

## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



**Estudio de las distintas técnicas analíticas para el establecimiento y detección de falsificaciones en el mundo del arte.**

Maria López Planells

Tutor: Jose Antonio Madrid García

Master Oficial en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.  
Curso: 2006/2007

## **Indice**

Introducción.....	3
Falsificaciones en el mundo del arte.....	7
Principales técnicas analíticas en la detección y estudio de las falsificaciones.....	21
Pinturas.....	23
Cerámicas.....	53
Metales.....	73
Conclusiones.....	89
Anexo fotográfico.....	91
Bibliografía.....	105
Anexos.....	106

## Objetivos

En la práctica de la conservación y restauración, encontrarse ante una falsificación es una situación poco habitual. No obstante, requiere de un estudio y una preparación que considero esencial en nuestra formación.

En este estudio, hemos tratado de recopilar y clasificar las principales técnicas que nos pueden ayudar en esta tarea, atendiendo a su grado de invasión.

## Introducción

El desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones al estudio de piezas artísticas, ha permitido un mayor acercamiento, habiendo facilitado en ocasiones la detección de muchas irregularidades en torno a determinadas piezas; intervenciones ocultas e incluso atribuciones erróneas, puesto que muchas de éstas habían venido siendo atribuidas erróneamente a determinados Maestros o talleres.

Algunos investigadores, como George Savage, en *Falsificadores, Falsificaciones y reproducciones*<sup>[1]</sup>, se aventuran en la tarea de descubrir los entresijos del mundo de las falsificaciones y sus repercusiones.

El objetivo primordial de un falsificador es engañar al ojo humano. Sin embargo muchos secretos del pasado exigen una investigación al más mínimo detalle, antes de ser revelados.

Hay quien piensa que un simple análisis organoléptico puede determinar concluyentemente el juicio de autenticidad. La historia nos habla en este sentido de importantes errores cometidos por precisos arqueólogos e historiadores del arte.

En 1965, por ejemplo, un número de directores de museos, incluyendo el Ashmolean Museum (Oxford) y el British Museum (Londres), compraron varios vasos antropomórficos con dos cabezas y ojos incrustados en azabache. La procedencia de estos vasos supuestamente, era un oscuro cementerio excavado recientemente en un sitio de Hacilar (Turquía). Su afinidad remarcable y la comparación con otros fragmentos de alfarería de decoración similar extraídos en la misma excavación, terminó finalmente en el punto de mira de la crítica. Una publicación en 1970, subrayó la naturaleza dudosa de estos objetos comprados. Para entonces, la datación científica

---

[1]. SAVAGE, G. *Falsificadores, falsificaciones y reproducciones*, F.A. Praeger, New York, 1964.

de la cerámica (por termoluminiscencia) marcaba para la pieza una reciente fabricación.

Por razones obvias, los métodos de datación directa, son los de mayor importancia en la solución de auténticos problemas, como por ejemplo:

- Datación por la lectura de los anillos de los árboles (dendrocronología), utilizada con éxito para datar los paneles de roble que fueron utilizados extensamente en la mayoría de las pinturas europeas.
- Termoluminiscencia, que permite fijar la fecha de cuando una pieza de cerámica ha sido cocida en el horno, a partir de ciertas trazas de algunos materiales.
- Datación por radiocarbono (examinando las inclusiones de carbono en el metal), utilizada para fechar materiales tan antiguos como los pergaminos.
- Anacronismos. La tecnología de una pieza puede indicar el trabajo de un falsificador. Esto depende, en gran parte, en la construcción de un marco cronológico basado en la paleta del artista o en la primera aparición de un nuevo proceso de refinado de un mineral.
- Entre los pigmentos, las técnicas tradicionales de cristalografía mediante rayos X y la química juegan un rol mayor para la identificación de la composición.
- Los ensayos en aleaciones metálicas, son hechos ahora por lo general, utilizando la fluorescencia de rayos X.
- La evaluación de trazas de impurezas en muchos medios se obtiene generalmente por análisis de activación neutrónica.

Los efectos de envejecimiento (o en el caso de las falsificaciones, la carencia de ellos) pueden ser detectados también por un número de métodos visuales:

- El microscopio óptico de gran energía, es utilizado generalmente para el estudio de la corrosión de los metales.
- La superficie restaurada de las pinturas puede ser revelada a través de un examen de luz ultravioleta.
- Hay también varios sistemas fotográficos en los cuales una imagen es producida por otras formas de radiación.
- Los rayos X o la excitación infrarroja son utilizados generalmente en estudios de los estratos subyacentes.
- Otras sofisticadas técnicas, como el microscopio electrónico de barrido y la espectroscopia de masas pueden en ocasiones contribuir con pequeñas pruebas suplementarias pasadas por alto por el falsificador.

Probablemente, el reconocimiento general del poder de la examinación técnica de trabajos artísticos, data del juicio de Otto Wacker en 1932, por su falsificación de las pinturas de Van Gogh. El tribunal de Berlín dió mucha importancia a las radiografías que ilustraban la técnica de Van Gogh, que modelaba la superficie con valientes pinceladas de pintura espesa aplicada sobre una gruesa capa de empaste. Wacker olvidó esta capa de empaste y se concentró exclusivamente en aspectos superficiales.

Tal análisis podría parecer hoy trivial, pero el caso de Wacker marca una transición del antes, métodos ordinarios de examinación, al más cuidado acercamiento moderno del después.

En la actualidad, la mayor parte de Museos o centros de investigación se ha especializado en determinadas materias y técnicas de estudio, bien por su predominio en el ámbito geográfico, como por su trayectoria cultural. Así por ejemplo, encontramos museos que se han especializado en el estudio de las pinturas, otros en el estudio del material arqueológico, la antropología...

El objetivo de esta investigación ha sido hacer una recopilación de las diferentes técnicas analíticas empleadas, seleccionando las más determinantes a la hora de detectar posibles falsificaciones de obras de arte, y poder así establecer un juicio de autenticidad.



## Falsificaciones en el mundo del arte

La historia de las falsificaciones e imitaciones se remonta a varios siglos atrás. La apreciación romana de las *esculturas* clásicas griegas en piedra y bronce que incitaba a su extensiva imitación, hace que sea extremadamente difícil de detectar ahora.

Del mismo modo, *la moneda* ha sido siempre un objetivo principal de devaluación, porque resulta una recompensa inmediata de financiación.

Encontramos tempranos ejemplos de falsificaciones relevantes en el Imperio Romano, particularmente en Bretaña.

Alrededor del año 198, durante el reinado de Severus, la moneda “denario”, fue ya degradada por la adición de aproximadamente un 42% de cobre, pero los imitadores llevaron la devaluación todavía más lejos.

También se conocen moldes de arcilla encontrados en excavaciones, impresos por el original de esta moneda con la que la gente de Whitchurch en Somerset, durante el último cuarto del siglo III, producía su moneda “antoniana” una vez que el acuñamiento oficial había cesado en el área.

La alternativa para una admisión de las monedas falsificadas ha venido siendo durante muchos siglos, la adición de una capa superficial de un metal precioso con un corazón de menor valor.

En cuanto a las *pinturas*, la primera documentación sobre la falsificación de éstas, se establece en el año 1524, donde encontramos la discusión de Pietro Summonte que nos habla de las actividades de un artista napolitano, Colantonio, unos setenta años anterior. Un retrato del Duque de Brugundia estaba tan bien reproducido que el marchante-dueño, al cual había sido pedido prestado el original, aceptó la vuelta de una versión de Colantonio sin sospechar. Poco más de un siglo después, comenzó una saga que se perpetuó hasta 1871. Un trabajo comisionado de Hans Holbein, el Joven (1497-1543), en 1525, *la “Virgen como protectora de Jacob Meyer, Mayor de Basle y su familia”*<sup>[2]</sup>, pasó por varias manos, antes de ser aceptado por un distribuidor de Ámsterdam, Le Blond. Varias versiones del mismo tema se distribuyeron por el mercado. Una, (probablemente la original) se movió por el mercado y eventualmente dentro de la colección Ducal en Hesse. Una segunda, fue empeñada a una firma de banqueros venecianos y encontró un lugar honorable en la colección de Dresden en 1743. Solamente cuando se juntaron los dos paneles en el último siglo, la segunda

---

[2]. Imagen 1 del anexo fotográfico.

versión se proclamó a sí misma al estilo del siglo XVII en comparación con el original. El copista, posiblemente Bartolomé Sarburgh (1590-1637), sintió que debía introducir algunas mejoras, las figuras se hicieron más pequeñas y la arquitectura se volvió más dominante. El gusto corriente demandó mayor espacio de movimiento y un esquema de color de profundidad, con ricas tonalidades.

Podríamos definir las falsificaciones en tres categorías principales.

La primera de éstas, **falsificaciones sin un modelo**, son extrañas. El camino para la aceptación puede ser facilitado si el tema escogido tiene cierta conexión con una leyenda o una referencia documental fragmentaria.

El “descubrimiento” de cada nueva civilización trajo consigo una explosión de falsificaciones.

El siglo XIV nos proporciona uno de los ejemplos mejor comprendidos de falsificación basadas en una leyenda. Maniobras políticas contra los templarios en 1306 incluían un reclamo de que ellos adoraban a un ídolo llamado Baphomet. La producción de estos ídolos (pequeñas figuras deformes en piedra cubiertas por inscripciones sin sentido) fue probablemente con fecha de cuando se hizo popular su historia, a través de la literatura del renacimiento gótico.

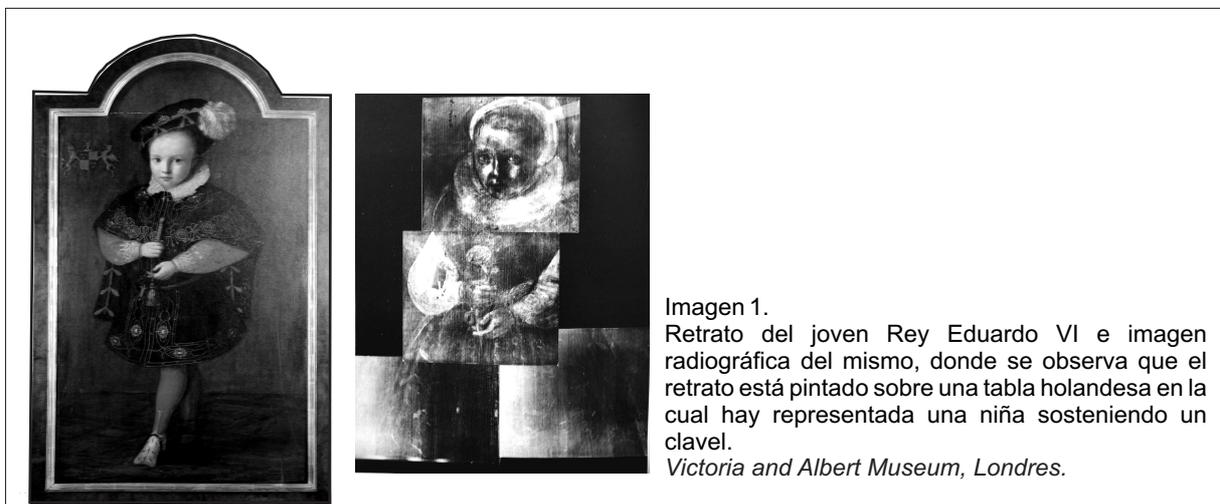
Las falsificaciones diseñadas para ser englobadas dentro de una genuina prueba documental, incluyen algunas invenciones evidentes de un estilo artístico completamente falso, por ejemplo, el de los Obotritas (una tribu eslava de la región de Mecklenberg posterior a la invasión de los hunos) y los Moabitas, que llegó a la opinión pública en 1869 con el descubrimiento de una genuina inscripción de su rey, Meshu.

Los materiales arqueológicos son particularmente susceptibles de este tipo de falsificación. La cultura de la Edad de Piedra y el Neolítico ofrecen un gran potencial para los falsificadores debido a la simplicidad que requieren los trabajos manuales y la disponibilidad de medios (sílex, pizarras, huesos de cuernos, rocas de las paredes de cuevas) todos útiles para enriquecer con estilos hasta ahora no reconocidos como antiguos. Así, Gustav Wolf, en 1907, anunció el descubrimiento de cremaciones entre la gente del Danubio, la cual fue la primera que crió ganado y cultivó la tierra en la región de Wetterau, en el cuarto milenio aC. El desenterramiento de aproximadamente cien de estas tumbas, condujo a la revisión de la creencia académica de que el entierro de los cuerpos era ya costumbre en aquel período. Instrumentos de sílex finamente tallados y perforados, instrumentos hechos con muescas en el hueso, y cuentas de collar cuidadosamente ordenadas, ayudan a componer una reunión funeraria. Wolf, en su

autobiografía, dio un crédito total a los hallazgos de su co-excavador, Bausch, y murió sin conocer el hecho de que había sido engañado por su colaborador.

La **alteraciones y adiciones** a un trabajo, configuran nuestro segundo grupo de falsificaciones. Podemos mencionar como ejemplo de esta práctica una pintura con figuras al estilo de Philips Wouwerman (1619-1688) superpuesta sobre un paisaje genuino de Jan van Goyen (1596-1656). La presencia de los monogramas de ambos artistas, sugirió que el trabajo había sido una producción conjunta, pero ahora, parece probable que las zonas de la pintura atribuidas a Wouwerman eran el trabajo de un tal Robert Griffier.

Un ejemplo similar, es el caso del “retrato de Eduardo VI”, radiografía del cual se nos presenta ilustrada en la imagen que aparece a continuación. Es un caso de una adaptación radical de un trabajo menor para producir una pintura de importancia documental. Un niño del siglo XVII ataviado con una falda ancha y cuello alto sosteniendo un clavel, que se convertiría en un joven rey severo en el siglo XVI, incluyendo una boina con plumaje y collarín, sosteniendo una daga. Para disipar cualquier duda sobre el personaje, fue añadido el escudo de armas real.



La tercera y más común forma de falsificación es la del **pastiche**, es decir, un objeto cuyas unidades derivan de una variedad de elementos similares en un material auténtico. La siguiente imagen ilustra este proceso de una pintura etrusca en una losa de terracota.

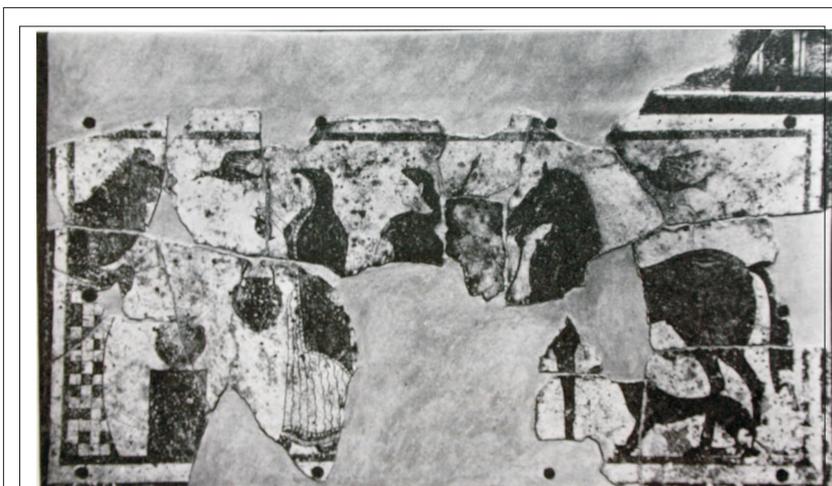


Imagen 2.  
Pastiche de una pintura mural etrusca sobre una losa de terracota. La pintura muestra la emboscada de Troilus y Polixena por el traidor Aquiles. (Supuestamente escondido detrás de la fuente de agua.)

Su forma auténtica habría decorado el nicho de una tumba. En la escena Troilus, hijo de Priam, lleva a su caballo al agua acompañado por su hermana Polyxena. Sólo se muestra la fuente en parte, de manera que nosotros pudiéramos prever la existencia de una placa falsificada, montada a la izquierda, mostrando a Aquiles traidor que espera para saltar sobre el príncipe confiado.

Esta leyenda está representada en un fresco de la “Tumba de los Toros” en Tarquinia. Proporciona el tema principal y, en detalle, es la fuente de inspiración.

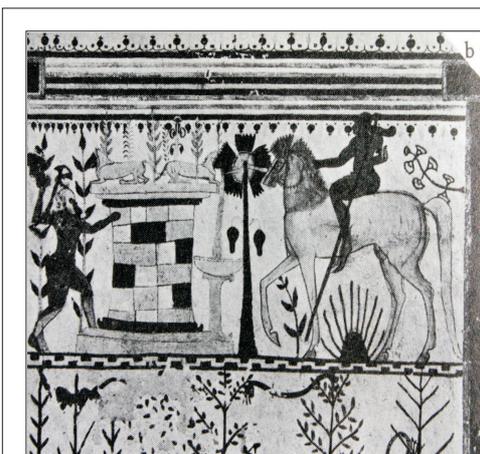


Imagen 3.  
Fresco de la “Tumba de los Toros” en Tarquinia (detalle)

Polyxena entra en la escena de esta emboscada que aparece en el frasco corintio “Timonidas”.

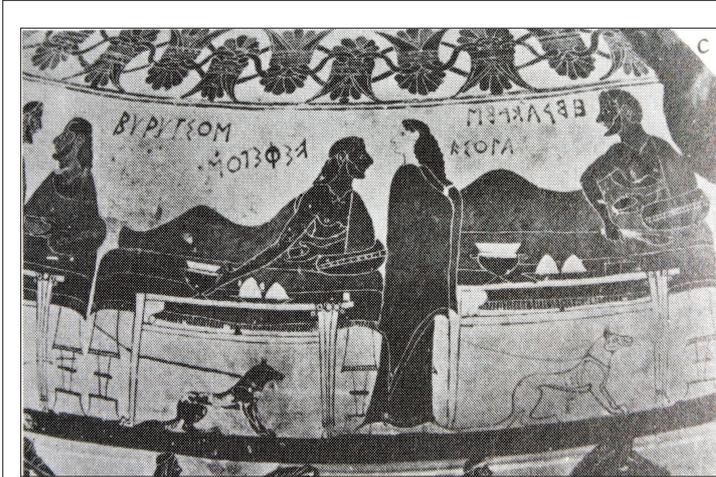


Imagen 4.  
Escena del banquete de Heracles e Iole en la casa de Eurytios, de la pieza "Eurytios"

Ahora el estilo de su vestimenta es el de las mujeres de una placa excavada en Banditaccia, cerca de Cerveteri.

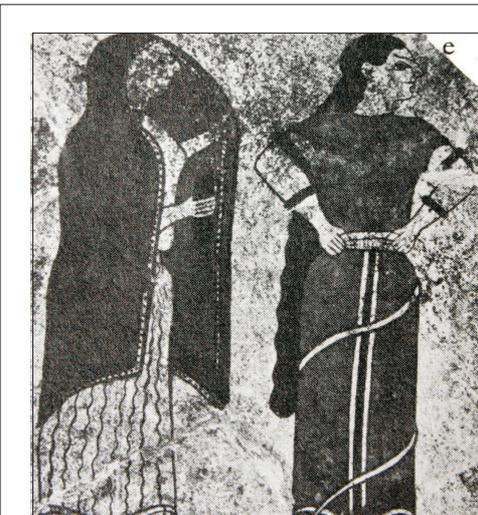


Imagen 5.  
Panel de terracota, "Figuras femeninas", excavada en Banditaccia, cerca de Cerveteri (detalle)

El caballo guiado deriva de una urna funeraria de Tarquinia, con muchos de los contornos y de los énfasis del músculo que se reprodujeron con la precisión casi matemática.

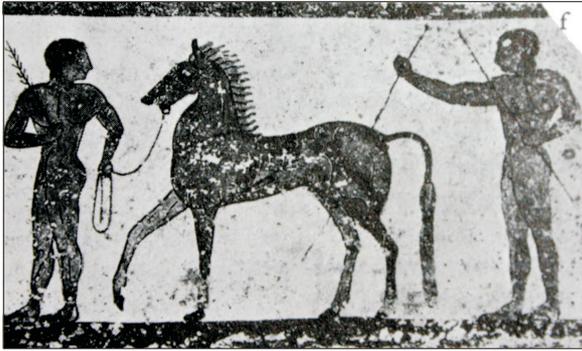


Imagen 6.  
Friso decorativo de una urna funeraria de Tarquinia  
(detalle)

La misma exactitud en el dibujo está evidente en la boca del león de la fuente y del diseño de la lengüeta en el borde superior, que aparecen juntos en un altar de arcilla de Corinto.



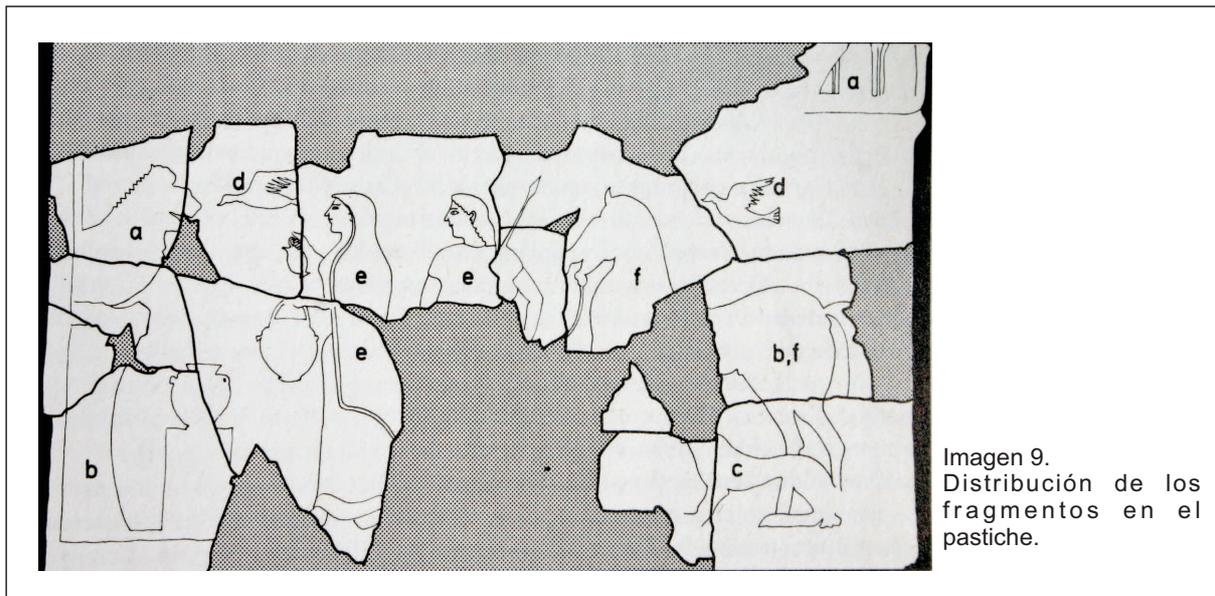
Imagen 7.  
Altar de arcilla de Corintia (detalle)

Los detalles del fresco, son copiados fielmente con los pájaros tomados de la escena de los luchadores en la “Tumba de las leonas”.



Imagen 8.  
Fresco de “La Tumba de Augurs” en Tarquinia  
(detalle)

Los floreros griegos proveen la jarra del agua (del cuenco “Onesimos” en Bruselas) y el perro que se agacha (de la pieza “Eurytios” en el Museo del Louvre, París). Cada componente está fácilmente disponible en las fotografías de los libros de las dos últimas décadas.



Una fuente alternativa de información para el supuesto falsificador es la exhibición de las piezas en los museos. Esto es lo más conveniente para las hojas sueltas de manuscritos iluminados; los objetos tridimensionales, cuyas partes no son visibles a través de las particiones de cristal delanteras, son a menudo, mal ejecutadas.

En los últimos grabados y relieves en madera, se demostró una valiosa inspiración tanto para la transferencia en pinturas de base y para la extensión en una dimensión suplementaria, como para los relieves estatuarios de mármol y terracota.

De modo similar, las medallas suministran versiones en una escala inferior de retratos que se traducen bien en relieves de piedra, de grandes dimensiones, ofreciendo menos riesgo de anacronismo en la estilización del pelo y traje. El plagio de una reproducción (no original), es extraño. Aparece solamente de manera habitual en el campo de los dibujos, donde esta práctica era común en los estudios del pasado, en los que se daba a cada aprendiz para copiar pinturas antiguas como parte de su educación. Reynolds (1723-1792) produjo bosquejos de Guercino (1591-1666) con una facilidad consumada. Michelangelo (1475-1564) intentó deliberadamente engañar a su maestro Ghirlandaio (1448-1495) con la copia de una cabeza, ahumando la superficie del papel

simulando los efectos de envejecimiento y cambiándolo por el original.

Rafael (1483-1520), cuyo renombre estaba en su cenit en el siglo XIX, ha sido copiado en varias ocasiones, incluso al grado de ampliar pequeños detalles de ilustraciones en elementos de historieta a escala completa.

En un intento por darles un aspecto de envejecimiento, las superficies a menudo necesitan tratamientos importantes. El agrietamiento de una superficie de la pintura, es un efecto de envejecimiento que sigue a los pigmentos de las capas de imprimación que resultan demasiado rígidas al enfrentarse con el estiramiento de la tela más flexible o con el panel de soporte. Una vez que el médium oleoso se haya secado, un simple enrollamiento de la lona hacia arriba, simulará este agrietamiento bastante bien. Otras recetas incluyen la utilización de un barniz de contracción fuerte o de un pegamento rígido que escama la superficie de la pintura. Alternativamente una clase de tratamientos de calor seguido por un rápido enfriamiento causa la contracción rápida y de importancia considerable del soporte, que repercutirá en las capas de pintura. Para pinturas sobre paneles de madera, el agrietado de la pintura habitualmente sigue paralelo a las fibras de la estructura de la madera, así las direcciones de la presión requieren de una cierta deliberación. Un cepillado final con hollín, destaca la alteración. Un aspecto polvoriento puede ser producido punteando algunas áreas con un cepillo de cerda rígido en un color que juega para crear una ilusión de antigüedad. La restauración rápidamente aplicada, el humedecimiento y manchado del papel, la alteración de la cerámica y la utilización de la madera carcomida, son acciones típicas en las actividades comerciales del falsificador ambicioso.

Efectos similares de envejecimiento que producen una apariencia denominada *craqueladuras*, se dan en los vidriados de las cerámicas. Los ingredientes del vidriado fundidos durante la cocción en el horno y una capa vidriosa, sellan los poros de la arcilla subyacente. Si durante el enfriamiento, el cuerpo de la arcilla se enfría menos que el vidriado, éste último se verá sometido a tensiones y aparecerán gruesas grietas sobre la superficie. Este “craquelamiento”, es debido al tratamiento de cocción y no indica en modo alguno, antigüedad.

El paso del tiempo provoca el desarrollo de abundantes y finísimas líneas de resquebrajamiento. Este es un efecto muy difícil de simular juzgando la rareza de buenas craqueladuras en falsificaciones reconocidas, pero los ejemplos realmente existen.

En el caso de los metales, la corrosión de las superficies, llamada *pátina*, registra los efectos de una exposición prolongada a la atmósfera o a la humedad de su

enterramiento. El contenido en cobre del bronce, se oxida para formar óxido de cobre amorfo que, a su vez, reacciona con el agua carbónica para formar las familiares incrustaciones verdes de malaquita. Otras impurezas en el metal, como latón, pueden oxidarse para dar un brillo plateado. El azufre y el cloro, presentes en la humedad del contacto, dan lugar, cada uno a diversos efectos de deslustre característicos. Lamentablemente, en el aclarado que la pátina produce sobre la materia, el metal brillante parece haber sido más al gusto de otras civilizaciones pasadas que al nuestro propio. Vasari, en su discusión sobre la técnica, en la era del Renacimiento, comenta la conveniencia de tratamientos de envejecimiento artificial tales como el *ennegrecimiento del aceite*, *“escabechado” en vinagre* e incluso el *barnizado*.

La plata presenta a menudo un tinte violáceo debido a la corrosión del cloro. Sin embargo, ésta es una reacción leve, comparada con la oxidación o la cloración que cualquier cobre presenta, como los sistemas de aleaciones y aquellos encontrados en las monedas degradadas, que por lo general, son los primeros en sufrir este tipo de reacciones. La *inducción química de degradación* superficial artificial, no plantea ninguna dificultad particular. A pesar de la simplicidad de la noción, pocos tratamientos artificiales provocados, ofrecen mejor recompensa al falsificador que el entierro de su trabajo durante un año, permitiendo así que la naturaleza se encargue del proceso de envejecimiento. Aunque esto requiera paciencia, (alguno puede por casualidad desenterrar la pieza falsificada antes de que haya madurado para el mercado), resulta un método eficaz. Incluso los rastros más leves de concreciones superficiales o restos de raíces junto a un grado de alteración natural y la aclaración inevitable del brillo decorativo, pueden ser provechosos a la hora de generar una buena procedencia arqueológica para una falsificación que se ha visto sujeta a un período de enterramiento. Aunque es una técnica muy efectiva, no siempre funciona, en particular, si el falsificador es descuidado a la hora de preparar un punto de entierro.

En 1905 el Abbé d'Ageu, ansioso por demostrar que aquel comercio entre Egipto y la Galia se remontaba a tiempos Neolíticos, anunció el descubrimiento de un gran número de instrumentos de sílex fino trabajado y armas. Éstos, según el Abbé, habían sido desenterrados de las losas de caliza sedimentaria sellada, de las islas de Riou, en la costa de Marsella. Los expertos pronto cuestionaron que las superficies de los objetos habían sido expuestas durante largo tiempo a una atmósfera de desierto seco y no que fuesen artículos enterrados en la caliza durante miles de años. El material era auténtico, pero su viaje de Egipto a Francia había sido más reciente de lo que Abbé había dicho.

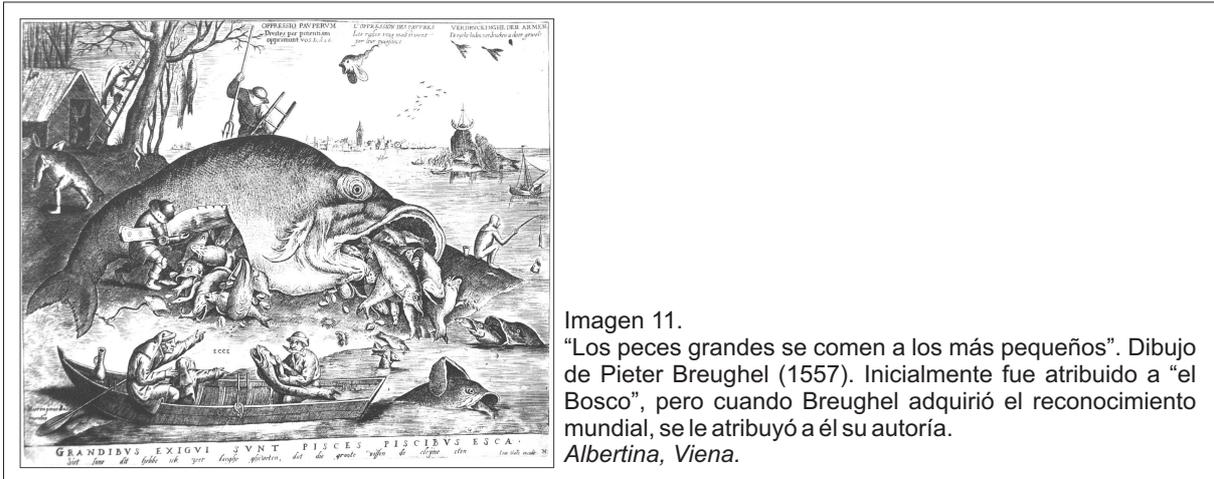
Ningún falsificador quiere que su trabajo pase inadvertido así como menospreciado en su área cultural elegida. Por esta razón la adición de algún identificador en ocasiones resulta irresistible. Las firmas de las falsificaciones tienen una larga historia. Los artistas romanos elegían Praxíteles, Mirón y Pausias para las imitaciones de los espíritus griegos en mármol, los trabajos en plata y las pinturas. En el siglo XVII Pieter de Hooch (1629-1684) llegó a ser tan conocido con el “Interior holandés”, que muchos de sus contemporáneos tuvieron que volver a firmar sus trabajos con posterioridad.



Imagen 10.  
Interior de una casa holandesa. Atribuido a Hendrick van der Burch (activo cerca de 1655). Enscrito falsamente P D Hooch.  
Cortesía de Sotheby and Co, Londres: ver Catálogo de “viejos Maestros” del 12 de Julio, 1972, Lot.23.

El principal error entre firmas falsificadas es el sobreadorno con una fecha o texto explicativo. Por ejemplo, a principios del siglo IX, Franz Rohrich consintió a la opinión de moda que el verdadero apellido de Lucas Cranach (1472-1553) era Muler, su nombre familiar que derivaba de su lugar de nacimiento “Kronach”. Así, apareció un “Retrato de la duquesa de Saboya” con la firma “Cranach Muller” cuidadosamente insertada en su sombrero enjoyado. El último error del falsificador de firmas, la escritura incorrecta, es más común de lo que nosotros podríamos suponer; en 1895 encontramos a Camille Pissarro que protesta *“un gran gouache de Piette firmado con mi nombre, falsificado por supuesto, ya que el nombre tenía faltas de ortografía”*.

La petición de falsificación de una firma miente en el caso en que el trabajo de menor importancia se puede situar a un valor comercial mucho más alto. Un temprano dibujo de Pieter Breughel (1525-1569) “Los peces grandes se comen a los pequeños” fue convertido en creación del Bosco en 1557, sólo recuperó la autoría correcta cuando las habilidades de Breughel ganaron un reconocimiento mundial.



Mucho más reciente es el hecho de que Modigliani (1884-1920) generosamente firmó varios trabajos de sus amigos, de manera que ellos pudieran compartir las ventajas financieras que se acumularon con su ascenso a la fama después de sus años de pobreza en París.

Otro error muy común es el fechado o la datación incorrecta. A la hora de producir obras de arte chinas antiguas, los imitadores occidentales han fracasado. Una estela budista, ahora en Colonia, lleva una fecha en la inscripción prevista para datarla al 501 aC pero determina un día de aquel período que no existió en el calendario. Un error muy común es el uso de los títulos póstumamente asignados sobre una pieza, con la idea de colocarla con ello en el reinado de algún emperador particular.

El mismo tipo de error ocurre a menudo en manuscritos falsos dónde el conocimiento insuficiente de su fondo histórico, delata al falsificador. Notable en cuanto a esto, es la inclusión de Vaclav Hanka de las firmas de los artistas imaginarios checos en los espacios libres de la Biblia Taronisch, más una fecha, MCCLVIII. Esta última adición fue fatal ya que el manuscrito databa hasta la fecha de después del siglo catorce. La simulación correcta de un texto antiguo requiere no sólo la producción de una historia inteligible, sino también el empleo de la forma de deletreado apropiada.

