: toda producción científica, literaria, artística o didáctica sea cual fuere el procedimiento de reproducción." Y da derecho a su autor la facultad de disponer de ella, de publicarla, de ejecutarla, de representarla, y exponerla en público, de enajenarla, de traducirla, de adaptarla o de autorizar su traducción y de reproducirla en cualquier forma.

Por otra parte el Art. 4° detalla que son titulares del derecho de propiedad intelectual: El autor de la obra; sus herederos o derechohabientes y los que con permiso del autor la traducen, refunden, adaptan, modifican o transportan sobre la nueva obra intelectual resultante.

En el artículo 5° establece que la propiedad intelectual corresponde a los autores durante su vida y a sus herederos o derechohabientes, durante treinta años más. Por otro parte si no hubiere herederos o derechohabientes del autor la propiedad de la obra corresponderá por quince años, a quien la edite autorizadamente.

Los herederos o derechohabientes no podrán oponerse a que terceros reediten las obras del causante cuando dejen transcurrir más de diez años sin disponer su publicación. Tampoco podrán oponerse los herederos o derechohabientes a que terceros traduzcan las obras del causante después de diez años de su fallecimiento.

Cualquiera puede publicar con fines didácticos o científicos, comentarios, críticas o notas referentes a las obras intelectuales incluyendo hasta mil palabras de obras literarias o científicas u ocho compases en las musicales y en todos los casos sólo las partes del texto indispensables a ese efecto.

Todas las disposiciones de esta ley, salvo las del art. 57, son igualmente aplicables a las obras científicas, artísticas y literarias, publicadas en países extranjeros, sea cual fuere la nacionalidad de sus autores, siempre que pertenezcan a naciones que reconozcan el derecho de propiedad intelectual.

También se encuentran protegidos los artículos no firmados, colaboraciones anónimas, reportajes, dibujos, grabados o informaciones en general que tengan un carácter original y propio, publicadas por un diario, revista u otras publicaciones periódicas por haber sido adquiridos u obtenidos por éste o por una agencia de informaciones con carácter de exclusividad, serán considerados como de propiedad del diario, revista, u otras publicaciones periódicas, o de la agencia.

Las noticias de interés general podrán ser utilizadas, transmitidas o retransmitidas; pero cuando se publiquen en su versión original será necesario expresar la fuente de ellas.

El retrato fotográfico de una persona no puede ser puesto en el comercio sin el consentimiento expreso de la persona misma, y muerta ésta, de su cónyuge e hijos o descendientes directos de éstos, o en su defecto del padre o de la madre. Faltando el cónyuge, los hijos, el padre o la madre, o los descendientes directos de los hijos, la publicación es libre.

Para las obras fotográficas la duración del derecho de propiedad es de 20 años desde la primera publicación. Es libre la publicación del retrato cuando se relacione con fines científicos, didácticos y en general culturales, o con hechos o acontecimientos de interés público o que se hubieren desarrollado en público.

Para el registro de las obras en el Registro Nacional de Propiedad Intelectual las pinturas, arquitecturas, esculturas, etcétera, consistirá el depósito en un croquis o fotografía del original, con las indicaciones suplementarias que permitan identificarlas.

Para las películas cinematográficas, el depósito consistirá en una relación del argumento, diálogos, fotografías y escenarios de sus principales escenas.

Será reprimido con la pena establecida por el art. 172 del código penal, el que de cualquier manera y en cualquier forma defraude los derechos de propiedad intelectual.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <http://www2.mincyt.gov.ar/11723.htm>

## **DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **A El dato visual en el peritaje y la comparación de Datos.**

Como señala Claudio D'Leo, decano de la Facultad de Artes, de la UMSA, el trabajo de investigación científica se basa en el volcado y análisis de datos, estos son jerarquizados para su muestreo y clasificados. Es decir se necesita un análisis o etapa anterior en la que se decidirá que datos se seleccionaran para realizar los estudios específicos.

La posibilidad de comparar requiere de datos que tengan la misma categorización o características para poder materializar dicha comparación.

Entre los datos que requieren de lo visual en una obra de Arte están aquellos que se remiten al análisis de los distintos parámetros.

- **Parámetro contextual:** Requiere de datos textuales, si es indispensable la relación y comparación por medio de la esquemática textual. Como podría realizarse con certificados de autenticidad, escrituras, firmas, etc.

- **Parámetro técnico:** Dentro del mismo figuran la actuación de materiales de uso y diversidad técnica, pero dentro de esta diversidad técnica existe el mundo de las facturas técnicas, que no son más que formas individuales de uso de los manejos técnicos, estas facturas muestran un uso distintivo y sin igual de las herramientas y los manejos técnicos.

Intentar hacer una explicación textual de una factura implicaría mucho tiempo y jamás lograríamos un acercamiento a ese dato si no realizamos una observación directa de la misma. Por lo cual el primer relevamiento visual que debemos hacer dentro de este parámetro es el de facturas técnicas.

Las mismas serán analizadas por comparación con facturas técnicas observadas en relevamientos fotográficos hechos por nosotros o no, de la utilización de estas constantes en otras obras del mismo artista.

Estas marcas o firmas dentro de la obra serán datos que nos permitan verificar posibles alteraciones o dudas en el manejo técnico.

- **Parámetros visuales generales:** La obra en cuestión no siempre permite una valoración directa y tangible, por lo cual se requiere de un relevamiento de sus características generales, donde se debe tener en cuenta, soportes y sus características, manchas de color intervinientes fuera de la obra, características del reverso, sellos, caracteres incluidos, marcas de deterioro, intervenciones, etc.

○ **Parámetro Estético:** Requiere del volcado de datos a nivel ilustrativo, de síntesis, que se comparan, muchas veces este subparámetro es estudiado en imágenes por transparencia o superposición de formas sobre la imagen fotográfica. Es importante dentro de lo compositivo una revaloración de la “creación de similitudes” que se puede dar dentro de la obra misma o dentro del período de una etapa con la misma constante lingüística. Las características a evaluar son, las que tienen relación con el estudio sintáctico de las obras.

### **Colorimétrico.**

Análisis visual ideal por contacto directo con las obras, de no ser así se intentará un relevamiento con las mismas condiciones lumínicas y con constancia en valor técnicos dentro la fotografía digital, tales como valoraciones, resoluciones y constantes de zoom.

### **Estilística.**

Además de las consideraciones dentro del lenguaje compositivo, verificaremos las constantes que tienen que ver con la firma, manejando escalas que me permitan un análisis de caracteres, de empastes, de ubicación en el espacio del uso de herramientas, etc.

Así como de todos los caracteres que intervienen en el anverso y reverso de la obra para poder realizar análisis comparativos.

### **La composición.**

Es una representación del espacio, por lo tanto dentro de ella rigen conceptos básicos de la naturaleza. Sabemos que ésta tiende al equilibrio y a la simplicidad. Que existe un arriba y un abajo y una dirección izquierda-derecha.

El soporte de las obras de arte es, por lo general, rectangular. Lo que llamamos “composición pictórica” no es más que la manera que el artista ha elegido para distribuir los elementos de su representación en el soporte.

Kandinsky propuso dividir al plano básico en cuatro partes iguales, es decir, atravesarlo por un eje vertical y otro horizontal, cuya intersección marque exactamente el centro de la obra.

La primera relación que podemos establecer es la que divide al arriba del abajo.

La segunda relación que establecemos es la relación izquierda-derecha, que, como la anterior, también nos conduce de una zona menos densa, a otra más densa.

La conclusión es, entonces, que la zona más “pesada” de la obra se corresponde con el sector inferior derecho, y la zona más “liviana”, con el sector superior izquierdo. Estos conceptos sirven para identificar los pesos visuales dentro del cuadro, y la relación que tienen las figuras en su interior. Por supuesto, no significa que el mayor

peso visual vaya a estar siempre en el sector inferior derecho. Muchas veces puede encontrárselo en el centro, o incluso en el sector superior. En tales casos el efecto de peso es más evidente, pues la figura ocupa un sector “liviano”, llamando mucho la atención y obligando a la vista a fijarse una y otra vez en ella.

### **Los Centros.**

Con “centros” nos referimos a aquellas partes de la obra que consideramos las más importantes. Siempre existe un centro principal, y puede haber centros secundarios. Los identificamos porque nos llaman la atención de inmediato. Por dar un ejemplo muy conocido, el centro de “La Gioconda” de Leonardo da Vinci es, sin duda, el rostro de la mujer.

### **Los Ejes.**

Son líneas imaginarias, horizontales, verticales u oblicuas, alrededor de las cuales se han distribuido los elementos de la pintura. Se trazan en relación a la posición que ocupan los centros dentro de la obra. Así, el eje más evidente de “La Gioconda”, es el vertical que atraviesa a la mujer, y que la divide en dos mitades perfectas. También encontramos un eje horizontal a la altura de sus hombros.

### **El Equilibrio.**

Se trata de la sensación de estabilidad que transmite una pintura, por más de que su contenido sea caótico. Toda buena obra de arte está perfectamente equilibrada. Se trata de la posibilidad de distribuir los cuerpos dentro del espacio de manera que conformen una armonía de conjunto. Percibir el equilibrio dentro de una pintura es un acto puramente intuitivo, y sólo se comprende conscientemente al analizarla. Observar donde han sido colocados los pesos visuales, los motivos por los cuáles ha sido tolerado el peso. Si el mayor peso se halla en los



sectores más livianos del plano básico, es seguro que habrán pesos menores en las zonas inferiores que compensen al primero, logrando así que la obra no se desequilibre.

### **Las Líneas.**

Nos referimos a las líneas que contornean las figuras o que las delimitan, y también a aquellas que marcan direcciones. Pueden ser quebradizas o redondeadas, gruesas o finas. Por sí solas pueden ser muy elocuentes: piensen que una sutil línea horizontal puede marcar un horizonte, o que una sencilla línea oblicua que se dispara al fondo puede otorgarle a la obra una gran sensación de profundidad (perspectiva).

### **Tensiones Dinámicas.**

Con este nombre designamos a las fuerzas que crean movimiento en la obra. “La Gioconda” representa a una mujer quieta, pero no inerte, es decir que la percibimos viva. Las tensiones se expresan mediante numerosos medios visuales. En primer lugar, el movimiento depende de la proporción. En el círculo, las fuerzas dinámicas se disparan desde el centro en todas direcciones. En el óvalo y el rectángulo existe tensión dirigida a lo largo del eje mayor. El contenido de la obra definirá a dónde se dirige ese eje, si hacia arriba o hacia abajo, si a la izquierda o a la derecha. La direccionalidad se percibe fácilmente.

Otros recursos para crear movimiento son la oblicuidad de las líneas o formas, la deformación de las figuras y también la interacción de colores que contrastan.

La dinámica de la composición se logra cuando el movimiento de cada uno de los detalles se adecua al movimiento del conjunto. La obra de arte se organiza en torno a un tema dinámico dominante desde el cual el movimiento se propaga por toda el área de la composición.

### **La tendencia a la simplicidad.**

El hombre percibe estructuras, no elementos aislados. Esto quiere decir que cuando observamos una pintura, no la percibimos como una suma de partes, sino como un todo. Nuestro ojo se comporta como la naturaleza, que tiende a la simplicidad y a la relación. Si no fuéramos capaces de organizar nuestro entorno, éste se nos presentaría caótico.

De esta manera, los filósofos de la “Gestalt” (estructura) han sistematizado una serie de nociones útiles que nos sirven para nuestro análisis.

Una de ellas es la relación figura-fondo. En las obras pictóricas, algunos objetos se perciben “delante”, y otros “detrás”, permitiéndonos dilucidar qué cantidad de planos de profundidad contienen, y qué relaciones establecen con respecto a la ubicación, tamaño, etc.

### **Las formas pregnantes.**

Se trata de formas geométricas fácilmente reconocibles y esquematizables. Volviendo al ejemplo de La Gioconda, podemos decir que la figura de la mujer puede ser esquematizada mediante un sencillo triángulo.

### **Leyes de cierre.**

Cuando percibimos que una forma está completa, aunque no se presente así en el cuadro y la de continuidad del fondo (percibimos que el paisaje detrás de La Gioconda se continúa, a pesar que la mujer tape parte de él). el contenido de la obra debe ir más allá de la presentación de los objetos individuales que la constituyen”. Estos objetos

individuales son los representativos o denotados, es decir, aquellos que se identifican sin esfuerzo. También han sido denominados signos icónicos. En La Gioconda, los signos icónicos son la figura de la mujer y el paisaje detrás. En un cuadro abstracto, un signo icónico puede ser un círculo coloreado o una mancha sin forma específica.

Para el análisis de una pintura es importante guiarnos por los signos icónicos, el aporte de los signos plásticos.

### **Textura, forma, color**

Estos tres elementos, del que se valen todos los pintores, son imprescindibles para terminar de comprender la fuerza expresiva de la obra. Ninguno de ellos significa por sí solo, pero al utilizarlos dentro del contexto de una obra, la cargan de sentido.

Así, una composición llena de colores vivos y luminosos, nos connota alegría y vivacidad. Una pintura con colores ocres y apagados, que presenta pocos contrastes, puede transmitirnos tristeza y opresión.

La textura de la que se ha valido el artista puede producirnos distintas emociones. Ésta puede ser creada por efecto de colores, o directamente por el trazo del pincel. Un trazo grueso y furioso puede transmitirnos inquietud. Un trazo suave y fino nos transmitirá calma.

Cuando hablamos de forma como signo plástico, no nos referimos a la figura en sí, sino al modo en el que ésta ha sido organizada y la manera en que interactúa con las demás. Pueden estar en armonía o contrastar duramente. Pueden ser violentas o suaves, grandes o pequeñas, desdibujadas o firmes.

Los pintores saben que el estilo con que desarrollen sus formas constituirá el sello de expresión de la obra. Varios autorretratos de Van Gogh (pintor holandés 1853-1890) están recargados de una fuerte expresividad, no tanto por los colores que emplea, o por el gesto de su rostro, sino por las formas convulsionadas y ondulantes con las que ha trazado el fondo. Esas ondulaciones, por sí solas, nada significarían. Pero situadas detrás del rostro de Van Gogh, le otorgan a la obra una enorme carga de movimiento y exaltación, que de algún modo nos habla de la interioridad del pintor.

### **La comparación de Datos.**

Toda aquella particularidad que muestre la obra debe ser relevada fotográficamente.

Como el análisis de características debe realizarse por comparación, el mismo relevamiento deberá hacerse en obra ya analizada para ejecutar este sistema comparativo, o recurrir al material bibliográfico necesario, digitalizar las imágenes, incluyendo registros de firma por medio del escaneo.

Por consiguiente en un relevamiento ideal como mínimo deberá exigir el siguiente muestreo de al menos 5 obras elegidas entre más, en las cuales predominan las constantes:

Anverso de la obra.

Reverso de la obra.

Características del soporte.

Terminaciones superficiales.

Firma.

Fechas.

Caracteres de escritura en anverso y reverso.

Marcas distintivas. Entre las que pueden figurar: sellos, deterioro, intervenciones puntuales, engrampados, entachuelado, signos de encolado, bordes del soporte, manchados, huellas, etc.

Facturas técnicas.

Creación de Similitudes.

## **B Estudios científicos. Secuencia del uso de los mismos.**

Se puede utilizar diferentes métodos para la examinación de las obras de arte, los cuales se pueden separar en "no invasivos" e "invasivos."

Los métodos no invasivos comprenden la "observación" con rayos X, con luz ultravioleta, con luz infrarroja y con instrumentos amplificadores.

Los métodos invasivos requieren de la extracción de pequeñas muestras en áreas discretas. Las muestras recolectadas se pueden usar para identificar pigmentos, aglutinantes, tipos de madera, metales y otros materiales.

Al extender nuestra capacidad de observación por medio de técnicas que nos permiten "ver" más que a simple vista, también ampliamos nuestra capacidad de conocimiento.

De esta manera se tornan visibles tanto los procesos creativos (los materiales y las técnicas que eligen los artistas, las influencias de la cultura y la tradición) como las evidencias físicas de la historia particular de un objeto. Las cosas que le han pasado a un objeto a lo largo del tiempo.

Enfocándonos solamente en el uso de nuestros sentidos, podemos "mirar" de manera sistemática, profunda y objetiva.