Aparte de este tipo de errores, el juicio de autenticidad a menudo, depende de puntualizar otros anacronismos, quizá en el diseño o quizá en la forma del traje. En la forma del vestido representada en pinturas, la característica llamativa es el detalle exacto que un artista contemporáneo registrará; cada nudo, cada plisado en su

posición apropiada. El grupo representado posiblemente de Idilio Joni (cerca de 1923) en la pintura “Familia Montefieltro”<sup>[3]</sup> ilustra los errores de esta naturaleza. El puño levantado del hombre lleva los pliegues que desafían a la gravedad, mientras que el paño que lleva encima del codo está cortado tan libremente que engulliría la mano si el portador dejara caer el brazo a su lado. Al ojo del experto, el gorro a cuadros está inclinado muy para atrás para la última década del siglo XV, al cual atribuimos el trabajo. Este podría parecer un detalle menor, pero el ángulo del tocado y los arreglos del cabello, siempre eran sumamente sensibles al cambio de estilo, así como su forma de enmarcar la cara, punto focal de atención humana.

Los errores técnicos simples, pueden a menudo ayudarnos a esclarecer de forma rápida este tipo de cuestiones, no obstante, con el respaldo de un conocimiento detallado de estas últimas.

Por ejemplo, una escultura de una figura inacabada fue atribuida durante mucho tiempo a Miguel Ángel. Sin embargo, la piedra había sido trabajada con anterioridad ya que la técnica de ejecución utilizada había sido un proceso de punteado, método mecánico detestado por el maestro del Renacimiento.

La utilización del punteado traiciona también a menudo las réplicas romanas de los mármoles griegos.

La presencia de marcas de molde sobre un bronce medieval sería también extremadamente sugestiva de su producción en un bastidor, pues los originales fueron realizados invariablemente en una sola pieza por la técnica de la “cera perdida”. Lo mismo se decía de los bronces del Renacimiento, pero se han descubierto recientemente dibujos de Da Vinci (1452-1519) que esbozan moldes para piezas, destinados para su utilización en el bastidor de un monumento colosal ecuestre para la familia Sforza de Milán y un esbozo del desarrollo antiguo de la tecnología.

De forma similar la ausencia de pequeños bocetos grabados en pinturas de los vasos áticos y de la decoración etrusca de los frescos de las tumbas y las placas de terracota en los muros, está en desacuerdo con el acercamiento habitual de los antiguos. Los artistas etruscos parecen haber realizado incluso mayores esfuerzos para efectuar sus productos dividiendo inicialmente cada superficie en la que utilizan líneas horizontales ligeramente marcadas.

El trabajo (cincelado) de una superficie de metal puede detectarse rápidamente en adornos e inscripciones por la dureza de la línea y el agrietado de la superficie. Tal tratamiento de un bronce es ciertamente evidenciable en una falsificación y aún todavía

más si las nuevas líneas atraviesan capas de corrosión. Para piezas de otras civilizaciones en cuyas herramientas y su utilización, fue realizado un estudio microscópico, que quizá revele el tipo de acabado que produjo el dibujo (las marcas). Un trazalíneas, con el borde levemente biselado, se incide levemente para mellar la superficie, de modo que el metal se sitúe desplazado a ambos lados de la marca. Esta herramienta fue utilizada en los tiempos de Minoam, a principios de la Edad del Bronce. Un buril, en contraste, es una herramienta de forma diamantada, que produce hacia fuera un corte en el metal, en forma de “v”, siendo trabajado a lo largo de la superficie con una acción estable de balancear. El surco producido de este modo por lo general, lleva una pista reveladora en el borde inferior. El bronce no sería un medio práctico para la fabricación de buriles, así que la introducción de este método de incisión, no dataría hasta probablemente el 800 aC, a principios de la edad del hierro global.

La siguiente imagen ilustra una característica bastante diversa de los trabajos sobre oro, que se nos muestra particularmente bien en un análisis macroscópico de esta naturaleza.

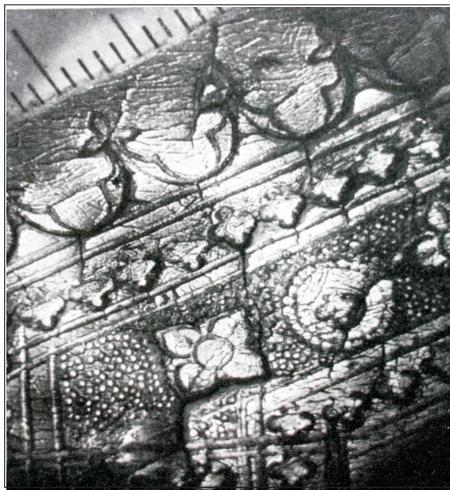


Imagen 12.  
Adorno punzonado de la lámina delgada situada alrededor del borde de un panel. Crucifixión, atribuido a Ambrogio Lorenzetti (activo en 1319-1347).  
*Fogg Art Museum, Boston.*

Representa el adorno punzonado en el borde fino de la hoja que hay alrededor de un panel pintado, “Crucifixión”, atribuido a Ambrosio Lorenzetti (1290-1348). Él, como muchos de estos contemporáneos en Siena a principios del siglo XIV, guardó en su taller un juego especial de herramientas de punteado y perforado. La impresión de estas herramientas las consideramos ahora casi como firmas del artista. Aquí la mano

de Ambrosio Lorenzetti puede verse en su interior “galería gótica” (particularmente los colgantes minúsculos de trébol), mientras la participación en este trabajo de su hermano Pietro queda evidenciado en el adorno del trébol sobre la tira granulada.

Mojmir Frinta, el cual se especializó durante más de una década en la interpretación de estos tipos de troquelado<sup>[4]</sup> (punzonado), ha comentado la estrechez de margen entre las actividades de falsificadores y copistas con el trabajo de esta clase. Un restaurador exigente bien podría intentar producir una réplica exacta extrayéndola de una impresión intacta en el mismo panel (o quizás de otro trabajo realizado por el mismo artista). La ausencia de imperfecciones en el punzonado que imprimen la huella dactilar del artista en el trabajo original de taller, podría ser interpretada como pruebas de una intención fraudulenta.

Así, con una detenida inspección, hay muchos sencillos detalles, que pueden ser determinantes en la detección de falsificaciones.

A continuación, vamos a agrupar las técnicas analíticas que más nos pueden ayudar en nuestro estudio, según los materiales constituyentes de los objetos artísticos. Desde las más simples, a las más complejas





## Pinturas

Es improbable que un falsificador “engañe” al científico utilizando un dispositivo tan sencillo como es el simular pintando craqueladuras<sup>[5]</sup> sobre la superficie de la pintura o por la equivocación al utilizar una vieja lona o panel de madera en los cuales pintar su falsificación. Debemos asumir que hará todo lo que pueda para prever el examen de laboratorio de su trabajo.

El juicio de autenticidad, se convierte en una prueba de la paciencia del falsificador, de su atención al detalle y del conocimiento técnico.

Con las contribuciones que las distintas disciplinas han puesto a nuestra disposición ha sido posible un mayor acercamiento a las piezas artísticas, detectando en ocasiones falsificaciones que se nos habían venido escapando durante varios cientos de años.

Técnicas tan sencillas, como un simple **análisis visual**, o los **registros fotográficos** (ya sean del I.R o U.V), pueden darnos muchísima información sobre la pieza que tenemos entre manos.

Por ejemplo, una *macrofotografía* del detalle superficial puede revelar rasgos sorprendentes relacionados con la formación de craqueladuras que ya hemos nombrado con anterioridad. Hay algún caso documentado donde algún falsificador meticuloso, que ha “resucitado” lo que era probablemente una naturaleza muerta bastante apagada al estilo de un maestro del siglo XVII, raspando la superficie superior para nivelar estos últimos estratos con los niveles inferiores subyacentes.

Otro caso notable es la versión de la National Gallery de “La Virgen y el Niño con un ángel<sup>[6]</sup>”, de Francesco Francia que fue de manera puntual científicamente analizada cuando Leonardo Koetser, un distribuidor de arte londinense, en 1955 reclamó que él tenía una versión también de este trabajo.

La *lámpara ultravioleta* es un magnífico utensilio empleado en el mundo del arte y es tan probable encontrarla en manos de un distribuidor de arte como en aquellas de un investigador. Las ideas básicas sobre su empleo son aparentemente simples. Las zonas restauradas (o de repintados de un falsificador) pueden ser sumamente expertas y bastante imperceptibles al ojo humano. Pero las diferencias en cuanto a medio y textura entre el original y las nuevas secciones habitualmente tienen unas propiedades de fluorescencia bastante distintas<sup>[7]</sup>. Sin embargo, el uso correcto de una lámpara UV requiere gran cuidado en la interpretación de la fluorescencia observada. Es esencial saber a qué se parecería el matiz de una superficie genuina antes de que las comparaciones puedan ser dibujadas con el material falso. La táctica

---

[5]. Imágenes 3 y 4 del anexo fotográfico.

[6]. Imagen 5 del anexo fotográfico.

[7]. Imagen 6 del anexo fotográfico.

del falsificador aquí no es copiar un original o pasar su propia obra como antigua. Es sin embargo, “vestir el trozo de cordero como cordero”, vendiendo un pedazo como intacto y en condiciones pristinas cuando nada podría estar más lejos de la verdad. Pero bajo ultravioletas, sus esfuerzos resaltan con bastante claridad muy a menudo.

En el caso del papel, como soporte de acuarela, o como documentos, el uso de “remiendos” es un dispositivo bastante común que puede ser descubierto, en particular si un barniz de acetato de celulosa ha sido utilizado como sustituto del apresto original.

Con los broncees que han sido artificialmente patinados para simular los efectos de la corrosión de los metales, la pintura es por lo general revelada por una fluorescencia rosa pálido, que corresponde a la activación de un medio de resina o aceite.

Pero la precaución debe ocupar un amplio espacio en este trabajo. Las colas animales y vegetales resultan fluorescentes muy levemente incluso siendo nuevas mientras un alarmante brillo del matiz azulado del blanco probablemente se debe a residuos de jabón de una limpieza reciente y, como tal, no tiene en absoluto ninguna connotación siniestra. Todavía hay algunos rumores de que algunos falsificadores japoneses de porcelanas chinas y broncees tempranos que a conciencia aplican una capa uniforme de spray de un material no-fluorescente, con la intención de derrotar a este método de detección.

Las pinturas al óleo ofrecen algunos de los mejores ejemplos de investigación con ultravioleta, ya que el retocado con pigmentos frescos y el nuevo barniz forman parte de su historia de restauración a lo largo de los siglos. En el caso del “Jacob Trip” de Rembrandt, que aparece representado en la siguiente imagen, las áreas donde queda barniz indican cada tratamiento, cada capa distinguible por una sombra de fluorescencia diferente.



Imagen 13.  
Detalle de “Jacob Trip”, atribuido a Rembrandt (1606-1669), fotografiado bajo iluminación ultravioleta. Las tres áreas de barniz sobrante aparecen conformadas por diferentes capas, distinguidas con diferentes fluorescencias.  
*National Gallery, Londres.*

Pero hay un límite eventual para el análisis con ultravioleta donde cada capa de barnizado reciente oxida eventualmente y se degrada al igual que sus contrapartes originales y el contraste entre nuevo y viejo llega a ser más y más débil.

Es también digna de subrayar aquí una observación hecha recientemente, que aunque el estudio con ultravioletas puede revelar las regiones de la pintura que cubren la capa de barniz, ésta, no es una evidencia concluyente de una última adición, deducción a menudo bastante común en la literatura. En el Renacimiento, era excepcional el aplicar el barniz sobre el área completa de la pintura: la cobertura completa es un fenómeno posterior al 1650. En muchos trabajos tempranos el barniz se utilizaba a menudo solamente como esmalte, para destacar ciertas zonas de pigmento.

Estos mínimos comentarios sobre los efectos del ultravioleta se piensan como advertencia a los distribuidores de arte y a entendidos por igual. Incluso las herramientas científicas más simples son más que los medios de investigación.

Para probar el conocimiento del falsificador de los pigmentos utilizados por el artista original, se pueden examinar los estratos subyacentes de una pintura. Cada color ha documentado la *historia del pigmento* que, en amplios términos, refleja el reemplazo progresivo de pigmentos obtenidos de fuentes naturales por materiales artificiales. Esta tendencia se hizo particularmente pronunciada a partir del siglo XVIII en adelante, cuando se dio la revolución de la industria química.

Para poder indagar más pormenorizadamente en estos pigmentos requerimos la presencia de dos de los métodos más convencionales de análisis científico. El primero es la preparación de una muestra (de corte transversal) *estratigrafía*<sup>[8]</sup> de los estratos de la pintura, de manera que éstos puedan ser examinados bajo un **microscopio óptico** o de alta potencia (**microscopio electrónico de barrido**).

La mayoría de los materiales naturales utilizados como pigmentos tienen propiedades ópticas bien establecidas y algunos productos comerciales pueden ser reconocidos con facilidad al microscopio. Este hecho es particularmente cierto con los pigmentos fabricados por un proceso de precipitación (a principios del siglo XIX el ultramar se obtenía por este proceso) donde son comprendidas partículas redondas de forma regular.

La *microquímica* también es un instrumento poderoso en este campo. Una vez que un pigmento está en solución, gotitas individuales pueden ser analizadas para identificar particulares elementos presentes. Por ejemplo, el blanco de plomo, tratado con ácido nítrico y evaporado hasta secar, presenta una estructura entrecruzada de las dendritas formadas de nitrato de plomo.

---

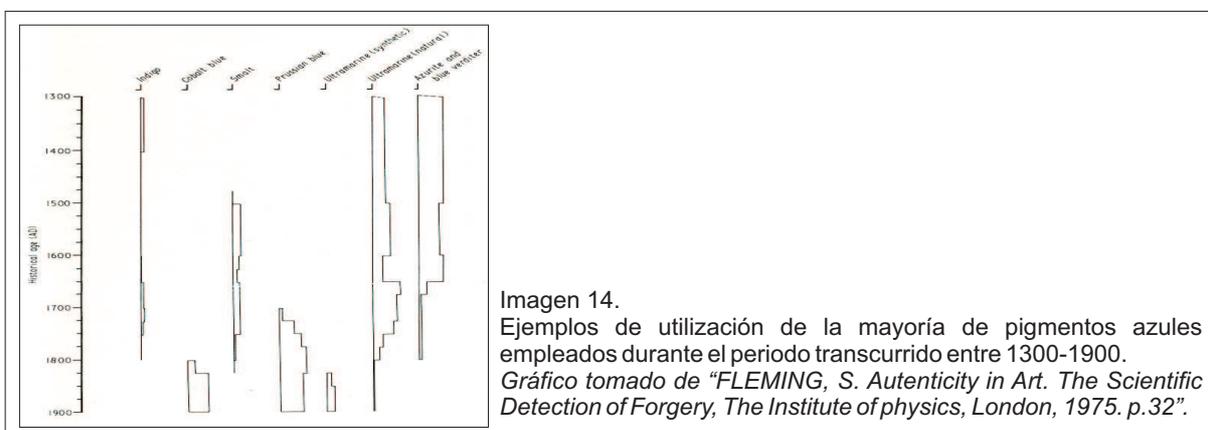
[8]. Imagen 7 del anexo fotográfico.

Sin embargo, una identificación positiva del pigmento por lo general requiere una segunda técnica analítica estándar: **difracción de rayos X**.

En 1912, Laue descubre que los cristales pueden funcionar como retículas de difracción de rayos x. De hecho, como la luz también los rayos X, en cuanto ondas electromagnéticas, presentan el fenómeno de la difracción (es decir, se suman o se restan en fase, dando localmente máximos y mínimos de intensidad) si se encuentran en su camino obstáculos de dimensiones iguales a su longitud de onda. Este descubrimiento provee un nuevo potente instrumento de investigación, puesto que nos permite conocer la estructura cristalina de gran parte de las sustancias inorgánicas conocidas y de las sustancias cristalinas más simples.

Tiempo después viene descubierta de manos de Debye y Scherrer en Alemania y de Hul en los EEUU, la existencia de un efecto de difracción de rayos x también de parte de un agregado cristalino de grano fino y no sólo de un monocristal. Se pierde información utilizando un agregado en vez de un monocristal, pero el método es útil cuando se quiere examinar una sustancia cristalina (por ejemplo un metal) que no se encuentre bajo forma de monocristal; es suficiente que los cristales simples del agregado tengan las dimensiones de un polvo fino. De aquí la denominación de *método de polvos finos* (método también conocido como de “Debye-Scherrer”).

Cómo se utilizan realmente estos métodos de análisis de pigmento para decidir si una pintura es genuina? Buscamos sus *anacronismos*; pigmentos que no existían todavía en el tiempo que se presupone la pintura había sido producida. La utilización de la difracción de rayos X para identificar la presencia de pigmentos modernos (el blanco perla de plomo es un ejemplo obvio) es una herramienta muy eficaz. Antes de que nosotros hagamos un uso generalizado del anacronismo entre los pigmentos, tenemos que mirar más estrechamente la historia del desarrollo de los pigmentos.



Acumulando la documentación detallada para la gama completa de pigmentos naturales y sintéticos podemos ahora comenzar la verdadera tarea de detectar anacronismos en la gama de colores del falsificador. Como primer ejemplo, podemos recordar la muy “sonada” acción judicial “Muller y otros contra de Haas”. Esto implicó al “Caballero alegre” atribuido a Frans Hals (1580-1666). El asunto no recibió ningún juicio oficial como el de Hofstede de Groot, apremiado experto que primero certificó el trabajo como original, comprándolo para su propia colección por una suma muy elevada. Pero los expedientes judiciales contienen algunas pruebas técnicas impresionantes. El abrigo del Caballero fue pintado en ultramar sintético y su amplio collar en blanco de zinc, posteriores en cuanto a su fecha de utilización a la muerte de Hals, por lo menos 120 años.

De ninguna manera éste es un ejemplo aislado de anacronismo entre los pigmentos. Las denuncias más recientes de pinturas de esta naturaleza podrían llenar un pequeño catálogo. Esto incluiría un paisaje atractivo, “Watermill bajo los árboles”, que contiene azul de Prusia en el cielo y en la ropa de los campesinos que hacen su camino por los bosques, pero firmado falsamente “Hobbema”, el cual murió en 1709, al igual que una pintura de la National Gallery (Londres) “Entrada al Cannaregio”, obra de Francesco Guardi, ya que el artista murió en 1793, once años antes de que se inventara el azul cobalto, a pesar de que el pigmento azul se encontraba en una capa azul entre los paseos marítimos de la escena.



Imagen 15.  
Entrada al Canareggio. Atribuida a un imitador de Francesco Guardi (1712-1793).  
*National Gallery, Londres.*

En el retrato del perfil de la señora florentina ilustrado en la siguiente imagen, encontramos otro ejemplo similar. Ciertamente no es el trabajo de un artista italiano del siglo XV, como inicialmente se pensó, incluso si desatendemos las pesadas capas del

barniz moderno, y el pesado retoque reciente. Aunque una grieta en la superficie de un viejo panel diera credibilidad, las pinturas del mismo retrato, el verde cromo (1825+), el blanco óxido de titanio (1919+) y la adición de cloruro de bario entre los ocreos rojos y amarillos (un tratamiento posterior al 1800) claramente etiquetan el trabajo como una falsificación.



Imagen 16.  
Retrato del perfil de una mujer. Pintura del siglo XX al estilo florentino del XV.  
*Museum of Fine Arts, Boston.*

Finalmente, deberíamos incluir el juicio reciente sobre el “Vinland Map” antes utilizado como evidencia de que el vikingo Lief Ericsson, visitaba América 500 años antes del viaje más famoso de Colón.



Imagen 17.  
The Vinland Map.  
*Yale University Library.*

Las sospechas fueron confirmadas cuando la tinta del mapa no apagó la

fluorescencia de la vitela bajo la luz ultravioleta como se habría esperado de una antigua tinta ferrogálica. Fue la presencia del pigmento de óxido de titanio del siglo XX en zonas al principio vistas como manchas antiguas en el vehículo de la tinta, la encargada de revocar este documento histórico.

Sin embargo, debe ser cauteloso ante la adopción de una actitud demasiado dogmática hacia los anacronismos del pigmento. Sin duda, unos conservadores palidecieron cuando descubrieron que el trabajo famoso de Rubens “la familia Gerbier”, ilustrado en la siguiente imagen, tenía regiones cubiertas de un barniz que contenía azul ultramar sintético.



Imagen 18.  
Deborah Kip, esposa de Sir Balthasar Gerbier, y sus niños.  
Atribuido a Rubens (1577-1640).  
National Gallery of Art, Washington DC.

Datos del isótopo	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
Pintura “Gerbier” (14 muestras)	18'27-18'51	2'075-2'083
Pinturas de antes de 1800 (Holandesas, Flamencas y Belgas)	18'35-18'80	2'07-2'09

Por suerte, los conservadores de la pintura finalmente quedaron satisfechos, ya que el barniz era una adición tardía certificando el buen estado de salud de la pieza. Este es probablemente un problema bastante común, pocos Maestros Antiguos han sobrevivido hasta nuestros días sin algún retoque.

Lamentablemente, el falsificador que pinta, probablemente él mismo es un artista. Incluso puede conocer la historia de los pigmentos: la literatura de las dos últimas décadas contiene ciertamente muchos estudios detallados de la gama de colores, a menudo específicos a un particular artista, con lo que un falsificador moderno podría “capitalizar”.

Sin embargo, si un pigmento es estudiado, no en su composición gruesa sino en su contenido de trazas de impurezas, surgirán diferencias sutiles entre las formas antiguas y las modernas. Una herramienta científica conveniente para este tipo de

estudio es el **análisis por activación neutrónica** y los principios físicos de la misma son perfilados a continuación.

Cuando un núcleo atómico tras ser bombardeado con neutrones termales de baja energía, absorbe un neutrón, se hace inestable y posteriormente se rompe por el decaimiento radioactivo.

El elemento implicado es caracterizado por la energía y el período radioactivo del decaimiento de la emisión del rayo gamma. .

Un espectro típico del rayo gamma consiste en una gran cantidad de picos traslapados (superpuestos), oscurecidos parcialmente por la cuenta de fondo del sistema de detección. Las técnicas de “selección” del ordenador pueden ser utilizadas para extraer los picos más intensos, uno por uno, y dar a picos más débiles una mejor de resolución. En última instancia este acercamiento mejora enormemente la detección de algunos componentes bastante escasos (que aparecen en menor medida).

El análisis cuantitativo de la concentración del elemento requiere que la cuenta prevista se tome del sistema de la detección eficiente en función de la energía del rayo gamma entrante. Con este fin, una plantilla de irradiación contendrá ranuras suplementarias para llevar algunos materiales estándar de contenido de trazas de impurezas conocido y composición de volumen similar al del “desconocido” de manera que las características similares de absorción sean emparejadas.

El sistema de detección en sí mismo es por lo general un cristal de sodio activado por talio yodado o un cristal de germanio activado por litio activado, unido a un analizador de varios canales de la altura de pulso.

Por su elevada sensibilidad y por su carácter no destructivo, es utilizada a menudo para establecer la época de los objetos.

El blanco de plomo ha sido el pigmento blanco primario en pinturas al óleo occidentales ya desde los tiempos romanos. El método de fabricación del mismo permaneció casi inalterado hasta el siglo XVIII. El mineral de sulfuro de plomo, la galena, que primero fue transformada en óxido, litargirio, y enseguida fundido en metal crudo. Las supuestas “hebillas” de amplias tiras de plomo fueron estiradas a través de recipientes de arcilla que contenían ácido acético y algunas de estas unidades fueron apiladas dentro de una cama de estiércol. La posterior fermentación produce dióxido de carbono, que junto al vapor del ácido acético, provoca la formación de carbonato. Durante la última mitad del siglo XVIII, la mecanización llega al proceso de fabricación.

Estos cambios tecnológicos son revelados por el análisis científico del blanco en pinturas holandesas de los siglos XVI al XIX, en particular en la variación de la plata y el contenido de impurezas en zinc. Las dos décadas alrededor de 1850 marcan un cambio

en la concentración de plata de un nivel estable alrededor de 22ppm<sup>[9]</sup> con trabajos más antiguos, a un nivel alrededor de 4ppm para trabajos de finales del XIX y pigmentos típicos de este siglo.

Una falsificación reciente de una pintura holandesa, del siglo XVII, podría ser caracterizada por los niveles de impureza del blanco de plomo de: Ag ≤ 10ppm; Zn ≥ 15ppm; Cr ≤ 40ppm, mientras que el trabajo verdadero registra: Ag ≥ 18ppm; Zn ≤ 1ppm; Cr ≥ 200ppm. Hay también signos fuertes de que si la falsificación es posterior a 1960 esto destacará todavía más obviamente, no solo en estas tres impurezas, sino también en el contenido de antimonio menor a 1ppm en el blanco de plomo, comparado con un nivel superior a 15ppm entre los Maestros Antiguos. La tendencia reciente hacia una pureza mayor puede estar vinculado a más transformaciones de la tecnología con un cambio de procesos electrolíticos y de precipitación.

Pero las reglas que se aplican entre pinturas holandesas no se pueden transportar necesariamente a otras regiones importantes del arte, como Venecia, en los siglos XVI y XVII. El blanco de plomo de trabajos de Titian, Tintoretto y Tiepolo lleva un contenido en plata y cromo similar a los pigmentos modernos de los europeos del norte (cerca de 4ppm). La trampa para el falsificador de la Escuela Veneciana, es que miente en el manganeso y los niveles de impurezas de cromo, que son casi inexistentes en las pinturas modernas, pero en pinturas genuinas presentarían unos niveles de aproximadamente 15ppm y 300ppm, respectivamente.

Los juicios auténticos basados en análisis de las trazas de las impurezas en el ppm están a menudo abiertos a críticas ya que los pigmentos pueden haber sido accidentalmente contaminados; esto ocurre en particular para otros pigmentos que no sean el blanco de plomo, que se utilizan en adiciones. También los accidentes u otros cambios en el proceso de refinado de de fundición podrían provocar en principio, las diferencias significativas entre los lotes de pigmentos.

Por estas razones, preferiríamos obtener nuestra información cronológica directamente de los componentes principales de un pigmento. Esto ha simulado el interés apreciable en la utilización de la **espectroscopia de masas** (que agrupamos junto a las técnicas de espectrometría), como el medio de estudiar elementos importantes presentes en el pigmento, como carbón, oxígeno, azufre, plomo, cada uno de los cuales naturalmente se da en más de una forma isotópica.

La muestra a analizar, en estado gaseoso o vaporizado con alta presión y alta frecuencia, se ioniza. Por este hecho son sensibles a un campo eléctrico que los acelera y a un campo magnético perpendicular a su velocidad, que los desvía según

---

[9]. Ppm (partes por millón)=  $\frac{x \cdot 100}{1.000.000}$

trayectos circulares de radio proporcional a la relación entre carga eléctrica y masa. Se obtiene de esta forma un espectro característico en base al cual se efectúan los análisis cualitativos y cuantitativos de los elementos y de los compuestos.

Existen varios tipos de espectrometría de masas que utilizan diversas combinaciones de campos eléctricos y magnéticos para separar los iones.

En la composición de una muestra habrá variaciones leves en relación a otras similares; factores tales como temperatura y acidez pueden alterar las contribuciones relativas de cada isótopo implicado cuando colocamos un estrato de mineral. Sin embargo, la distribución isotópica en un material natural bruto no se alterará durante la conversión a pigmento. Así por ejemplo, en su forma bruta o como pigmento, el lapislázuli de Afganistán (hasta el siglo XIX la única fuente de azul ultramar conocida) es absolutamente diferente en abundancia de isótopos del sulfuro del extraído más recientemente en los Andes chilenos (los cocientes  $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$  difieren alrededor de 0.52). Esto es realmente detectable sobre las variaciones “de la fuente” de  $\pm 0.07$  o menos).

El fraccionamiento del carbón ha sido estudiado en detalle en conexión con el bien conocido método de datación arqueológica basado en la desintegración radioactiva del isótopo  $^{14}\text{C}$ , así como los coeficientes  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  se establecen bien para muchas fuentes del elemento:

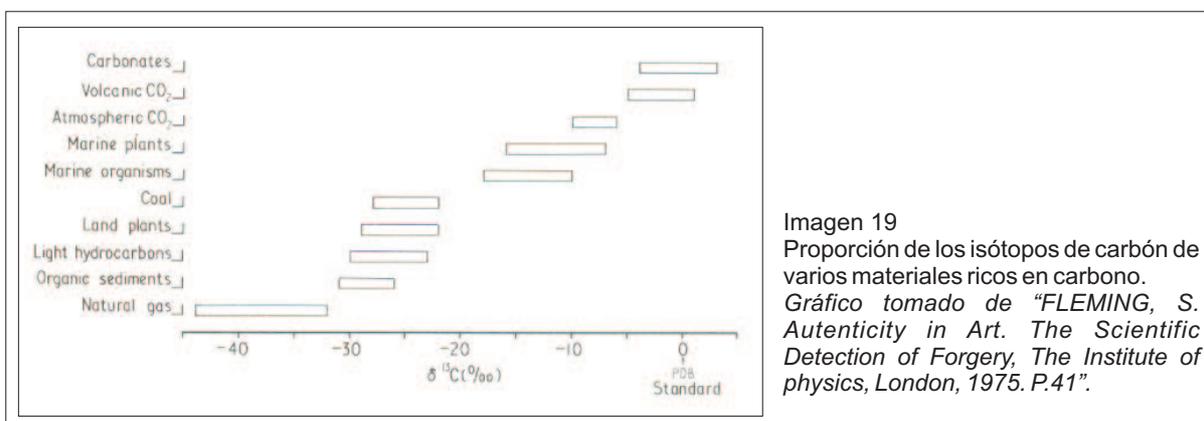


Imagen 19  
Proporción de los isótopos de carbono de varios materiales ricos en carbono. Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery, The Institute of physics, London, 1975. P.41*".

Hay muchos pigmentos principales ricos en carbón, tales como la malaquita, verdigris (cardenillo), el negro hueso, pero el interés principal se centra actualmente en el azul de Prusia el cual ha experimentado una gran cantidad de transformaciones en cuanto a su producción, desde su invención.

De la misma forma los estudios de los diversos isótopos del plomo también pueden revelar muchísimo sobre los orígenes de los pigmentos. El hecho de que los

distintos isótopos del uranio y del torio se desintegran para aportar tres distintos isótopos del plomo significa que los minerales de la galena de diverso origen, y por lo tanto, de distinta edad geológica se diferencian en la distribución de sus isótopos del plomo.

Un indicador sensible, la proporción  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  muestra poca variación en los blancos de plomo utilizados en las pinturas europeas antes de 1800, independientemente de si vinieron de Italia, Alemania u Holanda. Pero a principios del siglo XIX, crecieron nuevas relaciones comerciales con Canadá, Australia y los Estados Unidos, donde se explotaron nuevas fuentes del mineral y emergió un índice mucho más amplio de dispersión de los isótopos. Claramente estos datos tienen un valor mínimo en la datación de las pinturas, pero como instrumento de autenticidad, su potencial es obvio. Cualquier “Antiguo Maestro” con una proporción menor a 18 o mayor a 19 puede ser etiquetado como falsificación, y esta información puede ser obtenida utilizando muestras de menos de un microgramo, así, no causará en la pintura, ningún daño significativo.

La proporción,  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , tiene también valor pues parece mostrar una variación muy pequeña en el blanco de plomo de las pinturas holandesas, flamencas y belgas de antes del 1800 (2'07 a 2'09), aún cuando el número de fuentes europeas disponibles en aquel tiempo ofrezca una gama mucho más amplia (2 a 2'11).

Otro isótopo del plomo  $^{210}\text{Pb}$  se ha utilizado también en la detección de una falsificación particularmente famosa; la pintura de Vermeer (1632-1675) “Cristo y sus Discípulos en Emaús”.



Imagen 20.  
Cristo y sus discípulos en Emaús. Atribuida a Han van Meegeren (1889-1947), imitando el estilo Vermeer.  
*Boymans-van Beuningen Museum, Rotterdam.*

Han van Meegeren (1889-1947) debe haber sido uno de los pocos falsificadores

que han dado alguna vez la bienvenida al análisis técnico de sus producciones. A principios del 1945 había sido detenido por los agentes de la Seguridad Holandesa de Campaña, acusado del crimen de colaborar con los Nazis. Los cargos contra él residían en su participación en la venta de un Vermeer, “Mujer tomada en adulterio”, a Hermann Goering, aproximadamente tres años antes. En el período inmediato a la rendición alemana, renacieron las emociones en los países nuevamente liberados y tales crímenes traían la pena de muerte. En su defensa aparente vergonzosa declaró que él había engañado, no ayudado, a los nazis con la venta de su propio trabajo. Todavía fue más lejos y reclamó como suyos algunos de los más conocidos “Vermeers” de las colecciones holandesas, incluyendo, “El lavado de los pies de Cristo” comprado por el Rijksmuseum (Amsterdam) solamente un tiempo atrás y “Cristo y sus discípulos de Emaús”, descubierto por el erudito Abraham Bredius en 1937, y comprado posteriormente por el museo Boymans (Róterdam). Un “Vermeer” posterior, se sumó a esta autoría; “Mujer tocando una mandolina” (imagen) que presenta todas las características propias de un interior holandés del año 1660, un “Pieter de Hooch”, un “Frans Hals” y un “Gerhard Ter Borch”.



Imagen 21.  
Mujer tocando la mandolina. Atribuido a Han van Meegeren (1889-1947), imitando el estilo de Vermeer.  
*Rijksmuseum, Amsterdam.*

Con todos estos tesoros nacionales bajo una nube, la comunidad de los historiadores del arte, cerró filas y rechazó la reclamación de van Meegeren como una tentativa imprudente de salvar su propio cuello. Los exámenes anteriores del trabajo de “Emaús” fueron repetidos una vez más. La superficie de la pintura había resistido el ataque del alcohol y del disolvente, la composición de los pigmentos ajustados a una

paleta holandesa convencional del siglo XVII y el estudio con rayos X sumario no había resaltado nada extraño bajo los estratos de pintura.

Pero con las semillas de la duda sembradas, los nuevos exámenes técnicos eran mucho más rigurosos.

Como ellos progresaron, él por separado intentó demostrar sus habilidades y, supervisado por la policía, produjo otro “Vermeer”, “Jesús entre los doctores”, explicando como había tratado sus falsificaciones anteriores para derrotar aquellos antiguos análisis.

Había raspado sin parar la superficie de una vieja pintura, hasta quedar solamente el polvo del blanco de plomo y había utilizado una resina artificial de formaldehído en vez de un medio de aceite, de manera que las capas de la pintura endurecieran rápidamente quedando la textura de una pintura antigua.

Al mismo tiempo, van Meegren detalló su estrategia para burlar a los expertos del arte con la pintura “Emaús”. Solamente uno o dos años antes, una pintura nada característica “Cristo en casa de Marta y María<sup>[10]</sup>” había sido aceptada a regañadientes como ejemplo de trabajo “temprano” de Vermeer y, con aquel precedente, había una apertura natural para cualquier “Vermeer”, que comenzó a unir este trabajo temprano (alrededor de 1634) y el estilo con el cual estamos mucho más familiarizados, como la “Mujer que pesa el oro” (alrededor de 1665), sobretodo si mostraba la influencia de Caravaggio (donde Vermeer se había inspirado al principio de su carrera).

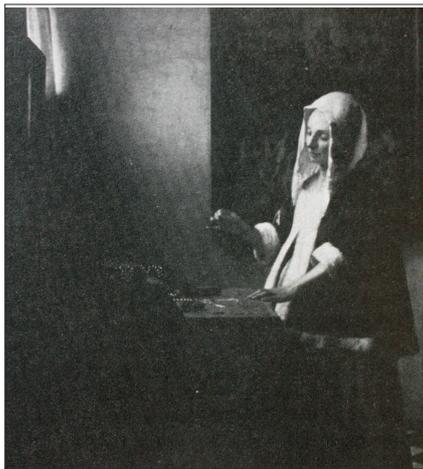


Imagen 22.  
Mujer pesando oro. Atribuida a Vermeer (1632-1675).  
*National Gallery of Art, Washington, DC.*

Los aspectos religiosos de ambos, en los trabajos expuestos en los museos, quedaban a medida en tal combinación. E incluyó un toque característico de Vermeer:

---

[10]. Imagen 8 del anexo fotográfico.

el “punteado” de las zonas de luz en sus estudios de naturalezas muertas.

Hacia 1947, el cargo por colaboración había desaparecido, y van Meegeren se encontró ante el tribunal afrontando solamente una acusación por falsificar las firmas de los artistas. Aquí él aprendió de dos errores que había cometido. Primero, la grieta en la capa de preparación (en las capas subyacentes), según lo evidenciado en las radiografías, no era siempre visible en la superficie de la pintura (van Meegeren había indicado que había enrollado cada pintura para crear muchas zonas agrietadas). Segundo, el caro ultramar que él había escogido, evitando cualquiera de los azules más baratos fabricados desde el siglo XVIII, que fue ligeramente adulterado con azul cobalto.

La sentencia del tribunal a un año de encarcelamiento, nunca se cumplió. Van Meegeren sufrió un infarto, muriendo poco después. Pero su muerte no cerró el libro sobre este asunto de ningún modo. Un grupo de personas seguía convencida de que “Emaús” era un Vermeer genuino y que había sido utilizado por van Meegeren como una fuente de inspiración para sus falsificaciones. Durante varios años organizaron continuados ataques sobre pruebas de G P Coremans, el principal técnico testigo en el juicio.

El veredicto final vino en 1968, con el desarrollo de una nueva técnica de datación basada en los minuciosos niveles de radioactividad contenidos en cada pigmento de blanco de plomo. La fabricación de este pigmento implica la extracción de metal de plomo del mineral del sulfuro, la galena. Cada mineral contiene algún isótopo de uranio ( $^{238}\text{U}$ ) junto a sus otros componentes, todos ellos en un estado de equilibrio radioactivo. En esta situación, tan rápido como los núcleos de un isótopo en la cadena, se rompen y se convierten a un producto derivado, su concentración se está completando con el decaimiento (la desintegración) de algún precursor. Dos isótopos son aquí de particular importancia: el radio-226 el cual tiene vida media hasta su disgregación de 1600 años y el plomo-210, con una vida media de 22 años, y es un descendiente directo del radio-226 ( $^{226}\text{R}$ ).

Pero el radio y el plomo se comportan de una forma muy distinta durante la fusión del mineral. Mientras el  $^{210}\text{Pb}$  es completado con el metal mismo, la mayor parte del  $^{226}\text{Ra}$  permanece con los productos de deshecho. La concentración de  $^{210}\text{Pb}$ , ahora sin apoyo, se desintegra en una tasa controlada por su corta media de vida. Después de aproximadamente 200 años el equilibrio radioactivo sería re-establecido cuando un equilibrio de disgregación (o decaimiento) se instala con la pequeña cantidad de  $^{226}\text{Ra}$  que se había conservado.

Los pigmentos con concentraciones muy similares de  $^{210}\text{Pb}$  y  $^{226}\text{Ra}$  no

necesariamente tienen que ser antiguos pues podría ser que la fundición hubiera causado una pequeña separación en algunos casos (sin embargo no se ha encontrado ningún caso de retención del radio de más del 15% entre las pinturas modernas).

El caso van Meegeren ilustra todos los rasgos típicos de un desenmascaramiento técnico de una falsificación. Una vez se despierta la sospecha cada parte del trabajo es mirada minuciosamente. Los errores se destacan muy obviamente en la retrospección pero raras veces un sólo resultado analítico es determinante. Las mentes ingeniosas siempre pueden levantar la siguiente duda: “¿Era la zona de la pintura muestreada un área retocada? No ocurre ningún anacronismo asombroso! Etcétera. Gradualmente cada laguna jurídica está cerrada y el caso científico se hace hermético.

Hasta ahora no nos hemos concentrado en el análisis de las capas de pintura que forman parte del mismo cuadro. Cuando utilizamos la **radiografía** para mirar bajo de estas capas, se hace disponible otra rica fuente de pruebas.

Los primeros objetos de arte examinados sistemáticamente usando la radiografía, fueron las pinturas. La detección de pinturas ocultas y alternaciones ha sido durante mucho tiempo reconocida como el medio de identificación de las falsificaciones<sup>[11]</sup>.

Los soportes orgánicos de cualquier época, pueden sufrir daños por insectos y putrefacción. La extensión del daño puede estar oculto por una restauración cuidadosa, sobre todo cuando la superficie se encuentra pintada.

Los lienzos y los paneles buenos de roble siempre eran un artículo caro en el presupuesto de un artista; los pintores y aspirantes jóvenes, al igual que algunos falsificadores, raras veces podían permitírselos, de manera que los reutilizaban. Van Meegern fue más cuidadoso que la mayoría y solamente dejó un vestigio de un trabajo anterior sobre la lona que utilizó para “la Cena de Emaús”. Ya fuera por pereza, o quizá exceso de confianza, pero su versión de la “Última Cena” está realizada sobre una escena de caza de Hondius. La radiografía completa del lienzo resaltó la pintura anterior. Los principios de la radiografía de los estratos subyacentes quedan bien ilustrados en un estudio reciente de una escena de taberna de William Hogart: “Una noche en la Rosa”, imagen que presentamos a continuación, un bosquejo al óleo para “Escena III: el progreso del libertino”, pintura ahora en el Museo Seoane, Londres. Las radiografías fueron producidas fijando una placa radiográfica en contacto con la superficie del bosquejo y exponiéndolo a rayos X.

Con claridad, surge el retrato de un hombre, estirado a través de la anchura del lienzo como ahora lo vemos.

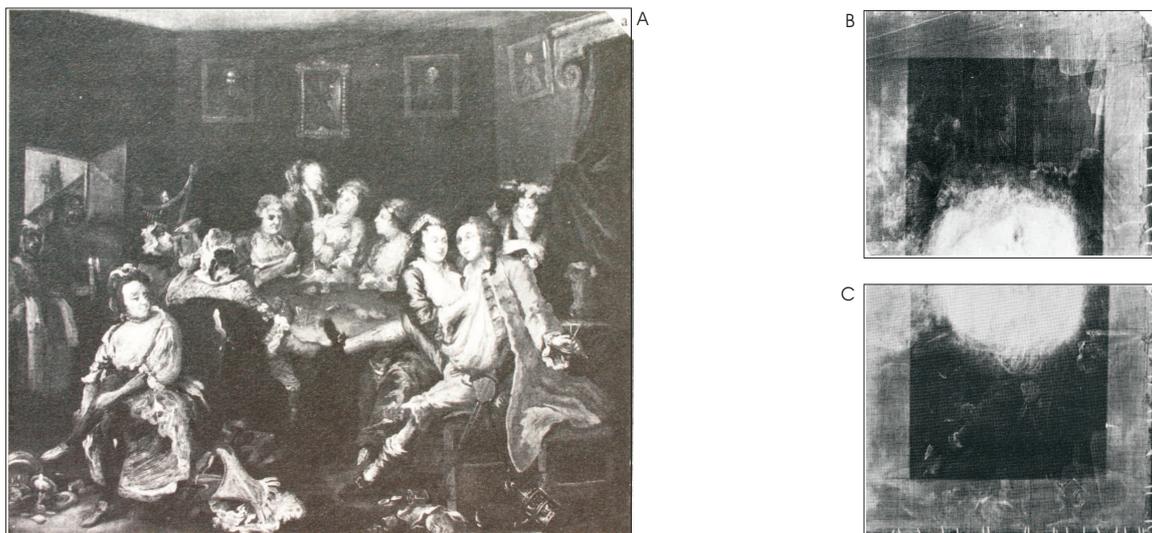


Imagen 23.

A. escena de taberna: una noche en La Rosa. Un boceto para la escena 3 del "Progreso del libertino" de William Hogarth (1697-1764.)

B-C. Radiografía de la mitad derecha de la escena de la taberna de Hogarth.  
*The Nelson Gallery and Atkins Museum, Kansas City.*

Pero, sobre la inspección más intensa, hay otro bosquejo de escena de taberna apenas discernible en el boceto subyacente. Uno con una galería de pinturas enmarcadas en la pared lejana que se dispone en un leve ángulo a través del espacio. El cambio más obvio en el bosquejo final, visible, es el empleo de un espejo destrozado en vez de un mapa grande al cual las muchachas de la taberna tratan de prender fuego. Es interesante que muchos de los rasgos en la composición más temprana, como el incidente del mapa, reaparecen en la pintura terminada.

El contraste claro de la cabeza del hombre con su entorno en la radiografía es debido al empleo de blanco de plomo en las carnaciones. La presencia de plomo es fácilmente perceptible cuanto más aumenta la absorción del rayo x con el número atómico y densidad más altos, mientras que los pigmentos ligeros, como el ocre amarillo, diluido en un medio al aceite al mismo grado, es relativamente "invisible".

Los datos indican que el empleo de una fuente de rayos X de longitud de onda larga proporcionaría el detalle adicional apreciable, pero el efecto práctico a menudo simplemente estorba (distorsionar) en la imagen y hace su interpretación mucho más difícil.

En la literatura encontramos gran cantidad de informes sobre la radiografía, similares al ejemplo de Hogarth. Uno de estos informes es particularmente fascinante. Habla de la radiografía de un retrato de Goya de un oficial del ejército, Alberto Foraster.

Una pintura subyacente de otro hombre, en uniforme y con un estilo más temprano ha sido ahora identificado como el retrato de Manuel Godoy, que llegó a ser el secretario de estado en 1793, con Carlos IV de España, y atribuido a un artista relativamente desconocido, Jose Caetano de Pinho. Parece probable que la reutilización de la lona posiblemente date de 1798-1801, cuando Godoy se encontraba fuera de favor. Aunque por qué Goya escogió uno de los retratos de Pinho para pintar sobre restos, es un misterio.

También encontramos varios usos de la radiografía para solucionar problemas de autenticidad. Éstos incluyen un trabajo “San Antonio Eremita” en la State Gallery (Stuttgart), atribuido a Bernhard Strigel (1460-1528), pero actualmente datado 250 años después de la muerte de este maestro, pues bajo la superficie se percibía un trabajo que data de 1713. Igualmente asertiva era una radiografía de un presunto Picasso, el “Bebedor de Absenta” pintado a la manera de su “período azul”. Una pintura subyacente abstracta indicaba que era una imposibilidad histórica.

El detalle de la radiografía de la Virgen con el Niño de Campin en la National Gallery de Londres, ilustra un recurso suplementario disponible con esta técnica. La parte derecha del montante del panel es una sección de reemplazo, de madera de calidad inferior, ya acribillada por agujeros de gusano. Una imprimación de su superficie antes de la inclusión provocó que muchos de estos agujeros de gusano se llenaran de blanco de plomo que ahora observamos con claridad bajo rayos X.



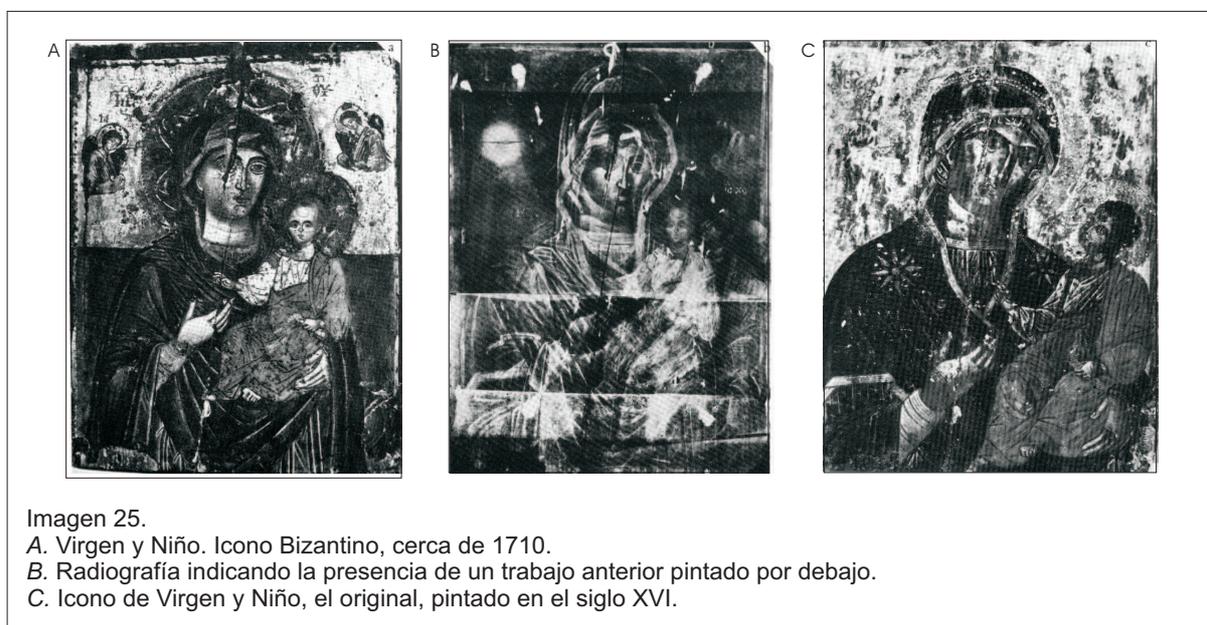
Imagen 24.  
Detalle de rayos X de “Virgen con Niño”. Atribuida a Robert Campin (activo en 1406-1444. El panel añadido se puede distinguir por su mayor opacidad y por los agujeros de los xilófagos llenos de blanco de plomo.)  
*National Gallery, Londres.*

Los iconos han sufrido excepcionalmente los pesados tratamientos de retoque o

refresco, no siempre con tentativas al fraude. La siguiente imagen ilustra una representación gravemente dañada de la “Virgen con el Niño”, que estilísticamente data de 1710. Pero las grietas en la capa superior superficial revelan una pintura subyacente con una forma absolutamente diferente y la radiografía lo confirma.

Se han desarrollado métodos para poder separar las capas sucesivas de pintura, gracias a los cuáles, el trabajo en un principio viable, junto con el original del siglo XVI, han podido ser conservados.

Esto en ningún caso, es un ejemplo aislado. Hay incluso ejemplos de repintes completos, separados por intervalos de varios siglos.



Con las técnicas radiográficas es a menudo posible detectar detalles de los movimientos del cepillo o incluso huellas en muchas pinturas, como es el caso de la “Virgen de las rocas” en la National Gallery, atribuida parcialmente a Leonardo da Vinci. Un estudio de este tipo fue el que contribuyó a la caída de Otto Wacker. Sus versiones falsificadas de pinturas de Van Gogh (1853-1890) carecieron de las coherentes pinceladas que caracterizan siempre las pinturas falsas de las originales.

Una radiografía puede además revelar un modelo de craqueladura en la capa de preparación que no queda acorde en la superficie visible de la pintura, indicando que ha sido reutilizado un lienzo viejo para su ejecución. Incluso los estratos pictóricos intermedios pueden verse con un criterio selectivo utilizando un sistema de estereoradiografía.

En algunos casos hay ventajas que se ganarán con el uso de neutrones como medio de estudiar la estructura de una pintura en profundidad.

La absorción de la radiografía varía constantemente con el número atómico de un material a diferencia de los neutrones que interactúan con la estructura de los núcleos atómicos en su trayectoria, significando que penetran en elementos pesados. Esta diferencia es particularmente importante para lienzos con imprimación de blanco de plomo. Una radiografía encuentra entonces un fondo pesado sobre el área completa del trabajo<sup>[12]</sup>, pero los neutrones más penetrantes no hacen caso de este substrato.

Hay una variedad de interacciones posibles entre un neutrón y un núcleo. Ya hemos hablado del proceso de absorción de las capturas radioactivas, así como de las bases del análisis por activación del neutrón. Además de estas radiaciones ( $n,\gamma$ ) hay también las llamadas ( $n,n$ ) reacciones de dispersión las cuales podemos imaginar como un símil a las colisiones de las bolas de billar.

Un detector de neutrones colocado en el lado opuesto a la pintura bajo estudio registra la suma de estos efectos durante la radiación. El proceso de dispersión es particularmente fuerte para el hidrógeno, por ello, la radiografía de paneles de madera de esta forma es prácticamente imposible. Encontramos también la *autoradiografía neutrónica*.

Una vez que es retirada la fuente neutrónica, las reacciones de tipo dispersión cesan, pero, en virtud de los procesos de absorción, la pintura es ahora ligeramente radioactiva. Cada elemento radioactivo se caracteriza no sólo por la energía y la intensidad del rayo X que resulta de la reacción ( $n,\gamma$ ), sino también por las mismas características de la radiación- $\beta$  asociada.

La reacción que convierte el  $^{27}\text{Al}$  en  $^{28}\text{Al}$  es de interés particular ya que el hidróxido de aluminio es la base de muchas lacas orgánicas, como la laca granza que es prácticamente imperceptible por los rayos X; otros que implican el hierro, son importantes en el descubrimiento de los ocre naturales, que son casi transparentes a la radiación X.

Otras reacciones de cobre y manganeso, ilustran una virtud adicional de este método. Si la exposición de la película para detectar la radiación emitida cubre un período de cuatro a diez horas posteriores a la irradiación del neutrón, tanto las actividades del manganeso como las del cobre en la pintura pueden ser bastante intensas. Pero, si un filtro de plomo de cerca de 0'5mm de espesor se pone entre la superficie de la pintura y la película fotográfica se corta toda la radiación del cobre. La pintura observada estará entonces prevista sólo al manganeso.

Esto es útil en particular para el estudio de las tierras de pinturas del siglo XIX

---

[12]. Será por lo tanto opaco.

cuando pigmentos que llevan manganeso se utilizaban como colorante mezclándolos con el blanco de plomo.

La triste historia del artista americano, Ralph Blakelock, sirve como ejemplo del empleo de la radiografía con fuente neutrónica en el campo del análisis de autenticidad. Blakelock, a una edad temprana, realizó muchos viajes y había guardado registros de todos ellos en numerosos dibujos a lápiz y a tinta.

En 1872 se instaló en Nueva York y comenzó a transcribir sus memorias en óleos, aunque se permitió la apreciable licencia artística y pronto permitió a su estilo romántico abrumar la verdadera exactitud pictórica. Su trabajo “paisaje”, ilustrado en la siguiente imagen tipifica su estilo en aquel tiempo.



Imagen 26.  
Paisaje. Atribuido a Ralph A  
Blackelolock (1847-1919)  
*Metropolitan Museum of Art, New  
York.*

Lamentablemente el acercamiento sumamente personal de Blakelock al arte escénico falló en atraer a compradores durante su vida. Parece que encontró esta carencia demasiado grande de sobrellevar y, en 1899, a la edad de 52 años, sufrió un colapso mental. Desde entonces, hasta su muerte en 1919, Blakelock fue confinado en instituciones mentales.

Irónicamente, durante aquellos veinte años el mundo del arte había valorado de nuevo a este artista y los precios de sus trabajos se elevaron. Las pinturas de la hija de Blakelock, Marian, compartieron un poco de este éxito, pero ella también sufrió un transtorno mental solo unos años más tarde. Para entonces los falsificadores habían estado ocupados en centenares de pinturas nuevas de “Blakelock” que se habían hecho sitio en el mercado.

Aunque en los años de intervalo entre 1920 a hoy, haya habido poco interés en el trabajo de este artista, todavía parece sostener el honor cuestionable de ser “el artista americano más falsificado”.

La ejecución de la superficie de la pintura de los Blakelock tenía afortunadamente algunas características absolutamente distintivas, dos de las cuales se evidencian claramente en la autorradiografía del “Paisaje”. Primero, un pigmento rico en arsénico parece haber sido trabajado mucho en la pintura (posiblemente utilizando el final de madera del mismo cepillo) en las regiones de toques de luz, entre árboles, para dar la sensación de luz que se abre camino a través del follaje. Segundo, un pigmento rico en mercurio, en forma de capas toscas, fue aplicado muy en cortes finos con amplios toques del pincel a lo largo de toda la pintura.

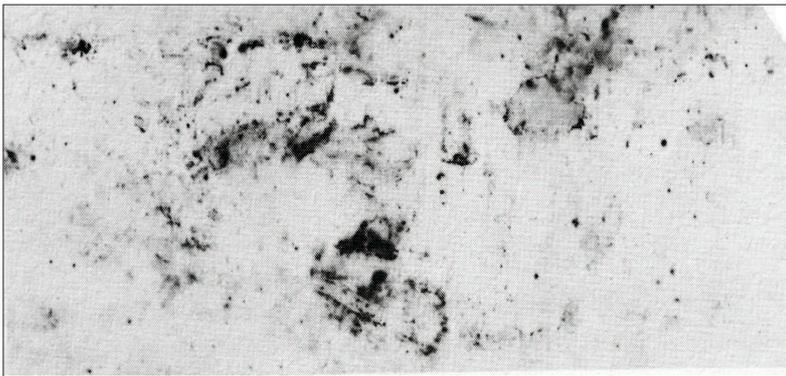


Imagen 27.  
Autorradiografía (detalle) de “Paisaje” que muestra la aplicación de un grueso pigmento de mercurio en un medio fino.  
*Metropolitan Museum of Art, New York.*

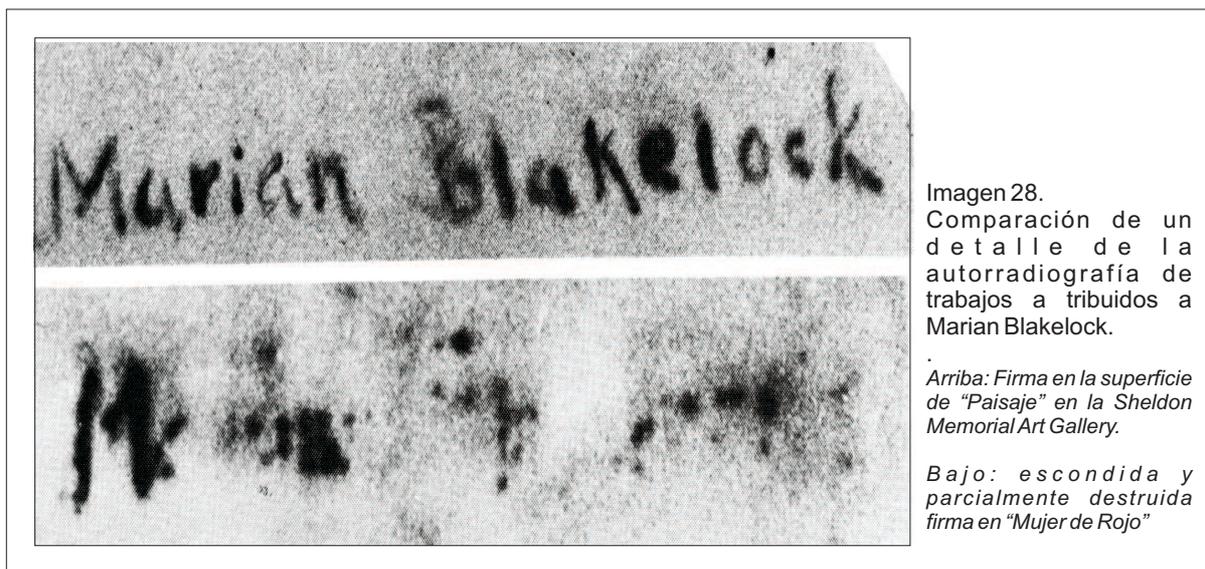
La distribución del pigmento en los substratos mantiene apenas cualquier semejanza con el formato final de la pintura, posiblemente porque Blakelock volvió a trabajar la pintura extensivamente mientras que seguía estando húmeda.

Quizá la falsificación más ingeniosa de un Blakelock fue la “Mujer de Rojo”<sup>[13]</sup>. Hay semejanzas en la técnica de aplicación de la pintura, entre este trabajo y el “Paisaje” ya mencionado. Con todo el estudio científico no fue revelada ninguna colada rica en mercurio reveladora de Ralph Blackelock o algún garabato rico en arsénico. El arsénico que fue descubierto en la “Mujer de rojo” se encontraba en regiones superficiales que correspondían a rasgos específicos de la pintura final.

Ahora, la pintura ya no es un misterio. Las autorradiografías muy retardadas descubrieron el mercurio (media de vida de 46’5 días) en un sitio insólito, bajo, en la esquina inferior de la mano izquierda, en restos de una firma parcialmente borrada.

---

[13]. Imagen 9 del anexo fotográfico.



Esta firma tiene una fuerte semejanza a la de Marian Blakelock, como la encontrada sobre otro trabajo de paisaje, ahora en la Galería Conmemorativa de Arte Sheldon.

En muchos casos la misma técnica de rayos X que revela una pintura anterior bajo la superficie de una más reciente, puede ser utilizada para examinar el detalle del esbozo.

El dibujo preparatorio de una pintura, a menudo revela mucho más sobre los procesos que condujeron a su creación, que la evidencia en el aspecto superficial ya finalizado. Puede llevar varios rasgos bastante personales del estilo de un artista tan característicos como el manejo del pincel y la tonalidad en los distintos estratos de la pintura.

En una técnica de perfilar la composición, común en pinturas religiosas italianas tempranas, se utilizó una aguja para retomar las líneas del dibujo original, el detalle arquitectónico en particular y los pliegues en los drapeados, sobre la superficie imprimada.

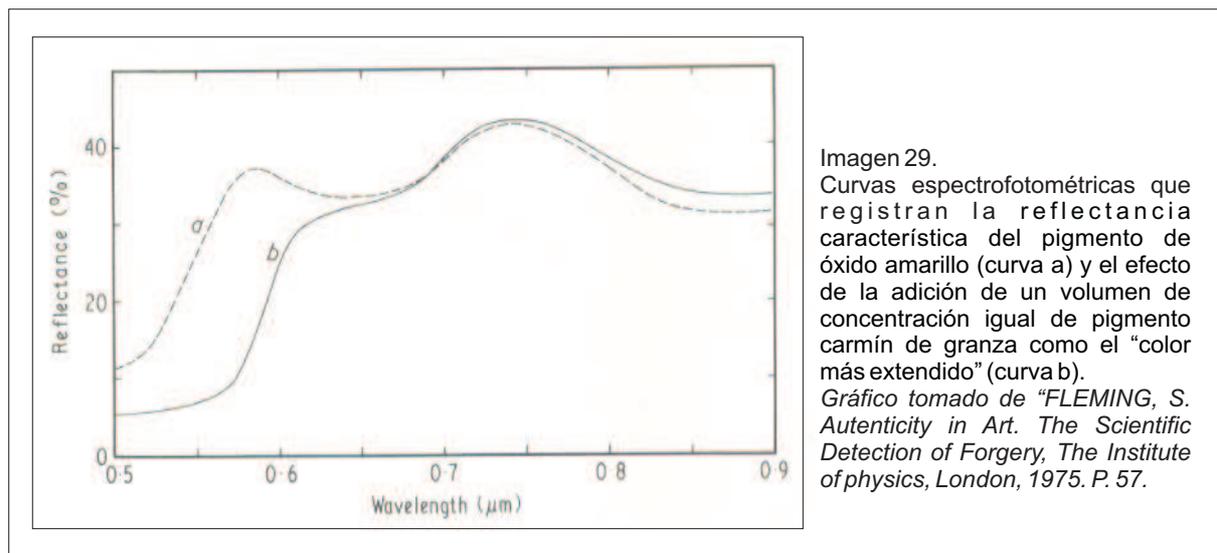
Cuando es aplicada la primera capa de blanco de plomo estos surcos se rellenan y levantan la pintura de modo que ésta sea más opaca a los rayos X a lo largo de estas líneas y el dibujo de la aguja original queda revelado.

Muchos dibujos preparatorios están realizados utilizando carboncillo o hueso negro, a veces tiza blanca, todos medios no apreciables en la absorción de los rayos X. Para estos materiales tenemos que cambiar a una técnica científica diferente bastante conocida; la **reflectografía infrarroja**, con la cual a menudo se pueden observar las

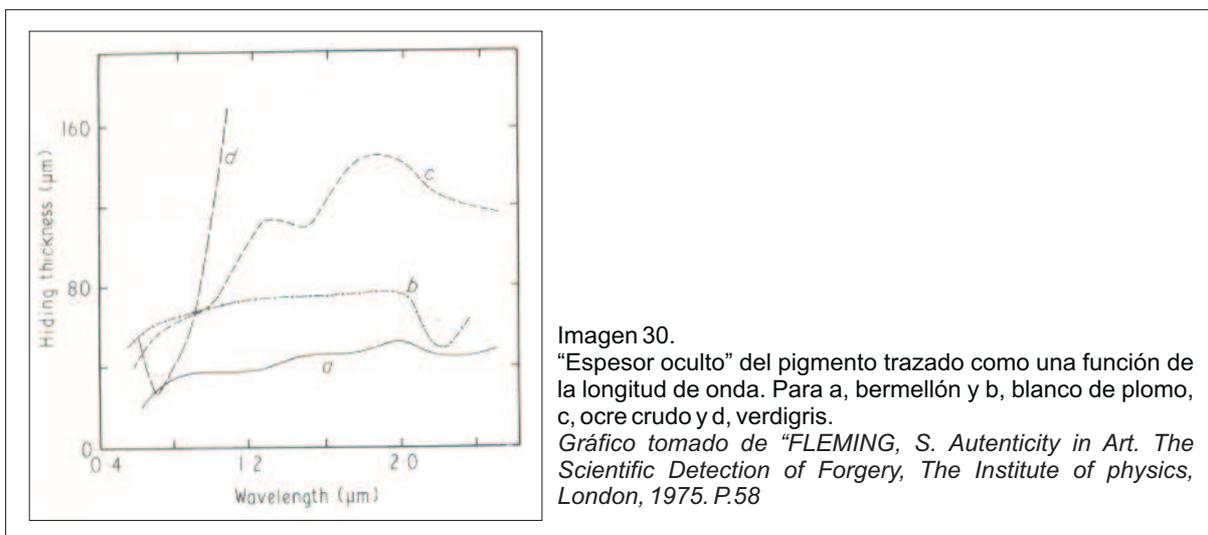
líneas dibujadas con notable claridad.

El ojo humano ve poco más que los colores superficiales de una pintura a partir de la luz en la parte visible del espectro, como es reflejada detrás de los estratos subyacentes, intensamente dispersado y atenuado en cuanto a la densidad en la capa superior de pigmento.

Hay excepciones importantes a esto en el papel de las capas de esmalte superpuestas, que pueden alterar radicalmente la tonalidad de un color del pigmento, como en el caso de la laca de granza superpuesta sobre una capa de óxido amarillo. Este efecto se acentúa a menudo por el hecho de que el ojo es más sensible a algunos colores que a otros.

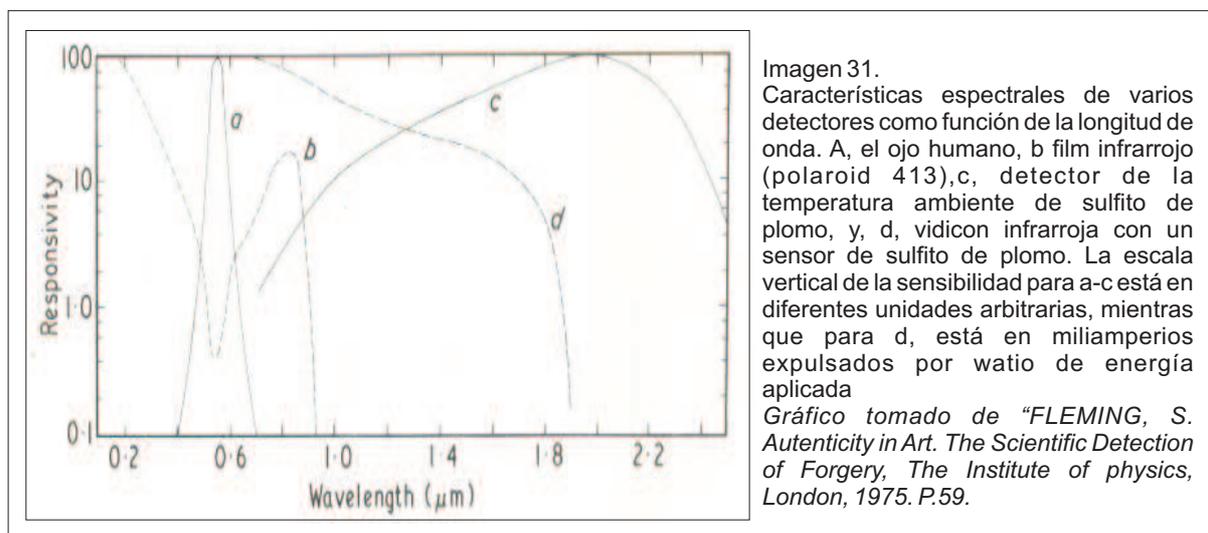


En contraste, la radiación infrarroja es mucho más penetrante, hasta el punto de que pueda revelar las características subyacentes de una pintura, en una profundidad a menudo cuatro veces mayor que la perceptible visualmente. Para los fines de esta medida, este poder de penetración se piensa en términos de cuánto pigmento es necesario para oscurecer un diseño subyacente de un cierto contraste con la imprimación, y expresado como un "espesor oculto". Algunos ejemplos de la variación de este espesor oculto con la longitud de onda se muestran en el siguiente diagrama.



El blanco de plomo y el bermellón muestran solamente un aumento moderado del "espesor oculto" conforme nosotros nos movemos hacia el infrarrojo más profundo, pero el cardenillo (verdigris) pierde visualmente todo su poder de ocultación. La curva del ocre crudo tipifica el comportamiento de varios pigmentos tales como la malaquita, la azurita, el óxido de hierro y el siena crudo.

Por supuesto el ojo humano no verá ninguna imagen infrarroja del boceto subyacente, ya que no tiene ninguna respuesta a la reflexión principal en la fotografía infrarroja con desarrollo especializado y métodos de impresión de eliminación del fondo de las reflexiones cercanas a la superficie. Cada una de estas técnicas tiene su aplicación a las regiones particulares del espectro infrarrojo.



Anteriormente se ha hecho una breve referencia para contrastar en el dibujo subyacente.

En ausencia de cualquier contraste, el reflectograma producirá una imagen en blanco. Esto no es ningún problema para los trabajos antiguos, como aquellos de los primitivos flamencos y de las escuelas florentinas y sienesas en Italia durante los últimos años del siglo XV en los cuales se utilizaban tierras más ligeras.