Cuando se realiza el estudio técnico de un artefacto el objetivo no es solamente utilizar todos nuestros sentidos, sino también técnicas y herramientas que sirven como extensiones de los sentidos. Con luz visible, nuestros ojos pueden determinar la forma

y la apariencia general (los colores, la textura de la superficie, el brillo, etc.) mientras que el microscopio puede revelar detalles mínimos como las capas de pintura y los pigmentos que afectan su color.

Técnicas de formación de imágenes que se sirven de luz infrarroja y ultravioleta y rayos X pueden revelar detalles que de otro modo pasarían desapercibidos a la vista.

Las técnicas científicas modernas proporcionan información capaz de sugerir la edad, el origen, la composición y la función de los artefactos.

Muchos museos poseen laboratorios de conservación que cuentan con equipamiento científico moderno. El laboratorio de conservación comparte un interés en común con el laboratorio forense en su esfuerzo por obtener la mayor cantidad de información posible a partir de la examinación de pequeñas, a veces minúsculas, muestras separadas de su contexto.

Una vez agotadas todas las secuencias, que tienen que ver con un análisis a simple vista y utilizando nuestros conocimientos, frente a Parámetros técnicos, estéticos, estilísticos, lingüísticos, contextuales, debemos establecer una respuesta del análisis verificando contundencia en la autenticidad de la obra en cuestión.

Ante el análisis riguroso, habrá un resultado que tendrá que ver con la profundidad de ese estudio y una serie de aseveraciones que se fueron dando a medida que se profundizaba en el estudio y una cantidad de datos todavía no resueltos que estableceremos su trascendencia para dar una respuesta definitiva.

Si los datos no resueltos poseen una prioridad de definición muy alta, no podré dar una respuesta definitiva, y optaré por seguir el análisis con nuevas alternativas, que la mayoría de las veces tendrán que ver con el aspecto tecnológico.

Si los datos no resueltos poseen una relatividad tal, que puedo aseverar una respuesta directa sobre la obra en cuestión emito un mensaje definitivo sobre las características de la obra.

En el primer caso, de no poder dar una respuesta, recurriré a nuevos análisis, como se dijo, estudiando la incidencia de costos que estos análisis tecnológicos tendrán en mi investigación. Estos análisis tendrán que ver la mayoría de las veces con un acercamiento paulatino a la datación.

Estudios Tecnológicos.

Existe toda una gradación en los mismos que tiene que ver con el nivel de complejidad en el análisis y en los instrumentos, herramientas, que utilizaremos para su ejecución, también hay una enorme relación entre los resultados que se obtienen de esos análisis y la incidencia de costos en la investigación de la obra en cuestión.

El estudio de baja, mediana y alta tecnología que se implementará, intenta verificar la autenticidad de una pintura, una escultura o un grabado por medio de la **Datación**.

La determinación de una fecha aproximada para el momento de la creación de la obra resulta clave, ya que por comparación de antecedentes históricos del desarrollo de la obra del autor, se puede en algunos casos comprobar su autenticidad.

Dada la complejidad de los análisis, trabajaremos con un equipo multidisciplinario, en el cual intervendrán historiadores del Arte y científicos, quienes proporcionarán una visión integral de un objeto único.

Este estudio comprende diversos análisis de tipo histórico, estético y fisicoquímicos que pueden revelar la originalidad de la creación del autor.

La pauta de trabajo para este tipo de investigación completa los siguientes pasos a desarrollar:

- Identificación de la Obra.
- Ficha técnica. Análisis estético y técnico completo.
- Análisis Científicos.

Siempre el análisis de neto conocimiento estético y técnico, antecede al científico, las razones tienen que ver con un estudio de incidencia de costos en el análisis, pero primordialmente que todos los datos que requieran de un análisis científico se extraen irremediablemente del análisis de conocimiento y del estudio visual estético y técnico.

El análisis científico se lleva a cabo a partir de micro muestras o fragmentos ínfimos tomados de la obra en cuestión, para el conocimiento de su composición y de su estructura, los que permitirán establecer la composición de los pigmentos, de los aglutinantes, diluyentes la identificación de la fibra del soporte y la técnica constructiva de la obra.

## **B.1 Análisis de baja tecnología.**

### **a. No Invasivos.**

#### **Análisis de luz visible.**

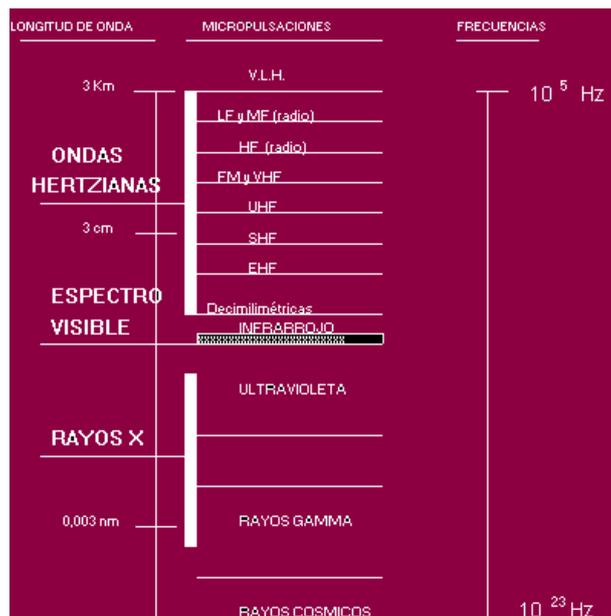
La luz visible, es decir las ondas electromagnéticas para las cuales el ojo humano esta adaptado, se encuentran entre longitudes de onda entre los 400 nm (**violeta**) y 700 nm (**rojo**). Pero existen longitudes de onda por encima y por debajo de estos limites.

Estas formas de "luz invisible" se han encontrado y organizado de acuerdo a sus longitudes de onda en el espectro electromagnético.

Las ondas electromagnéticas, lejos del foco emisor, pueden considerarse ondas transversales planas formadas por un campo magnético y por unos campos eléctricos,

perpendiculares entre sí y perpendiculares a su vez a la dirección de propagación. La amplitud de la radiación determina el brillo y la relación entre la amplitud y la fase de los campos eléctrico y magnético condiciona el estado de polarización. La longitud de onda condicionará el color de la radiación.

El espectro visible, llamado también ventana óptica, comprende desde los 380 nm, aproximadamente, hasta los 780 nm. Por encima de los 780 nm tenemos las radiaciones infrarrojas y por debajo de los 380 nm tenemos las ultravioletas. Isaac Newton fue el primero en descomponer la luz visible blanca del Sol en sus componentes mediante la utilización de un prisma. La luz blanca está constituida por la combinación de ondas que tienen energías semejantes sin que alguna predomine sobre las otras. La radiación visible va desde  $384 \times 10^{12}$  hasta  $769 \times 10^{12}$  hz. Las frecuencias mas bajas de la luz visible (longitud de onda larga) se perciben como rojas y las de mas alta frecuencia (longitud corta) aparecen violetas.



(d) Esquema del espectro visible

Un cambio de 50 nm o menos nos dará otro color diferente.

Las ondas electromagnéticas siguen una trayectoria rectilínea y su velocidad es constante en cada medio específico. Al pasar de un medio a otro la única característica que permanece constante es la frecuencia. La velocidad varía para cada longitud de onda. La frecuencia y la longitud de onda se relacionan según la siguiente expresión matemática:

$$\text{longitud de onda} = C \times T = C / f$$

Donde  $C$  es la velocidad de la luz en el vacío,  $T$  el periodo y " $f$ " la frecuencia.

La frecuencia es el número de vibraciones por unidad de tiempo y su unidad es por tanto el ciclo por segundo o el Hz (Hertzio).

La longitud de onda es una distancia y por lo tanto su unidad de medida es el metro.

Como la luz es una radiación electromagnética que tiene unas longitudes de onda muy pequeñas se usan submúltiplos del metro, como son el Angstrom (Å) que es la diezmilmillonésima de metro y el Nanómetro (nm) que es la milmillonésima de metro.

El espectro electromagnético es el que comprende todas las radiaciones electromagnéticas.

### **El examen óptico.**

El método óptico puede llevarse a cabo mediante una fuente de luz natural o artificial. La luz natural deteriora la obra, por lo que hay que exponerla por el menor tiempo posible a la acción de los rayos del sol.

La luz artificial también degrada la obra pero es la más utilizada para el análisis. Para la observación se requiere una lupa de aumento y una fuente luminosa de 250 w.

La fuente de luz se puede situar en tres posiciones diferentes:

1) Luz frontal y luz transmitida inversamente: permite abarcar la totalidad de la pieza, y observar si hay desprendimientos de las capas superficiales, retoques deficientes, si el barniz se ha precipitado y oscurecido sensiblemente, si presenta excoriaciones o roturas, si hay manchas indicativas de cultivos de hongos por exceso de humedad, descamaciones o cuarteamientos por resecamiento o excesivo calor que disuelve o pulveriza las encoladuras del sostén, si hay grietas por deficiencias de los pigmentos o el preparado de los sostenes.

2) Luz a 45° de proyección: revela el estado de tensión de la tela, los incipientes desprendimientos, la falta de adherencia, los niveles alterados por restauraciones deficientes anteriores, los parches y las suturas fuera de nivel.

3) Luz rasante con variación de lados y ángulos: revela las mínimas anomalías existentes en los niveles de toda la superficie de la obra, las ampollas, las ondulaciones y las restauraciones imperfectas. Este tipo de análisis debe realizarse además con lentes que permitan aumentar el tamaño de la imagen obtenida.

### **Análisis de luz invisible.**

#### **Luz Ultravioleta (UV).**

Sus longitudes de onda se extienden entre 10 y 400 nm más cortas que las de la luz visible.

Es un sistema de análisis no invasivo de la obra, siempre que la incidencia de U.V. no sea prolongada en tiempo, los mismos perjudican con radiaciones de tiempos prolongados la pigmentación de pinturas y tintas, se puede observar en grabados, pinturas y terminaciones superficiales el cambio en la pigmentación por prolongada exposición de la obra a la luz solar. Los tiempos de análisis con este tipo de luz deben ser limitados en tiempo para no cansar la vista. El laboratorio de análisis debe poseer oscuridad absoluta para la buena incidencia de U.V. sobre la obra en cuestión.

El análisis permite visualizar:

1. Terminaciones superficiales. Barnices, su estado.
2. Facturas técnicas.
3. Superposición de capas de pintura.
4. Pintura por empaste.
5. Pintura por frotados.
6. Pintura por veladuras.
7. Uso de herramientas.
8. Espesores de capas estratigráficas.
9. Firmas de empaste
10. Firmas superpuestas.
11. Resanes.
13. Deterioros. Fracturas de la capa pictórica. Fracturas de la capa de imprimación.
14. Pinturas de base.
15. Transparencias.
16. Análisis cromático por complementos.

Dentro de un análisis inicial, se verifican las terminaciones superficiales, se previenen lecturas de color puro, sin velados u opacamientos cuando la obra no posee barnices, en caso de capas de barniz, se observa un velado opacado, si el mismo posee continuidad, esta capa se verá como continua, en caso contrario, se observan los sectores sin barniz levantados aflorando la intensidad del color que estaba debajo de él. En caso de una visualización de sectores con mayor opacidad y un virado amarillento, significaría espesores no constantes en la capa del mismo, un virado violáceo remarcaría oxidación en el mismo.

Los barnices de mucho tiempo generan una visualización de mayor opacidad.

La visualización de facturas técnicas resulta evidente, más aún sobre papel, ya que su espesor permite el traspaso de la emisión de luz. Sobre las telas imprimadas, no se produce esta transparencia.

Se pueden visualizar facturas de distinto tipo, desde frotados, velados con su aureola bien definida, el rastro de las herramientas, especialmente pinceles de diferentes tipos, como así superposición de capas de pintura, en este caso si se ajusta la visión, después de un tiempo relativo, se verificará un relieve tridimensional que separa las capas sucesivas de pintura, este efecto se materializará si las capas sucesivas fueron hechas sin empastar las capas inferiores, es decir, sobre capas secas, de la misma manera se pueden verificar aquellas firmas que fueron materializadas por empaste o por superposición con la base seca, ya fraguada, al igual que se verificará, cualquier empaste superior sobre una base seca y una firma superpuesta.

Otra característica de la visualización radica en, si las capas de pintura fueron materializadas sobre una base colorimétrica o fueron volcadas directamente sobre la tela, ya que se observa blanco iridiscente, donde aflora directamente la imprimación, el pegado de distintos planos con color, permite observar que hay por debajo de esta capa de pintura.

De la misma manera y por el mismo efecto se visualiza el levantamiento del estrato pictórico ante una fractura, de impacto (fracturas radiales) o por tensión o enrollado (fracturas verticales)

Una de las formas de reconocimiento de pigmentación tiene que ver con la oscilación hacia el color de complemento de muchos pigmentos, esto es del roja al verde, del amarillo al violeta, del azul al naranja, vistos bajo UV. Una experiencia eficaz radicaría en colocar en estudio una tela con imprimación y hacer un muestreo de los pigmentos comerciales existentes y verificar el viraje característico que cada uno posee. Por medio de estos valores tabulados y por comparación con tablas podremos observar que pigmentación se utilizó en la pintura de análisis.

### **Luz Infrarroja.**

La radiación infrarroja fue descubierta por el astrónomo William Herschel (1738-1822) en 1800, al medir una zona más caliente más allá de la zona roja del espectro visible.

La posibilidad de transformar una imagen invisible infrarroja en visible mediante un dispositivo electrónico (convertidor) ha sido considerada hace más de 40 años.

El convertidor de imágenes en infrarrojo consiste en obtener una imagen óptica sobre una superficie fotosensible acoplado a un sistema que proyecta la imagen electrónica sobre una pantalla fluorescente que, a su vez, permite la obtención de una imagen visible.

Las dos fuentes comunes de radiación infrarroja son el sol y la lámpara incandescente de filamento de wolframio (tungsteno).

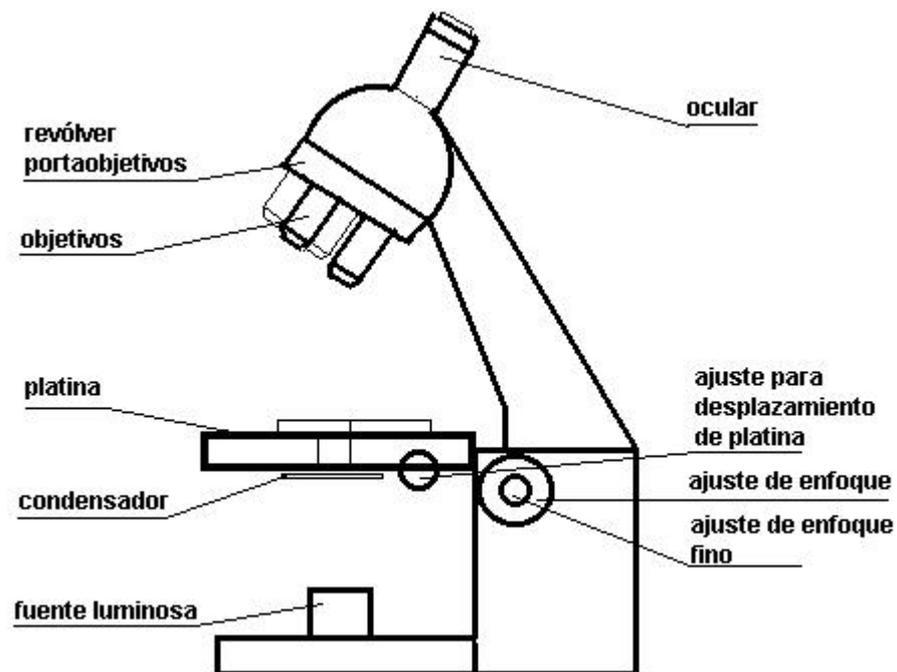
La región del espectro infrarrojo, de particular interés en criminalística, se halla comprendida entre 760 y 2000 nanómetros.

Entre las aplicaciones se encuentra la posibilidad de visualización de superposición de capas de pintura. Comparación fotográfica de telas (lienzos), pinturas, tintas, etc. Descifrado de documentos carbonizados, raspaduras, borrados, etc.