Los primitivos eran partidarios de un blanco consistente en tiza mezclada con cola animal y realizaban sus bocetos con un pincel, utilizando negro hueso en pintura al agua. Los italianos eran partidarios de una base de yeso y en sus tratamientos mucho más superficiales del dibujo subyacente preferían el carbón vegetal como pigmento negro.

Sin embargo, en los siglos XVI y XVII se tendía hacia tierras oscuras, muy notablemente en las pinturas sobre lienzo al estilo Veneciano. Esta ejecución rápida permitía zonas sombreadas, mientras que una película fina de la pintura producía tonos medios y una carga pesada definía los tonos completos. El encaje con tiza blanca está documentado en la literatura contemporánea, pero es difícil de remontarnos a evidencias de este hecho. Nada de esto es perceptible con luz visible, pues la tiza y el aceite utilizados para pintar, tienen índices refractivos muy similares y no parece poder conseguirse nada utilizando la reflectografía infrarroja. Por consiguiente son los trabajos más antiguos de los primitivos flamencos los que dominan la literatura sobre el uso de la reflectografía infrarroja. Pero seguramente, algunos resultados de estos estudios son bastante asombrosos en cuanto a que ellos ofrecen una nueva idea sobre los métodos de los artistas de aquel período. Por ejemplo, ahora sabemos que allí había talleres en los Países Bajos que se especializaron en el copiado de trabajos famosos. Los rasgos principales fueron registrados sobre una hoja de patrón cubierta por pinchazos de aguja. Entonces, el patrón fue transferido a un nuevo soporte espolvoreando sobre las perforaciones de la aguja con polvo de carbón. Ahora sabemos que el "Retrato de Philip le Bon" de Roger van der Weyden (1400-1464), por sus seis copias existentes se produjo de esta forma, aunque el original se ha perdido.

Es también posible reconocer, con alguna certeza, el estilo individual de bosquejar de varios de los bien conocidos artistas primitivos. Petrus Christus acentuó sombras y pliegues en estos dibujos preparatorios con una red de líneas de sombreado; él utilizó contornos más finos lineales con prácticamente ningún sombreado; Thierry Bouts utilizó líneas de sombreado paralelas anchas y gruesas para reforzar los pliegues extremadamente dibujados.



Imagen 32.  
Detalle de una Fotografía infrarroja de "La justicia de Othon". Atribuido a Th Bouts (1415-1475). Ampliación de x0.5. *Institut Royal du Patrimoine Artistique, Brussels. La pintura está en el Royal Museum of Fine Arts, Brussels.*

Los estudios infrarrojos como éstos, han sido de gran ayuda en la compilación de los catálogos de las pinturas primitivas genuinas, ya que los artistas de este período raras veces firmaban su trabajo. El Bosco es un artista que sufrió de manera considerable durante la mitad del siglo XVII la imitación de sus trabajos, en particular, de manos de los talleres españoles. Aún así, sus bocetos son distintos en su trama espaciosa, en negrilla.

Con la reflexión infrarroja se hace posible el estudiar los dibujos subyacentes.

Los dos materiales terrosos principales utilizados como preparación en la antigüedad eran la tiza y el yeso. La tiza se utilizaba en el norte de Europa desde la época medieval en adelante, mezclada con una cola animal para cubrir las tablas o en un medio de aceite-resina para la preparación de los lienzos<sup>[14]</sup>. Las escuelas italiana y española prefirieron el gesso (una mezcla de yeso y cola) con este propósito. Desafortunadamente hay pocos datos científicos disponibles del gesso que puedan ser fechados con precisión. Sin embargo, en la búsqueda de una fecha para las preparaciones de tiza podemos comenzar siguiendo la trayectoria llevada a cabo por análisis del blanco de plomo, ya que este pigmento extendido fue utilizado como aditivo con la intención de dar a la superficie un aspecto más denso, más blanco.

La tiza tiene una historia de cambio por sí misma. Hasta 1850 se explotaban solamente fuentes naturales (notablemente aquellas en Rouen, Troyes, Orleans y a lo largo del Marne); se introdujo entonces una forma artificial en Inglaterra como un precipitado de carbonato cálcico. Para el artista esta innovación dio lugar a una tierra más blanca y homogénea. Pero para el punto de vista científico, este cambio era más radical.

La tiza natural se saca del lodo marítimo de manera que se obtiene a partir de los restos de fósiles de algas unicelulares, mientras que la tiza precipitada no se obtiene a partir de un fósil. Aunque la diferenciación adecuada entre las dos formas de tiza francamente se obtiene a partir de la utilización de un microscopio de alta resolución.

Ya que la capa de preparación es un auténtico cultivo para los microorganismos, el microscopio electrónico de barrido, nos puede servir de gran ayuda para detectar su presencia.

Cuanto más fuertes crecen estos hongos más deshidratadas van quedando poco a poco las fibras del lienzo, causando eventualmente escamas en la pintura. La presencia de microorganismos en regiones dañadas de una pintura podría tomarse como muestra de su antigüedad aunque no está todavía claro si un falsificador podría simular este fenómeno por la aceleración de la actividad bacteriana en una atmósfera húmeda.

Nuestro estudio de la anatomía de una pintura, ahora nos trae al esqueleto de su construcción, del lienzo o del panel de madera. Hay comentarios frecuentes en la literatura que sugieren que el patrón para tejer la tela del lienzo y los métodos utilizados en la carpintería de los bastidores tienen una historia todos en sí mismos. Lamentablemente los datos detallados que podrían haberse recopilado para el trabajo de autenticidad no parecen haber sido recogidos y sólo la introducción del lienzo “pre-imprimado” (medida e imprimada antes de su colocación sobre su bastidor), tienen una obvia implicación cronológica.

Además, hay importantes razones para ser precavido. Después del siglo XVIII ha sido posible transferir una pintura de su panel original a un nuevo soporte, esta vez un lienzo.

Muchos parisinos, como Riario, Picault y la familia Hacquin, se especializaron en esta técnica de conservación y son varios los ejemplos del siglo XIX de tales actividades en las colecciones polacas. El trabajo de Joos van Cleeve “retrato de Francisco I” (en el museo nacional de Varsovia), es característico. El lienzo actual lleva una fecha de 1877, la cual marca el período del tratamiento en el Hermitage (Leningrado). Así, en este caso hay razones “bastante inocentes” en el hecho de por qué un monarca del siglo XVI aparece en un soporte que debería ser 300 años más joven.

Para el análisis técnico de los paneles, particularmente hechos de roble, el principio científico aplicado es el de la **datación por los anillos del árbol** o **dendrocronología**.

La edad de un árbol es calculable a través del número de anillos de crecimiento. La dendrocronología es el estudio de estos anillos de crecimiento de un árbol. El espesor del anillo está ligado a las variaciones estacionales que forman un “sistema” característico; puede ser reconocido sobre todos los árboles de la misma especie que viven en la misma región. Un anillo está compuesto por dos espesores:

- Uno de madera clara; de células grandes y paredes finas;
- Otro de madera oscura, de células pequeñas y paredes gruesas.

En las pinturas sobre tabla se data la madera, no el año de la pintura. Siempre se obtiene cualquier indicación útil (como en el caso de las falsificaciones).

En la siguiente imagen, se muestra un primer plano del borde de un panel Tudor.

Comprende una secuencia de bandas situadas juntas, casi paralelas, que representan, en la sección radial los anillos de crecimiento anuales del roble utilizado.

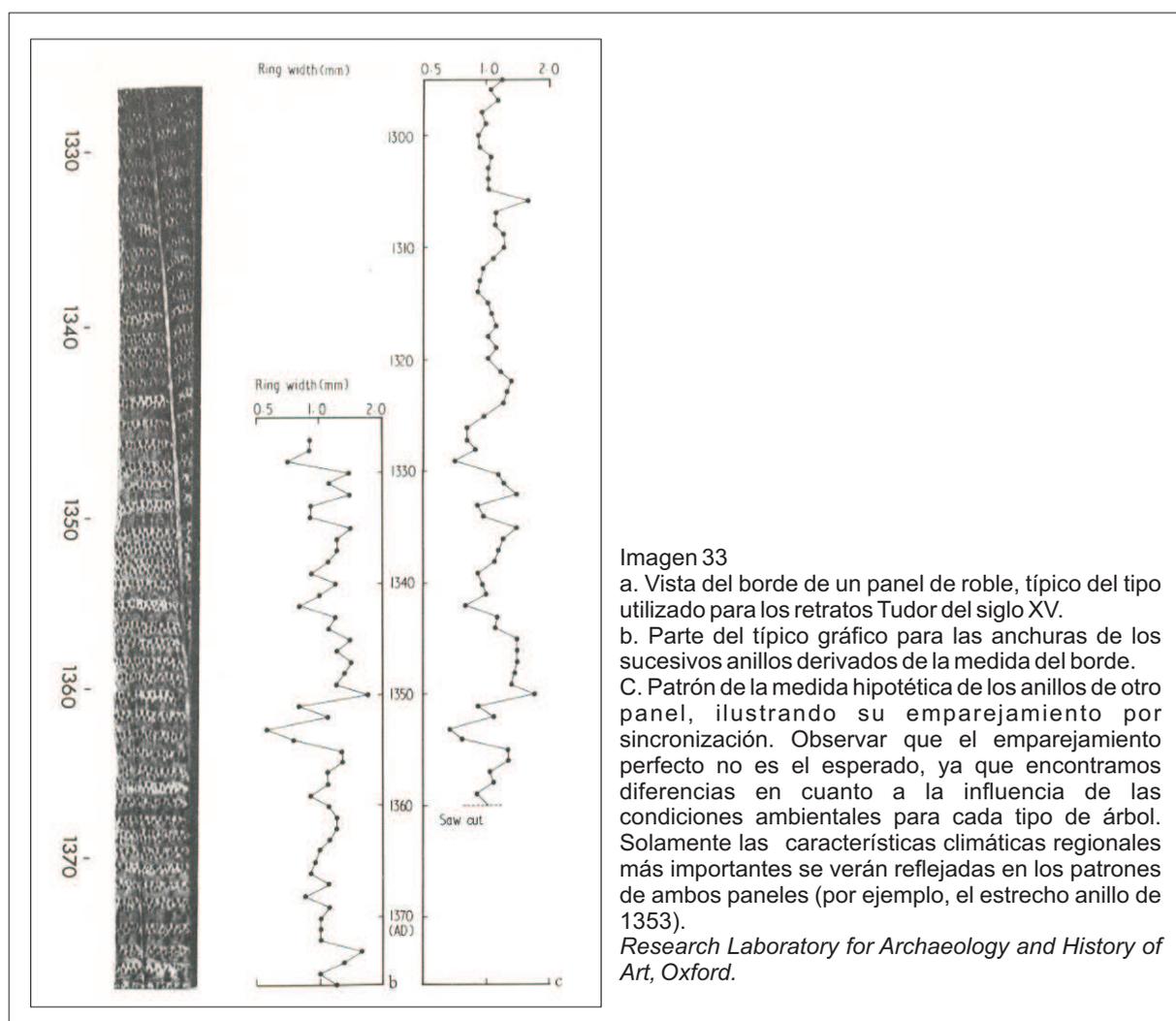


Imagen 33

a. Vista del borde de un panel de roble, típico del tipo utilizado para los retratos Tudor del siglo XV.

b. Parte del típico gráfico para las anchuras de los sucesivos anillos derivados de la medida del borde.

c. Patrón de la medida hipotética de los anillos de otro panel, ilustrando su emparejamiento por sincronización. Observar que el emparejamiento perfecto no es el esperado, ya que encontramos diferencias en cuanto a la influencia de las condiciones ambientales para cada tipo de árbol. Solamente las características climáticas regionales más importantes se verán reflejadas en los patrones de ambos paneles (por ejemplo, el estrecho anillo de 1353).

*Research Laboratory for Archaeology and History of Art, Oxford.*

Paneles del mismo período presentarán un patrón similar de los anillos, ya que la madera utilizada para ellos bien puede haber crecido toda en el mismo bosque.

Podemos comparar el patrón de los anillos de un par de paneles, aunque el patrón de los anillos raras veces coincidirá perfectamente, porque el crecimiento de cada árbol se habrá visto afectado en cierta medida por circunstancias ambientales localizadas, así como por la principal tendencia climática regional. Sin embargo, se puede observar su grado de sincronización estadísticamente y una posición aproximada de equivalencia superponiéndose las secuencias de uno en relación con el otro, anillo por anillo.

A pesar de las incertidumbres que puede suscitar esta técnica analítica, se han realizado estudios muy acertados en orden a la producción de varios artistas, incluyendo Philips Wouwerman (1619-1688), Rembrandt (1606-1669), Rubens (1577-1640) y varios pintores de corte de la monarquía Tudor. Pero es una reciente aplicación la que ha captado la atención de los historiadores; la de la detección de copias de retratos originales mucho anteriores.

Hay un gran número de ejemplos de esta actividad. Como el que se explica a continuación.

El “Ana de Cleves” ilustrado en la siguiente imagen, sirve como buen ejemplo de la confusión que tal copia puede causar.



Imagen 34.  
Ana de Cleves. Antes atribuido a Bartholomew de Bruyn (1493-1555) pero ahora reconocido como copia de mediados del siglo XVII.  
*St John's College, Oxford.*

Adquirida en 1734 por el entonces presidente del colegio de St John (Oxford), Dr Colmes, apareció en diferentes inventarios posteriores como retrato no identificado. Después de erróneas atribuciones, como la de Bartholomew de Bruyn (1493-1555), artista en activo en el área de Cleves cuando el Duque John (padre de Ana) como se piensa, solicitó un retrato local en respuesta a las primeras insinuaciones de Thomas Cromwell de parte de Enrique VIII, el análisis de los anillos del árbol produjo un resultado bastante inesperado. Ya que la tabla del retrato llevaba un anillo “final” que correspondía al año 1622, y por lo tanto, cualquier fecha que no fuese a partir de mediados del siglo XVII quedaría desechada. Pero, si Bruyn no pintó este trabajo ¿quien lo hizo?, y quizás, lo que es más importante, ¿por qué? Ana de Cleves estuvo en el foco de la política internacional solamente un par de años y durante mucho tiempo habría sido olvidada solamente un siglo después de su breve matrimonio con Enrique VIII en 1540.

Una posibilidad es que aquel original de de Bruyn fue una víctima de la guerra de los treinta años que devastó aquellas zonas de Alemania adyacentes al Rin Inferior y que los descendientes del Duque buscaron un reemplazo sugiriendo a su artista que reprodujera un retrato al estilo de de Bruyn, utilizando la versión de Holbein ahora en el Louvre, como su prototipo

Desde luego, este retrato no es ninguna falsificación, aunque claramente el mismo principio de datación utilizado en este ejemplo, es decir, la identificación de un panel que es posterior al período de la pintura en superficie, se extienda también al análisis de la autenticidad.

Siempre dentro del tema de la detección científica de falsificaciones, además de las técnicas analíticas que hemos introducido en este capítulo como fundamentales, encontramos otras, como la Fluorescencia de rayos X, empleada para analizar los compuestos inorgánicos de algunos pigmentos o la Petrografía microscópica, que también se utiliza para la identificación de determinados pigmentos. Estas dos técnicas encontrarán una aplicación mayor en el estudio de otros materiales, como veremos en capítulos posteriores.

## Cerámicas

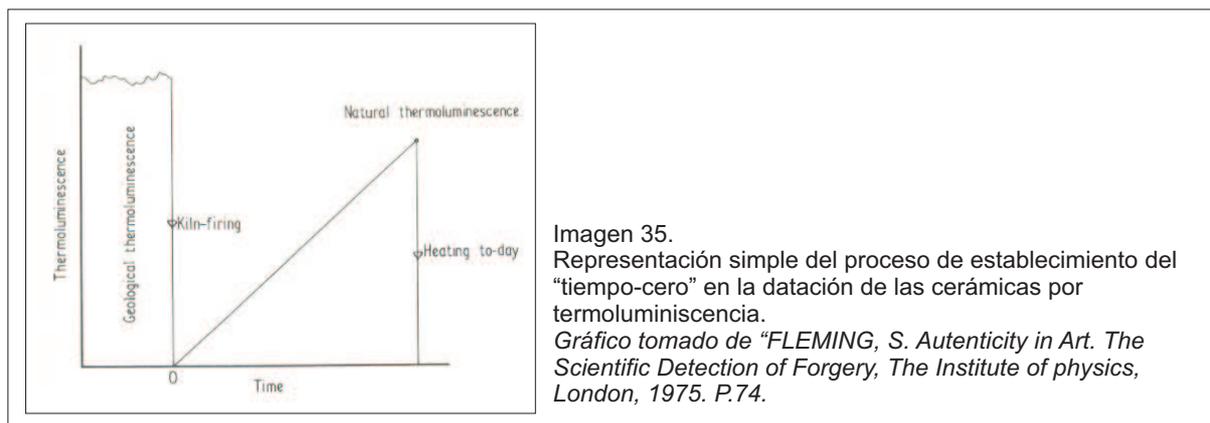
El análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre una técnica científica, la **termoluminiscencia**. Ciertamente, hay casos aislados donde se han utilizado otros métodos, como en el caso de “los guerreros etruscos” del Metropolitan Museum of Art (New York); el análisis científico mostró que los falsificadores habían entendido mal la tecnología del horno de los antiguos. Hasta 1943 se pensaba que los vidriados negros sobre la cerámica debían su coloración a un aditivo de manganeso, pero Theodor Shumann entonces demostró que la interrupción del proceso de quemado por un breve período de reducción (privación de oxígeno), quizá por la adición repentina de madera verde al fuego, producía el efecto deseado por la producción de óxido ferroso.

El valor del método de datación por termoluminiscencia está en gran parte en su naturaleza absoluta; no requiere “normas” en el escrutinio a partir de cada período de arte. Simplemente con una pequeña extracción de aproximadamente 30 miligramos de polvo de cerámica (es conveniente tomarla de una región que no esté a la vista) es factible una exactitud de datación del  $\pm 15\%$  para muchos objetos importantes. Cuando la opción está entre una antigüedad de, digamos, 2500 años para un vaso genuino etrusco o griego, y solamente de 120 años o menos en el caso de una falsificación moderna, tal precisión, no permite ninguna ambigüedad.

Sin embargo, el tema se hace algo más complicado por el hecho de que hay dos métodos de datación de la cerámica por termoluminiscencia basados cada uno sobre un principio físico diferente. El más conocido método de *alta-temperatura* se utiliza para la datación arqueológica sobre un rango de tiempo de 500 a 30000 años mientras que el método más recientemente desarrollado de *pre-dosis* ha sido el más eficaz para cubrir el período que va desde 500 años hasta el día presente, con una ventaja aquí para datar con exactitud falsificaciones así como objetos auténticos.

El método de termoluminiscencia **de alta-temperatura**, depende del hecho de que todos los materiales contienen por lo menos trazas de radioactividad natural (por ejemplo uranio, torio y potasio-40) que liberan energía nuclear en su desintegración. Las materias primas destinadas al empleo en la fabricación de cerámica habrán almacenado enormes cantidades de energía durante su larga historia geológica de exposición a la radiación. Pero la acción de quemado en el horno, por lo general, en temperaturas a partir de 600°C, es más que suficiente para borrar toda esta termoluminiscencia geológicamente acumulada y poner debidamente a cero el poder

de almacenaje de energía de la cerámica. Así, la señal que medimos en el laboratorio presenta ahora solo la nueva acumulación arqueológica de tal energía y así actúa como una medida de la antigüedad de la cerámica.



Varios minerales cristalinos incluidos en la fabricación de la arcilla (notablemente el cuarzo y los feldespatos) pueden absorber esta energía nuclear y almacenar parte de ésta por la captación de electrones en átomos de impurezas y otros defectos del entramado cristalino. Un subsecuente calentamiento a 500°C causa la liberación de esta energía almacenada en forma de luz, llamada termoluminiscencia. Con ella, es posible determinar la época de cocción midiendo la termoluminiscencia acumulada según la relación:

Edad (en años) = termoluminiscencia acumulada / rad annui x termoluminiscencia por rad.

Donde se tiene:

- Termoluminiscencia acumulada= cantidad de luz emitida por la muestra, debida a la dosis natural almacenada en el momento de la cocción;
- Rad annui= dosis natural del lugar en el cual estaba sepultada;
- Termoluminiscencia por rad= cantidad de luz emitida por un rad de dosis (rad: cuando una radiación ha perdido 100erg por gramo de material atravesado, este último ha recibido un rad)

La temperatura a la cual el electrón atrapado rompe con la celda de su imperfección, depende de la naturaleza de su imperfección. Para una estructura de cristal compleja el diagrama del laboratorio de la salida de la luz ante el aumento de la temperatura (denominada "curva de brillo"), abarcará varios picos traslapados, cada

uno debido a una diversa imperfección. Para muchos de los picos de temperaturas inferiores, las temperaturas ambientales de la tierra son suficientes para interrumpir este vínculo. Por ejemplo, los picos de 110°C comunes atribuidos a la presencia del cuarzo tienen una media de vida de sólo 145 minutos a 20°C, entonces, es apenas imperceptible en una muestra irradiada que se almacenó dos días antes del análisis. La resistencia al “escape” de electrones se eleva bruscamente, aproximadamente según un orden de magnitud de 35°C de subida de la temperatura acorde con la cinética normal de la termoluminiscencia, de modo que la media de vida de la desintegración alcance una magnitud arqueológica de alrededor de diez mil años en 300° y por encima. La curva de brillo “natural” refleja cualquier pérdida de electrones a largo plazo por ausencia de cualquier señal significativa por debajo de 200°C y una configuración total que coincide con la termoluminiscencia producida por la irradiación del laboratorio a 350°C y por encima de éstos.

La estabilidad del almacenaje de electrones puede ser estudiada por una técnica de diagramas de proporción. La proporción de termoluminiscencia natural con respecto a la termoluminiscencia de laboratorio se traza, aumentando gradualmente la temperatura hasta que se alcanza una región cumbre (donde las formas de las curvas coinciden). Es importante realizar este diagrama de proporción porque la curva de brillo natural bien puede contener un componente “falso” que no tiene nada que ver con la historia de la radiación del fragmento, pero proviene del almacenaje de electrones activados mecánicamente por el taladro que lleva a cabo la perforación. Esta señal falsa se da con frecuencia cuando el calentamiento se realiza en el aire, entonces el análisis rutinario debe hacerse utilizando un atmósfera de nitrógeno de alta pureza o un gas inerte similar (el oxígeno combinado y el contenido en vapor de agua debe ser menos de cinco partes por millón).

Puede haber variaciones apreciables de pieza a pieza, en la sensibilidad de radiación de los minerales de la cerámica ya que este parámetro depende del tipo de mineral, de la concentración de impurezas y de las condiciones de cocción y de fabricación.

Sin embargo, la irradiación de laboratorio sirve para calibrar esta sensibilidad y suministrar una estimación cuantitativa de la radiación total que la cerámica ha experimentado arqueológicamente.

Esto se ilustra aquí en el ánfora “Affecter” donde una dosis adicional de laboratorio de 2250 rads aumenta la termoluminiscencia a 375°C por 29.8 unidades ligeras de luz.



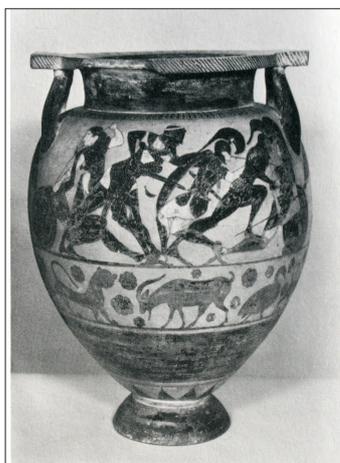
Imagen 36.  
Ánfora. Atribuida al "pintor más influyente", aproximadamente del 540 AC.  
*Ashmolean Museum, Oxford.*

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica, 1280 rad  
 $R_n$ , 0'37 rad/año  
 $R_m$ , 0'15 rad/año  
Edad 2460 años

La producción natural es esta región de 17'0 unidades, así, la dosis arqueológica estimada es de 1280 rads, en una base proporcional.

El análisis de la curva de brillo implica otro rasgo del cual debemos hablar. Cualquier material, antiguo o moderno, brillará al rojo vivo cuando sea calentado por encima de los 500°C. Esta incandescencia actúa como una señal de fondo que, aún después de la fuerte tendencia en el sistema de detección hacia el final azul del espectro, a menudo domina la lectura de la termoluminiscencia en temperaturas más altas. Como la señal verdadera puede ser solamente determinada después de que su contribución haya sido eliminada, los niveles muy pequeños presentarán una pobre exactitud.

Tales niveles mínimos son comunes entre las imitaciones cerámicas, de manera que sólo se puede estimar para ellas un límite superior a su posible período de fabricación. Esto se muestra para la pieza de la siguiente imagen, en los datos de la curva de brillo que aparece a continuación.



A

B

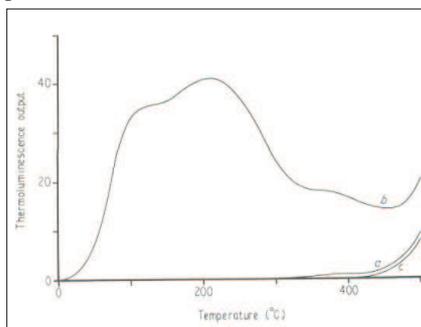


Imagen 37.

A. Ánfora con figuras negras de origen reciente.

B. Curvas de brillo de la termoluminiscencia de la pieza ilustrado en la Imagen. A, termoluminiscencia natural, B termoluminiscencia natural más la termoluminiscencia inducida por 2250 rads de radiación- $\beta$  de laboratorio, y c, incandescencia de fondo.

*Metropolitan Museum of Art, New York.*

Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery, The Institute of physics, London, 1975. P.78.*

Un nivel natural de 0'6 unidades ligeras de luz en 375°C es reducido por una señal inducida por laboratorio de 35'2 unidades ligeras de luz para una dosis de 2250 rads, una vez más. Se predice una dosis arqueológica de no más de 39 rads. A 450°C la incandescencia ya está en una igualdad con la señal natural y a través de la región de alta temperatura sería injustificable demandar que el último tiene cualquier estructura de la curva de brillo. Los tests de esta curva serían poco viables y el rechazo de la falsa termoluminiscencia imposible.

La ecuación de la datación por termoluminiscencia puede escribirse,

$$\text{Edad (años)} = \frac{\text{Dosis arqueológica (rads)}}{\text{Tasa-dosis anual (rads/año)}}$$

La tasa de dosis anual puede dividirse en dos componentes,  $R_i$  debido a la radioactividad que produce en sí misma la cerámica y  $R_e$ , debido a la radiactividad ambiental en el entorno de entierro. Hay una escisión similar en la naturaleza de la radiactividad que se sitúa sobre cada componente  $R$ . Internamente, el uranio y el torio (aproximadamente 1-10 ppm de cada uno) proporcionan una dosis a través de la radiación de gama corta  $\alpha$ - y  $\beta$ -, mientras que el potasio-40 (sobre 20ppm) añade un remoto componente de radiación  $\beta$ -. Externamente, esos mismos tres isótopos proporcionan una dosis de radiación de largo alcance  $\gamma$ - mientras que se debe añadir un pequeño componente de rayo cósmico (0'015 rad./año).

Cuando se recoge un fragmento de cerámica durante la excavación, pueden tomarse muestras de suelo de áreas cercanas. De esta forma  $R_i$  y  $R_e$  pueden ser determinadas con precisión por métodos estándar de ensayo de radiactividad, y es viable una datación exacta de  $\pm 8\%$ . En contraste, con el tiempo, una pieza cerámica almacenada en una habitación, o un estante de museo, habrá perdido toda la información de su ambiente de entierro. La tasa de dosis interna todavía puede ser evaluada pero la tasa de dosis ambiental ahora permanecerá desconocida, sobre la cual por lo general, solamente podremos hacer una leve aproximación. Por ejemplo, utilizando un nivel típico de tasa-dosis medioambiental de aproximadamente 0'15 rads/año para los dos jarrones utilizados para ilustrar los análisis previos de la curva de brillo, pueden ser realizadas algunas estimaciones de edad. Pero el juicio final para la autenticación requiere una aproximación más rigurosa que simples suposiciones sobre la tasa ambiental.

¿Podría ser el ánfora "Affecter" una falsificación que ha estado en un ambiente sumamente radioactivo durante aproximadamente 120 años? Podemos recurrir al

simple hecho de que la naturaleza inmensamente penetrante de los rayos cósmicos proporciona un límite inferior para tasa de la dosis ambiental de 0·015 rads/año. Así, la edad máxima posible para esta pieza es de 1600 años. No hay ninguna duda científica de que la pieza es una falsificación.

Sin embargo, si la dosis ambiental puede oscilar en una gama completa de valores entre 0'02 y 0'70 rads/años, la exactitud de la datación tendrá poco significado inmediato. Esta incertidumbre ha sido el estímulo principal para sobreinvestigar entre dos grupos especializados de cerámicas artísticas, las cerámicas de la Dinastía China T'ang y las terracotas del Renacimiento.

El interés occidental en las cerámicas funerarias de la Dinastía T'ang data de inicios del siglo pasado. Durante las obras para la construcción de un ferrocarril, fue desenterrado un gran número de tumbas donde se encontraba mucha cerámica fina y efigies cerámicas de gran variedad. Las noticias de los hallazgos rápidamente se extendieron hacia el Oeste y hacia 1909 estas mercancías llevaban consigo precios elevados en los centros de arte de Europa.

Al mismo tiempo, fueron encontrados varios hornos que revelaron algún que otro detalle de los procesos seguidos por los artesanos T'ang, y más importante, proveyeron grupos de moldes originales que los artesanos del siglo XX no tardaron en explotar. Los moldes reutilizados inevitablemente crearon piezas de un estilo impecable, difíciles de distinguir del material genuino T'ang.



Imagen 38.

Molde de fundición de una cabeza de cerámica. Utilizado para la producción en masa de las piezas de las tumbas durante la Dinastía T'ang (618-906 DC).

*Colección privada, New York.*

*Datos de la termoluminiscencia*

Dosis arqueológica, 1280 rad

R<sub>i</sub>, 0'39 rad/año

R<sub>e</sub>, 0'15 rad/año

Edad 1180±140 años

Durante la primera mitad del primer milenio, un liberalismo creciente impregnó la sociedad china y fueron absorbidas y asimiladas cada vez más, las ideas del oeste.

Fuertes eslabones comerciales, fortalecidos a través de Asia a lo largo de la ruta de la seda y la prolongación de Antioquia sobre el Mediterráneo, condujeron a un crecimiento del poder chino y la riqueza alcanzó su cenit al final del siglo XVII, durante la Dinastía T'ang. Para entonces, los alfareros T'ang estaban bajo una severa presión por la enorme demanda de sus piezas funerarias que habían adquirido el papel de símbolos de estado. Los elaborados desfiles de la calle asociados con los entierros de este período parecían estar más preocupados por la publicidad del estatus social del desconsolado que con las comodidades o las necesidades del difunto.

Las estanterías de las tiendas se mantuvieron bien abastecidas de artículos de este tipo, de los cuales cualquiera podía adquirir uno.

La técnica utilizada era la técnica del *modelado de fragmentos* que hizo posible este almacenaje. Un caballo por ejemplo comprendería, un cuerpo fragmentado en el cuello, y rodillas, una cabeza separada y piernas independientemente moldeadas. La parafernalia de adorno y la silla serían añadidas más tarde, y después de la cocción, la figura completa por lo general, sería terminada con una cola y las crines. Del mismo modo que el torso de una figura humana sería realizado en dos secciones para ser unidos en sus bordes con una costura de arcilla, y se daría a cada pieza cierta individualidad: quizá con una cabeza que llevara los rasgos de algún comerciante extranjero, o con la adición de algún instrumento musical para constituir una orquesta de corte.

Esta re-utilización de los moldes es ejemplificada por los dos “caballos desfilando” piezas de las siguientes imágenes.



Imagen 39.

.Caballo danzando. Arcilla blanca con trazas de decoración policroma, al estilo de las piezas funerarias de la Dinastía T'ang (618-906 AC) en China

*Datos de la termoluminiscencia*

Dosis arqueológica  $\leq 55$  rad

$R_s$ , 0.43 rad/año

$R_o$ , 0.15 rad/año

Edad  $\leq 95$  años



Imagen 40.  
.Caballo danzando. Cerámica blanca con trazas de decoración policroma. Dinastía T'ang ( 618-906 DC) en China.

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica, 600 rad  
 $R_p$ , 0'31 rad/año  
 $R_a$ , 0'15 rad/año  
Edad  $1300 \pm 160$  años

Aún presentándose muy similares, según la termoluminiscencia, un caballo es antiguo y el otro es originario del siglo XX.

Con el material T'ang ha sido posible de alguna forma, mirar las probables condiciones ambientales del interior de las tumbas. Como la mayoría de éstas habían sido cubiertas por sedimentos (los materiales utilizados para confeccionar las techumbres de tierra podían haberse derrumbado) la mayor parte de los fragmentos contienen remanentes del suelo original muy aptos para el análisis de radioactividad. La siguiente imagen muestra un histograma de datos obtenidos de 56 muestras diversas<sup>[15]</sup>. La tasa-dosis ambiental aplicable a las cerámicas T'ang se sitúa cerca de  $0'15 \pm 0'02$  rads/año (el error alcanzado es una desviación estándar). Dentro del marco del acercamiento, el caballo genuino podría ser fechado a finales del siglos VII, con una exactitud del  $\pm 12\%$ .

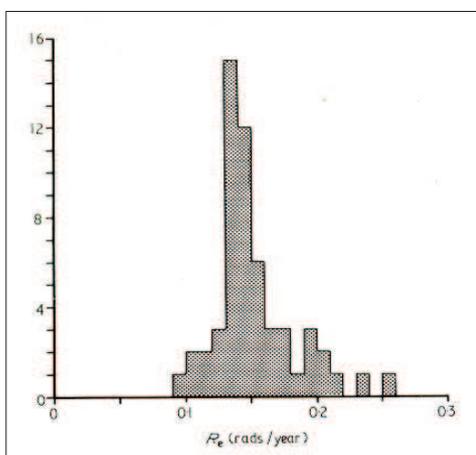


Imagen 41.  
.Distribución de las tasa-dosis de las mediciones para muestras de 56 piezas de cerámica auténticas T'ang. El componente de tasa-dosis del rayo cósmico siempre presente (0014 rads por año) se incluye en esos datos. El principal valor del histograma reside en los 0.15rads por año.  
Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery*, The Institute of physics, London, 1975. P.82.

El segundo mayor grupo de cerámicas que han sido investigadas por técnicas de termoluminiscencia son de origen más bien reciente. Los importantes trabajos esculturales de la era del Renacimiento fueron producidos en los perdurables medios, bronce, mármol y piedra, mientras que la terracota (y en ocasiones el yeso) para la mayoría de trabajos servía como material de modelado de bocetos preparatorios, abiertos a la experimentación y a su modificación. El modelo de Verrocchio para el “Monumento al Cardenal Forteguerra”, ahora en el Victoria and Albert Museum (Londres), es uno de los ejemplos más antiguos que han llegado a nuestros días. Era el modelo de un contrato para el artista en 1475 cuando le fue encargado un memorial en mármol por los ciudadanos de Pistoia (ciudad natal del Cardenal fallecido) para decorar su catedral.

A mediados del siglo XV se había convertido en un medio artístico más significativo de arte, particularmente por la introducción de la técnica del vidriado de estaño-esmaltado, desarrollada por Luca Della Robbia alrededor de 1440.

La industria de la terracota floreció, particularmente en Florencia, por el aumento de la demanda para las decoraciones exteriores de los edificios, al mismo tiempo que las clases de “los nuevos ricos” solicitaban esculturas en terracota de este tipo. La mayoría fueron artesanías de artistas provinciales mediocres. Esta tendencia es más obvia en las numerosas representaciones de la Virgen y el Niño.

El interés por la terracota como medio escultural, continuó regularmente durante el siglo XVII y XVIII, pero los trabajos de entonces dibujaron la inspiración solamente limitada de piezas más antiguas.

Alrededor de 1850, el interés en esculturas florentinas antiguas revivió dramáticamente y estimuló una ola de inocente imitación de muy alta calidad. En este contexto sobresalieron Angelo Minghetti de Bolonia y la fábrica Doccia de Florencia, esta última ganó medallas por su realista simulación del lustre de esmalte de estaño. En contraste, algunos escultores comenzaron a trabajar en la expansión de catálogos de los grandes Maestros. Con respecto a esto, la familia della Robbia fue la que más sufrió. Las fechorías de Ferruccio Mengaroni de Pesaro sólo recibieron su justo merecido cuando la cabeza de su “Medusa de Della Robbia” cayó sobre su cabeza causándole la muerte, cuando se encontraba bajo de la misma admirándola.

La mitad del siglo XIX produjo también uno de aquellos individuos raros, Giovanni Bastianini (1830-1868), quien presenta fuertes afinidades con ciertos artesanos del pasado ya que casi captura de nuevo su inspiración. Bastianini era hijo de una familia de campesinos que vivía en el pueblo toscano de Fiesole. Durante su juventud desarrolló un intenso amor por el arte, propiciado por la magnífica villa Medici que se encontraba

cercana y por el monasterio de Santo Domingo del cual Fra Angelico había sido prior. Su habilidad como escultor fue reconocida por un distribuidor de arte florentino, Giovanni Freppa, que no sólo hizo de patrón de Bastianini, sino que también influyó en él para que cambiara su estilo contemporáneo y produjera material del Renacimiento. Esta sociedad comenzó en 1847 y duró casi veinte años.

La táctica de venta de Freppa era ideal para esta situación. Una terracota figuraría como anónima en cuanto a su atribución y de esta forma, marcaría un precio bajo. Permitieron a otros distribuidores sacar su propia conclusión y si ellos decidían ver en cuanto a su estilo un Rossellino o un di Credi, era cuestión suya. La avaricia disuadió a los compradores de compartir sus opiniones con Freppa. De este modo, los bustos de Marsilio Ficino, presidente de la Sociedad Platónica en Florencia, alrededor de 1492 y de Hieronimus Benivieni (un poeta y filósofo del mismo período) entraron en el mercado del arte y fueron aclamados en 1865 como obras maestras.

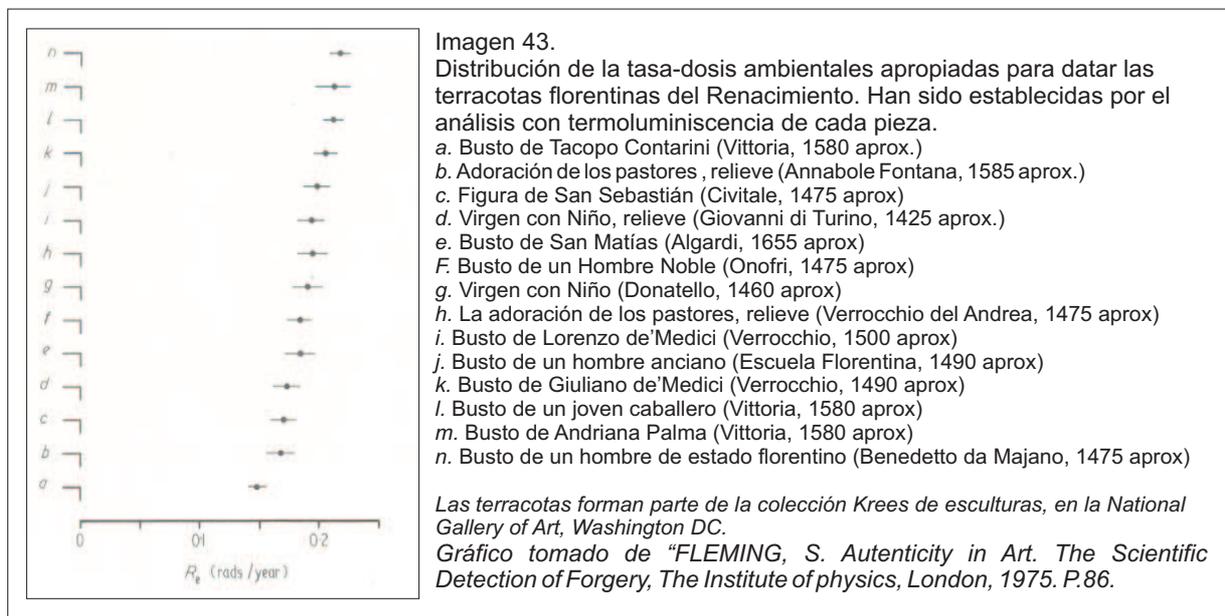
	<p>Imagen 42. Busto de terracota atribuido a Giovanni Bastianini (1830-1868). <i>Victoria and Albert Museum, Londres.</i></p>
<p><i>Datos de la termoluminiscencia</i> Dosis arqueológica <math>\leq 60</math> rad <math>R_1</math>, 0'29 rad/año <math>R_2</math>, 0'18 rad/año Edad <math>\leq 130</math> años</p>	<p><i>Técnica de la pre-dosis</i> Dosis arqueológica, 47 rad <math>R_1</math>, 0'21 rad/año <math>R_2</math>, 0'18 rad/año Edad <math>120 \pm 18</math> años</p>

A diferencia de muchas sociedades, la ruptura entre el falsificador y el distribuidor no se derivó de la lucha interna y la trampa. Fue la desilusión de Freppa con sus propias ganancias comparadas con aquellas de las casas parisienses de arte que hicieron que él publicara su historia en 1867 en *Chronique des Arts*. El año anterior había atestiguado la compra del “Benivieni” por el Louvre por más de 13.000 francos de los que la pareja florentina había recibido solamente una vigésima parte de aquella suma a compartir entre los dos.

El respeto en los círculos actuales de arte por las habilidades de Bastianini junto con la magnitud de la productividad durante este largo período de actividad antes de la exposición es probablemente uno de los principales estímulos hoy para los estudios de

termoluminiscencia de las terracotas del Renacimiento.

El análisis de termoluminiscencia en si mismo planteó pocos problemas a pesar de la todavía juventud comparativa con el material genuino. Entre las terracotas genuinas debería anticiparse alguna consistencia general en las tasas de las dosis ambientales ya que la industria se concentró fuertemente en Florencia. La mayor parte del enladrillado circundante podría estar hecho de materias primas similares a la misma arcilla de las esculturas; éstos suministran una fracción de su propia dosis ambiental, en virtud de su forma escarpada. Tal optimismo parece ser bueno, como indican los datos en la siguiente imagen.



Para cada una de las 14 terracotas florentinas datadas en el gráfico anterior, en la ecuación reorganizada para su datación, se obtiene un valor de tasa-dosis ambiental:

$$R_e = \frac{Q}{T} - R_i$$

Donde Q representa la dosis arqueológica y T la edad.

Considerando esta distribución estadísticamente normal (el ajuste está bastante bien) puede ser estimada una tasa-dosis ambiental de  $0.18 \pm 0.05$  rads/año. El empleo rutinario de estas figuras permite la datación por termoluminiscencia de objetos de cerámica genuinos con una exactitud de aproximadamente  $\pm 13\%$ .

La comparación de los dos resultados para la "Piedad" atribuida a Giovanni Della

Robbia y el busto de “Ficino” de Bastianini ilustra los principios de autenticidad y de datación aquí perfilados.

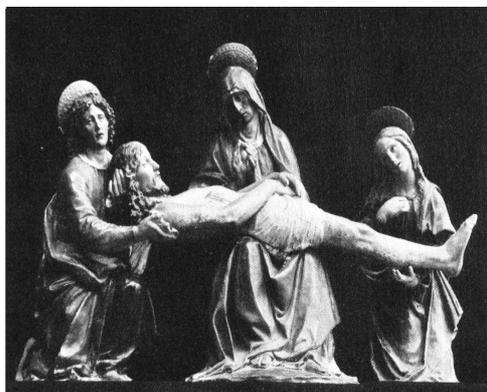


Imagen 44.  
.Terracota atribuida a Giovanni de della Robbia (1469-1529).  
*Metropolitan Museum of Art, New York.*

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica, 297 rad  
 $R_p$ , 0'47 rad/año  
 $R_s$ , 0'18 rad/año  
Edad  $470 \pm 60$  años

*Técnica de la pre-dosis*  
Dosis arqueológica, 148 rad  
 $R_p$ , 0'20 rad/año  
 $R_s$ , 0'18 rad/año  
Edad  $390 \pm 70$  años

La tercera terracota ilustrada “Virgen y Niño”, bien puede reflejar el nerviosismo actual sobre el grado de imitación del XIX. Comprada en 1861 por el Victoria and Albert Museum, esta pieza fue atribuida a Japo Della Quercia (1374-1438), posteriormente a Luca Della Robbia, Lorenzo Ghiberti, Michelozzo y ahora a una artista desconocido que trabajó contemporáneo a Bastianini.

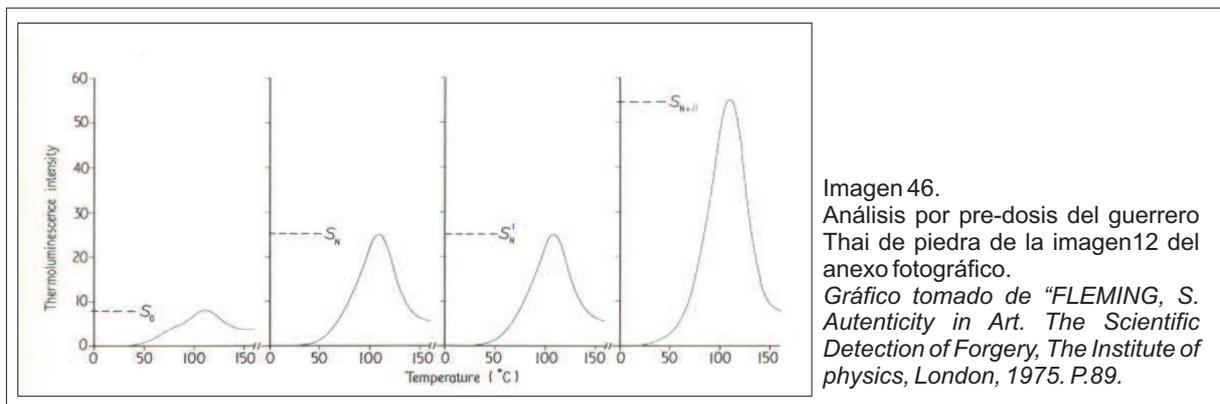


Imagen 45.  
.Virgen y Niño (detalle). Terracota florentina, varias veces atribuida a Jacopo della Quercia (1374-1438), Luca della Robbia, Lorenzo Ghiberti y Michelozzo, pero catalogada más recientemente como originaria del siglo XIX.  
*Victoria & Albert Museum, Londres.*

Hay ciertos aspectos estilísticos para respaldar esta atribución final; la expresión sentimental de la Virgen podría perfectamente ser comparada con la representación sobre mármol falsa de Lucrecia Donati<sup>[16]</sup>.

Con el método descrito, el de *la alta-temperatura*, (el más convencional) se fechan objetos antiguos, de incluso 1.000.000 de años. Para objetos más recientes,

que no han tenido tiempo de almacenar energía suficiente para ser revelada, se recurre a una irradiación la **pre-dosis** seguida por un calentamiento a 500°C. De esta forma se consigue recordar la primera cocción y es posible determinar la edad hasta cerca de 500-1500 años. Este método depende de un efecto expuesto por el pico de los 110°C en la curva de brillo. Este pico de baja temperatura en la curva de brillo de una muestra irradiada por el laboratorio, se debe a la presencia de cuarzo en la cerámica constituyente. De lo que ya hemos comentado sobre el almacenaje de energía termoluminiscente, en el apartado sobre el método de alta-temperatura, no consideraríamos este pico como valor para realizar una datación. No aparece en una curva natural como las temperaturas ambientales en la tierra de aproximadamente 20°C que son suficientes para causar la interrupción del eslabón de “defecto de electrones” responsable de aquel pico en una cuestión de horas. Sin embargo, este pico de 110°C posee la característica insólita de conservar una memoria de su historia a pesar de la pérdida de los electrones producidos por la radiación. La memoria puede ser “abierta” por un calentamiento de 500°C que realza la sensibilidad de la radiación del pico. Este realce es unido cuantitativamente a la magnitud de la dosis de radiación previa. Este calentamiento, en ausencia de la preirradiación o la *pre-dosis*, no puede inducir a ninguna mejora. Estos conceptos son ilustrados en la siguiente imagen para la cerámica de gres vidriado “el Guerrero” (imagen 12 del anexo fotográfico).



La dosis arqueológica experimentada por esta pieza se estima en las siguientes medidas de sensibilidad.

- (I)  $S_0$ , representa la respuesta del pico de los 110°C a una pequeña dosis de radiación beta de laboratorio de prueba (en este caso de 2rads), antes de cualquier tratamiento térmico.

- (II)  $S_N$ , representa la respuesta del pico a la misma dosis de prueba ahora aplicada después del calentamiento de la pieza a 500°C.
- (III)  $S_N'$ , es medida después de un re-calentamiento de 500°C. A este punto pre-dosis, b es aplicada y toda la termoluminiscencia asociada con ella es agotada por un calentamiento a 500°C adicional.
- (IV)  $S_{N+b}$ , representa una subsecuente medida de sensibilidad, otra vez utilizando una dosis de prueba.

Para el "Guerrero":

$S_0=8$  unidades de luz,  $S_N=25$  unidades de luz,  $S_N'=25$  unidades de luz,  $S_{N+b}=55$  unidades de luz, mientras que  $b=400$  rads.

La carencia de crecimiento entre  $S_N$  y  $S_N'$ , muestra que el calor solo conduce a cambios en las propiedades de luminiscencia del pico 110°C. Sin embargo, la inclusión de una pre-dosis conduce al cambio ( $S_{N+b} - S_N$ ). Por analogía, el cambio de sensibilidad ( $S_N - S_0$ ) puede ser atribuido a la activación del calor del efecto de la pre-dosis Q natural en la ecuación de edad. En una base proporcional,

$$Q = \frac{S_N - S_0}{S_{N+b} - S_N} b$$

En el caso de la figura del "Guerrero",  $Q= 225$  rads.

A partir de entonces, la datación presentará beneficios de la misma forma que el método de la alta-temperatura, salvo que la radiación- $\alpha$  del interior de la cerámica no cause virtualmente ningún efecto de pre-dosis. Por consiguiente, la tasa de la dosis ambiental juega un papel más importante en la tasa de dosis total anual utilizada en la determinación de la edad.

El índice de la mejora de la sensibilidad del "Guerrero", de aproximadamente un 2% para cada rad. de pre-dosis, es típica de cerámicas de muchas culturas, aunque algunos casos sean registrados donde el índice está en un orden de magnitud mayor. Una proporción de  $S_N/S_0 = 2$  es para una pieza fabricada hace solo aproximadamente 50 años, o a veces incluso menos. El método de la pre-dosis de esta forma se convierte en un instrumento ideal para el estudio del material de las imitaciones producido durante el siglo pasado.

Las edades para la termoluminiscencia de falsificaciones, ahora a menudo llevan un error de datación estándar (de magnitud relacionada en cierto grado con la tasa de aumento) más bien que solamente un límite de edad máxima del tipo comentado anteriormente.

Dos falsificaciones etruscas muy bien conocidas, “Diana, la cazadora” y la “Kore” ilustran muy acertadamente estas cuestiones.

La terracota de “Diana” (imagen) es atribuido ahora a Alceo Dossena (1878-1937), que ganó el reconocimiento como maestro falsificador en una multitud de medios artísticos.

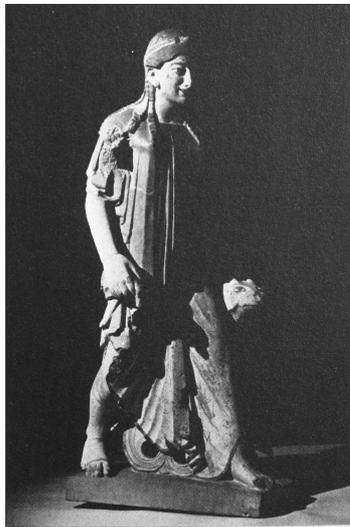


Imagen 47.  
Diana la cazadora. Terracota al estilo etrusco atribuida a Alceo Dossena (1878-1937).  
*City Art Museum of St. Louis, Missouri.*

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica, 23 rad  
 $R_1$ , 0'29 rad/año  
 $R_0$ , 0'29 rad/año  
Edad 40 años

Su “fuerte” eran ciertamente esculturas de la Virgen, tanto en madera como piedra, al estilo de Giovanni Pisano, efectuadas cautelosamente siguiendo los pasos de Bastianini. Realizó algunas terracotas inexpresivas del Renacimiento (mármoles; tanto relieves religiosos como bustos de retratos). La carrera de Dossena paró de repente cuando HW Parsons descubrió su estudio en Roma en 1928. Su admisión de haber falsificado muchas piezas (para entonces bien distribuidas por las mayores colecciones de los museos del mundo) le ganó el reconocimiento con una exposición de sus objetos de cerámica y un catálogo de sus actividades, *Alceo Dossena: sculptore*, publicado en 1955.

La “Kore” (siguiente imagen) fue adquirida por el Glyptohek ny Carlsberg en 1930 y posteriormente publicada en un catálogo de las esculturas del museo en 1951.



Imagen 48.  
.Kore. Figura de terracota al estilo etrusco, atribuida a Alfredo Fioravanti (1886-1963).  
Glyptothek ny Carlsberg, Copenhagen.

*Datos de la termoluminiscencia (técnica de la pre-dosis)*  
Dosis arqueológica, 16 rad  
 $R_i$ , 0'19 rad/año  
 $R_e$ , 0'15 rad/año  
Edad 48 años

En la respuesta a la pre-dosis en ambos casos, estas piezas tienen un aumento superior al 10%/rad de manera que su juventud no plantea ninguna dificultad.

Cada edad citada, probablemente presenta un error del  $\pm 15\%$  que se debe más a las incertidumbres de la tasa-dosis ambiental que a cualquier debilidad en la interpretación de la curva de brillo.

Lamentablemente, la técnica de la pre-dosis está limitada en gran parte para datar aplicaciones durante los 1200 años pasados o así (la sensibilidad del pico de los 110°C no puede ser empujado hacia arriba aumentando la pre-dosis). El proceso de realce (considerado actualmente para ser un cambio con la eficiencia de la dosis de luminiscencia) acaba saturando los niveles naturales de la pre-dosis de 500 rads. mientras la desviación de la curva de realce contra la curva de pre-dosis, por lo general se sitúa en 300 rads. o menos.

Tal saturación conduce a una determinación de una edad menor entre los objetos cerámicos genuinos de antiguas culturas.

Las terracotas del Renacimiento ofrecen puntos en común para los métodos de la pre-dosis y de la alta-temperatura. El análisis de la pre-dosis ha demostrado ser inestimable en la datación de muchos metales fundidos (utilizando como centro la cerámica), de África Occidental, el Mundo Islámico y el Sudeste Asiático, como se verá en los siguientes ejemplos, donde se hace necesario el contraste con otro tipo de análisis.

Los resultados de la termoluminiscencia por pre-dosis en el análisis de los objetos de cerámica funeraria de la Dinastía T'ang son comparados con los juicios de su autenticidad basada en los efectos del envejecimiento del vidriado.

Mientras que la mayoría de los alfareros T'ang lucharon por mantener la llamada impaciente del público por sus objetos funerarios más simples de cerámica vidriada,

algunos talleres se especializaron en satisfacer los gustos más caros entre la nobleza (esculturas de cerámica vidriada intensamente coloreadas, imágenes de dignatarios de la corte, caballos y camellos, poderosamente modelados, junto a toda una serie de platos y jarras de vino).

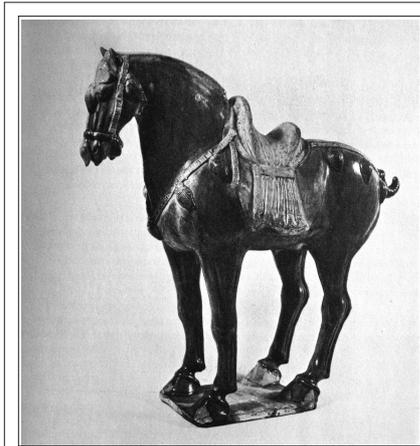


Imagen 49.  
Caballo en pie con adornos elaborados. Dinastía T'ang (618-906 DC),  
Altura 0.48m.

Los verdes monocromos y el beige-paja terminaban todos los trabajos tempranos siendo sustituidos según los diseños con abundantes moteados y salpicaduras en oro amarillo verde cobre, crema y azul (obtenido del mineral de cobalto importado de Persia). Esta combinación de colores estaba en el espíritu cosmopolita creciente de la atmósfera del Imperio T'ang en el siglo XVIII.

El cocido al horno endurecía el cuerpo y creaba la fusión entre la arcilla y el vidriado, así éste, en la fusión, extendido a través de la superficie de la pieza sellaba los poros finos. Para asegurarse que las partículas más grandes se habían disuelto completamente, la mezcla para el vidriado se maduraba despacio y con cuidado. Pero la ventaja real de este cuidadoso tratamiento residía en el fino lustre que daba a los objetos cerámicos terminados.

En ocasiones, debido a la cocción, en la mayoría de las piezas cerámicas solía aparecer una red de finas grietas que se acumulaban, trazando el patrón de una áspera malla. Estas pequeñas fisuras producidas en el cuerpo cerámico, eran observables en los vidriados. Al aspecto total del vidriado como nosotros lo vemos hoy, se le llaman *craqueladuras*. Por muchos años, las *craqueladuras* habían sido consideradas como pruebas firmes de autenticidad entre los objetos cerámicos T'ang en base a que un objeto genuino lleva un patrón de grietas pero una imitación tiene solamente el agrietamiento inducido por el horno en su superficie. Pero esta noción está en discordia

con el juicio estilístico, en la siguiente imagen se observan algunos ejemplos).

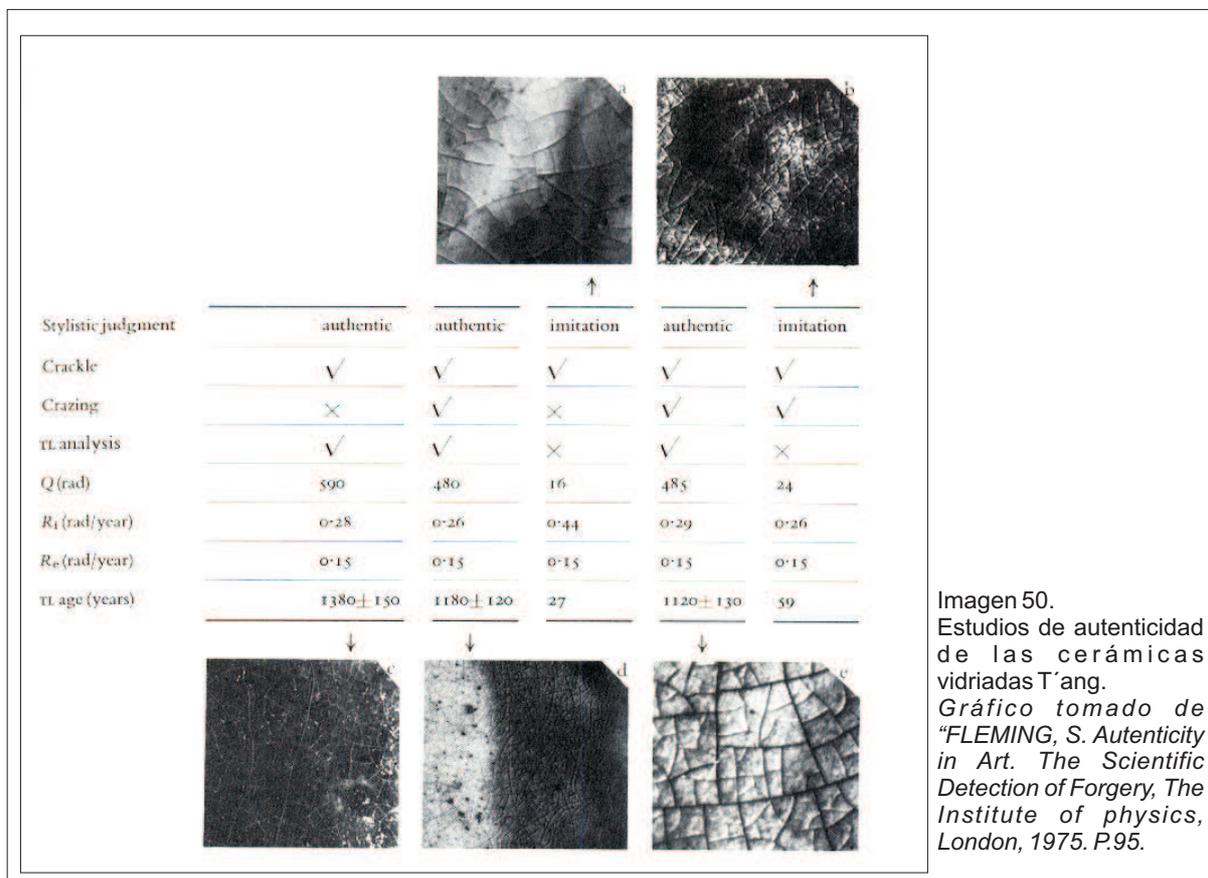


Imagen 50. Estudios de autenticidad de las cerámicas vidriadas T'ang. Gráfico tomado de "FLEMING, S. Autenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery, The Institute of physics, London, 1975. P.95.

En un segundo ejemplo, el caso de la cerámica (azulejos) Pevensy es perfilado como ejemplo de falsificación arqueológica de particular interés ya que se relaciona con la bien conocida broma pesada del cráneo de Piltdown. El historial de las falsificaciones de las baldosas de Pevensy es un buen ejemplo de falsificación diseñada para adaptarse con la genuina prueba documental. En la última década del siglo XIV aC, el general romano, Stilicho, venció a los irlandeses y a los Pictos y reforzó las defensas costeras contra un posible ataque sajón. Las baldosas, son reconocidas como fragmentos de una poesía de Claudiano en alabanza a esta victoria.

Durante las excavaciones del sitio amurallado de Pevensy (la fortaleza) en Sussex, a inicios de este siglo, fue generado un gran entusiasmo en los círculos académicos por el descubrimiento de un grupo de baldosas estampados con inscripciones, en la más completa se podía leer HONGAUGANDRIA.

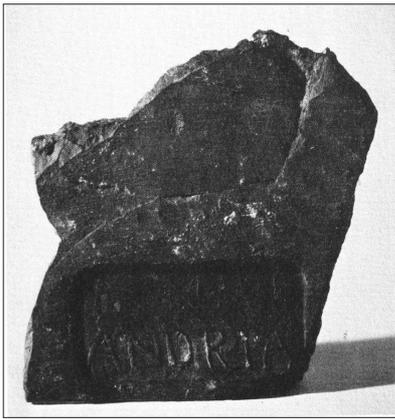


Imagen 51.  
. Fragmento Pevensy,  
*British Museum.*

Este breve texto fue anunciado como clara referencia al Emperador Honorius (395-423), de manera que las baldosas representaron un raro documento arqueológico de la campaña de Stilicho. Como tal, han sido citadas frecuentemente en la literatura reciente sobre las etapas finales de la ocupación de Gran Bretaña. Lamentablemente las dos únicas baldosas que existen, una en el British Museum y otra en el Lewes, son ambas falsificaciones y, según el análisis por termoluminiscencia, de una edad de fabricación de poco tiempo antes de su demostración pública y discusión en la Sociedad de anticuarios de Londres, en Abril de 1907.

El famoso conferenciante de aquella ocasión era un abogado, Charles Dawson que, a lo largo de años precedentes, en repetidas ocasiones impactaba en las comunidades arqueológicas con sus hallazgos insólitos en la región de Sussex; un sapo petrificado encapsulado en sílex y el diente de un mamífero con conexiones con los reptiles, llamado *Plagiaulax dawsoni*. La literatura también registra sus hallazgos de estatuillas en hierro fundido en el Beauport Park como el ejemplo conocido más antiguo de este metal en Europa. Dawson se extendía con gran elocuencia sobre el significado de la palabra ANDRIA y otra vez encontró una audiencia apreciativa.

No faltan historias sobre casos de falsificaciones donde un buen académico se haya encontrado a si mismo cómplice, aunque no fuera consciente. Sin embargo, en 1912, Dawson resurgió, esta vez en una reunión de la Geological Society of London para presentar el fósil, el cráneo y el hueso de la mandíbula de una Eoanthropus, un antepasado del hombre, pero con características parecidas a un mono muy evidentes. Este material provenía de sedimentos de grava cerca de un lugar llamado Piltdown (otra vez Sussex) y pronto fue llamado “el Hombre de Dawn” en populares informes ya que el geólogo asignó una temprana fecha de la Época Glacial a estos depósitos antiguos del río.

Desde luego, también se ha sabido que este fósil es una falsificación confeccionada con un cráneo humano y una mandíbula de orangután, ambos de menos de 800 años.

Como hemos comentado al inicio del capítulo, el análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre la termoluminiscencia, a pesar de que hay otras técnicas analíticas, como la microscopía óptica y de alta potencia, petrografía microscópica, fluorescencia y difracción de rayos X, análisis por activación neutrónica, así como la datación de los cristales, que pueden contribuir con estudios complementarios al análisis “determinante” que se ejecutará con toda seguridad utilizando la datación por termoluminiscencia, ya sea de alta-temperatura o de pre-dosis.

## Metales

El interés del falsificador en los metales, probablemente tiene dos raíces principales. Primero, hay un mercado contemporáneo inmediato para las falsificaciones de las monedas que aportan recompensas financieras importantes. Segundo, el empleo de metales preciosos, como el oro o la plata inmediatamente coloca un objeto en los reinos más altos del mundo de los distribuidores.

El verdadero problema reside en que varias de las técnicas de los antiguos han sido satisfactoriamente reproducidas por artesanos recientes, copistas y de la misma forma, falsificadores!

El logro supremo en cuanto a esto, puede ser atribuido a Fortunato Castellani, quien, alrededor de 1830, reanimó el arte de la *granulación*, un rasgo muy familiar de los más finos vasos de oro y joyas clásicos Griegos y Etruscos. Como esta técnica implica la fabricación de diminutos glóbulos de oro que tienen que ser soldados uno a uno, cualquiera habría esperado que los falsificadores desistirían en este tipo de operación. Pero no fue así; Castellani (y posteriormente su hijo Augusto) crearon una forma para este tipo de material en Italia, un ambiente que tienta a los falsificadores alguna vez.

El siglo XIX fue también el apogeo de la imitación de los oros medievales. En este campo, merece una mención especial la audacia del orfebre Vienés, S Weininger. Llamado a restaurar dos ostensorios muy elaborados del Tesoro Imperial de Austria, los copió y devolvió sus versiones a las autoridades. Este cambio debió de ser extremadamente lucrativo, ya que Weininger vendió los originales, uno de ellos, el denominado "Relicario del Santo rasgado", al British Museum.

El rasgo impresionante de estas piezas es la excepcional ejecución del plagio; la única concesión de Weininger a la forma contemporánea parece haber sido la modernización de algunos rasgos arquitectónicos y la inclusión de algún follaje neogótico.

Desafortunadamente, nuestro conocimiento de las falsificaciones sobre oro, está todavía basado más en escandalosas anécdotas que sobre el análisis técnico, excepto en el mundo de la moneda. Bien puede ser porque que los propietarios estén poco dispuestos a prestar objetos valiosos de oro a las alteraciones que pueda provocar el muestreo que pueda hacerse necesario en el análisis científico.

Hay una escasez similar de datos científicos sobre los objetos de plata con excepción del temprano material del Imperio Sasánida.

El ***análisis por activación neutrónica***, que ya hemos tratado con respecto al

tema de las pinturas, encuentra aquí otra aplicación. Fundamentalmente viene siendo utilizado en el estudio de los metales, para la valoración de impurezas, pudiendo establecer así su datación y autenticación.

El período Sasánida (224-641) fue uno de gran prosperidad y estabilidad política en el Oriente Próximo. Excepto un breve período de desvalorización de su moneda durante el reinado de Saphur I Las monedas acuñadas de aquella región fueron capaces de mantener altos estándares, en particular de 350 en adelante. En estas monedas, un contenido en plata de menos del 80% será extraño. Pero un estudio reciente que ha utilizado el análisis por activación neutrónica, ha aportado un detalle valioso: las fuentes utilizadas, siempre portaban un contaminante de oro (típicamente entre un 015 y 1%), aún cuando las minas explotadas cambiaran muchas veces a lo largo de los siglos. Una plata más pura, solo fue disponible en el último cuarto del siglo XVI, hacia el final del reinado de Khusrau I.