### **Microscopio.**

El objetivo consta de varias lentes pequeñas que permiten una imagen real muy ampliada del objeto. La mayoría de las veces el microscopio tiene una montura frontal llamada revólver en la que van fijados varios objetivos de diferente potencia, que pueden seleccionarse haciendo girar el revolver. Cada uno de estos objetivos lleva indicado el aumento que da (x4, x10, x40, x100)

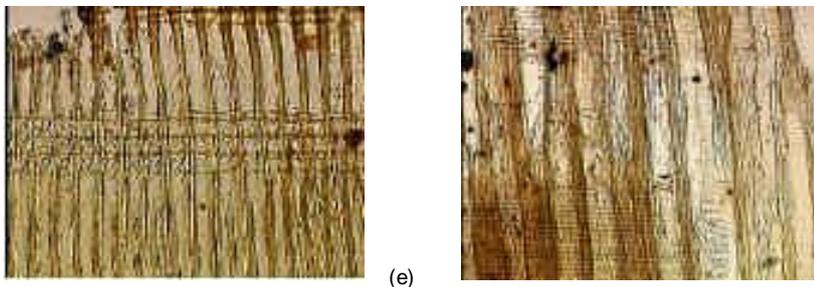
El ocular suele consistir en dos lentes convergentes que funcionan como una lupa y por lo general, se dispone de un juego de estos con la indicación del aumento que proporcionan (x5, x10.....). El aumento total que se obtiene surge del producto del objetivo y el ocular. Así, con el objetivo x40 y el ocular x10 se obtiene un aumento de 400 diámetros



El equipamiento adicional de un microscopio consiste en un armazón con soporte (platina) que sostiene el material a examinar y un mecanismo de tornillos micrométricos con los que se pueden hacer ajustes en el enfoque. El material a

observar se coloca sobre una placa de vidrio, portaobjetos, que se ubica sobre la platina y que puede ser desplazado mediante un sistema de cremalleras.

La iluminación del objeto tiene especial importancia; si es excesivamente intensa, le faltará contraste a la imagen y si es insuficiente, no permitirá ver los detalles. Por lo general, el haz luminoso es provisto por una fuente de luz eléctrica dirigida a través de la muestra para su observación por transparencia. En caso que se requiera, puede iluminarse el objeto desde arriba, perpendicularmente al eje óptico, para observaciones de superficie. La posibilidad de aumento en los objetos en un microscopio compuesto está limitada por los fenómenos de difracción de la luz, que provocan una visión defectuosa por encima de los 1800 aumento.



(e) Vista a través del microscopio x4 y x10 para observar las vetas de madera pertenecientes a una escultura.

El examen visual y el uso de la microscopía óptica y la microscopía electrónica de barrido en el estudio para identificar diferentes maderas. De las capas de pintura, revelan que muchas obras fueron pintadas varias veces. Es posible encontrar pigmentos comerciales modernos sobre pigmentos tradicionales a través de un corte transversal de las capas de pintura por medio de una fotografía color sacada a través de un microscopio óptico. Para revelar las capas (que se ven como si fuera el costado de una resma de papel) se toma una pequeña muestra de pintura y se revelan las capas de pintura y barniz.

El mismo corte transversal se puede examinar por medio de SEM-EDS (visualización por microscopía electrónica – espectroscopia por dispersión de energía fluorescente de rayos X). Luego se cruza la información obtenida sobre cada una de las capas de pintura correspondientes y se verifica por medio de microscopía óptica.

### **Micrómetro.**

Es un aparato de medición, para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión. Con este aparato se pueden medir los espesores de las distintas capas pictóricas y determinar el orden en que han sido aplicadas. Son elementos de medición del orden

de la centésima de milímetro. Estos aparatos pueden ser de tornillo micrométrico, más común, aguja o digitales.

#### **b. Invasivos.**

##### **Cromatografía.**

Es una técnica analítica que se ha desarrollado enormemente. La misma permite separar los distintos componentes de una muestra compleja al hacerla progresar a través de un medio poroso. De acuerdo con la forma en que se dispone el medio poroso, se puede distinguir tres clases de cromatografías:

- En papel. El soporte está constituido por una lámina de papel absorbente del tipo utilizado para filtrar, usualmente compuesto por celulosa casi pura.
- En placa. El soporte se dispone como una fina capa sobre una placa de vidrio; en este caso el soporte está confeccionado de preferencia de sílica gel G.
- En columna. Se trata de un tubo de vidrio de diámetro variable, relleno con el ya mencionado soporte u otro análogo.

##### **Tipos de Cromatografía de baja tecnología:**

###### **Cromatografía en papel.**

La cromatografía en papel es un proceso muy utilizado en los laboratorios para realizar análisis cualitativos ya que pese a no ser una técnica muy potente no requiere de ningún tipo de equipamiento. Este análisis consta de dos fases.

La fase estacionaria está constituida simplemente por una tira de papel de filtro. La muestra se deposita en un extremo colocando pequeñas gotas de la solución y evaporando el disolvente.

Luego el disolvente empleado como fase móvil se hace ascender por capilaridad. Esto es, se coloca la tira de papel verticalmente y con la muestra del lado de abajo dentro de un recipiente (cuba) que contiene fase móvil en el fondo.

Después de unos minutos cuando el disolvente deja de ascender o ha llegado al extremo se retira el papel y seca. Si el disolvente elegido fue adecuado y las sustancias tienen color propio se verán las manchas de distinto color separadas. Cuando los componentes no tienen color propio el papel se somete a procesos de revelado.

Hay varios factores de los cuales depende una cromatografía eficaz: la elección del disolvente y la del papel de filtro.

### **Cromatografía de capa delgada (TLC).**

Se basa en la preparación de una capa, uniforme, de un absorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte. Los requisitos son un absorbente, placas, un dispositivo que mantenga las placas durante la extensión, otro dispositivo para aplicar la capa de absorbente, y una cámara o cuba en la que se desarrollen las placas cubiertas.

La fase móvil es líquida y la fase estacionaria consiste en un sólido. La fase estacionaria será un componente polar y el eluyente será por lo general menos polar que la fase estacionaria, de forma que los componentes que se desplacen con mayor velocidad serán los menos polares.

Polaridad de los compuestos orgánicos en orden creciente:

Hidrocarburos < olefinas < flúor < cloro < nitro < aldehído

Aldehído < ester < alcohol < cetonas < aminas < ácidos < amidas

El desarrollo de los cromatogramas en capa fina se realiza normalmente por el método ascendente, esto es, al permitir que un eluyente ascienda por una placa casi en vertical, por la acción de la capilaridad. La cromatografía se realiza en una cubeta. Para conseguir la máxima saturación posible de la atmósfera de la cámara, las paredes se impregnan del eluyente.

Generalmente el eluyente se introduce en la cámara o cuba una hora antes del desarrollo, para permitir la saturación de la atmósfera. El tiempo de desarrollo, por lo general, no llega a los 30 minutos. El tiempo de una cromatografía cualitativa suele ser de un par de minutos.

Las placas pueden desarrollarse durante un tiempo prefijado, o hasta que se alcance una línea dibujada a una distancia fija desde el origen. Esto se hace para estandarizar los valores de Relación de Frente. Frecuentemente esta distancia es de 10 cm.; parece ser la más conveniente para medir valores de RF. Después del desarrollo, las placas pueden secarse rápidamente con una corriente de aire caliente.

La mejor posición de desarrollo para un componente es el punto medio entre el origen y el frente del eluyente, ya que permite separar las impurezas que se desplazan con mayor y menor velocidad. El frente del eluyente nunca debe llegar a tocar el borde de la placa.

### **Constantes RF y RX en Cromatografía en TLC.**

La constante RF (Ratio of Front) es simplemente una manera de expresar la posición de un compuesto sobre una placa como una fracción decimal, mide la retención de un componente. Se define como:

***RF = distancia del compuesto desde el origen / distancia de la muestra desde el origen***

La distancia recorrida por el compuesto se mide generalmente desde el centro de la mancha, los cálculos se simplifican si el denominador es 10. Para que los RF sean reproducibles deben ser fijadas una serie de condiciones (Espesor de la placa, fase móvil, fase estacionaria, cantidad de muestra). El máximo valor de RF que se puede alcanzar es de 1, lo ideal es un RF entre 0.55 y 0.7.

Para averiguar si dos compuestos son iguales, se colocan ambos sobre la misma placa y se desarrolla con varios eluyentes. Una vez desarrollados se calculan los RF y si son distintos, puede deducirse con toda seguridad que no se trataba del mismo compuesto. Por el contrario si los RF son iguales los compuestos pueden ser iguales o no serlo.

También se puede operar de la manera siguiente: Se selecciona un compuesto (X), que tenga una posición de desarrollo conveniente; todos los demás compuestos sobre la placa se relacionan con éste. De esta manera se tiene el,  $R_X$ , ya que:  $R_X = \text{Distancia recorrida por el compuesto} / \text{distancia recorrida por el compuesto de referencia}(X)$

### **Colorimetría.**

Es un método que permite por medio del microanálisis, descubrir los elementos que integran los pigmentos. Se utiliza para esto una aguja hipodérmica convertida en un sacabocados, se introduce levemente en la capa de pintura procurando no atravesar la tela y se extrae una partícula de pintura. Luego, se la introduce en un tubo de ensayo y se la disuelve con un solvente apropiado para realizar las muestras para una cromatografía planar.

## **B.2 Análisis de tecnología compleja.**

### **a. No Invasivos.**

#### **Rayos X.**

En 1895 un físico llamado William Roentgen realizaba experimentos con la luminosidad producida en determinadas sustancias químicas mediante el uso de un tubo de rayos catódicos, cuando descubrió que se emitía un tipo de radiación electromagnética a la que llamó rayos X. Estos afectaban a la película fotográfica generando radiografías, placas que muestran las estructuras internas de sustancias,

personas y objetos. De manera que, al exponer una película sensible a los rayos X a una transmisión de rayos X, se obtiene una imagen del interior del objeto. Las áreas más densas absorben una mayor cantidad de rayos X, por lo tanto, dichas áreas donde la película resulta menos expuesta se ven más claras. Desde entonces los rayos X son utilizados en diversas áreas tanto de la física, biofísica, medicina y en el arte.

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas, como lo es la luz visible, o las radiaciones ultravioleta e infrarroja, y lo único que los distingue de las demás radiaciones electromagnéticas es su llamada longitud de onda que va desde los 10 nm hasta 0,001 nm ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ) cuanto menor es su longitud de onda, mayor es su energía y poder de penetración.

Dentro del espectro de frecuencias, ocupan un lugar entre los rayos ultravioleta y los rayos gamma.

Dentro de la banda que corresponde a los rayos X es posible diferenciar dos tipos:

- Rayos X duros, de frecuencia más alta y dan mejor imagen radiológica. Dañinos al ser humano.
- Rayos X blandos, con propiedades inversas, dan películas de menor nitidez, pero resultan menos dañinos.

Los rayos X formados por una mezcla de longitudes de onda diferentes se conocen como rayos X blancos, para diferenciarlos de los rayos X monocromáticos que tienen una sola longitud de onda.

Las radiaciones afectan a una emulsión fotográfica del mismo modo que lo hace la luz y la absorción de los rayos X depende de la densidad y de la masa atómica del material.

Cuanto menor sea su masa atómica más transparente será a los rayos X y en el caso contrario mayor será la absorción y producirán menor reacción en la placa radiográfica.

Los rayos X pueden difractarse a través de un cristal o ser dispersados por él y lograr así diagramas de interferencia. Permite la identificación de pigmentos inorgánicos en función de su estructura cristalina que actúa como una red de difracción característica. Se interpreta por comparación con parámetros conocidos.

Los rayos X también producen fluorescencia en determinados materiales, como el sulfuro de Zinc o el platino cianuro de bario, de modo que si se utilizan estos materiales en lugar de una emulsión fotográfica, puede observarse la estructura interna de objetos opacos. Para el análisis de esculturas.

Se puede determinar la composición de componentes inorgánicos, como el caso de los pigmentos. Funciona basándose en la emisión de radiaciones características (fluorescentes) de determinados elementos al recibir la radiación.

Para objetos de papel, tela y materiales muy delgados se trabajan con rayos Grenz, (menos de 20 kilovoltios) es decir pinturas en caballete, óleos, cartón o billetes. Mientras que los materiales de mayor grosor como la cerámica, pintura en madera, escultura o metales, se trabajan con los rayos X.

Fotografía de una pintura y su radiografía mostrando dos pinturas superpuestas en el mismo lienzo.



(f)

(f) Fotografía y radiografía de una pintura mostrando dos pinturas superpuestas en un mismo lienzo

Los rayos X apoyan la observación de los arrepentimientos, las correcciones o los cambios que el autor realizó en su obra, o bien, las intervenciones posteriores a las que fue sometida (el grosor de los materiales determina el kilovoltaje).

Las piezas que se radiografían no se alteran con los rayos X, porque la radiación no se concentra en este tipo de material, a diferencia del daño que provoca en los humanos. En la pintura reciente (de entre 30 y 50 años) no resaltan las figuras, porque no presentan acumulación de minerales o sustancias que el tiempo adhiere a la obra.

Otro factor que impide la claridad de la radiografía es la composición de las sustancias con las que se realizó: las orgánicas o pinturas vegetales. En el caso de la pintura de caballete la radiografía contribuye a determinar los faltantes, detectar la superposición o la reutilización de una obra.

La radiografía también sirve para conocer la conservación del material, los clavos internos que presenta, la constitución o la plaga interna que pudiera tener.

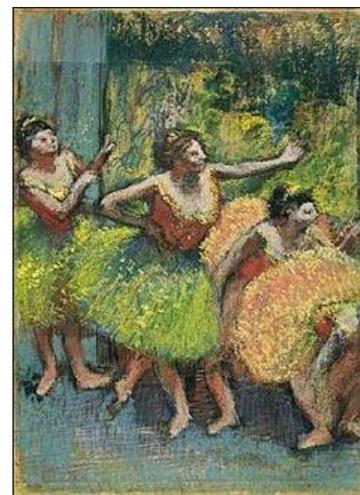
A través de éstos se registra la estructura interna de las piezas y determina: los detalles o el estilo característico del artista o la escuela; las modificaciones hechas por

el artista original o las alteraciones realizadas posteriormente; los defectos que no se ven a simple vista después de la restauración; y las anomalías estructurales en la distribución de las densidades radiográficas que pueden indicar falsificación en cuadros similares.

Hay que mencionar que la radiografía no revela la época o el autor de la obra, aunque algunas veces las firmas, fechas o inscripciones ilegibles se pueden hacer visibles. El resultado radiográfico se debe apoyar del microscopio, de estudios con rayos infra — rojos y ultravioleta, así como del análisis de estilo, iconografía, técnica e historia.

Los Análisis de pigmentos por sí solos casi nunca ayudan a determinar si se trata de un artista en particular. Sin embargo, cuando alguien decide autenticar una pintura a menudo lo hacen, porque quieren la confirmación de una declaración positiva.

Tras el análisis de pigmentos de la composición de este pastel de Degas *Danseuses Vertes et Jaunes*, 1903, un investigador puede encontrar que el autor utilizó pigmento verde esmeralda, creado a partir de un cobre venenoso.



El Análisis de pigmentos puede ser capaz de decir que no se trata de un Degas pues los resultados pueden mostrar los pigmentos que no estaban en uso en su tiempo. Sin embargo, si el resultado es que los pigmentos encontrados estaban en uso, este resultado en sí mismo no es suficiente para confirmar que pertenece al artista. Con el fin de encontrar esta respuesta el propietario de la obra necesita la ayuda de un Experto en Arte; esta persona, que es un experto en firmas, en el estilo de pinturas de varios artistas, así como el estar bien calificado para detectar falsificaciones, podrá ser capaz de responder a la pregunta trabajando en conjunción con los resultados de Análisis de pigmento. Por lo tanto, es importante entender que el análisis de Pigmento sólo es útil cuando se utiliza junto con la experiencia de un experto en arte calificado.

#### **b. Invasivos.**

##### **Espectroscopia.**

Es una técnica óptica basada en la ley de Beer, que abarca una zona del espectro comprendida entre 180 y 800 nanómetros.