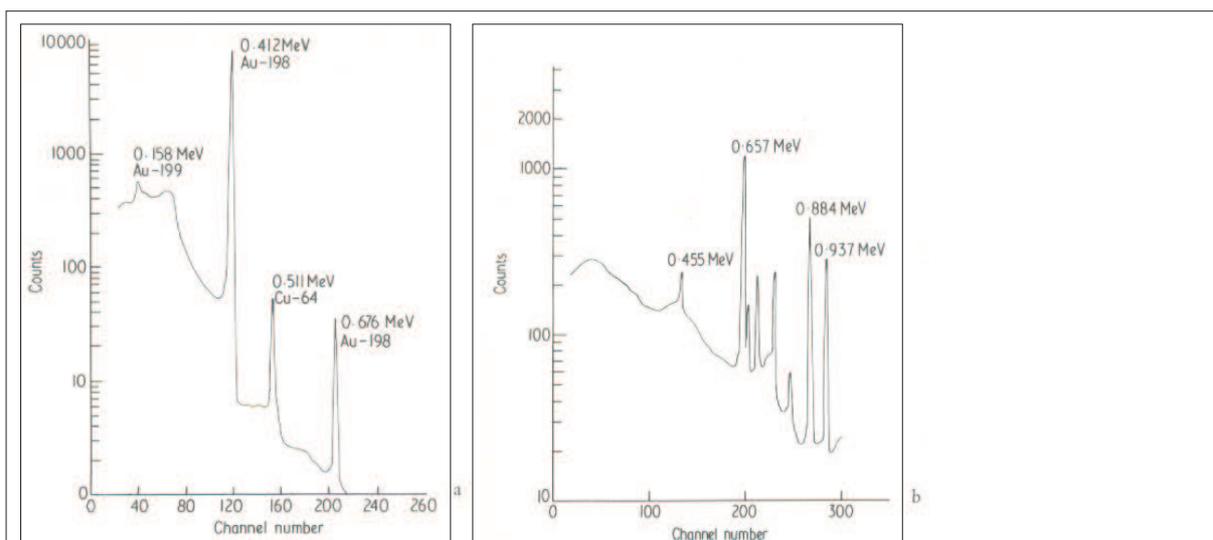


Imagen 52.

a. El espectro gamma obtenido de una traza de metal sobre una placa áspera de cuarzo puesta después de una exposición a los neutrones termales. La medida en este caso fue prolongada solamente las horas requeridas.

b. El espectro gamma obtenido de la misma traza de metal después de una re-exposición a los neutrones por al menos treinta veces y con la medida ahora se prolongó un par de meses. La actividad de la plata 110-m (todos los picos) es ahora perceptible, pero requiere períodos de recuento mucho más largos para una valoración más exacta.

Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Autenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery*, The Institute of physics, London, 1975. P.103.

Otra técnica de análisis aplicada al estudio de este tipo de material es la **fluorescencia de rayos X**. Esta técnica no ha sido tratada con anterioridad aún

habiendo ejemplos de su aplicación en las pinturas e incluso en las cerámicas.

Como técnica no destructiva virtualmente, ya que su aplicación se realiza directamente sobre la pieza sujeta a estudio, ha demostrado su valor principal para la determinación de la composición de monedas y joyería. Incluso nos permite, hoy en día, estudiar objetos mucho más grandes in situ, (como puertas de Catedrales), ya que hay disponibles unidades portátiles.

Muchos de los métodos descritos en secciones anteriores, como la termoluminiscencia, la microscopía y la radiografía, aparecen una vez más, aunque en usos insólitos.

Aunque tenga un valor intrínseco mucho menor que el oro o la plata, el bronce ha sido uno de los medios de comunicación del arte más importantes entre muchas civilizaciones antiguas, y ha sufrido su parte de abuso de manos del falsificador. Es, sin embargo, un material bastante complejo en el sentido metalúrgico.

El oro es considerado como uno de los pocos elementos que es un indicador útil del origen de una muestra particular de plata ya que ambos metales se comportan de manera similar durante el proceso de refinamiento químico utilizado por el hombre antiguo. El cobre sería también un contaminante bastante común, pero cualquier característica específica de este mineral podría ser abrumada por la concentración introducida como medio de desvalorización deliberada de la moneda. Las impurezas menores tales, como el antimonio y el arsénico, podrían haberse originado de los aditivos del mineral del cobre, más bien de la misma fuente de la moneda.

Las falsificaciones modernas de las monedas antiguas de Sassania, son descartadas con bastante rapidez en este tipo de análisis en virtud de su altísima pureza en plata, con niveles de oro menores al 00'2%. (Algunos ejemplos están registrados en la siguiente imagen, junto a los datos de las monedas principales).

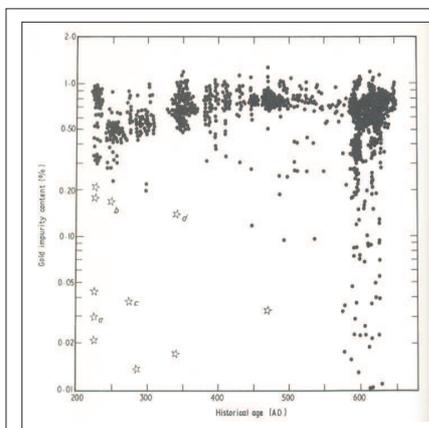


Imagen 53.

Nivel de impurezas de oro en más de 1000 monedas de plata de Sassania. Las estrellas representan datos de las modernas monedas falsificadas de este período.

Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery*, The Institute of physics, London, 1975. P.104.



Estas conclusiones se pueden aplicar además de a las monedas, al resto de objetos.

Una remarcable inspección de piezas de propiedad privada en América indicó que aproximadamente dos tercios de ellas eran falsas.

Además de tener algunas de ellas bajos porcentajes de contenido en oro, a menudo eran rebajadas con una adición de un 10% aproximadamente de cobre. Un ejemplo de este tipo de producción es la gran cabeza de Shapur II (309-379) ahora en el Metropolitan Museum (New York).



Imagen 54.  
Saphur III. Gran cabeza en plata, Sassania (309-379 DC aprox.) Contenido en oro, 0.67%.  
*Metropolitan Museum of Art, New York.*

Las reglas de la pureza del mineral que se sostienen en una parte del mundo no pueden aplicarse a otras regiones. El análisis de la numismática en plata corintia, del período entre el 570 y el 430 aC, indica que una impureza de oro de más del 0'5% sería más la excepción que la regla, mientras que más de un tercio de estas muestras contendrían menos oro que el 0'05%.

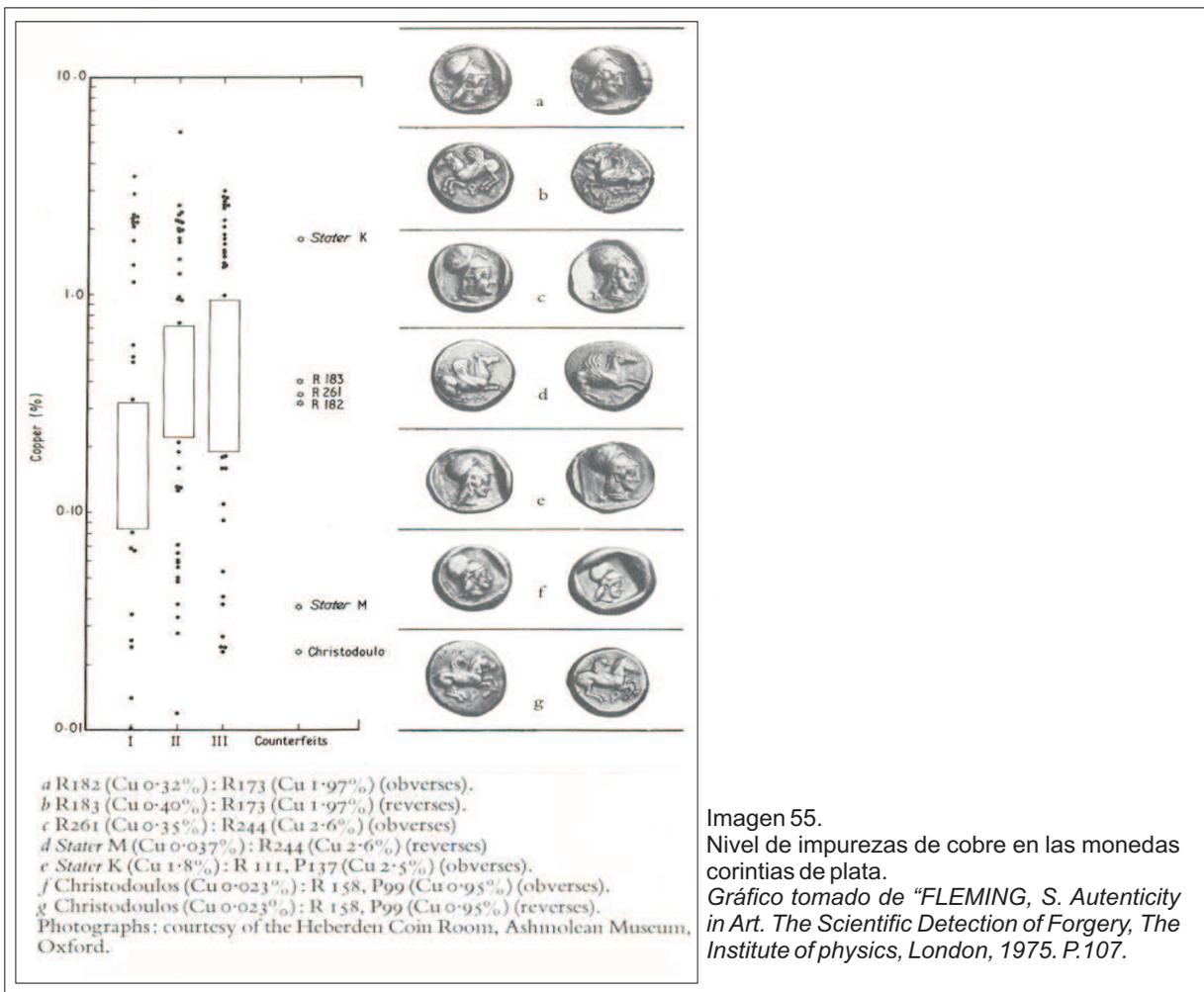


Imagen 55.  
Nivel de impurezas de cobre en las monedas corintias de plata.  
*Gráfico tomado de "FLEMING, S. Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery, The Institute of physics, London, 1975. P.107.*

Pero la devaluación aquí, es un fenómeno mucho más extraño (excepto entre las falsificaciones) ya que el cobre puede ahora actuar como un efectivo indicador de las fuentes de los minerales. Las concentraciones del cobre hacen una división bien definida entre los diferentes grupos, particularmente en los materiales posteriores al 520. Estas recomendaciones se resumen en la imagen anterior. (El hecho de que no haya una correlación lógica entre las fuentes de los minerales y los contenidos en oro, quizá indique variaciones en las concentraciones de oro dentro de la mina misma).

Nuestro segundo método analítico, los **análisis de fluorescencia de rayos X**. En palabras de Victor Hanson del Henry Francis du Pont Winterthur Museum (), esta técnica ofrece la "Herramienta de ensueño del Conservador".

El análisis por fluorescencia de rayos X, es un análisis no destructivo que permite la identificación de los elementos químicos presentes en una sustancia. Las ventajas respecto al análisis químico por vía húmeda son la elevada sensibilidad y los tiempos mínimos de medición del orden de minutos o incluso menos. Además, las muestras se conservan indefinidamente.

El *límite* de este método es que no se pueden identificar los elementos de número atómico inferior al del sodio. La *precisión* depende de la cantidad de los elementos presentes en la muestra y de la matriz que los contiene. La *sensibilidad* depende de la cantidad de los elementos químicos y del tipo de preparación de la muestra.

Cuando un material es bombardeado con rayos X, los electrones son desplazados de los niveles más internos de los átomos constituyentes. Los electrones de estratos más externos inmediatamente se sitúan en los niveles vacantes, cediendo energía por la emisión de secundarios o fluorescentes rayos X. Las transiciones electrónicas importantes son esas llamadas  $K(\alpha)$  y  $L(\alpha)$ . La siguiente imagen muestra cómo las energías de las transiciones de  $K(\alpha)$  y  $L(\alpha)$  dependen en el número atómico  $Z$  del elemento involucrado.

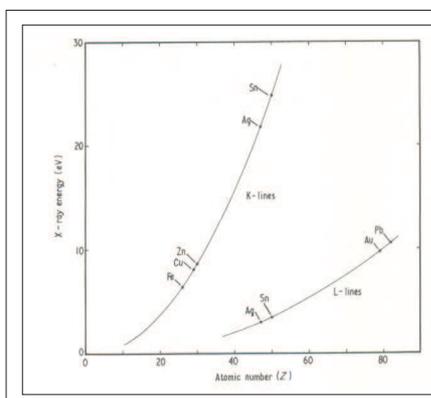


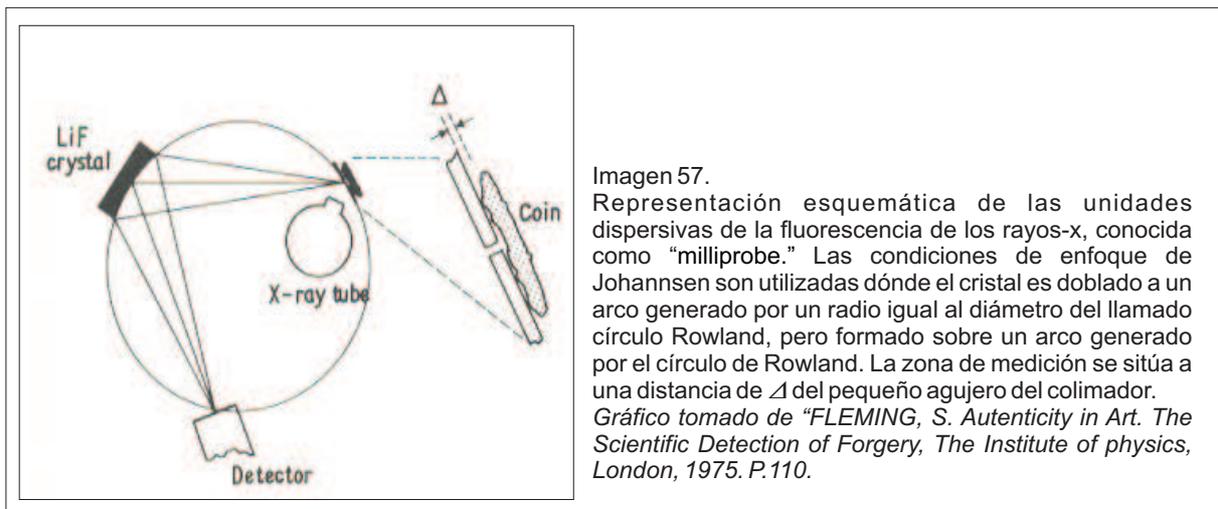
Imagen 56.

Energías de la fluorescencia de los rayos-x en función del número atómico,  $Z$ . Las transiciones importantes de energía son conocidas como  $K(\alpha)$  y  $L(\alpha)$ , donde sus energías son dadas por:

$$E_K (\text{KeV}) = \frac{(Z-1)^2}{97} \quad \text{y} \quad E_L (\text{KeV}) = \frac{(Z-7.4)^4}{523}$$

Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Autenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery*, The Institute of physics, London, 1975. P.109.

Los voltajes operacionales normales de cerca de 4 a 30KeV<sup>[17]</sup> excluyendo elementos por debajo del calcio ( $Z=20$ ) en la tabla periódica permiten mediciones de líneas  $L(\alpha)$  solamente de los elementos de interés para nosotros más pesados, tales como el plomo ( $Z=82$ ) y el oro ( $Z=79$ ). Como los niveles de las radiaciones primarias no necesitan ser fuertes, no hay riesgo de daño físico al objeto y no hay radiación residual que nos pueda preocupar. De cualquier manera, los rayos X (ya sean primarios o secundarios) no penetran muy en profundidad en los metales y un dato de fluorescencia rayos X representa solamente los primeros 50 micrómetros o así del ejemplar. Los dos tipos de sistemas de detección principales son asequibles con los equipamientos de la fluorescencia de rayos X. Unidades dispersivas necesitan de un control bastante más sofisticado de sus operaciones pero ofrecen bastante más resolución que 40eV. Alternativamente los sistemas no-dispersivos dan resoluciones más pobres (sobre los 160 eV) pero tienen la ventaja de hacer un sistema portátil asequible.



Los límites de la detección de los rayos X habitualmente son algo más pobres que aquellos alcanzados por el análisis por activación neutrónica, por ejemplo 0'05% para el oro en una mezcla con plata (comparado con 0'001), pero para la mayoría de los problemas de autenticidad, éste es más que adecuado.

En particular, dos factores controlan la exactitud última del método:

- (I) La intensidad de una línea espectral de rayos-x está influenciada por la presencia de otras impurezas ya que la penetración del rayo X será controlada por la composición

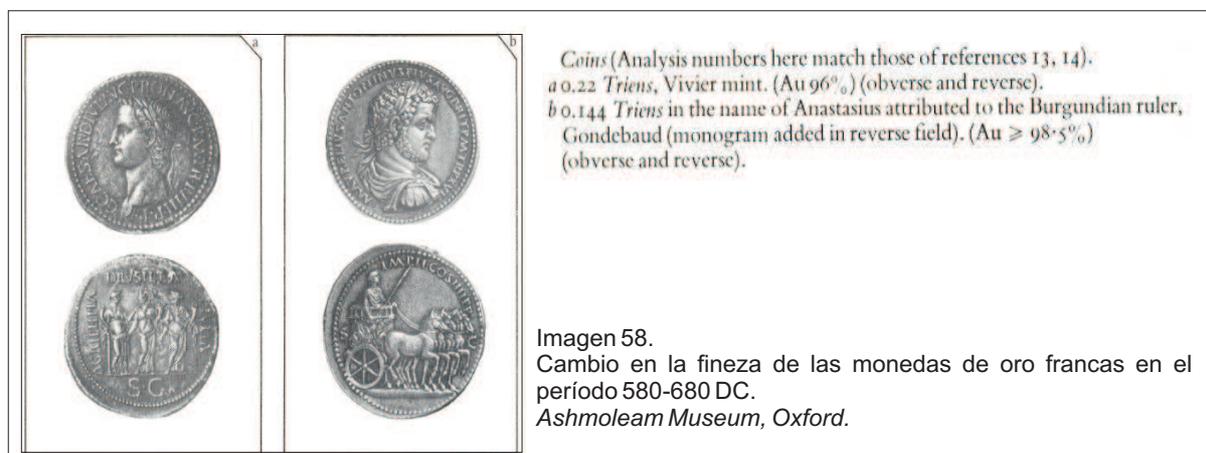
[17]. KeV= kiloelectrovoltio.

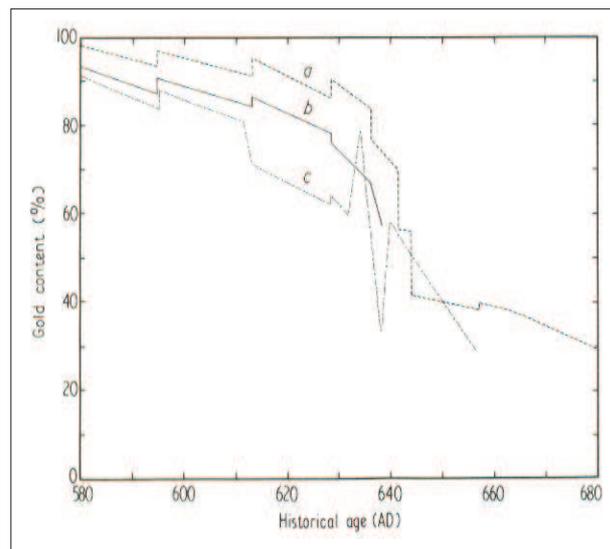
total del ejemplar. Cada “efecto de la mezcla” puede ser minimizado por el establecimiento de las curvas de referencia para cubrir las mezclas más relevantes de los elementos pero algunas impurezas menores pueden todavía molestar.

- (II) La detección geométrica puede ser interrumpida por irregularidades en la superficie del ejemplar. Las marcas en una moneda son obvios problemas en este sentido. Un desplazamiento de solamente 0’5mm puede causar una bajada de un 45% en el recuento de las tasas. Las mezclas tan complejas como el latón (que contiene zinc, plomo y níquel, en niveles insignificantes, además de los componentes principales cobre y estaño) necesitan un tiempo apreciable para ser analizadas correctamente.

A pesar de las dificultades técnicas de esta naturaleza, el análisis por fluorescencia rayos X ha probado repetidamente ser “competitiva” con técnicas científicas aliadas en el estudio de las monedas de oro y plata. Incomprensiblemente es particularmente valioso en el estudio de las superficies doradas y en la detección de una de las más comunes operaciones en la falsificación de monedas, el baño de un corazón interior de un metal base con una fina capa de otro precioso.

Una de las trampas más seguras para un falsificador es su carencia de conocimientos de los factores políticos que controlaron las condiciones de los acuñamientos en la antigüedad. Esto está bien ilustrado en las dos monedas de oro de Burgundia, 0.144 y 0.149, de la siguiente imagen.





*Inset figure*

- a* High Provençal standard (including mints at Marseilles, Arles and Uzès).
- b* Low Provençal standard (including the Viviers and Vienne mints in Burgundy).
- c* Standard outside Provence (including Metz and Paris mints).



*c* 0.149 *Triens* in the name of Maurice, mint of Vienne, with the moneyer's name, Laurentius. (Au  $\geq$  98.5%) (obverse and reverse).

*d* 0.10 *Thrymsa*, found at York (obverse and reverse).

Face: Au 64%; Ag 34%; Cu 2%.  
Edge: Au 56%; Ag 42%; Cu 2%.  
Interior: Au 46%; Ag 52%; Cu 2%.

*e* 0.11 "Two Emperors" debased *thrymsa* (obverse and reverse).

Face and edge: Au 33%; Ag 66%; Cu 1%.  
Interior: Au 25%; Ag 70%; Cu 5%.

*f* AM20 Jewelled gold disc brooch, in Kentish tradition. (Diameter 6.1 cm) (Ashmolean, 1909.204).

Edge: Au 45.5%; Ag 51%; Cu 3.5%.

*g* AM29 Coin pendant; a pseudo-imperial solidus of Maurice Tiberius, minted at Marseilles; separate grooved loop. (Diameter 1.9 cm). (Ashmolean, 1942.221).

Face: Au 97%; Ag 1%; Cu 2%.  
Loop: Au 98%; Ag 1.5%; Cu 0.5%.

La dramática invasión germánica del antiguo Imperio Romano había abandonado estas regiones en una condición políticamente débil y fragmentada, comparada con el Imperio Bizantino del Este. La alineación militar con este último durante el intento de invasión de Lombardía a Italia, resultó beneficiosa en cuanto a las reservas de oro, las cuales mantuvieron la economía de la Galia Franca boyante. Para más de la mitad del siglo, la moneda producida de los centros de acuñamiento primarios de Marsella, Arles y Uzès, permaneció extraordinariamente firme en cuanto a su calidad, manteniendo su pureza de oro tan alta como 97.6%, de los acuñamientos

provinciales más resistentes. Pero las dos décadas entre 620-640, vieron cambios radicales en los asuntos monetarios del Oeste. La Guerra Civi y la renovada agresión persa tiró a las tropas imperialistas a otras fronteras y absorbió los recursos bizantinos. Se dio una firme devaluación en los niveles de los acuñamientos estándares, de los más altos de Marsella a los más bajos de los centros tales como Metz y París.

Hacia el 630 DC las reservas de oro eran virtualmente estáticas, pero la situación política se había estabilizado. Entonces, Dagoberto I, buscó solucionar sus problemas económicos con la introducción de un rebaje controlado en sus monedas.

Así, con el paso del tiempo, se fueron sucediendo importantes devaluaciones.

La falsificación de las monedas en el pasado no era una actividad limitada, llevada a cabo por personas concretas en núcleos aislados o escondidos, sino que había adquirido proporciones internacionales.

La historia de la mutilación de los acuñadores de Enrique I, que ejemplifica perfectamente este tipo de práctica, es triste, ya que se ha sabido que los cargos de la acusación, se habían puesto falsamente.

Durante el reinado de su hermano Guillermo II, se había venido utilizando monedas falsas. Con su subida al trono, tras la muerte del anterior, en 1100aC, una de sus principales disposiciones era poner fin a esta actividad. Pero el empleo de estos ingresos suplementarios le ayudaba a financiar su Guerra con Normandía.

Año tras año, esta “decisión” se fue prorrogando y las monedas se movieron por los círculos empresariales, arruinando a muchos de sus integrantes.

Las cartas de Guillermo de Jumièges parecen proporcionar pruebas adecuadas del acontecimiento. Proclamaba que los acuñadores estaban añadiendo mucho latón de manera que la moneda apenas llevaba una tercera parte de plata.

Al igual que estas cartas, Enrique fue recibiendo informes de esta naturaleza de muchas otras fuentes, pero el asunto pasó a mayores cuando sus soldados se quejaron de que el dinero con que se les había pagado los salarios era inútil y desataron su rabia.

Mandó decir al obispo de Salisbury que convocara a todos los acuñadores de Inglaterra en Winchester en Navidad y mutiló a todos ellos, cortándoles la mano derecha y los testículos.

Pero, ¿estaban justificados los cargos contra los acuñadores? El análisis de los pocos peniques que han sobrevivido de este período hasta ahora, dicen que ellos no fueron. Ya que la fineza tradicional, colocada sobre 92'5% y su calidad, parecían haber sido establecidas desde la mitad del siglo XI, a través de la conquista de Normandía en adelante, hasta la muerte de Guillermo I en 1087. Había algunos peniques inferiores pero están en minoría.

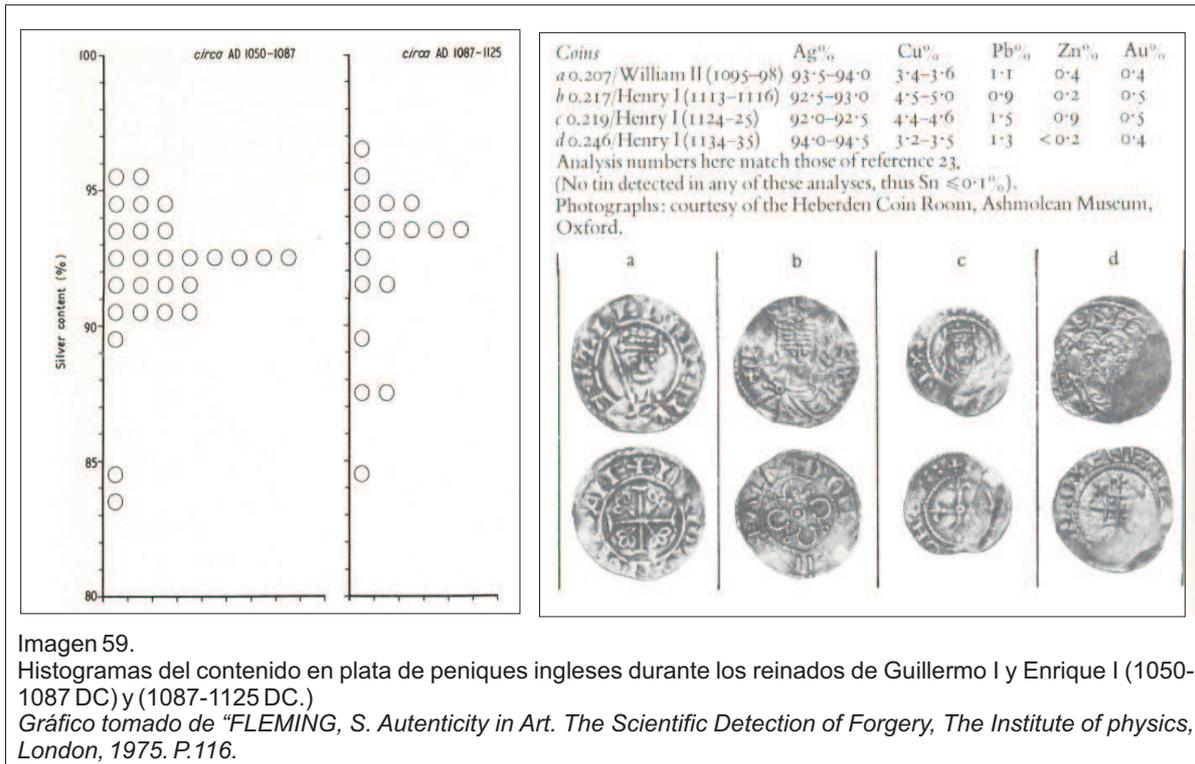


Imagen 59.  
Histogramas del contenido en plata de peniques ingleses durante los reinados de Guillermo I y Enrique I (1050-1087 DC) y (1087-1125 DC.)  
Gráfico tomado de "FLEMING, S. *Authenticity in Art. The Scientific Detection of Forgery*, The Institute of physics, London, 1975. P.116.

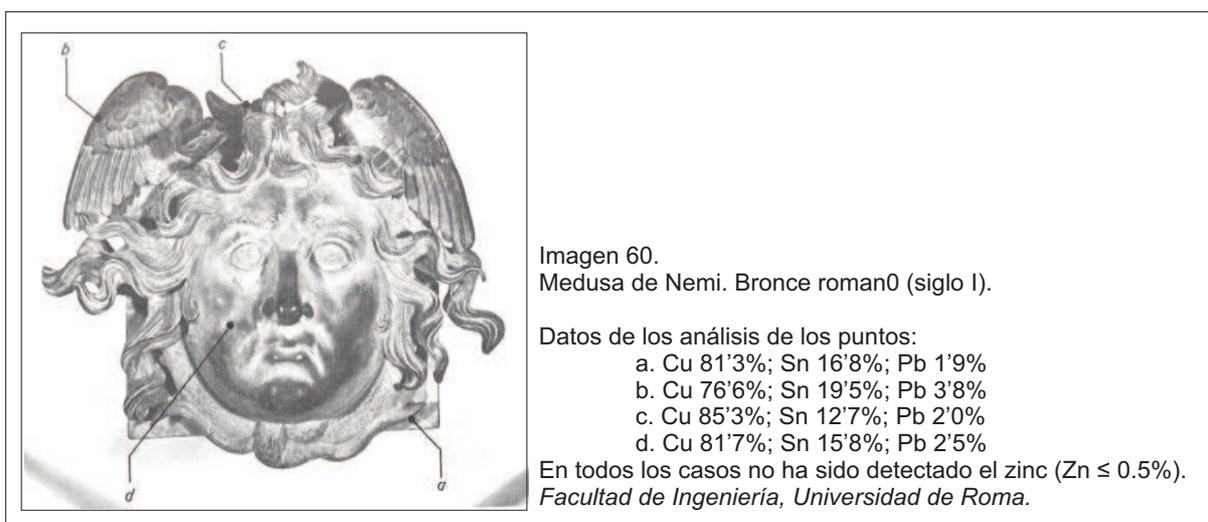
Por lo tanto, para el período de 1087-1125, cubriendo el reinado de Guillermo II y Enrique hasta el año crucial del asunto de Winchester, no encontramos ningún empeoramiento de calidad de las monedas, ciertamente nada como la caída de los estándares que Guillermo de Jumièges nos había hecho creer. El cronista se equivocó en sus nociones de los métodos de devaluación frecuente en aquellos tiempos.

Los estudios sobre falsificaciones de monedas, han ido evolucionando desde los metales preciosos al bronce, un material más humilde quizás, pero con una larga y significativa historia. Su invención, una aleación de cobre y estaño, se sitúa en el Oriente Próximo a principios del tercer milenio aC, donde era utilizado para la ejecución de simples instrumentos o herramientas agrícolas, que se encontraron en excavaciones en Ur. Es cierto que las aleaciones de cobre y arsénico habían sido producidas más de mil años atrás, ya que en las vetas del mineral del cobre se podían encontrar impurezas de arsénico, pero por el contrario, pocas fuentes del mineral de latón están cerca de las del cobre, siendo entonces una adición deliberada.

El cobre tiende a encogerse pesadamente en el enfriamiento y no recoge el detalle con precisión, pero la adición de latón, en gran parte, vence este problema. La aparición de bronce con latón era bastante esporádica. A finales del tercer milenio,

la tecnología se había extendido por Siria y Anatolia, en las Cícladas y a lo largo del Golfo Pérsico al sudeste de Irán.

En las regiones mediterráneas y en todas partes del Sudeste asiático, el método principal de trabajar el bronce, en tiempos antiguos era la técnica de la *cera perdida*. Finos ejemplos de esta técnica, incluyen el polémico “Caballo” del Metropolitan Museum (New York) y la romana “Medusa de Remi” (siglo I).



En el siglo IV la tecnología europea comenzó a alejarse de este método de moldeado, para acercarse a la tecnología del moldeado de fragmentos, pero el cambio fue muy gradual. Da Vinci, el experimentador, registró sus proyectos para tal acercamiento al monumento ecuestre Sforza en Milán, aunque este ejemplo sea considerado todavía como único entre esculturas de grana tamaño del Renacimiento. Sin embargo, el *moldeado de fragmentos* se impuso, cuando el monumento de Luis XIV fue completado por Feller y Bouchardon.

En los estudios de autenticación del bronce, se pueden utilizar varios métodos de análisis científico, para observar los detalles de su desarrollo histórico, fabricación y estructura. Por ejemplo, muchos de los bronce del Sud Este Asiático, Nepaleses e indios, contienen un característico corazón negro friable, rico en fragmentos de carbón y cuarzo. Para la observación del mismo y su posible datación, es conveniente la utilización de la **termoluminiscencia**.

Algunos de estos corazones, como el del interior del Buda<sup>[18]</sup>, (del período Gandhara en

la India, aproximadamente el siglo V), está virtualmente intacto, al igual que el metal original completamente sellado. Otros, fueron raspados con severidad y eliminados, pero todavía quedan fragmentos que por lo general llevan bastantes remanentes en el hueco de una cabeza o las hendiduras de una decoración. La relación que existe entre los métodos propios de creación y su evolución sirven como herramientas de identificación, pues no pueden ser reproducidos en la actualidad. Para las piezas fundidas sin corazón debemos buscar pruebas de procesos naturales de envejecimiento o apelar a nuestro conocimiento de la metalurgia antigua para señalar los anacronismos de los métodos de fabricación del falsificador.

La *pátina*, entra dentro del grupo de los procesos naturales de envejecimiento, representa la formación gradual de los productos de corrosión ya que el metal es atacado por los agentes activos, como el azufre de la atmósfera o el agua en los medios de entierro. La corrosión en las piezas de fundición se muestra particularmente bien en la siguiente imagen, que corresponde a una sección transversal del metal.



Tentativas de simular la pátina muestran variaciones en cuanto a los grados de ingenio. La conservación en vinagre *pickling* diseñada para acelerar el proceso de corrosión, como se pensaba antiguamente, era una actividad sumamente frecuente entre los falsificadores. Sin embargo, muchas de las recetas explicadas, tales como el entierro en estiércol y jugos fermentados o calentar el metal rociándolo con vinagre, en la mayoría de ocasiones conseguía el efecto superficial deseado. Por lo general, la

única esperanza de descubrir tal tratamiento es por la poca penetración de la corrosión que ellos provocan.

Los estudios de la aplicación de la corrosión (provocada), raras veces se demuestran completamente, como ocurre en la pieza que se nos muestra en la siguiente imagen.

El proceso de autenticación de esta copa iraní tuvo que afrontar un estudio crítico muy estricto.



Se sugirieron no menos de quince puntos de debilidad y error en el dibujo, incluyendo la ausencia de pies y oídos sobre las figura y la carencia del apoyo vertical habitual a la mesa (la figura que hay representada parece estar a punto de caer).

La clase de corrosión intergranular (cuprite selectivo distribuido a lo largo de los límites del grano del metal) en evidencia en una sección pulida del metal del vaso (imagen 68a) puede ser considerado como un fenómeno natural ya que ningún falsificador posiblemente podría simularlo y además, una banda de corrosión ininterrumpida siguiendo el contorno de la línea del diseño, contradice cualquier noción de que la escena del vaso podría ser una adición tardía sobre el viejo metal (imagen 68b).