Cuando hablamos de espectroscopía, nos referimos al estudio de espectros, que es básicamente la luz. El estudio de espectros es la dependencia de las cantidades físicas de la frecuencia.

La Espectroscopía por lo tanto, es el estudio de la luz en cuestión y, por tanto, es útil para identificar sustancias y materiales.

Esta técnica se usa a menudo en física y química analítica. También se utiliza con frecuencia en astronomía.

Para comprender esta técnica hablaremos del proceso de absorción atómica. Este consiste en una luz de longitud de onda resonante, de intensidad inicial  $I_0$ , enfocada sobre la celda (llama u horno de grafito) conteniendo los átomos en estado fundamental. La intensidad de luz incidente decrecerá proporcionalmente a la concentración atómica; luego es dirigida sobre el detector donde se mide la intensidad transmitida ( $I$ ). la cantidad de luz absorbida se determina por comparación de  $I$  con  $I_0$ .

Es así que la transmisión o  $T$  ( $I/I_0$ ) es la fracción de la luz inicial que pasa a través de la celda hacia el detector.

Otro concepto que debemos conocer en esta técnica es la absorbancia ( $A$ ) que indica la cantidad de luz absorbida por la muestra.

$$A = \log T$$

La absorbancia ( $A$ ) esta relacionada con la concentración por medio de la ley de Lambert y Beer,

$$A = a.b.c$$

En donde:

$a$  = coeficiente de absorción

$b$  = largo de la celda

$c$  = concentración de la especie absorbente

Esta ecuación permite apreciar que la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de las especies absorbentes, si se mantienen constantes el resto de las condiciones. (equipo y especie química).

### **Espectrometría (Ultravioleta-Visible) (UV-Vis)**

Es una herramienta analítica que mide la absorción de la luz, dependiente de las longitudes de onda, en la región visible o ultravioleta. Es muy útil para la caracterización de una variedad de materiales, como por ejemplo las anilinas.

Una muestra en solución es irradiada en el rango del UV-Visible. Ciertas longitudes de

onda son selectivamente absorbidas por la muestra produciendo un patrón espectral característico, el cual puede ayudar a identificar el material.

### **Cromatografía gaseosa.**

Se clasifica como una técnica invasiva que requiere una pequeña muestra de la pintura. Esta técnica se utilizó, por ejemplo, para identificar las pinturas murales de las Grutas Mogao en China, que es un patrimonio de la humanidad en la Ruta de la Seda. La Cromatografía de Gases se utiliza para identificar sustancias orgánicas, y es usada ampliamente por la industria farmacéutica. En el mundo del arte se utiliza para identificar los medios del artista, tales como óleos, resinas y ceras. En cromatografía de gases, se introduce una muestra vaporizada y llevada a través de una fina columna por un gas portador inerte donde se separan los componentes de la muestra. Los componentes son entonces enjuagados secuencialmente de la columna, a través de un detector. El final de la columna puede ser acoplada directamente al espectrómetro de masa. El espectrómetro de masa rompe los constituyentes de la molécula para transformarlos en iones moleculares que luego pasan a través de un campo magnético que los separa, y permite que el material pueda ser identificado.

### **La Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC)**

Es usada para separar, detectar y cuantificar los componentes químicos individuales de una mezcla.

Se inyecta la mezcla típicamente al tope de una columna rellena con partículas sólidas de un medio que actúa como fase estacionaria. Luego se pasan líquidos que cambian regularmente en la proporción de fase acuosa a fase orgánica a través de la columna, y la mezcla de componentes es separada en virtud de su capacidad para adherirse diferencialmente a la fase estacionaria. Aquellos componentes que se adhieren débilmente abandonan la columna en primer lugar, aquéllos retenidos más fuertemente salen después. Una vez separados, los componentes pasan a través de un detector para su cuantificación.

### **Espectroscopía de radiación infrarroja (FTIR).**

Es una herramienta analítica que produce un espectro que es como la "huella dactilar" de los diferentes componentes químicos presentes en un objeto. Resulta muy útil para el análisis de **materiales orgánicos** tales como barnices, adhesivos y aglutinantes. Cuando se ensambla un microscopio, el tamaño de la muestra se reduce drásticamente.

Al exponer una muestra a la región infrarroja del espectro electromagnético, la manera en que ésta absorbe dicha radiación es característica de la **estructura molecular** de la muestra. La identificación se logra por comparación del espectro de longitud de ondas absorbidas en el infrarrojo con el espectro de compuestos conocidos.

### **B.3 Otras Tecnologías.**

Los problemas que se presentan actualmente a causa del perfeccionamiento de las técnicas de la falsificación y adulteración documental, ha motivado la necesidad de apoyarse en los avances técnicos físicos – químicos, para brindar a la justicia elementos válidos para resolver los litigios en que se hallan cuestionados la autenticidad de las obras y documentos que las acompañan.

#### **Cromatografía gaseosa con Espectrometría de Masas (GC-MS)**

Es una herramienta analítica que permite la identificación "inequívoca" de materiales orgánicos tales como los aglutinantes de pintura

El GC-MS separa primero muestras disueltas o derivadas (muestras modificadas químicamente) en fracciones, de acuerdo a su volatilidad (y polaridad). Luego se ioniza cada fracción de manera que se forman fragmentos con cargas eléctricas, los cuales se agrupan de acuerdo a la masa y se cuentan. La interpretación de la "separación de masas" obtenida permite la identificación y determinación de la composición química de la muestra.

#### **Espectrofotometría de absorción atómica.**

Frecuentemente es necesario realizar ensayos comparativos entre materiales complejos, que se hallan en reducidas proporciones como pinturas, vidrios, tierras, objetos metálicos, etc. La espectroscopia de emisión consiste en la excitación de los átomos presentes mediante una descarga eléctrica producida por un arco, lo que provoca una emisión de energía, la cual es fraccionada mediante un prisma o red de difracción en bandas según sus distintas longitudes de onda. Esto se registra fotográficamente y nos da como resultado un análisis cualitativo de la muestra. Este procedimiento permite efectuar una precisa evaluación con el aporte de técnica resolutive más exacta como la espectrofotometría de absorción atómica. Esta técnica para el estudio de obras de arte no es muy recomendable ya que utiliza una gran cantidad de muestra (10 miligramos) y el carácter destructivo de la técnica. Existe una

adaptación moderna que limita la cantidad de muestra a microgramos, reemplazando el ardo mediante la utilización de un rayo laser.

### **Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)**

Como herramienta de análisis permite observar en detalle la morfología de las fibras del papel, debido a la alta resolución que puede ser lograda mediante este instrumento la magnificación que puede alcanzar y la apariencia tridimensional de los especímenes.

Al tener el papel una estructura tridimensional y al ser fabricado en un proceso continuo, sus propiedades son notablemente diferentes en sus tres dimensiones. En el proceso de la formación de la hoja de papel a partir de la suspensión de fibras, el grado en que se entrelazan las mismas para formar una matriz depende de las dimensiones de las fibras, su forma y su flexibilidad.

### **Espectroscopia Raman.**

Se trata de un sistema de análisis no destructivo que permite analizar y restaurar obras de arte en poco tiempo sin agredirlas. Por un lado, analiza los pigmentos de la obra, y por otro, determina cuales son los que no pertenecen a la pieza. Este sistema está basado en la tecnología láser, que ofrece gran capacidad de resolución y especificidad, los que permite detectar la autenticidad de una obra y a que período pertenece. La espectroscopia RAMAN se combina con otra técnica llamada fotoablación, que determina con mucha exactitud, que pigmento es de los que existen en la paleta informática, porque es sensible a la composición química y a la estructura poliatómica.

### **Xerorradiografía.**

Es un método alternativo para registrar imágenes por rayos-X. Los rayos-X viajan a través de objetos que se colocan cuidadosamente sobre una placa de metal sensible a rayos-X.

En vez de usar una película fotográfica para registrar la imagen, los rayos-X transmitidos se reciben en una placa de metal sensible a los rayos-X. A continuación, la placa se procesa en una máquina tipo fotocopiadora muy especial. Luego, la imagen registrada del interior del objeto se transfiere sobre un papel plastificado. En la xerorradiografía, los elementos más densos aparecen más oscuros. La xerorradiografía es más sensible que las radiografías basadas en película, y su utilización en madera pintada ayuda a revelar agregados, daños causados por

insectos y tipos de construcción. La imagen final es una imagen espejada del objeto (diferente de las imágenes de las radiografías sobre película), por lo cual es muy importante evitar confusiones en las interpretación.

### **Difracción por rayos X.**

A través de esta técnica se puede determinar la naturaleza de los pigmentos que se usaron. Los pigmentos están compuestos por materiales orgánicos e inorgánicos. La difracción de rayos X caracteriza los minerales de cada pigmento. Dado que los avances industriales han proporcionado al artista una paleta más amplia, si estos pigmentos modernos aparecen en una obra antigua (en una zona original), es motivo suficiente para pensar que no sea de época.

### **Método del Carbono 14.**

Cuando un organismo muere, la concentración de C14 empieza a decaer; eso ocurre con la madera utilizada para elaborar papel o en el algodón utilizado para elaborar telas, por ejemplo. Este fenómeno da una pauta para establecer la edad absoluta de los materiales orgánicos. Este método se lleva a cabo a través de un estudio denominado "Análisis por activación neutrónica", que consiste básicamente en generar isótopos radiactivos de los elementos que quiere investigar, pudiendo medir luego la proporción de estos isótopos radiactivos, y en función de ello, medir su concentración.

### **Gammagrafía.**

Muestra las interioridades de esculturas de materiales que los rayos x no pueden atravesar: la piedra, el metal de grosor considerable, etc. Se puede estudiar si la obra tiene grietas internas, si hay corrosión, etc.

### **Termoluminiscencia.**

Para esculturas u otro tipo de obras realizadas en barro que haya sido cocido tras su realización. Para una figura realizada en terracota podemos saber con un margen de error mínimo cuándo fue cocida.

## **C Análisis del estado de conservación del cuadro auténtico.**

En éste ítem se plantean algunos aspectos básicos de la relación entre el comportamiento material y físico-químico de obras de arte y de valor histórico y del medio ambiente en el cual éstas se encuentran, el que es fundamental para su conservación. El simple hecho de que los objetos culturales son compuestos por materia, como sostiene la Licenciada Marcela Suarez Ordoñez. Licenciada en Criminalística en su obra "Falsificación de Obra de Arte. Un acercamiento a las distintas técnicas", ya es un factor primordial para que su existencia sea influenciada por el ambiente en el cual estos están conservados. En una primera clasificación, podemos dividir los materiales que componen las obras de arte en dos grupos principales: materiales orgánicos y materiales inorgánicos. Dentro de los primeros están incluidos materiales como papel, tejidos, hilos y fibras, colorantes, óleos, resinas, colas, madera, además de los diversos materiales orgánicos sintéticos. Dentro de los materiales inorgánicos citamos como ejemplo vidrios, metales, piedras, etc. La composición química de las obras de arte depende de la tecnología utilizada para su fabricación, pero, generalmente éstas contienen tanto materiales orgánicos como inorgánicos. Las pinturas a óleo, por ejemplo, son constituidas por capas de tinta preparadas a partir de pigmentos inorgánicos sintéticos o naturales, fijados en una capa a través de un medio oleoso (un óleo secante, como de linaza, nueces, amapola, etc), que con el pasar del tiempo forma un retículo tridimensional que mantiene unida la capa de pintura y los pigmentos presentes en ella. Tales capas de tinta se encuentran sobre un soporte que puede ser de madera, metal, vidrio, tejido, etc. Otras obras pueden ser compuestas sólo de materiales inorgánicos como esculturas en bronce, en piedra, etc.

Las causas de degradación de obras de arte envuelven diversos factores como luz, humedad, contaminación, agentes biológicos (microorganismos e insectos) y también el factor humano, que muchas veces es el principal responsable por la degradación de obras. La acción humana en la degradación de obras de arte se caracteriza, a veces, por vandalismo, negligencia y hasta por ignorancia sobre las condiciones más adecuadas para el almacenaje, transporte y exhibición de obras de arte. No podemos dejar de mencionar catástrofes naturales como inundaciones, huracanes, terremotos y las guerras, siendo este uno de los más eficaces agentes de degradación de bienes culturales.

## **La degradación de materiales por la luz**

Ejemplos de daños causados por la luz a los objetos.

- Amarillamiento de los barnices de pinturas.
- Desgaste de los colores en los tejidos, acuarelas y pinturas.
- Destrucción de las fibras de celulosa (papel, tejidos naturales).
- Desgastes de fotografías.

La degradación causada por la luz se refiere prácticamente a los daños causados a materiales orgánicos. La luz afecta la capa superficial de los objetos, provocando a veces, cambios que llegan a descaracterizar por completo la obra. Citemos como ejemplo la degradación de acuarelas. Por el hecho de que la capa de tinta en la acuarela es muy tenue, el aglutinante (medio orgánico que asegura los pigmentos) y los pigmentos y colorantes quedan prácticamente expuestos a la luz, haciendo que la decoloración de acuarelas por la luz sea un fenómeno bastante conocido. Los fenómenos de degradación están ligados a la foto-oxidación de los materiales. La capacidad de la radiación en causar degradación está ligada a su extensión de onda, siendo que cuanto menor la extensión de onda mayores son los daños causados. La luz ultravioleta, por ejemplo, causa mayor degradación de materiales orgánicos que la radiación visible al igual que la radiación infrarroja. Una afirmación de éste fenómeno es el hecho de que nos preocupemos por la protección de nuestra piel de los rayos ultravioleta de la radiación solar. Los objetos expuestos en museos y archivos deben tener condiciones de almacenamiento y exposición chequeados para verificarse el nivel de iluminación al que éstos están expuestos, a fin de evitarse los daños irreversibles causados por la exposición a la luz. Además de eso, es importante verificar cuál es el tipo de iluminación al cual el objeto está expuesto, ya que diferentes fuentes de iluminación provocan fenómenos de degradación distintos. La luz solar directa, por ejemplo, es extremadamente dañina. La iluminación con lámparas fluorescentes también lo es, ya que éstas poseen una considerable emisión de luz ultravioleta. El tiempo de exposición a la luz también es un factor que debe ser considerado, una vez que los efectos de foto degradación son acumulativos.

### **Sensibilidad a la luz**

De acuerdo con la sensibilidad a la luz, podemos clasificar los objetos de la siguiente forma:

- 1) No sensibles: piedra, cerámica, metales.
- 2) Sensibles: pinturas a óleo y a témpera, cuero, madera y marfil.
- 3) Muy sensibles: tejidos, tapicería, papel, acuarelas, manuscritos, miniaturas, cuero pintado, plumajes.

### **La degradación de materiales por la acción de la humedad**

Prácticamente todo ambiente contiene agua, sea bajo la forma de líquido o de vapor. En los climas muy húmedos, la cantidad de vapor de agua en el ambiente es substancial, lo que hace que ocurra una condensación de agua en las superficies frías, como en las paredes, por ejemplo. A veces, la cantidad de vapor de agua en el ambiente es tan alta que llega al punto de saturación, al punto de rocío. En ciencia utilizamos el concepto de humedad relativa como porcentaje de vapor de agua presente en la atmósfera, relativamente a la cantidad máxima posible (100 %) en la misma temperatura. Generalmente las obras de arte son compuestas, de varios tipos de materiales, que reaccionarán de manera diferente a las variaciones de H.R., haciendo que ocurran tensiones localizadas y el apareamiento de craqueles en superficies como madera, barnices, pinturas. Además de eso debemos citar que la madera, tejido y el papel, en condiciones de H.R. abajo de 40% se tornan bastante rescos y consecuentemente, quebradizos. Valores elevados de H.R.; generalmente encima de 70%, tampoco son recomendables, una vez que son creadas condiciones propicias para el desarrollo de insectos y microorganismos.

Objetos metálicos sometidos a elevados valores de H.R. presentan problemas de corrosión. Los objetos en una colección son compuestos de materiales que pueden ser hidrófilos, es decir, que son afines con el agua, como papel, madera, tejido, cuero, pergamino y otros son extremadamente sensibles a las variaciones de humedad relativa. Existe siempre una tendencia al equilibrio entre el contenido de humedad del material y la humedad relativa del ambiente en el cual, éste se encuentra. La presencia, en mayor o menor extensión, de agua en el material implica que éste sufra alteraciones por el cambio de las condiciones de humedad relativa del ambiente. De ésta manera, la mayoría de los materiales hidrófilos presentan dilataciones volumétricas en condiciones de H.R. elevada, tendiendo a contraerse en condiciones de H.R. baja. Son éstas alteraciones la principal causa de degradación de diversos objetos como esculturas en madera, libros, obras sobre papel, pinturas sobre tela madera, pergamino, cuero, etc.

### **Valores de Humedad relativa y la preservación de objetos artísticos**

Una discusión muy actual entre los especialistas se refiere a las recomendaciones para valores de humedad relativa para la exposición y almacenaje de objetos. Todos sabemos (por la experiencia diaria) que metales no deben ser almacenados en lugares muy húmedos, debido a la corrosión. Sin embargo, los especialistas hoy se detienen a pensar sobre el problema de cuales son los parámetros recomendados para otros

objetos como los orgánicos, colecciones etnográficas, pinturas, esculturas en madera. Hasta pocos años atrás era común la utilización, mismo en el Brasil y en otros países de Latino-América, de parámetros de Humedad Relativa recomendados para Europa. Solamente en los años más recientes es que la comunidad internacional de conservadores y científicos comienza, al fin, a reconocer la necesidad de estudios más profundos en cuanto a la estabilidad de las colecciones y la diversidad climática del globo. En la ciudad de Oro Preto, por ejemplo, vamos a encontrar esculturas en madera en muy buenas condiciones, a pesar de la media elevada de H.R. del ambiente. Los antiguos "patrones" de (50 o 55 +- 5) % para humedad relativa ya no son una recomendación confiable, dependiendo de la colección a la cual nos referimos. En general, un objeto que se encuentre en una región con H.R. media elevada (75% de H.R. por ejemplo) va llegar a un estado de equilibrio con el ambiente, o sea, el material se va adaptar a estas condiciones de elevada H.R. En el caso de que ésta baje mucho (en invierno, por ejemplo) o que el objeto sea llevado a locales donde la H.R. sea baja lo que ciertamente va a ocurrir será la readaptación de éste objeto a las nuevas condiciones, provocando por lo tanto el apareamiento de craqueles, fisuras, desprendimientos de capas pictóricas, etc. Este comportamiento de los materiales frente a las condiciones del ambiente es sumamente importante para el transporte de obras de arte y exposiciones itinerantes, una vez que regiones geográficas diferentes pueden presentar características climáticas bien diferenciadas.

### **Degradación de materiales por contaminación**

La degradación de materiales constitutivos de obras de arte por contaminantes es un factor de extrema importancia en los días actuales, debido a la complejidad de la composición de nuestra atmósfera y a la elevada emisión de contaminantes por las diversas fuentes. Gracias a ésta situación, varios museos en todo el mundo tienen su ambiente interno extremadamente controlado, siendo colocados filtros anti-poluentes en los sistemas de aire acondicionado, de modo que impidan la entrada de éstos en el ambiente del museo.

Dentro de los principales contaminantes que causan la degradación de obras de arte, podemos citar:

Ozono: causa el aclaramiento de los colorantes y pigmentos; torna quebradizos los textiles, reacciona con aglutinantes de pinturas como óleos y gomas.

Dióxido de nitrógeno: muda el color de los colorantes; causa el amarillamiento y torna quebradizas fibras de nylon, seda, lana, rayón.

Ácido Nítrico: ataca piedras calcáreas y papeles almacenados; corroe ligas de cobre, como por ejemplo de bronce.

Dióxido de Azufre: es absorbido por la celulosa; reacciona con metales con cuero y pergamino; cuando en contacto con humedad y metales de transición es convertido en ácido sulfúrico que, a su vez, reacciona con cualquier sustrato sensible a ácidos como: pigmentos, colorantes, metales, minerales, etc.

Las partículas de polvo que se depositan sobre los objetos pueden traer en su superficie esporas de microorganismos, lo que provocaría, en casos de alta humedad relativa, la aparición de hongos.

Formaldehído y acetaldehído: Interaccionan con material fotográfico, provocando la degradación del colágeno; reducen la resistencia física de fibras animales; se convierten en ácido fórmico y ácido acético, respectivamente.

Ácido Fórmico y ácido acético: provocan la corrosión de bronce que contienen plomo; corroen la mayoría de los metales no nobles, pueden causar la degradación de la celulosa, atacan cáscaras de huevos, vidrios y materiales calcáreos.

Compuestos de azufre reducidos (sulfato de hidrógeno y sulfato de carbonilla) oscurecen objetos de plata; convierten pigmentos como blanco de plomo en sulfato de plomo (negro).

Todavía con relación a los contaminantes, es muy importante resaltar que los materiales utilizados en la confección de vitrinas para exposiciones y armarios de acondicionamientos pueden ser causas de degradación de colecciones, debido a los poluentes que estos emiten. Armarios y vitrinas de madera, por ejemplo, dependiendo de la madera, pueden emanar gases como formaldehído y acetaldehído, provocando la posterior degradación de los objetos que se encuentran en la vitrina. Es común, la degradación de pequeñas esculturas de bronce y colecciones de historia natural como conchas marinas, prácticamente debido al acondicionamiento inadecuado.

Las colecciones que se encuentran en regiones costeras, deben ser protegidas contra la brisa marina, que normalmente contiene micro gotas de agua del mar, que contiene sales disueltas. Cuando estas micro gotas se depositan sobre la superficie de un objeto, al secar dejan un depósito de sal, que puede causar degradación de metales.

Es muy importante mantener la limpieza regular tanto de las reservas técnicas como de las vitrinas, para no dejar acumular polvo, que como dijimos, puede ser foco de infección por microorganismos. Es importante, para el almacenamiento de libros raros, que estos sean acondicionados en cajas, de preferencia de papel neutro. Además de propiciar una mayor protección mecánica al libro, la caja funciona, también, como una barrera contra variaciones de humedad relativa y la penetración de contaminantes.

## **Limpieza**

La limpieza es un procedimiento delicado, irreversible, que involucra el uso de abrasivos, agua y detergentes, solventes orgánicos y otros químicos necesarios para remover de la superficie aditamentos no deseados, tales como suciedad o barniz decolorado. Los químicos, como ácidos o bases, que los restauradores utilizan con frecuencia, pueden destruir el color de la pintura.

El azul ultramarino puede descomponerse a causa del ácido diluido; aún hasta un ácido débil como el ácido acético (vinagre) ocasionará la pérdida del color azul ("enfermedad del ultramarino"). La azurita, otro pigmento azul tradicional, es soluble en ácido y puede ennegrecerse a causa del calor y de las bases cálidas. El rojo laca tradicional es sensible a los solventes como el alcohol. Obviamente el riesgo que encierra la limpieza se acrecienta cuando no se dispone de información sobre los materiales y las técnicas utilizados.

**Acumulación de polvo, suciedad, tizne y humo:** El polvo que los cuadros acumulan con el tiempo, puede por si solo oscurecer la imagen de la pintura. Sin embargo, en la superficie de una pintura también se acumula suciedad, tal como tizne o alquitrán de tabaco. Aunque la mayor parte de la suciedad se puede remover con cuidado, el daño causado por el tizne y el humo puede alterar el tono de la pintura permanentemente, en especial si el soporte no es de primera calidad o si la pintura no fue barnizada.

**La capa de barniz envejece:** Las pinturas al óleo tradicionales, usualmente la última mano de pintura es de barniz, la cual se aplica sobre las capas previas con el objetivo de saturar los colores y proteger la pintura del polvo y de la contaminación atmosférica. Los barnices tradicionales contienen una resina natural que, cuando se aplica como una capa fina en la superficie, se seca y se convierte en una película dura, brillante y transparente. Las resinas naturales se oscurecen con el tiempo y entonces se puede hacer difícil ver la imagen del cuadro y se puede alterar el balance del tono.

**Los materiales de la pintura envejecen:** Desde el momento en que se termina un cuadro, éste empieza a envejecer. Dependiendo de la calidad, la combinación y la naturaleza de los materiales usados en su elaboración, tanto como del ambiente, un cuadro puede envejecer bien o no. Un cuadro nuevo en buenas condiciones empieza a deteriorarse como resultado únicamente del paso del tiempo.

Los materiales usados pasan por un proceso de sequedad que establece cierta tensión interna en la estructura. Esto puede continuar por varios años, décadas o siglos. Cuando las distintas manos de pintura se secan, se contraen, y las capas entonces se quiebran o se rompen en fracciones.

Si la pintura ha sido bien elaborada y el artista ha usado técnicas sólidas, la apariencia del cuadro no sufre con el tiempo. Quebraduras pequeñas pueden atrapar y retener polvo, pero una limpieza que remueva el polvo de la superficie del cuadro, en muchos casos, elimina el efecto deformante. Si la capa final es gruesa y contiene mucho aceite, es posible que la superficie se arrugue. Además, si la primera capa no ha sido adecuadamente aplicada, ésta puede causar pequeñas quebraduras en la superficie. A medida que el cuadro continúa envejeciendo, las distintas capas de pintura pierden flexibilidad y se tornan quebradizas. Tanto la expansión como el encogimiento de la estructura de soporte, añaden, a causa de la absorción y la emisión de humedad del aire, cierta presión que ocasiona quebraduras.

**Algunos pigmentos cambian:** Algunos pigmentos son naturalmente sensitivos a la luz ultravioleta, a ácidos o a bases. La exposición de estos pigmentos sensitivos a cualquiera de dichos elementos, causaría su decoloración. La luz del sol contiene rayos ultravioletas, de manera que si se expone una pintura con dichos pigmentos sensitivos, a la luz directa del sol, éstos pueden decolorarse. Si se trata de limpiar un cuadro con soluciones ácidas o de limpieza, éstas también podrían causar la decoloración de los pigmentos.

Las quebraduras también ocurren debido a accidentes mecánicos, tales como mucha o poca presión en el frente o reverso del cuadro. Prácticamente todas las marcas que se ponen detrás de un lienzo, afectarán con el tiempo, la superficie del mismo. Si se escribe sobre la parte de atrás de un lienzo, el óleo se puede descascarar. Si el lienzo se moja al colocarle una etiqueta, el óleo se puede quebrar. Cualquier golpe repentino dejaría también inevitablemente una marca, aún en el caso de que no rompa el óleo.

Algunos estudiosos del arte pictórico han propuesto un listado guía para los restauradores, peritos e investigadores de las obras, para que tengan en cuenta estos puntos que se detallan a continuación en el momento de los análisis, cualquiera sea el área en donde se desempeñen.

Lista de análisis del estado de conservación de una obra.

## **1. Soporte**

1.1 Tabla de madera, lienzo, etc.

1.1.1 Tamaño original: reducción, alargamiento

1.1.2 Ataque de parásitos: insectos dañinos, hongos, bacterias, antiguas formas de combatirlos

1.1.3 Abombamiento: convexo, cóncavo, alabeo

1.1.4 Deformación del entarimado

- 1.1.5 Arrugamiento después de la pintura
- 1.1.6 Grieta, hendidura, abiertas grieta puntual: juntas abiertas, juntas encoladas, grietas puntuales, hendiduras encoladas
- 1.1.7 Reparaciones provisionales de la madera
- 1.1.8 Reforzamiento de las juntas: tarugos, cola de pato, lienzo, estopa.
- 1.1.9 Rebajado, engatillado
- 1.1.10 Entarimado
- 1.1.11 Traslado: total, parcial
- 1.1.12 Protección del dorso: tabla, pintura
- 1.2 Tejido: lienzo, etc.
  - 1.2.1 Tamaño original: reducción, alargamiento
  - 1.2.2 Superficie: rígida, hinchazones, abolladuras, arrugas, abombamiento, contracción, deformación por remiendo del lienzo
  - 1.2.3 Inscripciones al dorso: estado de nota, sello, etc.
  - 1.2.4 Borde de sujeción / dobladura: recortado, remendado, agujeros de clavo oxidado
  - 1.2.5 Oxidación de las fibras
  - 1.2.6 Bolsas de suciedad
  - 1.2.7 Impregnación: cera / resina, cola, linaza / barniz, resina natural, sintética, dispersión
  - 1.2.8 Perforación: presión anterior, posterior
  - 1.2.9 Medidas alternativas del entelado: tapado de las grietas, remiendo del tejido, remiendo del borde
  - 1.2.10 Entelado: tapado (soldado de las grietas), remiendo del tejido, remiendo del borde
  - 1.2.11 Adhesivo del entelado: engrudo, cola, cera / resina, cera sintética / dispersión.
  - 1.2.12 Microorganismos: hongos, bacterias
  - 1.2.13 Bastidor / marco de cuñas: estado de conservación
  - 1.2.14 Protección del dorso: pintura, emplastado, tabla
- 1.3 Cartón
- 1.4 Tabla de metal / cobre
  - 1.4.1 Tamaño original
  - 1.4.2 Abombamiento: convexo / cóncavo
  - 1.4.3 Dobleces e hinchazones
  - 1.4.4 Construcción estabilizadora
  - 1.4.5 Corrosión
- 1.5 Piedra

1.5.1 Hendidura: abierta / encolada

## **2. Imprimación**

2.1 Cohesión: frágil, pulverizada

2.2 Descoloramiento: parcial, extenso

2.3 Desprendimiento: extensión, sitio, eventualmente indicar coordinadas

2.4 Levantamiento de la capa del cuadro

2.5 Desconchamiento de la capa del cuadro

## **3 .Firma**

3.1 Rayada

3.2 Instrumental de la firma (pincel, yeso, lápiz de plomo)

3.3 Calcos: calco, troquelado, patrón

## **4 Chapados de metal**

4.1 Desconchamiento

4.2 Desperfectos: arañazos, ralladuras, desgaste

4.3 Descoloramientos: plata, bronce, etc.

4.4 Añadidos: mismo material, otras técnicas

4.5 Tratamiento de la superficie: sin barnizar, barnizado, capa de cola

4.6 Lustre: tipo de estragos, alteración

## **5 Ornamentos, decoraciones, imitaciones textiles**

5.1 Desconchamientos

5.2 Desperfectos

## **6 Capa pictórica**

6.1 Descoloramiento: amarilleado, desteñimiento

6.2 Estructura superficial: formación de arrugas, exfoliaciones

6.3 Cohesión: empolvado

6.3.1 Adhesión: desprendimiento / levantamiento de la capa de imprimación, de la capa de color, de la capa pictórica, de la capa del cuadro

6.4 Ampollas (producidas por quemaduras)

6.5 Formación de bandejas

## **D Certificados de autenticidad.**

En los museos de los países más avanzados financian proyectos de investigación, en donde un conjunto de profesionales realiza la recopilación de la obra de un determinado artista que luego serán convertidos en catálogos de consulta, "catálogos razonados".

Existen "catálogos razonados" de artistas de mucho renombre, por ejemplo Picasso, donde consta toda la obra existente, y son estos especialistas los que certifican la obra.

En nuestro país hay pocos artistas con catálogos razonados y pocas personas dedicadas a un solo artista o a lo sumo a un solo período, de la obra total.

Molina Campos, el artista de los almanaques, tiene uno preparado con rigor, que garantiza la autenticidad de las piezas catalogadas y salvaguarda el mercado de piezas apócrifas, que en algún momento abundaron.

Las familias de los artistas ayudan con las autenticaciones y son una fuente de información para los galeristas y subastadores.

La procedencia es la historia de la obra de arte por certificar: a qué colección perteneció, dónde fue comprada, si en una casa de remates o en una galería o al artista. Cuando se trata de autores caros, la procedencia es el salvoconducto para una autenticación segura. Todas las piezas importantes tienen historia, rara vez se encuentra un tesoro en un altillo cubierto de polvo.

Otra manera de corroborar la procedencia de una obra de arte, es a través de los certificados de autenticidad. Documentos que posee cada obra, en donde cuenta una serie de datos importantes acerca de objeto al que pertenecen.