En materia de los *análisis de composición*, el zinc surge otra vez como el aditivo más importante del bronce para el juicio de la autenticidad. En la región romana el desarrollo del "orichalcum" (aleación de plomo, cobre y zinc; latón dorado) como medio para la invención del *sestercio* puede ser considerado como la primera aleación deliberada de cobre y zinc para producir latón. Pero el monopolio estatal que fija los estándares de metal disponible para acuñar parece, al mismo tiempo, haber impedido el

empleo de orichalcum para otros artículos, al menos hasta la mitad del siglo I. Así, es razonable sospechar de cualquier objeto estatuario romano y similar de bronce a gran escala si hay pruebas de las cantidades apreciables de zinc.

Parece ser mucho más complicado. Los casos aislados de cobre aparecen en un número de sitios, incluyendo Gezer en palestina en un nivel datado al III período Semita (1400 AC aprox.) mientras varios pequeños artículos de Gordion y Altintepe, en Anatolia, proporcionan pruebas de un uso más generalizado de la aleación ya en el VII AC. Una antigua fuente documenta el descubrimiento del cobre por los Mossynoeci que vivían en la rica región en zinc de Turquía al sur de Trebizond, a principios del primer milenio AC. A pesar de esto, los análisis extensos de los objetos metálicos de la dinastía aqueménida y de los bienes de las tumbas de Luristán, del área de las montañas de Zagros en Irán Occidental, proporcionan solamente un par de ejemplos de la presencia de zinc por encima de un nivel del 2%; ahora estos artículos son considerados dudosos.

El siguiente ejemplo del vaso p'ou que encontramos en la siguiente imagen, ilustra los extremos que ha alcanzado la falsificación moderna.



Imagen 63.  
Vaso p-ou de la temprana Dinastía Chou.  
*Art Museum, Princeton University.*

Ahora, en la colección del estudio del Art Museum of Princeton University, su “pedigri” se remonta aproximadamente a 1920 cuando fue comprada en Hong Kong, en una condición aparentemente prístina. Su reputación cayó en picado cuando hace unos

años, una fractura en la base dejó al descubierto una capa de cobre recientemente trabajado, cubierta por unas trazas de lacre, y una suave soldadura.

Una exploración más profunda reveló que casi el vaso entero era una superestructura falsa fabricada alrededor de unos fragmentos débiles, pero genuinos.

Un compuesto fundido de pigmentos de tierra, arena y un vehículo de laca había sido aplicado en delgadas películas hasta que el nuevo cuerpo fuera aproximadamente de 4 milímetros de espesor. Una vez que la superficie se había enfriado y se había endurecido se cortó y talló para reafirmar los diseños subyacentes. Finalmente, para atenuar la frescura de la pieza, fue aplicada una mezcla de arena y una laca para simular incrustaciones mientras que unas salpicaduras colorearon la pieza<sup>[19]</sup>.

## Conclusiones

La aparición y el desarrollo de las técnicas analíticas se ha producido paralelamente al avance de la ciencia. Su aplicación en la investigación de importantes piezas artísticas, ha desvelado algunos enigmas que las envolvían. Técnicas ya existentes se han ido adaptando a las nuevas exigencias y las de reciente aparición, han entrado a formar parte del gran abanico de las técnicas actuales.

La excelencia está en lograr establecer la técnica que aporte la mayor información del material objeto de estudio a partir de la utilización de la mínima muestra.

Con la presente investigación, hemos iniciado el camino persiguiendo establecer un protocolo para la verificación de las obras de arte, atendiendo a la técnica, materia y cantidad de muestra.



Anexo fotográfico



Imagen1.  
La Virgen protectora de Jacob Meyer, Comandante de Basle y su familia. Atribuido a Hans  
Holbein, el Joven, 1525 aprox.  
*Schlossmuseum, Darmstadt.*



Imagen 2.  
Familia Montefeltro (falsificación moderna) anteriormente atribuida a meloso da  
Forlì, artista de la segunda mitad del siglo XV, pero hoy datada del 1923 aprox.  
Posiblemente de Idilio Joni.  
*National Gallery, London.*



Imagen 3.  
Procesión religiosa. Falsificación al estilo del Maestro de mediados del siglo  
dieciséis, Pieter Breughel.  
*Courtauld Institute of Art, London.*

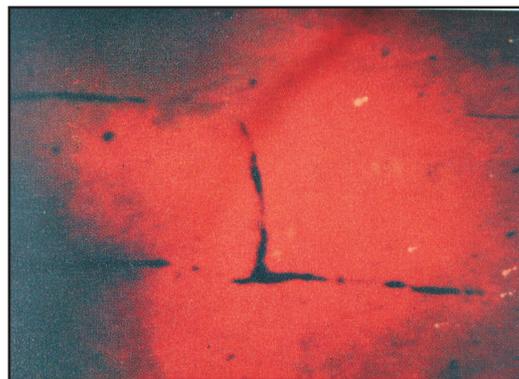


Imagen 4.  
Detalle de la pintura superficial de la obra "Procesión Religiosa". Podemos  
apreciar la simulación de la craqueladura utilizando una retícula pintada de  
líneas negras.



Imagen 5.  
Virgen y Niño con un Ángel. Originalmente atribuida a Francesco Francia (1450-1518) pero ahora considerada una falsificación contemporánea. Entre otros fallos, las craqueladuras normales de la superficie son simuladas en este caso utilizando una fina retícula de líneas pintadas encima de la superficie.  
*National Gallery, Londres.*



Imagen 6.  
Gran cuenco *minai* iraní con lados acampanados del siglo trece, bordes volcados  
y pie bajo. Fotografía con iluminación ultravioleta, que muestra las extensas  
zonas de restauración.  
*Frrer Gallery of Art, Washington DC.*

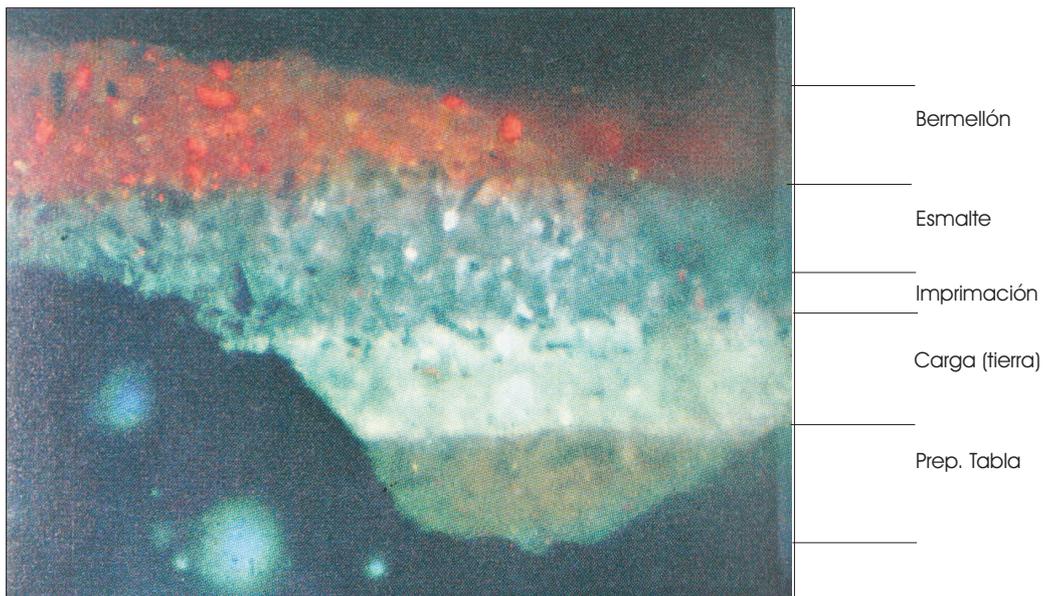


Imagen 7.  
Microfotografía de una estratigrafía de los estratos pictóricos. De la  
pintura "Deborah Kip, mujer de Sir Baltasar Gerbier, y sus niños".  
Aumento x180.



Imagen 8.  
Cristo en casa de Marta y María. Atribuido a Vermeer (1632-1675) y pensado uno de  
sus primeros trabajos, 1654 aprox.  
*Nacional Gallery of Scotland, Edinburgh.*

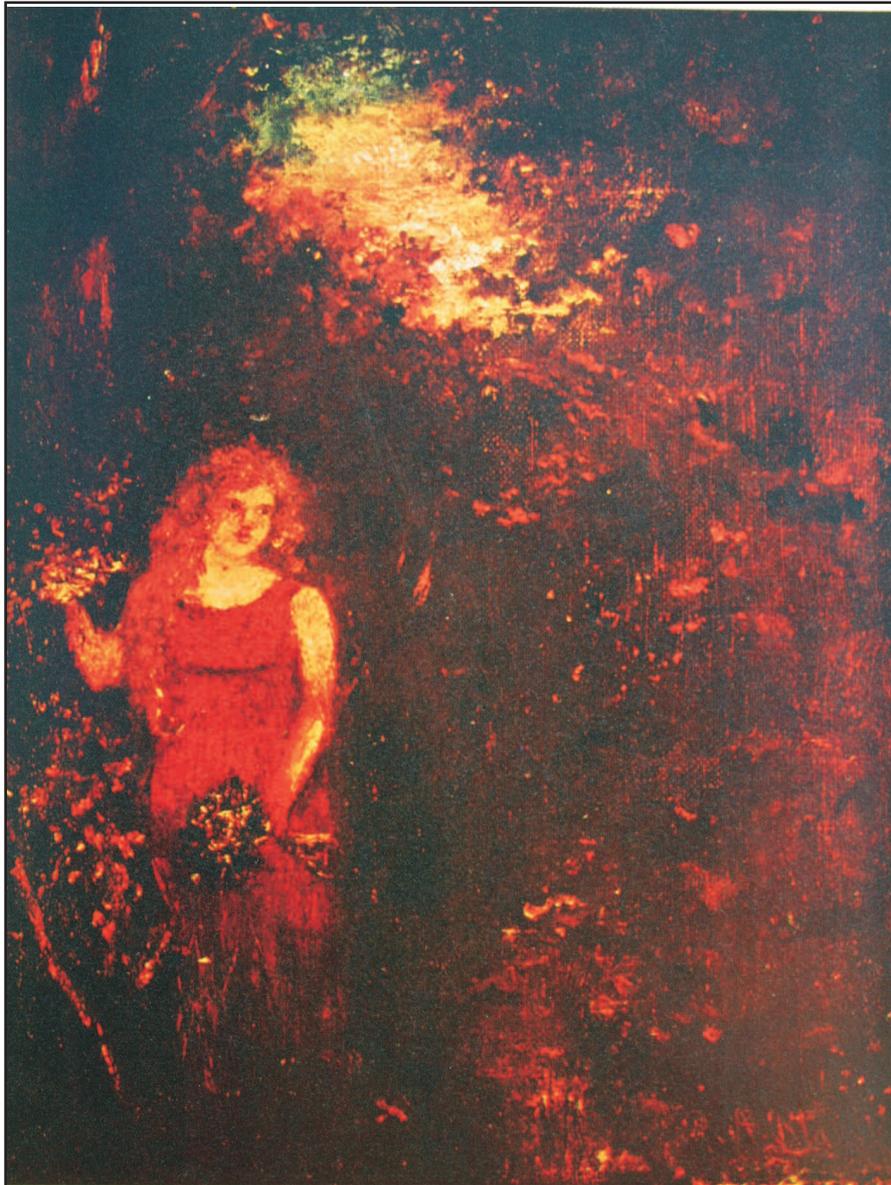


Imagen 9.  
Mujer de rojo. Firmado "R A Blakelock" en la esquina inferior derecha, pero ahora  
atribuido a Marian Blakelock, su hija.  
*Brookhaven National Gallery, New York.*



Imagen 10.  
Microfotografía de una estratigrafía de pintura extraída del borde superior izquierdo del trabajo "Deborah Kip, mujer de Sir Baltasar Gerbier, y sus niños". Por debajo de la capa delgada de pintura encontramos situada una capa blanca de imprimación, un estrato tostado de tierra y una capa extensa de cola proteínica manchada con azul de Coomassie (azul brillante)..



Imagen 11.  
Lucrezia Donati. Busto en mármol del estilo del *Quattrocento* por Giovanni  
Bastianini (1830-1868.  
*Victoria & Albert Museum.*)



Imagen 12.  
"Guerrero". Escultura en piedra con vidriado  
blanco. De Sawankalok, Tailandia. Siglo XIII DC  
aprox.. Medida 1.3 m.  
Spink and Son, Londres.



Imagen 13.  
Figura en bronce de Budha en pie, su mano derecha  
levantada en *abhaya-mudra*. Gandhara, Noroeste de la  
India. Siglo V aprox. Altura 0'33m.  
Spink and Son, Londres.



Imagen 14.  
Gran vaso ritual de comida (kuei.) Antigua Dinastía Chou en China, siglos X-XI AC. Diámetro  
0'32m.  
Sotheby Parke Bernet, New York. Catálogo "Trabajos artísticos chinos" 23 de Abril 1975, lote  
244.

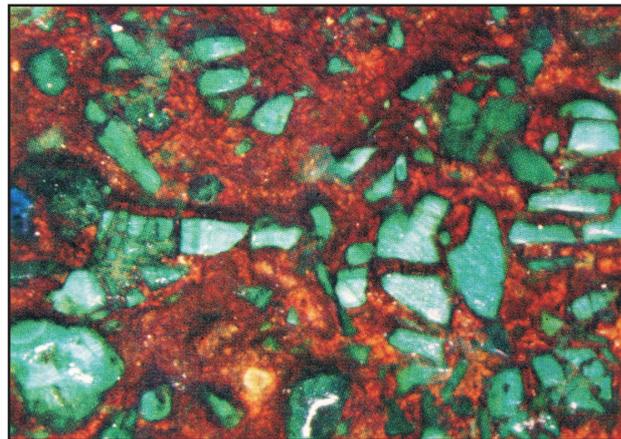


Imagen 15.  
Pátina artificial. Simulada por malaquita aplastada y esparcida sobre la superficie de un vaso  
cubierto con cola.  
Aumento x2.  
*Freer Gallery of Art, Washington DC.*



## Bibliografía

- APOLONIA, L.; VOLPIN S., *Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi*, Il prato, Padova, 1999 .
- ALDROVANDI, A.; PICOLLO, M., *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*, Il Prato, Padova, 1999.
- BARROS, JOSÉ MANUEL., *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*, Instució Alfons el Magnànim. Diputació de Valencia, Valencia, 2005.
- BOWMAN, S., *Questions of chronology. In Science and the Past.* (ed. S. Bowman), British Museum Press, 1991. pp.117-40.
- BOWMAN, S., *Radiocarbon Dating*, British Museum Press, London, 1990. pp.117-40.
- EUDEL, P., *La falsificación de antigüedades y objetos de arte*. Editorial Centurión, Buenos Aires, 1947.
- FRINTA, S. *Punched Decorations on late medieval panel and miniature paintings*, University of Michigan, Prague, 1999.
- FLEMING, S.J., *Authenticity in Art: The Scientific Detection of forgery*, The institute of Physics, London, 1945.
- GALLONE, A., *Analisi fisiche e conservazione. Edifici, dipinti murali, sculture policrome e arredi*, Editorial FrancoAngeli, Milano, 1990.
- GOMEZ, M., *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Madrid, 1998.
- JONES, M. *Fake? The Art of Deception*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1990.
- JONES, M., *Why fakes matter; Essays on Problems of Authenticity*, British Museum Press, London.
- LANG, J.; MIDDLETON, A. *Radiography of Cultural Material*, Elsevier Science & technology, 1997.
- MATTEINI, M.; MOLES, A. *Scienza e Restauro. Metodi d'indagine*. 2ªEd., Nardini, Florencia, 1986.
- SAVAGE, G.; *Forgeries, Fakes and Reproductions*, F.A.Praeger, New York, 1964.



**RESUMEN**



**Estudio de las distintas técnicas analíticas para el establecimiento y detección de falsificaciones en el mundo del arte.**

Maria López Planells

Tutor: Jose Antonio Madrid García

Master Oficial en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.  
Curso: 2006/2007



## Objetivos

En la práctica de la conservación y restauración, encontrarse ante una falsificación es una situación poco habitual. No obstante, requiere de un estudio y una preparación que considero esencial en nuestra formación.

En este estudio, hemos tratado de recopilar y clasificar las principales técnicas que nos pueden ayudar en esta tarea, atendiendo a su grado de invasión.

## Introducción

El desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones en la investigación de importantes piezas artísticas, se han visto inmersas en ocasiones, en situaciones contradictorias en cuanto a la autoría de alguna de éstas que había venido siendo atribuida erróneamente durante varios cientos de años a determinados Maestros o talleres.

Actualmente, la mayor parte de Museos o centros de investigación se ha especializado en determinadas materias, bien por su predominio en el ámbito geográfico, como por su trayectoria cultural. Así por ejemplo, la National Gallery (Londres), el Prado (Madrid) o el Rijksmuseum (Amsterdam), se especializaron fundamentalmente en el estudio de las pinturas de caballete; el British Museum en material arqueológico...

## Falsificaciones en el mundo del arte

La historia de las falsificaciones e imitaciones se remonta a varios siglos atrás.

La apreciación romana de las *esculturas* clásicas griegas en piedra y bronce que incitaba a su extensiva imitación, hace que sea extremadamente difícil de detectar ahora.

Del mismo modo, *la moneda* ha sido siempre un objetivo principal de devaluación, porque resulta una recompensa inmediata de financiación.

Encontramos tempranos ejemplos de falsificaciones relevantes en el Imperio Romano, particularmente en Bretaña.

En cuanto a las *pinturas*, la primera documentación sobre la falsificación de éstas, se establece en el año 1524, donde encontramos la discusión de Pietro Summonte que nos habla de las actividades de un artista napolitano, Colantonio, unos

setenta años anterior. Un retrato del Duque de Brugundia estaba tan bien reproducido que el marchante-dueño, al cual había sido pedido prestado el original, aceptó la vuelta de una versión de Colantonio sin sospechar. Poco más de un siglo después, comenzó una saga que se perpetuó hasta 1871.

Podríamos clasificar las falsificaciones en tres categorías principales.

La primera de éstas, **falsificaciones sin un modelo**, son extrañas. El camino para la aceptación puede ser facilitado si el tema escogido tiene cierta conexión con una leyenda o una referencia documental fragmentaria.

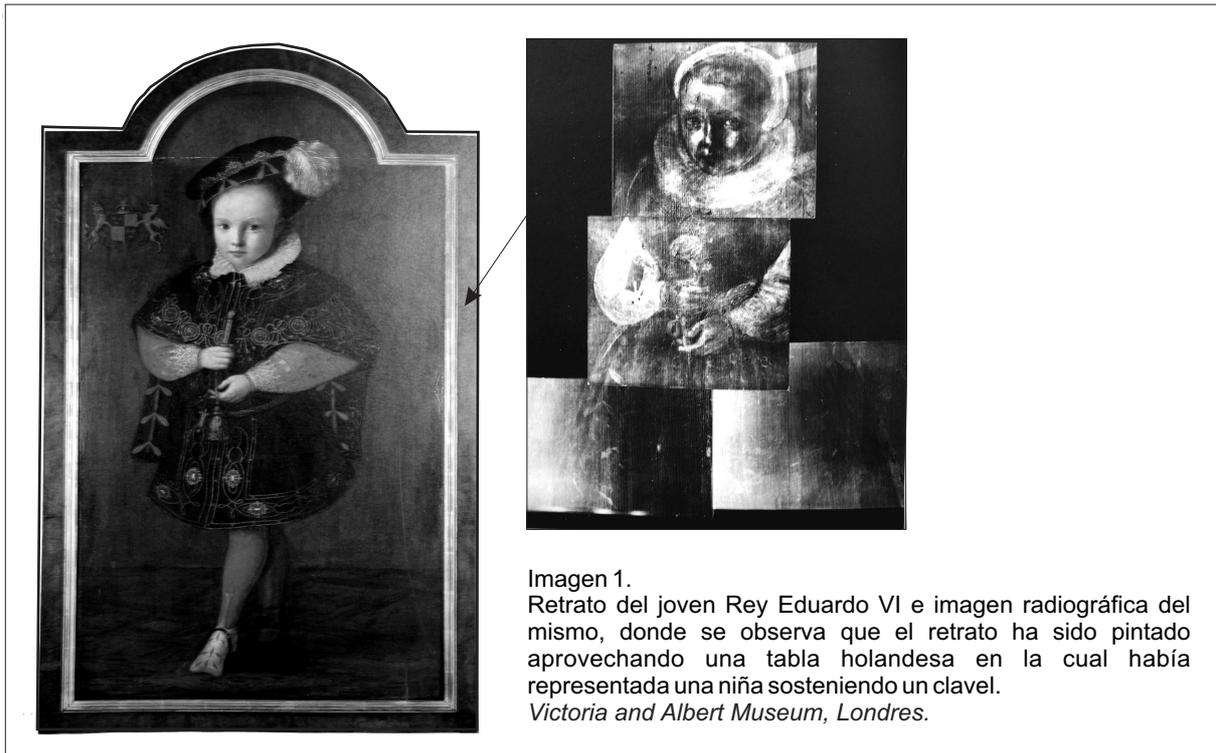
El “descubrimiento de cada nueva civilización trajo consigo una explosión de falsificaciones.

El siglo XIV nos proporciona uno de los ejemplos mejor comprendidos de falsificación basadas en una leyenda. Maniobras políticas contra los templarios en 1306 incluían un reclamo de que ellos adoraban a un ídolo llamado Baphomet. La producción de estos ídolos (pequeñas figuras deformes en piedra cubiertas por inscripciones sin sentido) fue probablemente con fecha de cuando se hizo popular su historia, a través de la literatura del renacimiento gótico.

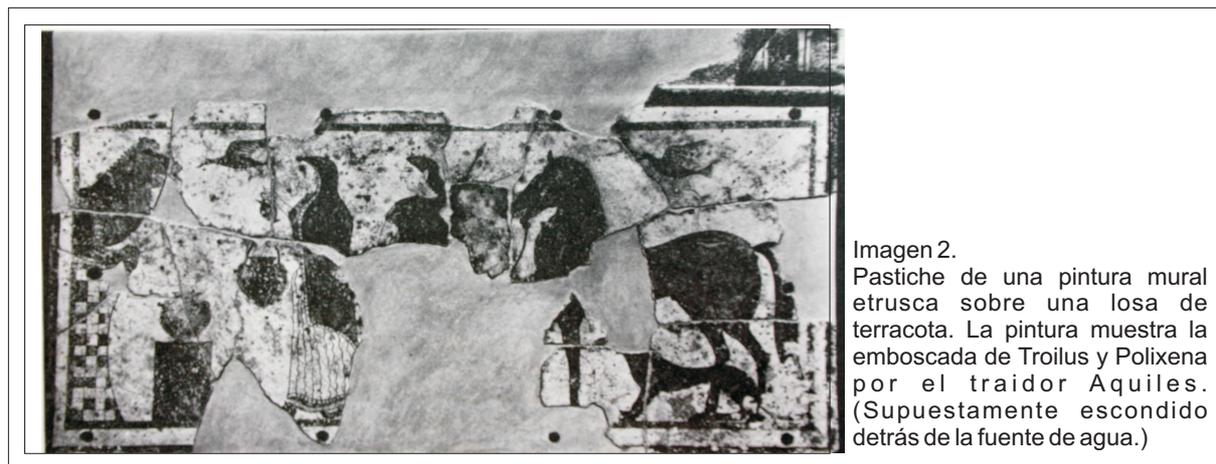
Las falsificaciones diseñadas para ser englobadas dentro de una genuina prueba documental, incluyen algunas invenciones evidentes por lo general, de un estilo artístico completamente falso, por ejemplo, el de los Obotritas (una tribu eslava de la región de Mecklenberg posterior a la invasión de los hunos) y los Moabitas, que llegó a la opinión pública en 1869 con el descubrimiento de una genuina inscripción de su rey, Mesha.

Los materiales arqueológicos son particularmente susceptibles de este tipo de falsificación. La cultura de la Edad de Piedra y el Neolítico ofrecen un gran potencial para los falsificadores debido a la simplicidad que requieren los trabajos manuales y la disponibilidad de medios (sílex, pizarras, huesos de cuernos, rocas de las paredes de cuevas) todos útiles para enriquecer con estilos hasta ahora no reconocidos como antiguos.

La **alteraciones y adiciones** a un trabajo, configuran nuestro segundo grupo de falsificaciones. Podemos mencionar como ejemplo de esta práctica el caso del “retrato de Eduardo VI”, radiografía del cual se nos presenta ilustrada en la imagen que aparece a continuación. Es un ejemplo de una adaptación radical de un trabajo menor para producir una pintura de importancia documental. Un niño del siglo XVII ataviado con una

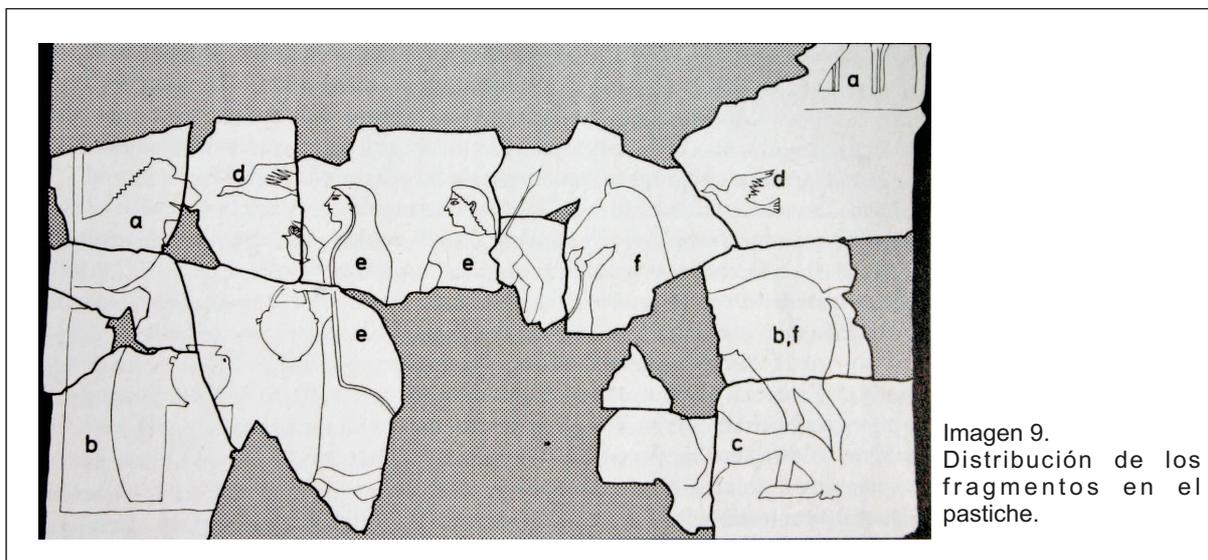


La tercera y más común forma de falsificación es la del **pastiche**, es decir, un objeto cuyas unidades derivan de una variedad de elementos similares en un material auténtico. La siguiente imagen ilustra este proceso de una pintura etrusca en una losa de terracota.



Su forma auténtica habría decorado el nicho de una tumba.  
Cada componente (cada fragmento) está fácilmente disponible en las fotografías

de los libros de las dos últimas décadas.



En un intento por darles un aspecto de envejecimiento, las superficies a menudo necesitan tratamientos importantes.

El agrietamiento de una superficie de la pintura, es un efecto de envejecimiento que sigue a los pigmentos de las capas de imprimación que resultan demasiado rígidas al enfrentarse con el estiramiento de la tela más flexible o con el panel de soporte. Una vez que el médium oleoso se haya secado, un simple enrollamiento de la lona hacia arriba, simulará este agrietamiento bastante bien. Otras recetas incluyen la utilización de un barniz de contracción fuerte o de un pegamento rígido que escama la superficie de la pintura. Alternativamente, una clase de tratamientos de calor seguido por un rápido enfriamiento causa la contracción rápida y de importancia considerable del soporte, que repercutirá en las capas de pintura. Para pinturas sobre paneles de madera, el agrietado de la pintura habitualmente sigue paralelo a las fibras de la estructura de ésta, así las direcciones de la presión requieren ser estudiadas con detalle para poder reproducirlas con credibilidad. Un cepillado final con hollín, destaca la alteración.

Efectos similares de envejecimiento que producen una apariencia denominada *craqueladuras*, se dan en los vidriados de las cerámicas. Los ingredientes del vidriado fundidos durante la cocción en el horno y una capa vidriosa, sellan los poros de la arcilla subyacente. Si, durante el enfriamiento, el cuerpo de la arcilla se enfría menos que el vidriado, éste último se verá sometido tensiones y aparecerán gruesas grietas sobre la superficie.

En el caso de los metales, la corrosión de las superficies, llamada *pátina*, registra los efectos de una exposición prolongada a la atmósfera o a la humedad de su enterramiento. El contenido en cobre del bronce, se oxida para formar óxido de cobre amorfo que, a su vez, reacciona con el agua carbónica para formar las familiares incrustaciones verdes de malaquita. Otras impurezas en el metal, como latón, pueden oxidarse para dar un brillo plateado. El azufre y el cloro, presentes en la humedad del contacto, dan lugar, cada uno a diversos efectos de deslustre característicos. Lamentablemente, en el aclarado que la pátina produce sobre la materia, el metal brillante parece haber sido más al gusto de otras civilizaciones pasadas que al nuestro propio. Vasari, en su discusión sobre la técnica, en la era del Renacimiento, comenta la conveniencia de tratamientos de envejecimiento artificial tales como el *ennegrecimiento del aceite*, “*escabechado*” en vinagre e incluso el *barnizado*.

La plata presenta a menudo un tinte violáceo debido a la corrosión del cloro. Sin embargo, ésta es una reacción leve, comparada con la oxidación o la cloración que cualquier cobre presenta, como los sistemas de aleaciones y aquellos encontrados en las monedas degradadas, que por lo general, son los primeros en sufrir este tipo de reacciones. La *inducción química de degradación* superficial artificial, no plantea ninguna dificultad particular. A pesar de la simplicidad de la noción, pocos tratamientos artificiales provocados, ofrecen mejor recompensa al falsificador que el entierro de su trabajo durante un año, permitiendo así que la naturaleza se encargue del proceso de envejecimiento. Aunque esto requiera paciencia, (alguno puede por casualidad desenterrar la pieza falsificada antes de que haya madurado para el mercado), resulta un método eficaz. Incluso los rastros más leves de concreciones superficiales o restos de raíces junto a un grado de alteración natural y la aclaración inevitable del brillo decorativo, pueden ser provechosos a la hora de generar una buena procedencia arqueológica para una falsificación que se ha visto sujeta a un período de enterramiento. Aunque es una técnica muy efectiva, no siempre funciona, en particular, si el falsificador es descuidado a la hora de preparar un punto de entierro.

Ningún falsificador quiere que su trabajo pase inadvertido así como menospreciado en su área cultural elegida. Por esta razón la adición de algún identificador en ocasiones resulta irresistible. Las firmas de las falsificaciones tienen una larga historia. Los artistas romanos elegían Praxíteles, Mirón y Pausias para las imitaciones de los espíritus griegos en mármol, los trabajos en plata y las pinturas. En el siglo XVII Pieter de Hooch (1629-1684) llegó a ser tan conocido con el “Interior holandés”, que muchos de sus contemporáneos tuvieron que volver a firmar sus

trabajos con posterioridad.



Imagen 2.  
Interior de una casa holandesa. Atribuido a Hendrick van der Burch (activo cerca de 1655). Enscrito falsamente P D Hooch.  
Cortesía de Sotheby and Co, Londres: ver Catálogo de "viejos Maestros" del 12 de Julio, 1972, Lot.23.

El principal error entre firmas falsificadas es el sobreadorno con una fecha o texto explicativo y el último error del falsificador de firmas, la escritura incorrecta, que es más común de lo que nosotros podríamos suponer; en 1895 encontramos a Camille Pissarro que protesta *"un gran gouache de Piette firmado con mi nombre, falsificado por supuesto, ya que el nombre tenía faltas de ortografía"*.

La petición de falsificación de una firma miente en el caso en que el trabajo de menor importancia se puede situar a un valor comercial mucho más alto. Así, por ejemplo, tenemos el caso de Modigliani (1884-1920), que generosamente firmó varios trabajos de sus amigos, de manera que ellos pudieran compartir las ventajas financieras que se acumularon con su ascenso a la fama después de sus años de pobreza en París.

Otro error muy común es el fechado o la datación incorrecta. A la hora de producir obras de arte chinas antiguas, los imitadores occidentales han fracasado. Una estela budista, ahora en Colonia, lleva una fecha en la inscripción prevista para datarla al 501 aC pero determina un día de aquel período que no existió en el calendario.

El mismo tipo de error ocurre a menudo en manuscritos falsos dónde el conocimiento insuficiente de su fondo histórico delata al falsificador. Notable en cuanto a esto es la inclusión de Vaclav Hanka de las firmas de los artistas imaginarios checos en los espacios libres de la Biblia Taronisch, más una fecha, MCCLVIII. Ésta última adición fue fatal ya que el manuscrito databa hasta la fecha de después del siglo XIV.

La simulación correcta de un texto antiguo requiere no sólo la producción de una historia inteligible, sino también el empleo de la forma de deletreado apropiada.

Los errores técnicos simples, pueden a menudo ayudarnos a esclarecer de forma rápida este tipo de cuestiones, no obstante, con el respaldo de un conocimiento detallado de los mismos.

Por ejemplo, una escultura de una figura inacabada fue atribuida durante mucho tiempo a Miguel Ángel. Sin embargo, la piedra había sido trabajada con anterioridad, ya que la técnica de ejecución utilizada había sido un proceso de punteado, método mecánico detestado por el maestro del Renacimiento. La utilización del punteado traiciona también a menudo las réplicas romanas de los mármoles griegos.

La presencia de marcas de molde sobre un bronce medieval sería también extremadamente sugestiva de su producción en un bastidor, pues los originales fueron realizados invariablemente en una sola pieza por la técnica de la “cera perdida”. Lo mismo se decía de los broncees del Renacimiento, pero un descubrimiento reciente de dibujos de Da Vinci (1452-1519) incluyen los bocetos de moldes para piezas destinados para su utilización en el bastidor de un monumento colosal ecuestre para la familia Sforza de Milán y un esbozo del desarrollo antiguo de la tecnología.

De forma similar la ausencia de pequeños bocetos grabados en pinturas de los vasos Áticos y de la decoración etrusca de los frescos de las tumbas y las placas de terracota de los muros, está en desacuerdo con el acercamiento habitual de los antiguos. Los artistas etruscos parecen de hecho haber realizado incluso mayores esfuerzos para efectuar sus productos dividiendo inicialmente cada superficie en la que utilizan líneas horizontales ligeramente marcadas.

El trabajo (cincelado) de una superficie de metal puede detectarse rápidamente en adornos e inscripciones por la dureza de la línea y el agrietado de la superficie. Tal tratamiento de un bronce chino temprano es ciertamente evidenciable en una falsificación y aún todavía más si las nuevas líneas atraviesan capas de corrosión.

Así, con una detenida inspección, hay muchos detalles sencillos que pueden ser determinantes en la detección de falsificaciones.