Un buen Certificado de Autenticidad válido indica que la obra es indiscutiblemente realizada por el artista. Al brindarle al comprador la extensa documentación del Certificado, los artistas no sólo pueden garantizar la autenticidad de su trabajo, sino que pueden educar al gran público comprador en cuanto a lo que es una auténtica obra gráfica.

Un Certificado de Autenticidad representa un valor añadido adicional en tanto en cuanto le explica al cliente con todo lujo de detalle los varios factores que intervienen en su creación y edición. Cuanto más detalles se incluyan en el Certificado, más valor contribuye a la estampa en cuestión.

En realidad, a menos que un certificado de autenticidad este redactado y firmado por el artista, el editor de arte (en caso de ediciones limitadas), un distribuidor, un agente

especializado o autorizado por el artista, o bien por un reconocido experto sobre la obra del artista, carecerá de valor.

Un certificado legítimo debe además contener detalles específicos sobre la obra, como por ejemplo cuando y donde fue producida, los nombres de las personas o las compañías implicadas en su producción, el título exacto de la obra, las dimensiones, y los nombres de los libros de consulta o recursos similares que contengan información adicional sobre la obra y/o el artista. Se debe también indicar las calificaciones académicas de la persona o entidad que fue autora del certificado, e incluir sus datos completos de contacto.

Un certificado de autenticidad formal no requiere necesariamente probar que una obra de arte sea genuina. Cualquier recibo válido, como la factura de la venta, o la prueba de la compra de la misma obra al artista, distribuidor o agente autorizado por el artista, podrán ser un certificado de autoridad que también es aceptable.

Solo los documentos de personas calificadas por organismos reconocidos son aceptables, no de cualquier persona que sólo conozca de arte, o cualquier distribuidor o agente de ventas que ocasionalmente trabaje con obras de un determinado artista.

Los certificados de autenticidad pueden tener problemas y algunos pueden incluso carecer de valor. Mucha gente cree que las obras de arte con certificados de autenticidad son automáticamente genuinas, pero éste no es siempre el caso.

Para comenzar, no existen leyes sobre quiénes están o no calificados para formular certificados de autenticidad, o qué tipos de declaraciones, de calificaciones o de documentación, tienen que contener estos certificados.

Es decir que cualquier persona puede escribir un certificado de autenticidad, esté calificada o no.

Como si eso no fuera bastante malo, los vendedores sin escrúpulos suelen confeccionar certificados de autenticidad confusos que no poseen datos concretos, para utilizarlos incluso con absolutas falsificaciones de las obras de arte, o bien llegando aún a reproducir ciertos certificados tan minuciosamente como las obras falsificadas en cuestión.

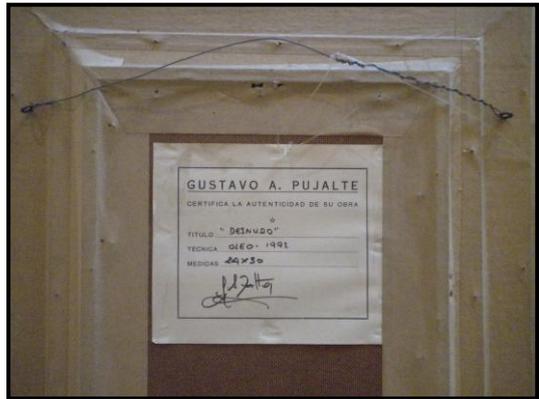
Se debe tener presente que si una obra de arte se vende con cierto certificado de la autenticidad, este certificado debe acompañar a la obra en el mismo instante en que usted la reciba.

Si existe un catálogo de un determinado artista, el número o la entrada correspondiente del catálogo respecto de la obra de arte en cuestión, se debe observar en el certificado de autenticidad.



(b)

(b) Certificado realizado para una escultura de bronce de Galería Minerva Buenos Aires.



(c)

(c) Certificado realizado por el artista adosado al dorso del cuadro.

Gentileza galería A y A.

## E La caligrafía en el Peritaje de Obras de Arte. Fraude de Firmas.

Siempre que se sospecha de la existencia de una copia o falsificación de un cuadro, uno de los preliminares cuidados del perito será el de examinar con atención el sector en que está situada la firma del autor de dicho cuadro. La firma del artista es uno de los elementos más emblemáticos en un cuadro. La firma es el sello final del pintor, que tiene una historia relativamente reciente. No fue hasta el siglo XV que los artistas empezaron a firmar sus obras. Anteriormente su estima y condición social era similar a la de cualquier otro artesano y no se esperaba que un carpintero o un tejedor firmaran una obra. Es en el Renacimiento (Rafael, Miguel Ángel, Leonardo) cuando el artista empieza a adquirir el reconocimiento como "genio artístico". Se le considera una persona capaz de realizaciones artísticas que superan la normalidad.

Existen los cuadros con firmas resumidas, ya que es frecuente que la firma que coloca un pintor en su cuadro no es la misma que utiliza habitualmente, generalmente es una sigla convencional o una marca arbitraria.

La mayoría de esas marcas, rúbricas o siglas no son identificables desde el punto de vista grafotécnico. No obstante existen firmas de pintores que permiten distinguirlas de las respectivas copias.

El estudio de la firma pictórica de un cuadro debería ser analizada de la misma manera que se analiza el resto de la obra, no obstante es posible de utilizar las técnicas de la documentología para analizar sus características. Es por ello la importancia de contar una persona que cumpla la función de articular las diferentes especialidades para lograr interdisciplinariamente una respuesta al interrogante.



## **F Oficina de Coordinación Pericial.**

Este trabajo apunta al desarrollo de una Oficina de Coordinación Pericial (OCP) para este tipo de investigaciones, que aportará una solución para la organización del material, optimización de los recursos y de los estudios técnicos que serán llevados a cabo para poder resolver incógnitas como, la datación de una obra de arte, la correspondencia de una obra con la producción de un artista, pertenencia de un cuadro a un periodo de la obra de un pintor, investigación de falsificaciones de obras de arte, etc.

Es muy importante tener en cuenta, que para la creación de esta oficina no es necesario invertir en nuevos recursos técnicos, humanos ni económicos. El objetivo de la misma es facilitar el trabajo de los distintos especialistas agilizando la tarea investigativa y reducir los tiempos para brindar una respuesta. Se contará con un coordinador que estará encargado de recibir el material, realizar un análisis visual inicial y establecer cuáles son los estudios indicados según el caso, para luego derivarlos a los laboratorios que correspondan, donde se realizara el estudio del material. Los análisis técnicos a realizar, dependerán del criterio del especialista, quien se encargará de seleccionar y de solicitar los mismos. Luego, con los resultados de los diferentes análisis ordenados, el coordinador realizará un informe técnico completo y arribará a las conclusiones, que lleven al esclarecimiento del hecho investigado.

A continuación, hago una discriminación de las diferentes técnicas que se pueden realizar en cada Delegación de Policía de la Provincia de Buenos Aires y en la Asesoría pericial provincial:

***Delegación Departamental de Policía Científica Mar del Plata:*** Ésta Delegación cuenta con un Gabinete de Documentología con profesionales en el área y con el Laboratorio Químico Pericial, con idóneos y profesionales capacitados para el manejo de las siguientes técnicas:

- Microscopía
- Análisis macroscópicos con luz visible y no visible
- Micrometría
- Espectrofotometría UV-VISIBLE
- Cromatografía en papel
- Cromatografía en TLC (placa delgada)
- Cromatografía Gaseosa

Dentro de la misma Regional, es decir, Atlántica Sur, se encuentra la:

**Delegación Departamental de Policía Científica Bahía Blanca:** En su Laboratorio se cuenta con idóneos y profesionales capacitados para el manejo de las siguientes técnicas.

- Espectrofotometría IR (FTIR)

**Delegación Departamental de Policía Científica La Plata:** Ésta Delegación cuenta con el Laboratorio Químico Pericial, con idóneos y profesionales capacitados para el manejo de las diferentes técnicas. En este Laboratorio se pueden realizar además de las técnicas que se mencionaron anteriormente, las siguientes técnicas:

- Microscopía MEB (barrido electrónico)
- Espectrofotometría IR (FTIR)
- Espectrofotometría de Absorción Atómica

Dentro del poder judicial de la Provincia de Buenos Aires se encuentra la **Asesoría Pericial**, con sede en La Plata, donde se pueden realizar las siguientes técnicas:

- HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Performance)
- Espectrofotometría de Absorción Atómica

A continuación se mencionan los estudios que no son factibles de realizar dentro de la Policía y del Poder Judicial de la Provincia de Buenos Aires, por lo que de necesitarse, se deberían solicitar a institutos Privados:

- Rayos X
- Xerorradiografía
- Difracción de RX
- Método del Carbono 14
- Gammagrafía
- Termoluminiscencia

## **CONCLUSIONES.**

De todo lo anterior se desprende que nadie está exento de validar un falso y que existe la falibilidad en los expertos o en los entendidos. Cuanto más reducida sea el área de expertizaje de una persona, menores serán las probabilidades de equivocarse. Estar en contacto permanente con obras del mismo autor o de un período en especial convierte al especialista en una persona apta para expedirse sobre una obra en particular. Este lugar es ocupado por un número muy reducido de individuos (especialistas), entre los que se encuentran los familiares directos del artista, marchantes quienes comercializan la obra, o el propio artista. A pesar de esto, hay que tener en cuenta, que estos dictámenes son del tipo subjetivos, y que no tienen basamentos científicos. De esto surge la necesidad de nuevos métodos, empíricos y categóricos, que puedan determinar la autenticidad de una obra, ya que en la actualidad, la gran variedad del mercado, facilita la comisión de delitos de esta índole. Este trabajo de investigación propone la aplicación de la ciencia criminalística, para realizar un análisis técnico científico y categórico de las obras de arte, sujetas a estudio o de las cuales se tienen dudas acerca de su procedencia.

El análisis de una Obra de Arte, se realiza mediante la aplicación de diferentes técnicas científicas dentro de la criminalística, que utilizadas de una forma interdisciplinaria, hacen posible el peritaje completo de este tipo de obras con el objetivo de determinar una falsificación, datación, composición u otro dato de interés. Para esto es necesario además, contar con personal capacitado en el área del arte, que realice un análisis previo de los elementos plásticos que componen una obra, para que luego coordine y designe qué estudios científicos son necesarios realizar para cada caso en particular. Estas tareas serán las que se realizarán en la Oficina de Coordinación Pericial.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- \* Tratado de criminalística. Tomo II. La química analítica en la investigación del delito. Editorial policial. Varios autores. 1994.
- \* Universidad Del Museo Social Argentino. Carrera: Expertizaje y Valuación DE Obras de Arte. Cátedra: PINTURA, GRABADO Y ESCULTURA. Nivel 3. Cuadernillo 2. Arq. Claudio D'Leo.
- \* Historia Social de la Literatura y el Arte. Tomo 1 y 2. Editorial Debate. Arnold Hauser. 1998.
- \* Enciclopedia universal de la pintura y la escultura. Ed. Sarpe. Varios Autores. Barcelona 1992.
- \* Manual de Restauración de Cuadros. Nicolaus K., Ed. Könemann, 1998.
- \* La Restauración de las Obras de Arte. Guía de la conservación y restauración de los cuadros, Caraduje A., Ed. Club de Estudios, Bs As, 1993.
- \* Historia del Arte Salvat, Editado por el diario La Nación.
- \* Falsificación de Obras de Arte, Un acercamiento a las distintas técnicas. Marcela Suárez Ordóñez Licenciada en Criminalística.

<http://www.gabinetepericial.com.ar/Arte.html>

<http://www.sigloxxi.com>

[http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/col\\_eccio/fal-arte.htm](http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/col_eccio/fal-arte.htm)

[http://www.forencia.com.ar/Falsif\\_obras\\_arte.pdf](http://www.forencia.com.ar/Falsif_obras_arte.pdf)

<http://www.restaura.net>

<http://www.triangulodelarte.org/magazine/La-falsificacion-de-obras-de-arte>

<http://es.wikipedia.org>

<http://www.monografias.com>

Nota Arte “Esa costumbre de falsificar”

Sábado 24 de enero de 2009 diario La Nación Por Delfina Helguera

**Agradecimientos:**

UMSA Universidad del Museo Social Argentino. Arq. Claudio Aníbal Barrera. Decano de Facultad de Artes. Arq. Claudio D'Leo.

Banco Ciudad de Buenos Aires.

Casa Museo Bruzzone. Florencia Parodi Cánavas.

Museo Municipal de Arte J. C. Castagnino. María Angélica Otondo. Museóloga.

Galería A y A. Luis Martínez.

Laboratorio Químico Pericial MDP. Técnico en Laboratorio Sargento Alberto Carranza.

## **Anexo**

### **Técnicas Pictóricas y materiales.**

La pintura es el arte de la representación gráfica utilizando pigmentos mezclados con otras sustancias orgánicas o sintéticas. Estos pigmentos representan el color pueden ser también de distintas naturalezas ya sean orgánicos y biodegradables, solubles en agua, de base aceitosa, etc.

En general las falsificaciones de cuadros son las realizadas con la técnica al óleo, ya que son las que resisten el tiempo y por lo tanto las que adquieren más valor. Sin embargo hace tiempo que existen nuevos materiales y la curiosidad de los artistas hace que se amplíe el listado de elementos para la producción de un objeto de arte. Las técnicas pictóricas se desarrollan en función a los materiales que el artista decide utilizar para plasmar sus ideas. Es decir la curiosidad del artista lo lleva a explorar y así descubrir que material es el conveniente para realizar su producción y desarrolla una técnica para poder trabajar, aunque varios artistas utilicen el mismo material para representar la técnica pictórica será única para cada uno de ellos, esto dará origen al Gesto Artístico. Es una búsqueda constante, hasta que encuentra el medio adecuado para expresarse. Es así entonces que en la actualidad podemos encontrar un sinnúmero de técnicas y materiales, a continuación se hace referencia a los más comúnmente utilizados.

#### **Óleo**

Es la técnica pictórica que mezcla los pigmentos cromáticos (colores pulverizados con óleos y resinas vegetales). La pintura al óleo es suave, seca despacio y es el medio ideal para la superposición y la fusión de los colores. Con óleo se puede pintar sobre muchos materiales, los más comunes son sobre tela y sobre madera.

A partir de mediados del siglo XVI, la pintura al óleo progresó hasta convertirse durante más de 400 años en el medio pictórico más utilizado.

Antes se creía que la pintura al óleo había sido inventada por el pintor flamenco Jan Van Eyck a principios del siglo XV, pero hoy se sabe que ya existía con anterioridad. En Italia, el pintor siciliano Antonello da Messina popularizó esta técnica, de la que se aprovecharon los pintores del renacimiento.

Los venecianos dieron el siguiente paso de pintar sobre lienzo, con el que se conseguía una superficie mucho más grande y permitía además enrollarlo para facilitar el transporte.

En la técnica de pintura al óleo se emplean como aglutinantes para la disolución de los colores los aceites grasos, además de esencias y de resinas. Entre los primeros se destaca la linaza. Las esencias no dejan rastro ya que se evaporan absolutamente y proporcionan delgadas películas de color. Entre las de origen vegetal está la esencia de trementina.

La pintura directa al óleo es el procedimiento más breve ya que el pintor trabaja sobre el efecto final del cuadro. Por su parte, la aplicación del color por capas constituye el procedimiento más antiguo y consiste en que en la capa inferior se obtiene el dibujo, el modelado con sus luces y una ligera indicación del color. En la capa superior, el artista se entrega directo a la representación del efecto cromático. Otra de las técnicas más características del óleo es la aplicación del color por veladuras, que son capas tenues y fluidas que van desde el claro al oscuro.

Verificación de los empastes, grandes espesores de capas de pintura, la característica más importante es la visualización del uso de las herramientas con que se ha fijado la pasta de pintura. Crestas filosas por uso de pinceles de cerda y escalones de gran tamaño con el uso de espátula. Tal como fue fijada la pasta en su manufacturación, de esa manera fragua y queda la forma, esto se debe a que esta pasta no sufre aplastamiento durante el secado por su gran densidad.

### Acrílico

Los acrílicos aparecieron hacia mediados del siglo XIX y no fue en plan industrial hasta los años 30 del pasado siglo. Fueron los artistas norteamericanos los que en su afán por experimentar comenzaron a usar la pintura acrílica para la realización de sus obras, siendo pues en estos momentos (sobre los años 40) cuando esta pintura industrial se va incorporando al arte contemporáneo, y poco a poco se van dando cuenta otros artistas de las muchas posibilidades técnicas de este medio, reconociéndose ventajas evidentes en cuanto a la estabilidad que presentan estos colores, además de otra muy importante: la rapidez en el secado.

Las pinturas con acrílicos están hechas en base a una técnica que emplea los mismos pigmentos utilizados en el óleo o acuarela, la diferencia aquí es que éstos se diluyen en un aglutinante acrílico compuesto por resina sintética, brindándole a la superficie pintada un acabado mate muy particular.

Este material ofrece muchas más ventajas con respecto a otros que se emplean en el medio tales como agregar más pintura a la superficie ya trabajada, utilizando incluso una técnica diferente; el acrílico es estable, resistente a la oxidación, eso explica por qué las pinturas con acrílico poseen una mayor vida útil.

A diferencia del óleo, el acrílico permite empastes de mejor resistencia, el primero, con el paso de los años tiende a cuartearse; puede trabajarse sobre cualquier superficie que sea absorbente de forma directa o como imprimación. El ácido acrílico es un compuesto químico (fórmula  $C_3H_4O_2$ ), siendo el ácido carboxílico insaturado más simple, con un enlace doble y un grupo carboxilo unido a su C3.

En su estado puro, se trata de un líquido corrosivo, incoloro y de olor penetrante. Es miscible con agua, alcoholes, éteres y cloroformo. Es producido a partir del propileno, un subproducto gaseoso de la refinación de petróleo. El ácido acrílico presenta una acentuada tendencia a la creación de polímeros, los cuales, en su forma neutralizada (como el poliacrilato de sodio) son utilizados comercialmente.

Se cree que las pinturas con acrílico pertenecen al período de arte contemporáneo, teniendo su auge en la década del 50 en el ámbito americano del expresionismo abstracto, sus practicantes más fieles fueron Pollock y Rothko.

### Acuarela

Es uno de los procedimientos más antiguos, la acuarela es una pintura sobre papel o cartulina con colores diluidos en agua. Los colores utilizados son transparentes (según la cantidad de agua en la mezcla) y a veces dejan ver el fondo del papel (blanco), que actúa como otro verdadero tono los egipcios la aplicaron sobre papiro. En el siglo VIII los chinos emplearon esta técnica para pintar sobre seda y papel de arroz. En la Europa medieval se utilizó mezclando los colores con clara de huevo, para la decoración de manuscritos.

Son admirables las obras realizadas con esta técnica durante el Renacimiento italiano, y la perfección de las obras de la escuela renana (Alemania). A fines del siglo XVIII y principios del XIX, la acuarela fue utilizada frecuentemente por los artistas británicos.

La técnica de la acuarela ha sido, sin ninguna duda, el medio más popular entre los pintores amateurs desde el siglo XIX, y actualmente continúa manteniendo su posición.

En la actualidad, la idea que la técnica es utilizada por pintores amateurs queda muy lejos y muchos artistas profesionales se pasan a la acuarela sobretodo los retratistas y

los paisajistas, ya que les ofrece multitud de posibilidades y su ligereza la hace muy atractiva.

Las acuarelas son pigmentos muy finamente molidos aglutinados en goma arábica. La goma se disuelve fácilmente en agua y se adhiere al papel.

En sus procedimientos se emplea la pintura por capas transparentes, a fin de lograr mayor brillantez y soltura en la composición que se está realizando. Sin embargo existe la acuarela híper realista que va en contra de este postulado y que utiliza barnices para no remover las capas primeras y dar por sucesivas veladuras un claro oscuro muy detallado pero carente de la translucidez de la acuarela clásica.

### Pasteles tiza y oleosos

Técnica que tiene la particularidad de no utilizar ningún aglutinante, por lo que el color de la barra es el definitivo. A cambio, tiende a ser alterado con facilidad y necesita de un fijador para su total adherencia al soporte. Tiene su origen en Italia durante el siglo XVI.

Los artistas impresionistas lo utilizaron con maestría.

La técnica de pintura al pastel consiste en la utilización de unas barras de colores similares a las tizas escolares pero que se diferencian de éstas en que, en su composición, llevan una alta proporción de pigmento que se aglutina con cola y en ocasiones yeso. De esta manera se consiguen colores luminosos, intensos y bien saturados.

Es una técnica de las llamadas secas, ya que a diferencia de la pintura al óleo o la acuarela, no se utiliza ningún disolvente y se aplica directamente sobre la superficie de trabajo.

Como soporte es común utilizar papel de buena calidad de buen gramaje de color neutro no blanco y de ligera rugosidad, aunque la técnica es lo suficientemente versátil para que se pueda usar sobre otras superficies.

Es una técnica cómoda, generalmente rápida y que permite realizar correcciones con gran facilidad, razón por la cual es escogida por muchos artistas.

### Temple

Es una emulsión de agua, clara y yema de huevo y aceite. Conviene primero hacer la mezcla del huevo con el aceite hasta una mezcla homogénea, después gradualmente agregar el agua hasta crear la emulsión o médium de la técnica al temple. La proporción es de un huevo entero, mas una parte igual de aceite, mas una, dos o tres

partes de agua, dependiendo de la fluidez que se quiera alcanzar. También se puede agregar un poco de barniz dammar a manera que se reemplaza la parte de aceite de linaza, con este procedimiento se logra mayor firmeza o agarre y un secado más rápido, sin embargo el acabado es más impermeable a las nuevas veladuras. En lugar del agua se puede emplear leche desnatada.

El médium se mezcla con el pigmento hasta crear una suerte de pasta similar a la del óleo y se trabaja de la misma forma en cuanto a la secuencia, con la ventaja que se pueden hacer veladuras notables y efectos de cortes. Su belleza radica en su acabado mate. Su fondo de aplicación puede ser la tabla, el lienzo o el muro (siempre y cuando el muro este exento de humedad, si el muro filtra humedad produce exfoliaciones).

Al observar en el microscopio, se presentan las siguientes características: Capa delgada que lleva la texturación del soporte, transparencia en las capas sucesivas de pintura, que aparecerán como bandas anchas que cruzan la base.

#### Encáustica

La pintura se aplica con un pincel o con una espátula caliente. La terminación es un pulido que se hace con trapos de lino sobre una capa de cera caliente previamente extendida (que en este caso ya no actúa como aglutinante sino como protección). Esta operación se llama encaustización. El aglutinante de esta pasta de pintura es la cera virgen. Por lo cual a partir de la observación con microscopio se observará brillo particular con una superficie similar a la de una vela, transparencia en la superposición de capas de pinturas, gran espesor en cada veladura, visión en escalones. Tienen un aspecto particular las fracturas de la pasta de pintura, grietas de gran profundidad. Al haber emisión de luz inferior del microscopio, se verifica transparencia.

#### Temperas o Gauche

La ténpera es un medio similar a la acuarela, pero tiene una "carga" de talco industrial o blanco de zinc, esta carga adicional al pigmento le da su carácter opaco y no translúcido como la acuarela, sin embargo tiene la virtud de dar tonalidades claras sobre una oscura, cosa que en la acuarela "clásica" es incorrecta, a ese defecto en la acuarela se le denomina "acuarela opaca" o "muerta". La fórmula de la tempera también lleva goma arábica, miel y a veces hiel de buey para tener más fluidez en el recorrido del pincel. Es a su vez un medio muy eficaz para complementar dibujos y hacer efectos de trazo seco o de empaste.

## **La evolución histórica de los pigmentos.**

El elemento más importante que los investigadores buscan en el análisis de pigmentos, es el específico tipo de pigmento. Esto les dirá mucho a los investigadores, desde qué tipo de pigmentos algunos artistas utilizaron, hasta si existía o no un determinado pigmento en el momento de creación de la pintura.

La siguiente es una cronología de los pigmentos populares que se utilizaron en la creación de la pintura a lo largo de los años.

Algunos de la era prehistórica se usan todavía en la actualidad. Como resultado del hecho de que diferentes pigmentos se utilizaron a lo largo de períodos de la historia del arte, la identificación de los pigmentos en una pintura por análisis de pigmento puede dar pistas para saber el período en que la pintura fue realizada.

El resultado de los análisis de pigmento también puede ayudar a los expertos en arte a concluir que la pintura no era de un artista en particular. Si los expertos reciben una pintura que el propietario pretende que sea de un artista del siglo XVI, y el análisis de pigmento muestra materiales que eran fabricados en los laboratorios sólo desde el siglo XIX en adelante, entonces claramente no se trata de una pintura de un artista del siglo XVI. Del mismo modo, si los expertos reciben una pintura de la cual el propietario no sabe la fecha y el análisis de pigmento muestra tierra verde entonces el experto utiliza este hecho como prueba que fue realizada por un pintor renacentista.

El Hombre prehistórico también utilizó pigmentos de óxido de hierro para obtener los colores de rojo profundo, que él usaba a menudo. Óxido de hierro y otros minerales siguen siendo utilizados en el Renacimiento, y pintores tales como Miguel Ángel utilizaron la tiza roja natural extraída de la tierra para crear sus obras maestras.

En el Renacimiento los pintores solían utilizar terra verte (o tierra verde) para crear la sombra de debajo de los tonos carne. Por supuesto, con el paso del tiempo, el hombre comenzó a utilizar los pigmentos fabricados en los laboratorios, y hoy hay pigmentos disponibles muy sofisticados fabricados químicamente.

El Análisis del Pigmento es una técnica que se utiliza para identificar las materias primas y los pigmentos utilizados en una pintura. Un pigmento es simplemente cualquier material que se traduce en color.

Un pigmento es el resultado de la absorción selectiva de los haces de luz, por lo tanto, estrictamente hablando, no hay tal cosa como pigmento blanco.

Los pigmentos trabajan absorbiendo selectivamente algunas partes del espectro visible. En el colorido de la pintura, un pigmento es un colorante seco, normalmente un polvo insoluble.

Al analizar una obra con azul ultramarino debemos considerar que en la época medieval, el ultramarino era muy caro. Al igual que el oro, el ultramarino era símbolo de lujo, así es que los mecenas acaudalados con frecuencia especificaban su uso en los trabajos que comisionaban.

Otros pigmentos tradicionales, como el blanco de plomo, la tiza molida, el bermellón y el rojo laca se observan mucho.

Los científicos en conservación han podido identificar casi todos los pigmentos que se usaron durante la historia de la pintura. Como en diferentes épocas se usaron distintos pigmentos, su identificación puede contribuir a la determinación de la fecha y del origen de una capa particular de pintura.

Algunas de las formas más antiguas de arte son las pinturas rupestres e incluso en ese momento los pigmentos se utilizaban pero de una forma primitiva.

El hombre prehistórico mezclaba tierra y barro con saliva para hacer la pintura.

En las famosas pinturas rupestres en las cuevas de Lascaux en Francia, fueron utilizados carbón negro y otros pigmentos.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> <http://www.artexpertswebsite.com/pages/spanish/pigmentos.php>

## Pigmentos antiguos



Ultramar: Utilizado por primera vez en 600 DC, ultramar es muy buscado después de pigmento azul, pero también uno de los más caros. Codiciado en la época del Renacimiento para pinturas religiosas se creó a partir de la piedra lapislázuli. Una versión sintética fue creada en el 1800, convirtiéndose luego en el más utilizado en el arte.



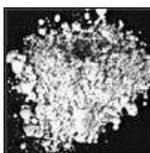
Bermellón: Otro pigmento muy caro, la encantadora rojo bermellón se crea desde el suelo mineral de cinabrio. Utilizado por primera vez alrededor de 500 DC, bermellón rara vez se utiliza hoy en día, ya que se considera tóxico.



Carmín: A pesar que los sudamericanos fueron los primeros en utilizar Carmín, este encantador pigmento rojo llegó a los artistas europeos en el 1600. Creado a partir de los cuerpos secados del fallo de funcionamiento de la cochinilla, este pigmento se usa para hacer tintes, pintura y manchas, pero no es hoy utilizado ampliamente en el arte.



Carbón Negro: Usado de los 1300s hasta la actualidad, el carbón negro es también conocido como "negro de humo." Este se crea cuando los materiales orgánicos son parcialmente quemados, o carbonizados, y luego se convierte en carbón. Es popular entre los pintores para crear bocetos en su lienzo en primer lugar porque es fácilmente cubierto y oculto por la pintura al óleo.



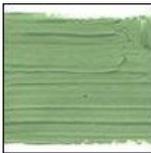
Tizas: Hechas de piedra caliza o carbonato de calcio, se ha utilizado en el arte desde antes del Renacimiento. Utilizado típicamente, como lo es hoy en el dibujo, también puede ser utilizado como pastel.



Malaquita: utilizada principalmente en el arte desde los años 1400 a los 1500, la malaquita es un bonito pigmento mineral de carbonato de cobre. Muy popular en el Renacimiento pero finalmente sustituido en el 1800 por una versión sintética debido a la toxicidad.



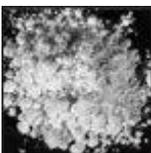
India Amarillo: (euxantin) descubierto en el 1400 y no se utiliza mucho después de los años 1900, el Amarillo Indio era un pigmento muy popular para pinturas al óleo y acuarela. Básicamente Tierra de magnesio euxantato, orina seca de vaca, este pigmento color amarillo puede ser bastante transparente. Esta práctica se prohibió y consideró inhumano a principios de 1900 porque para lograr la tonalidad de color amarillo brillante, las vacas fueron alimentadas únicamente hojas de mango y agua. Una versión sintética lo siguió poco después.



Tierra Verde: Este pigmento verde era muy buscado por los pintores renacentistas para crear tonos de piel. Derivado de silicato de hierro y arcilla, tierra verde está todavía vigente, pero es muy raro hoy en día.



Índigo: Descubierto por nada menos que Marco Polo en los años 1200, el Índigo es aún hoy en día ampliamente usado. El índigo es derivado de plantas y es popularmente utilizado como un tinte para teñido o una tinta. Fue sustituido por una versión sintética en el 1800.



Plomo Blanco: Se utiliza en el arte desde los años 1300 a finales del 1800, y, eventualmente, sustituido debido a su toxicidad, el plomo blanco se utiliza ampliamente en el mundo del arte. Fabricado por la desintegración de plomo con ácido, el plomo blanco es el resto del pigmento. Fácil de ver en autenticaciones con rayos X debido a su carácter de metal.



Verdigris: es un pigmento popular utilizado de la Edad Media hasta los finales del 1800. Se crea mediante la colocación de cáscara de uva en placas de cobre, lo que les permite fermentar y por lo tanto creando una corteza verde. Similar a lo que le sucede a un centavo de cobre. El uso de verdigris se suspendió a causa de su toxicidad.



Ocres: A menudo utilizado para esmaltes, ocre puede ser opaco o transparente. Utilizado a través de la historia y en la actualidad. Hechas de barro natural entintado (coloreado). Este es quizás uno de las familias de pigmentos más comúnmente encontrados en la historia del color, y que Ocre Amarillo (Limonita) Ocre Marrón Ocre Rojo (Hematite) todavía usados hoy en día.

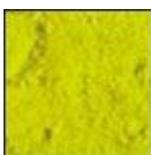


Orpimento: El sulfuro de arsénico, este pigmento amarillo se utilizó 3000 AC hasta el año 1900 debido a su toxicidad.

## **Pigmentos contemporáneos**



Naranja de Cadmio: Creado a partir de cadmio en forma de metal, este pigmento fue descubierto y utilizado en los primeros años del 1800. Sigue utilizándose hoy en día.



Amarillo de Cadmio: Creado a partir de cadmio en forma de metal, este pigmento fue descubierto y utilizado en los primeros años del 1800. Sigue utilizándose hoy en día.



Azul cerúleo: Se utiliza desde 1860, Azul Cerúleo es un pigmento popular que los pintores suelen utilizar en los cielos de sus paisajes. Creado por el calentamiento de óxido de cobalto metálico con otras bases.



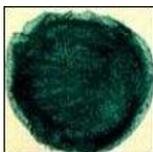
Verde de Cobalto: Creado por la mezcla de cobalto con óxido de cinc, luego de calefaccionarlos juntos. El sedimento de este proceso es entonces terreno para crear el pigmento verde de cobalto. Utilizado desde principios de 1800 hasta nuestros días, por lo general no les resulta fácil de utilizar a los artistas, y caro, por lo que es raro encontrarlo en las pinturas.



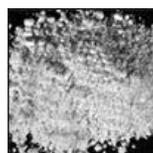
Violeta de cobalto: Descubierta a mediados de 1800, el Violeta de Cobalto se crea mediante la mezcla de cobalto con Fosfato disódico y se calienta a altas temperaturas.



Verde esmeralda: Creado por la disolución de verdigris en vinagre y luego hervido para crear sedimentos de Verde Azul. Utilizado desde principios de 1800 hasta mediados de 1960.



Viridiana: Creado a mediados de 1800 en París y es un óxido de cromo opaco. También se mezcla con zinc o amarillo de cadmio para crear verde permanente.



Blanco Zinc: EL Blanco de zinc fue usado en arte desde principios del 1800 hasta hoy. Creado a partir de una materia prima, blanco de zinc, sustituyó el plomo blanco y no es tóxico.

## **Soportes.**

La pintura puede ser expresada sobre una gran variedad de superficies. Estas pueden tener características distintas, como lo son la textura y absorción. También la superficie está íntimamente vinculada al acabado y naturaleza expresiva, por ejemplo: No es igual pintar una acuarela sobre una superficie de papel liso que sobre un papel rugoso, también no es igual pintar al óleo sobre lienzo que al fresco sobre un muro ya que el primero es un medio pastoso y de avance oleaginoso y el segundo es seco y translúcido.

Ahora bien, los medios también tienen resultados diferenciables de acuerdo a la superficie y de acuerdo a los agregados.

De esta forma los limitantes de la superficie se pueden convertir en una ventaja para dar más expresividad a la composición.

También podemos hablar de las nuevas técnicas, de los soportes conglomerados y los nuevos médiums como los esmaltes, acrílicos y pinturas a base de resinas que pueden ser aplicados en empastes que a manera que avanza la ejecución pueden modificar la naturaleza de la superficie, a esto se le llama fondo texturizado.

### **El Papel**

El soporte del papel es utilizado en diversas técnicas pictóricas, las más corrientes son la acuarela, el gouache, el pastel y la tinta china negra o en colores. Hay gran variedad de texturas, pesos y colores, y su elección depende del estilo del artista.

Existen tres tipos estándares:

Papel prensado en caliente: tiene una superficie dura y lisa, muchos artistas consideran una superficie demasiado resbaladiza para la acuarela.

Papel prensado en frío: es texturado, semiáspero, adecuado para lavados amplios y lisos.

Papel áspero: con una superficie granulada, cuando se aplica un lavado se obtiene un efecto moteado por las cavidades del papel.

El peso del papel es la segunda consideración para su elección, ya que un papel más pesado tiene menos tendencia a ondularse. Para evitar que el papel se ondule hay que tensarlo.

El gramaje apropiado para la acuarela es entre 120 g/m<sup>2</sup> hasta 850 g/m<sup>2</sup>.

El papel se obtiene con materias primas celulósicas, entre las que se encuentran la madera, paja, cáñamo, lino, algodón y otras.

El cáñamo, el lino y el algodón no se emplean recién obtenidos en la fabricación de papel, sino en forma de desperdicios, como trapos. Los residuos de la industria textil de esas fibras celulósicas son buena materia prima para papel.

La fabricación de papel a partir de la madera consta de dos procesos. En el proceso mecánico, la madera es triturada por medio de una muela abrasiva giratoria que va arrancando las fibras, bajo una corriente de agua continua, obteniendo así fibras cortas que se emplean para papel prensa o para ser mezcladas con otras fibras para papeles de mejor calidad.

En el proceso de tipo químico, los trozos de madera (pulpa) son tratados químicamente para destruir las ligninas y otras sustancias resinosas, para lo que se emplean diferentes métodos, el más antiguo utilizaba soda cáustica (hidróxido de sodio), sulfito cálcico y más modernamente sulfatos de sodio o de magnesio.

Este proceso sucede en calderas de digestión, a presión y temperatura. Las fibras obtenidas no son muy resistentes y se emplean mezcladas con otras fibras de madera. Fabricación a partir de trapos y papel reciclado.

Se emplean desperdicios de tejidos de fibras vegetales. Se seleccionan los materiales y se limpian mecánicamente para eliminar el polvo y luego se hierven con cal en grandes calderas durante varias horas para transformar en jabones insolubles las grasas e impurezas. Luego se lavan a fondo con agua y son procesados en una desfibradora para luego ser blanqueados con cloruro de calcio o con hipoclorito de sodio.

#### Obtención del papel

El papel se obtiene generalmente en máquinas continuas, en las que tienen lugar las tres fases principales de la elaboración: tamizado, prensado y secado.

La pulpa obtenida por distintos procesos se deja caer sobre una cinta sin fin debajo de la que bombas de succión, para acelerar el secado de las fibras; un movimiento vibratorio contribuye al entrelazado de las mismas. En el avance del papel pasa por debajo de un rodillo giratorio cubierto con una tela metálica que confiere al papel una textura apropiada y pueden dejar una marca de agua.

El prensado se hace así por medio del pasaje por distintos cilindros de fieltro que extraen más agua y consolidan las fibras, de manera de dar al papel suficiente consistencia para seguir pasando sin el soporte de la cinta. Por último pasan por cilindros de metal liso que proporcionan el acabado deseado a ambas superficies.

Después del prensado, el papel todavía contiene un alto porcentaje de agua, por lo que se lo seca pasando por un gran número de rodillos calentados, ordenados de tal manera que el papel pasa por todos ellos.

El satinado del papel se hace pasándolo por rodillos lisos en frío que producen un acabado mecánico. El papel terminado se corta en el formato deseado o se enrolla. Durante el proceso de fabricación del papel, desde la etapa de formación de la hoja en medio acuoso hasta el secado final, se desarrollan uniones de naturaleza química en las sustancias que forman la estructura porosa de las fibras celulósicas, que son las responsables de las resistencias mecánicas del material.

#### Tipos de papel

Papel de impresión: carece de pasta mecánica o tiene un muy bajo porcentaje de la misma; para facilitar la impresión de grabados, el papel se trata con sulfato de bario y cola.

Papel reciclado: en nuestro país, constituye el 50% del total de fibras utilizadas en la fabricación de papel y son utilizados principalmente en la producción de papel tisú. Implica una reducción de costo en energía y un ahorro considerable de agua que resulta en una disminución de la contaminación. Presenta la dificultad de eliminación de elementos no deseados y el deterioro progresivo de las fibras por los sucesivos ciclos de producción.

#### Lienzos

Los lienzos más usados son los provenientes de fibras vegetales como el cáñamo, el lino, el yute con tramado fino o el algodón, todos se presentan según el resultado que quiera el artista de su trabajo, también hay soportes realizados con tejido de poliéster. Estos lienzos se pueden adquirir a metros y montarlos sobre marco el propio pintor o utilizar los que hay en el mercado de diferentes tipos y formatos.

La mayoría de lienzos del mercado están preparados con aceite de linaza y tapaporos y también existen preparaciones a base de emulsiones aptas para el óleo o el acrílico, así se simplifica la preparación de imprimaciones para diferentes tipos de pintura y se obtiene siempre el mismo resultado.

En caso que se puedan extraer de una obra en cuestión pequeñas muestras, de hebras del urdido y tejido, las mismas podrán ser analizadas por medio de microscopía.

Toda muestra extraída de la obra, deberá tomarse de aquellas zonas que no perjudiquen en absoluta la integridad de la misma.

En caso de hebras las muestras se tomarán siempre y cuando existan recortes sobrantes de tela, que se ha utilizado para envolver o tomar la tela del bastidor (zona

de entachuelado o engrampado) teniendo mucho cuidado al rescatar la muestra del hilo entrante a la trama.

Las hebras se obtendrán con las herramientas adecuadas, pinzas de depilar, y cortantes para segmentar una vez elegida la hebra se montará entre dos portaobjetos del microscopio.

Esta zona periférica de la pintura la mayoría de las veces carece de imprimación, pero si llega a existir un sector con imprimación se puede tomar una muestra para realizar un análisis del mismo.

La primera observación se hará con las dos hebras juntas, para verificar que urdimbre y tejido están materializados con la misma hebra.

Posteriormente se hará una observación de hebra por hebra para la identificación de las mismas, el primer análisis tendrá que ver con la constitución de la hebra, si la misma es de fibra vegetal pura o en caso contrario si es de origen sintético.

#### Fibra sintética.

La identificación de las hebras de origen sintético tiene que ver con la denominada forma de “canuto”, donde verificaremos que cada uno de los hilos que forma la hebra tiene un espesor constante, carece de rugosidad y con la iluminación inferior del microscopio posee la característica de cilindro hueco con cierta transparencia.

#### Fibra vegetal.

De manera contraria, la observación de hebras de origen vegetal, nos muestra que cada uno de los hilos que constituye la hebra tienen distinto espesor en su continuidad, nos otorga la idea de una línea de rasgo variable, con la iluminación inferior del microscopio veremos transparencia, pero no constante, dada la mayor concentración de fibra en la continuidad del hilo. Además en cada uno de los hilos posee pelos reconocibles por el distinto espesor en su sección.

Este reconocimiento inicial microscópico generalmente va acompañado de otros ensayos de laboratorio como pruebas con reactivos para verificar el comportamiento de las mismas ante reactivos.

El reconocimiento de la existencia de las fibras sintéticas nos otorga un dato de gran valor para la datación, ya que la incorporación de fibras de origen sintético nos pone de manifiesto un tope temporal, ya que las mismas comienzan a ser utilizadas a partir del año 1950 y se utilizan dentro de telas para imprimir.

## **Esculturas.**

Uno de los grandes maestros de la falsificación fue el escultor italiano Alceo Dossena (1878-1936), que era tan adepto a utilizar técnicas escultóricas de la Grecia antigua, del Medioevo y del Renacimiento que muchos de sus trabajos fueron adquiridos por numerosos coleccionistas y curadores que estaban realmente convencidos de la autenticidad de las supuestas antigüedades.

Dos de sus esculturas, tituladas “Virgen” y “Niño”, están en la actualidad en el Victoria and Albert Museum en Londres.

La escultura es una disciplina totalmente distinta al resto de las expresiones artísticas, es por ello que posee un lenguaje de expresión único.

Características específicas de la técnica escultórica:

- Volumen: espacio que ocupa y que se percibe a través de la forma-superficie.
- Sensación táctil: textura, calidad, temperatura.
- Masa: peso del objeto en relación al volumen.
- Peso real de los materiales y sensación que produce de peso.

Materiales y técnicas:

- Tallado.
- Modelado.
- Vaciado.
- Construcción

La escultura consiste en la formación de un volumen, pero no interesa el espacio interior sino precisamente el espacio que ocupa y que se percibe a través de la forma-superficie, es decir de su espacio exterior.

En el S. XX se han realizado esculturas huecas en las que el espectador debe introducirse con lo que se valora su espacio interior. Este aspecto es propio de la arquitectura, no de la escultura por lo que se deshace la frontera entre ambas. Igualmente la escultura adquiere movimiento con los móviles o la escultura cinética cuando por lo general era un arte estático que debía simular el movimiento con determinados recursos técnicos.

Lo que coincide siempre es que la técnica que se utiliza depende del tipo de material sobre el que se trabaja: blando, duro o metal.

El tallado es la técnica que se utiliza sobre materiales duros: piedra, madera, etc. A veces se aplica sobre los metales pero es más frecuente trabajar éstos con el vaciado, previamente fundidos.

El modelado es la técnica que se emplea con materiales blandos (cera, arcilla) a los que se da forma con las manos e instrumentos sencillos. Se debe tener en cuenta que este término también se utiliza en la pintura en sentido de conseguir la sensación de volumen.

El vaciado es la técnica que consiste en obtener una figura a partir de un molde que se ha rellenado de un material fundido, bien sea metal, yeso, etc.

El grabar hace referencia tanto a la técnica de realización del relieve como a técnicas para realizar texturas sobre la superficie del objeto.

#### Análisis de la estructura.

Las radiografías pueden responder a muchos de los interrogantes sobre la estructura de las esculturas. A veces las partes de una figura se clavaban, o se pegaban, si estas eran muy grandes, otras veces estaban realizadas de una pieza. También varias figuras pueden pertenecer a una sola obra como ocurre con las figuras de santos en los pedestales que después de salir del taller, eran agregadas a los pedestales.

#### La Madera

Históricamente, los artistas que tenían acceso a materiales importados, utilizaban una gran variedad de maderas, incluyendo cedro, caoba cubana o caoba hondureña, además de maderas locales, incluyendo variedades de pinos.

Los escultores preferían maderas relativamente blandas, de textura fina y de vetas rectas, y también buscaban durabilidad y resistencia a los insectos. Si no podían obtener maderas importadas tropicales, los artistas elegían maderas de la región, basándose en varias de estas mismas características, en el precio y en la disponibilidad.

#### Análisis de la madera

A fin de identificar el tipo de madera se extrae del objeto una pequeña muestra de la superficie expuesta de la madera. En la mayoría de los casos las muestras que se sacan son extremadamente pequeñas de manera de perturbar el artefacto lo menos posible.

Algunas veces solo es posible una identificación tentativa, basada en algunas pocas características macroscópicas y microscópicas.

### Cera Moldeada

Otro material tradicional que se observa en algunos casos es la cera moldeada.

Los artistas creaban los rostros o las cabezas mezclando cera con resina de colofonia y tiza y dándole la forma deseada. Luego trabajaban la superficie lisa de la madera volviéndola rugosa para que la cera se adhiriera y se fijara al cuerpo de la figura o a la cabeza.



(a)

(a) Fotografía e imagen en rayos X de una escultura religiosa para observar su estructura.

A simple vista (arriba izquierda); a través de rayos x (arriba derecha); con lentes de aumento (abajo izquierda.) o mediante microscopios (abajo derecha) se consigue información muy útil y variada sobre el modo en que están hechos los objetos.



(a) Superficie del manto



Vista de capas de pintura del manto

### Tabla de madera

La tabla de madera ha sido de los soportes más utilizados desde siempre, los artistas egipcios ya pintaban sobre la madera de los sarcófagos y especialmente en la Edad Media, los retablos o los frontales de altar.

Su imprimación es suficiente con una capa de cola o yeso y arcilla previas, y también fue el principal soporte para la pintura de caballete europea hasta el siglo XV.

La madera maciza empleada antiguamente se había de cubrir con tiras de tela de lino encoladas para disimular las juntas, también a veces se cubría completamente con la tela, así se evitaban posibles grietas posteriores. Se utilizan también el contrachapado y el conglomerado, tableros prefabricados que ofrecen la característica de tener las superficies lisas y sin uniones, se encuentra el llamado táblex que además de ligero, tiene dos caras una lisa y otra rugosa, se suele utilizar por la parte rugosa ya que la lisa necesita una preparación para que la pintura se adhiera a ella correctamente.

### Cobre

No es un soporte muy común, pero fue usado principalmente durante el siglo XVI en láminas muy delgadas y por pintores del norte de Europa. El tamaño normalmente pequeño de estas planchas hace pensar que los artistas que las emplearon, las habían reciclado de antiguos grabados.

### Vidrio

Otro soporte para pintar es el vidrio, realizado en objetos (jarras, vasos) con esmalte que una vez decorados en frío, debe ser sometido, para su fijación al soporte, al calor del horno con una temperatura inferior a la fusión del vidrio. Fue el soporte para vidrieras de catedrales desde el siglo XII, donde se colocaban cristales de colores y la pintura sobre el mismo vidrio por medio de la grisalla, así se conseguía por un lado, cambiar el color del cristal de fondo y por otro, hacer los trazos de las figuras representadas, especialmente los rostros.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> **UNIVERSIDAD DEL MUSEO SOCIAL ARGENTINO. CARRERA: EXPERTIZAJE Y VALUACIÓN DE OBRAS DE ARTE. CATEDRA: PINTURA, GRABADO Y ESCULTURA. Nivel 3. Cuadernillo 4. ARQ. CLAUDIO D'LEO.**