A continuación, vamos a agrupar las técnicas analíticas que más nos pueden ayudar en nuestro estudio, según los materiales constituyentes de los objetos artísticos. De las más simples, a las más complejas

Estudio de las distintas técnicas analíticas para el establecimiento y  
 Detección de falsificaciones en el mundo del arte

RESUMEN

Principales técnicas\* analíticas utilizadas  
 en la detección y estudio de las falsificaciones.

Materias	T. Análisis**	Técnicas	Reflectografía	Técnicas	Ultrasonidos	Microscopio	Petrografía	Microscopía	Fluorescencia	Espectrometría**	Técnicas	Análisis por	Termoluminiscencia	Dendrocronología	Datación de los	Datación <sup>14</sup> C
		fotográficas (Luz visible, U.V., I.R.)	I.R.	radiográficas (X y γ.)		óptico	microscópica	electrónica (Ransmisión, barrido)	rayos X	(difracción rayos X, espectrofotometría...)	cromatográficas	activación neutrónica		crisales		
PINTURAS	Pintura sobre lienzo	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X				X
	Pintura sobre tabla	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X
CERÁMICAS	P. Mural	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	"Terracota"	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	
METALES	C. Vidrada	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	
	Monedas	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X			X
	Esculturas	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X			X
Otros			X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	

\*. Existen muchas otras técnicas analíticas que pueden enriquecer nuestra investigación. En esta tabla, nos hemos limitado a las más determinantes en el juicio de autenticidad.

\*\* . La clasificación de estas técnicas analíticas, se ha realizado en función de la cantidad de muestra que es necesaria tomar para la ejecución de las mismas, en un orden de menos a más.

\*\*\*. Dentro de las técnicas de análisis espectrométricas, encontramos la difracción de rayos X, que nos será muy útil en la identificación de pigmentos, sales contaminantes, productos de corrosión, aleaciones metálicas...

## Pinturas

Es improbable que un falsificador “engañe” al científico utilizando un dispositivo tan sencillo como es el simular pintando craqueladuras sobre la superficie de la pintura o por la equivocación al utilizar una vieja lona o panel de madera en los cuales pintar su falsificación. Debemos asumir que hará todo lo que pueda para prever el examen de laboratorio de su trabajo.

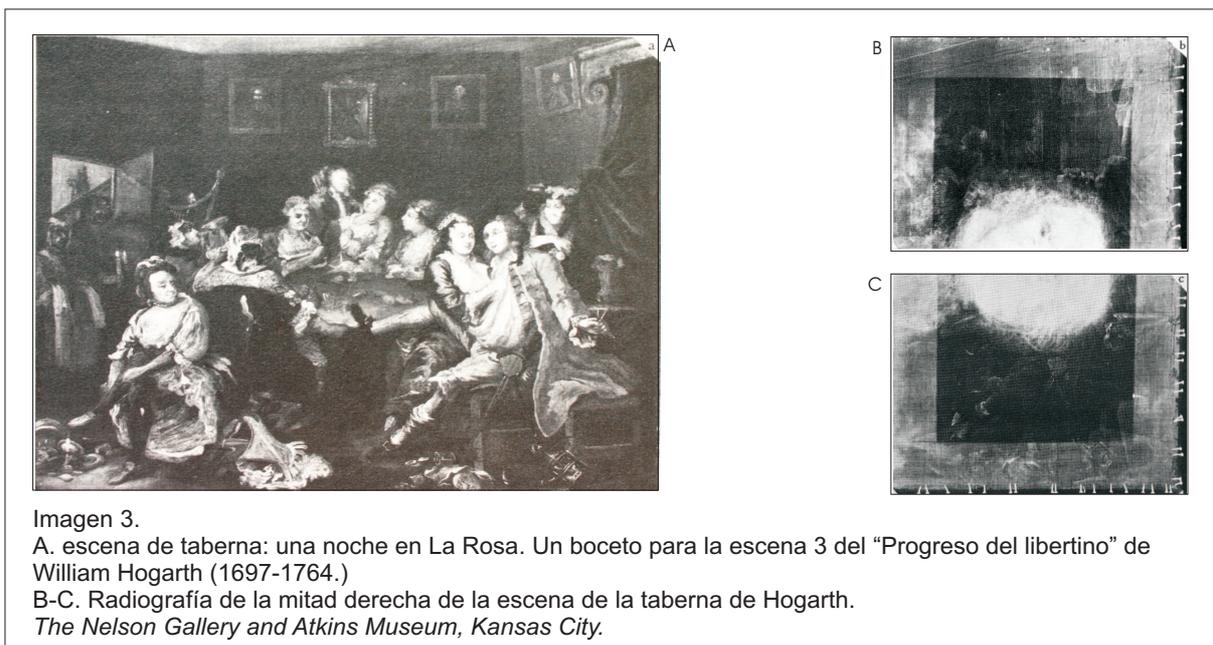
El juicio de autenticidad, se convierte en una prueba de la paciencia del falsificador, de su atención al detalle y del conocimiento técnico.

Con las contribuciones que las distintas disciplinas han puesto a nuestra disposición ha sido posible un mayor acercamiento a las piezas artísticas, detectando en ocasiones falsificaciones que se nos habían venido escapando durante varios cientos de años.

Técnicas tan sencillas, como un simple **análisis visual**, o los **registros fotográficos** (ya sean del I.R o U.V), pueden darnos muchísima información sobre la pieza que tenemos entre manos.

**-La Reflectografía infrarroja** nos permite ver y estudiar los estratos inmediatos a la superficie pictórica, en concreto, los dibujos realizados sobre la preparación pictórica, “los arrepentimientos” y en algunos casos, las pinturas anteriores.

**-Las técnicas radiográficas** permiten la identificación de estructuras subyacentes o incluso estructuras internas, y por lo tanto invisibles. A continuación presentamos un ejemplo de su aplicación.



**-Microscopio óptico.** Nos permite observar y estudiar estructuras materiales de dimensiones inferiores a aquellas apreciables a simple vista, utilizando radiaciones visibles reflejadas, transmitidas o derivadas de la excitación de la materia. Con el **microscopio electrónico** es posible evidenciar materiales de dimensiones inferiores a aquellas observables con microscopía óptica, utilizando haces de electrones.

**-Fluorescencia rayos X.** Hace posible la identificación y el análisis elemental de compuestos inorgánicos (metales, aleaciones metálicas, materiales cerámicos, pigmentos, productos de corrosión...).

**-Técnicas espectrométricas.** Permiten la datación de metales y pigmentos, analizar cualitativa y cualitativamente los metales y sus aleaciones, así como las sustancias orgánicas... Dentro de este grupo de técnicas encontramos por ejemplo, la espectrometría de masas, muy importante en nuestros análisis para la detección de este tipo de materiales, o la difracción de rayos X, que hace posible el análisis cualitativo y cristalográfico de todos los pigmentos cristalinos (pigmentos, sales contaminantes, productos de corrosión, materiales pétreos en general, aleaciones metálicas, materiales cerámicos...).

**-Microanálisis.** Nos facilitan la identificación de materiales orgánicos e inorgánicos tanto de origen natural como artificial, utilizados en las técnicas artísticas.

**-Técnicas cromáticas.** Sirven para analizar los aglutinantes, adhesivos, barnices, aceites, ceras... Elegiremos la técnica cromatográfica a emplear, en función de los componentes que deseamos estudiar.

**-Análisis por activación neutrónica.** Empleado fundamentalmente para la valoración de las impurezas en pigmentos, metales, cerámicas... Para establecer su datación y autenticación.

**-Dendrocronología** (datación por los anillos del árbol). Permite calcular la edad de la madera que ha sido utilizada para la ejecución de la obra por medio de un recuento de sus anillos.

Siempre dentro del tema e la detección científica de falsificaciones, además de las técnicas analíticas que hemos introducido en este capítulo como fundamentales, encontramos otras, como la **petrografía microscópica**, que se utiliza para la identificación de determinados pigmentos, la **datación por el isótopo del  $^{14}\text{C}$** , basada en la desintegración radioactiva del isótopo  $^{14}\text{C}$ , que nos permite establecer dataciones arqueológicas de los materiales que contienen carbono, o la **termoluminiscencia**, que ha sido utilizada en alguna ocasión. Estas tres técnicas encontrarán una aplicación mayor en el estudio de otros materiales, como veremos en capítulos posteriores.

## Cerámicas

El análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre una técnica científica, la **termoluminiscencia**. Ciertamente, hay casos aislados donde se han utilizado otros métodos.

El valor del método de datación por termoluminiscencia está en gran parte en su naturaleza absoluta; no requiere “normas” en el escrutinio a partir de cada período de arte. Sin embargo, el tema se hace algo más complicado por el hecho de que hay dos métodos de datación de la cerámica por termoluminiscencia basados cada uno sobre un principio físico diferente. El más conocido método de *alta-temperatura* se utiliza para la datación arqueológica sobre un rango de tiempo de 500 a 30000 años mientras que el método más recientemente desarrollado de *pre-dosis* ha sido el más eficaz para cubrir el período que va desde 500 años hasta el día presente, con una ventaja aquí para datar con exactitud falsificaciones así como objetos auténticos.

El método de termoluminiscencia de alta-temperatura, depende del hecho de que todos los materiales contienen por lo menos trazas de radioactividad natural (por ejemplo uranio, thorio y potasio-40) que liberan energía nuclear en su desintegración. Las materias primas destinadas al empleo en la fabricación de cerámica habrán almacenado enormes cantidades de energía durante su larga historia geológica de exposición a la radiación. Pero la acción de quemado en el horno, por lo general, en temperaturas a partir de 600°C, es más que suficiente para borrar toda esta termoluminiscencia geológicamente acumulada y poner debidamente a cero el poder de almacenaje de energía de la cerámica. Así, la señal que medimos en el laboratorio presenta ahora solo la nueva acumulación arqueológica de tal energía y así actúa como una medida de la antigüedad de la cerámica.

Varios minerales cristalinos incluidos en la fabricación de la arcilla (notablemente el cuarzo y los feldespatos) pueden absorber esta energía nuclear y almacenar parte de ésta por la captación de electrones en átomos de impurezas y otros defectos del entramado cristalino. Un subsecuente calentamiento a 500°C causa la liberación de esta energía almacenada en forma de luz, llamada termoluminiscencia. Con ella, es posible determinar la época de cocción midiendo la termoluminiscencia acumulada.

Con el método de *la alta-temperatura*, (el más convencional) se fechan objetos antiguos, de incluso 1.000.000 de años. Para objetos más recientes, que no han tenido tiempo de almacenar energía suficiente para ser revelada, se recurre a una irradiación **pre-dosis** seguida por un calentamiento a 500°C. De esta forma se consigue recordar

la primera cocción y es posible determinar la edad hasta cerca de 500-1500 años.

El empleo rutinario de estas técnicas permite la datación de objetos de cerámica genuinos con una exactitud de aproximadamente  $\pm 13\%$ . La comparación de los dos resultados para la "Piedad" atribuida a Giovanni della Robbia (1469-1529) ilustra un ejemplo de aplicación de las dos técnicas de datación por termoluminiscencia.

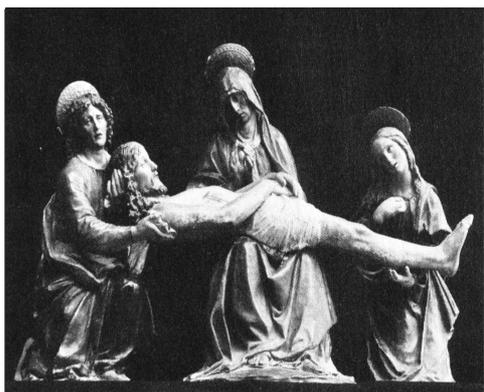


Imagen 6.  
Terracota atribuida a Giovanni de della Robbia (1469-1529).  
*Metropolitan Museum of Art, New York.*

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica  $\approx 60$  rad  
 $R_1$ , 0.47 rad/año  
 $R_2$ , 0.18 rad/año  
Edad  $470 \pm 60$  años

*Técnica de la pre-dosis*  
Dosis arqueológica, 47 rad  
 $R_1$ , 0.20 rad/año  
 $R_2$ , 0.18 rad/año  
Edad  $390 \pm 70$  años

Las terracotas del Renacimiento ofrecen puntos en común para los métodos de la pre-dosis y de la alta-temperatura. El análisis de la pre-dosis ha demostrado ser inestimable en la datación de muchos metales fundidos (utilizando como centro la cerámica), del África Occidental, el mundo islámico y el Sudeste Asiático, como se verá en los siguientes ejemplos, donde se hace necesario el contraste con otro tipo de análisis.

Los resultados de la termoluminiscencia por pre-dosis en el análisis de los objetos de cerámica funeraria de la Dinastía T'ang son comparados con los juicios de su autenticidad basada en los efectos del envejecimiento del vidriado.

Como hemos comentado al inicio del capítulo, el análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre la termoluminiscencia, a pesar de que hay otras técnicas analíticas, como la **microscopía óptica** y **de alta potencia**, **petrografía microscópica**, **fluorescencia** y **difracción de rayos X**, **análisis por activación neutrónica**, así como la **datación de los cristales**, que pueden contribuir con estudios complementarios al análisis "determinante" que se ejecutará con toda seguridad utilizando la datación por termoluminiscencia, ya sea de alta-temperatura o de pre-dosis.

## Metales

El interés del falsificador en los metales, probablemente tiene dos raíces principales. Primero, hay un mercado contemporáneo inmediato para las falsificaciones de las monedas que aportan recompensas financieras importantes. Segundo, el empleo de metales preciosos, como el oro o la plata inmediatamente coloca un objeto en los reinos más altos del mundo de los distribuidores.

El siglo XIX, es el apogeo de la imitación de los oros medievales. En este campo, merece una mención especial la audacia del orfebre Vienés, S Weininger. El rasgo impresionante de estas piezas es la excepcional ejecución del plagio.

La relación que existe entre los métodos propios de creación y su evolución sirven como herramientas de identificación, pues no pueden ser reproducidos en la actualidad. Para las piezas fundidas por ejemplo, debemos buscar pruebas de procesos naturales de envejecimiento o apelar a nuestro conocimiento de la metalurgia antigua para señalar los anacronismos de los métodos de fabricación del falsificador.

La *pátina*, entra dentro del grupo de los procesos naturales de envejecimiento, y representa la formación gradual de los productos de corrosión ya que el metal es atacado por los agentes activos, como el azufre de la atmósfera o el agua en los medios de entierro. La corrosión en las piezas de fundición se muestra particularmente bien en la siguiente imagen, que corresponde a una sección transversal del metal.



Tentativas de simular la pátina muestran variaciones en cuanto a los grados de ingenio. La conservación en vinagre *pickling* diseñada para acelerar el proceso de corrosión, como se pensaba antiguamente, era una actividad sumamente frecuente entre los falsificadores. Sin embargo, muchas de las recetas explicadas, tales como el entierro en estiércol y jugos fermentados o calentar el metal rociándolo con vinagre, en

mínimas ocasiones, no conseguían el efecto superficial deseado. Por lo general, la única esperanza de descubrir tal tratamiento es por la poca penetración de la corrosión que ellos provocan.

En materia de los *análisis de composición*, el zinc surge otra vez como el aditivo más importante del bronce para el juicio de la autenticidad. En la región romana el desarrollo del "orihalcum" (aleación de plomo, cobre y zinc; latón dorado) como medio para la invención del *sestercio* puede ser considerado como la primera aleación deliberada de cobre y zinc para producir latón. Pero el monopolio estatal que fija los estándares de metal disponible para acuñar parece, al mismo tiempo, haber impedido el empleo de orihalcum para otros artículos, al menos hasta la mitad del siglo I. Así, es razonable sospechar de cualquier objeto estatuario romano y similar de bronce a gran escala si hay pruebas de las cantidades apreciables de zinc.

En cuanto a las técnicas analíticas fundamentales dentro de este campo de aplicación encontramos:

-El ***análisis por activación neutrónica***. Aunque ya lo hemos tratado con respecto a su aplicación al estudio de las pinturas., Encuentra aquí otra aplicación. Fundamentalmente viene siendo utilizado en el estudio de los metales, para la valorización de impurezas, pudiendo establecer aquí su datación y autenticación.

-Otra técnica de análisis aplicada al estudio de este tipo de material es la ***fluorescencia de rayos X***. Esta técnica no ha sido tratada con anterioridad aún habiendo ejemplos de su aplicación en las pinturas e incluso en las cerámicas.

Como técnica no destructiva virtualmente, ya que su aplicación se realiza directamente sobre la pieza sujeta a estudio, ha demostrado su valor principal para la determinación de la composición de monedas y joyería. Incluso nos permite, hoy en día, estudiar objetos mucho más grandes in situ, (como puertas de Catedrales), ya que hay disponibles unidades portátiles.

Muchos de los métodos descritos en secciones anteriores, como la ***termoluminiscencia***, la ***microscopía*** y las ***técnicas radiográficas***, aparecen una vez más, aunque en usos insólitos.

La falsificación de las monedas en el pasado no era una actividad limitada, llevada a cabo por personas concretas en núcleos aislados o escondidos, sino que había adquirido proporciones internacionales. Los estudios sobre falsificaciones de monedas, han ido evolucionando desde los metales preciosos al bronce, un material más humilde quizá, pero con una larga y significativa historia.

El siguiente ejemplo del vaso p'ou que encontramos en la siguiente imagen, ilustra los extremos que ha alcanzado la falsificación moderna.



Imagen 8.  
Vaso p-ou de la temprana Dinastía Chou.  
*Art Museum, Princeton University.*

Su “pedigrí” se remonta aproximadamente a 1920 cuando fue comprada en Hong Kong, en una condición aparentemente prístina. Su reputación cayó en picado cuando hace unos años, una fractura en la base dejó al descubierto una capa de cobre recientemente trabajado, cubierta por unas trazas de lacre, y una suave soldadura. Una exploración más profunda reveló que casi el vaso entero era una superestructura falsa fabricada alrededor de unos fragmentos débiles, pero genuinos. Un compuesto fundido de pigmentos de tierra, arena y un vehículo de laca había sido aplicado en delgadas películas hasta que el nuevo cuerpo fuera aproximadamente de 4 milímetros de espesor.

## Conclusiones

La aparición y el desarrollo de las técnicas analíticas se ha producido paralelamente al avance de la ciencia. Su aplicación en la investigación de importantes piezas artísticas, ha desvelado algunos enigmas que las envolvían. Técnicas ya existentes se han ido adaptando a las nuevas exigencias y las de reciente aparición, han entrado a formar parte del gran abanico de las técnicas actuales.

La excelencia está en lograr establecer la técnica que aporte la mayor

información de la materia objeto de estudio y poder así elaborar protocolos de trabajo.

## Bibliografía

APOLONIA, L.; VOLPIN S., *Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi*, Il prato, Padova, 1999.

●ALDROVANDI, A.; PICOLLO, M., *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*, Il Prato, Padova, 1999.

●BARROS, JOSÉ MANUEL., *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*, Instució Alfons el Magnànim. Diputació de Valencia, Valencia, 2005.

●BOWMAN, S., *Questions of chronology. In Science and the Past.* (ed. S. Bowman), British Museum Press, 1991. pp.117-40.

●BOWMAN, S., *Radiocarbon Dating*, British Museum Press, London, 1990. pp.117-40.

●EUDEL, P., *La falsificación de antigüedades y objetos de arte*. Editorial Centurión, Buenos Aires, 1947.

●FRINTA, S. *Punched Decorations on late medieval panel and miniature paintings*, University of Michigan, Prague, 1999.

●FLEMING, S.J., *Authenticity in Art: The Scientific Detection of forgery*, The institute of Physics, London, 1945.

●GALLONE, A., *Analisi fisiche e conservazione. Edifici, dipinti murali, sculture policrome e arredi*, Editorial FrancoAngeli, Milano, 1990.

●GOMEZ, M., *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Madrid, 1998.

●JONES, M. *Fake? The Art of Deception*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1990.

●JONES, M., *Why fakes matter; Essays on Problems of Authenticity*, British Museum Press, London.

●LANG, J.; MIDDLETON, A. *Radiography of Cultural Material*, Elsevier Science & technology, 1997.

●MATTEINI, M.; MOLES, A. *Scienza e Restauro. Metodi d'indagine*. 2ªEd., Nardini, Florencia, 1986.

●SAVAGE, G., *Forgeries, Fakes and Reproductions*, F.A.Praeger, New York, 1964.



## PRESENTACIÓN



**Estudio de las distintas técnicas analíticas para el establecimiento y detección de falsificaciones en el mundo del arte.**

Maria López Planells

Tutor: Jose Antonio Madrid García

Master Oficial en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.  
Curso: 2006/2007



## Objetivos

En la práctica de la conservación y restauración, encontrarse ante una falsificación es una situación poco habitual. No obstante, requiere de un estudio y una preparación que considero esencial en nuestra formación.

En este estudio, hemos tratado de recopilar y clasificar las principales técnicas que nos pueden ayudar en esta tarea, atendiendo a su grado de invasión.

## Introducción

El desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones al estudio de piezas artísticas, ha permitido un mayor acercamiento, habiendo facilitado en ocasiones la detección de muchas irregularidades entorno a determinadas piezas; intervenciones ocultas e incluso atribuciones erróneas, puesto que muchas de éstas habían venido siendo atribuidas erróneamente a determinados Maestros o talleres.

Investigadores, como George Savage, en *Falsificadores, Falsificaciones y reproducciones*, se aventuran en la tarea de descubrir los entresijos del mundo de las falsificaciones y sus repercusiones.

En la actualidad, la mayor parte de Museos o centros de investigación se ha especializado en determinadas materias y técnicas de estudio, bien por su predominio en el ámbito geográfico, como por su trayectoria cultural. Así por ejemplo, encontramos museos que se han especializado en el estudio de las pinturas, otros en el estudio del material arqueológico, la antropología...

## Falsificaciones en el mundo del arte

### **Historia de las falsificaciones e imitaciones**

La historia de las falsificaciones e imitaciones se remonta a varios siglos atrás.

En cuanto a *la falsificación de esculturas*, ya en la época romana, la admiración

de los romanos por las esculturas griegas en piedra y bronce incitaba a su imitación extensiva, que hace que hoy en día sean extremadamente difíciles de detectar.

Del mismo modo, en cuanto a *la falsificación de monedas*, encontramos también en la época romana ejemplos de falsificaciones importantes. La moneda ha sido siempre un objetivo principal de devaluación, porque resulta una recompensa inmediata de financiación.

En cuanto a las *pinturas*, la primera documentación escrita sobre la falsificación de éstas, se establece en el año 1524.

En la imagen, “La Virgen protectora de Jacob Meyer, Comandante de Basle y su familia. Atribuido a Hans Holbein el joven, 1525 aprox. Estuvieron circulando coetáneamente por el mercado, siete copias de la misma, sin levantar ninguna sospecha.

### **Clasificación de las falsificaciones**

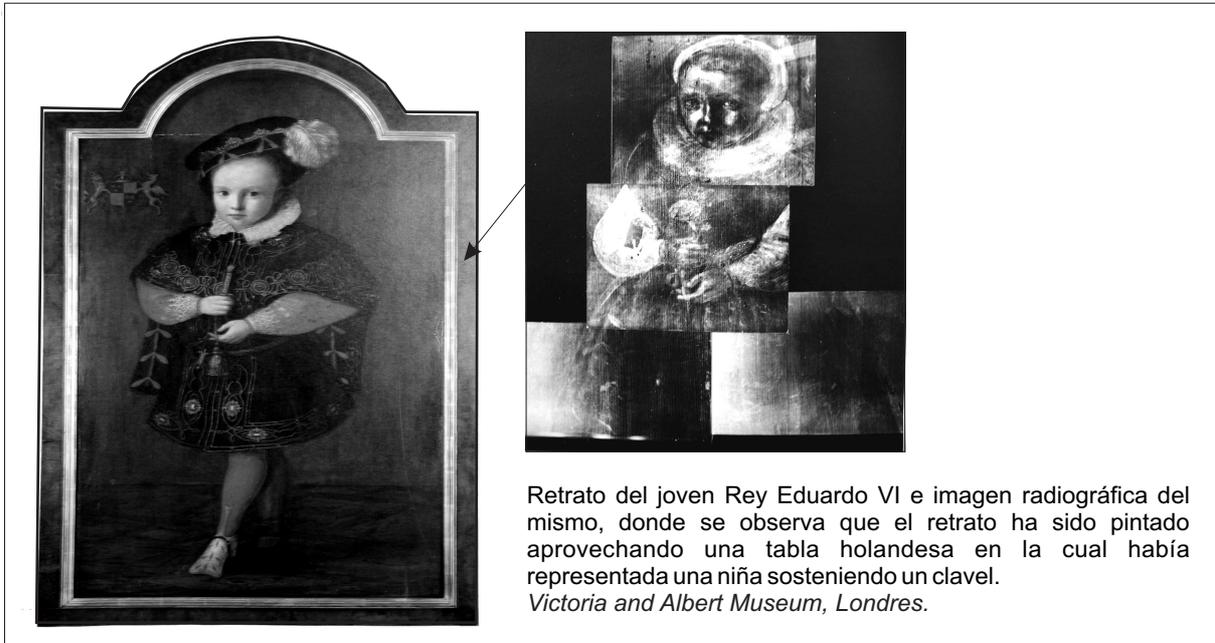
Las falsificaciones, ya sean pinturas, esculturas, monedas... Podríamos clasificarlas en tres categorías principales.

La primera de éstas, ***falsificaciones sin un modelo***, son extrañas. La “táctica” para su aceptación es que el tema escogido tenga cierta conexión con una leyenda o una referencia documental fragmentaria.

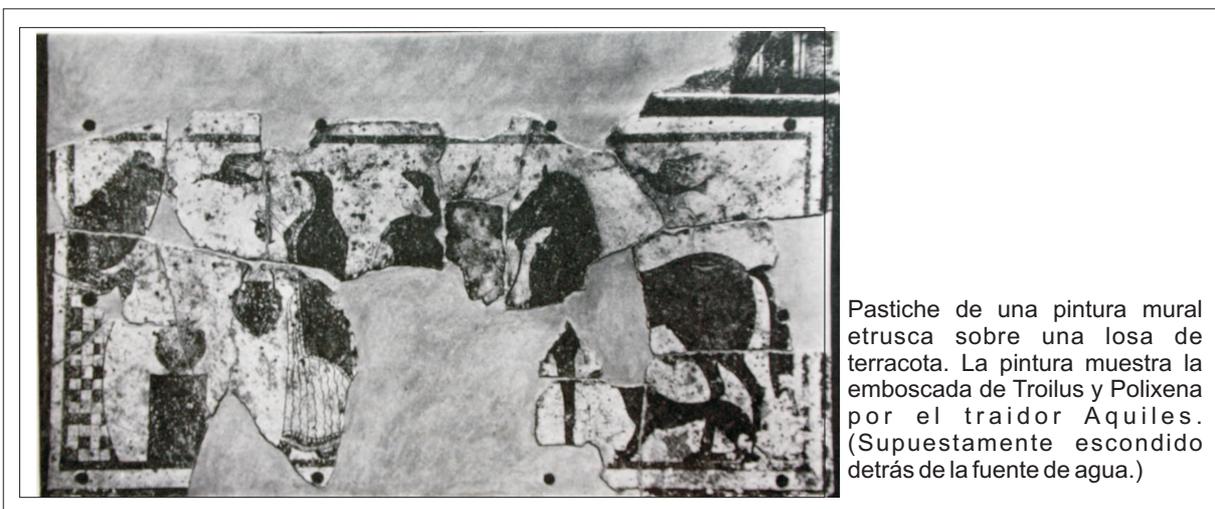
El siglo XIV nos proporciona uno de los ejemplos mejor comprendidos de falsificación basadas en una leyenda. Maniobras políticas contra los templarios en 1306 afirmaban que ellos adoraban a un ídolo llamado Baphomet. La producción de estos ídolos probablemente fuera contemporánea a cuando se hizo popular su historia, a través de la literatura del renacimiento gótico.

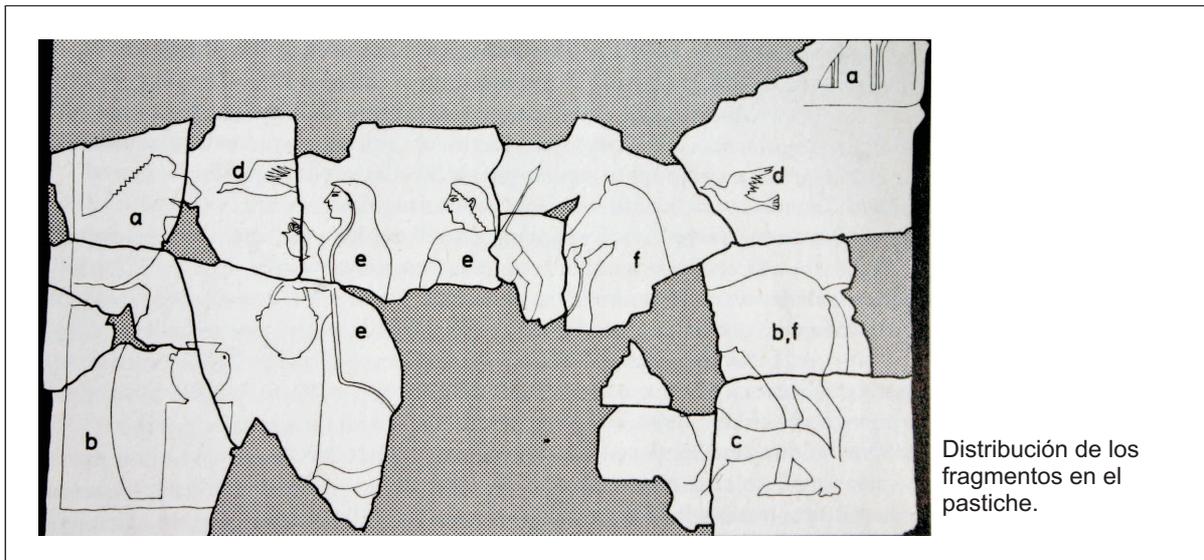
Las ***alteraciones y adiciones*** a un trabajo, configuran nuestro segundo grupo de falsificaciones. Podemos mencionar como ejemplo de esta práctica el caso del “retrato de Eduardo VI”, radiografía del cual se nos presenta ilustrada en la imagen que aparece a continuación. Es un ejemplo de una adaptación radical de un trabajo menor para producir una pintura de importancia documental.

Una niña del siglo XVII ataviada con una falda ancha y cuello alto sosteniendo un clavel, que se convertiría en un joven rey severo en el siglo XVI, incluyendo una boina con plumaje y collarín, sosteniendo una daga. Para disipar cualquier duda sobre el personaje, fue añadido el escudo de armas real.



La tercera y más común forma de falsificación es la del ***pastiche***, es decir, un objeto cuyas unidades derivan de una variedad de elementos similares en un material auténtico. La siguiente imagen ilustra este proceso de una pintura etrusca en una losa de terracota.





### **Recursos utilizados por los falsificadores**

En un intento por darles un aspecto de envejecimiento, las superficies a menudo necesitan tratamientos importantes.

- **Simulación de las craqueladuras en las pinturas y los vidriados de las cerámicas.**
- **Simulación de la pátina en los metales y las pinturas.**
- **Ahumar y manchar el papel.**
- **Colocación de una firma falsa.**

### **Errores en las falsificaciones**

Es improbable que un falsificador “engañe” a un científico utilizando recursos tan básicos como el simular pintando craqueladuras sobre la superficie de la pintura, ahumando o manchando un papel, insertando una firma falsa en un dibujo... Aunque debemos asumir que hará todo lo que pueda para preveer el examen de laboratorio de su trabajo.

A continuación, presentamos algunos de los errores más comunes que suele cometer el falsificador en su intento por hacer pasar una pieza falsa por un original.

**Firmas añadidas, escritura incorrecta de las firmas, sobreadornos incorrectos.**  
(Explicar el caso del Bosco)



“Los peces grandes se comen a los más pequeños”.  
Dibujo de Pieter Breughel (1557). Inicialmente fue atribuido a “el Bosco”, pero cuando Breughel adquirió el reconocimiento mundial, se le atribuyó a él su autoría.  
*Albertina, Viena.*

**•Adición de algún identificador.**

Ningún falsificador quiere que su trabajo pase inadvertido. Por esta razón la adición de algún identificador en ocasiones resulta irresistible. En el siglo XVII Pieter de Hooch (1629-1684) llegó a ser tan conocido con el “Interior holandés”, que muchos de sus contemporáneos tuvieron que volver a firmar sus trabajos con posterioridad.



Imagen 2.  
Interior de una casa holandesa. Atribuido a Hendrick van der Burch (activo cerca de 1655). Escrito falsamente P D Hooch.  
*Cortesía de Sotheby and Co, Londres: ver Catálogo de “viejos Maestros” del 12 de Julio, 1972, Lot.23.*

**•Datación incorrecta y conocimiento insuficiente del fondo histórico.**

●**Errores técnicos simples.**

- Anacronismos en cuanto a los materiales.
- Errores en cuanto a las técnicas y los procesos de creación.

●**Anacronismos en el diseño y ejecución de las vestimentas y detalles.**

Con una detenida inspección, hay muchos detalles que pueden ser determinantes en la detección de posibles falsificaciones.

A continuación, hemos agrupado las principales técnicas analíticas que nos pueden ayudar en esta tarea.

El orden de las técnicas que hemos situado en la tabla, se ha realizado atendiendo a la agresión que pueda suponer su aplicación. Buscando obtener una máxima información a partir de una mínima muestra.

## Principales técnicas analíticas utilizadas en la detección y estudio de las falsificaciones

Materias	T. Análisis		Técnicas fotográficas: (Luz visible, U.V., I.R.)	Reflectografía I.R.	Técnicas radiográficas (X y $\gamma$ )	Ultrasonidos	Microscopio óptico	Petrografía microscópica	Microscopía electrónica (Ransmisión, barrido)	Fluorescencia rayos X	Espectrometría (difracción rayos X, espectrofotometría,...)	Técnicas cromatográficas	Análisis por activación neutrónica	Termoluminiscencia	Dendrocronología	Datación de los cristales	Datación <sup>14</sup> C
	PINTURAS	CERÁMICAS	METALES														
Pintura sobre lienzo			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X				X
Pintura sobre tabla			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X
P. Mural			X	X		X	X	X	X	X		X	X	X			
"Terracota"			X		X		X	X	X	X	X		X			X	
C. Vidrada			X		X		X	X	X	X	X	X	X			X	
Monedas			X		X		X		X	X	X		X	X			X
Esculturas			X		X		X		X	X	X		X	X			X
Otros			X		X		X		X	X	X		X	X			X



## Pinturas

Con las contribuciones que las distintas disciplinas han puesto a nuestra disposición ha sido posible un mayor acercamiento a las piezas artísticas, detectando en ocasiones falsificaciones que se nos habían venido escapando durante varios cientos de años.

Técnicas tan sencillas, como un simple **análisis visual**, o los **registros fotográficos** (ya sean del I.R o U.V), pueden darnos muchísima información sobre la pieza que tenemos entre manos.



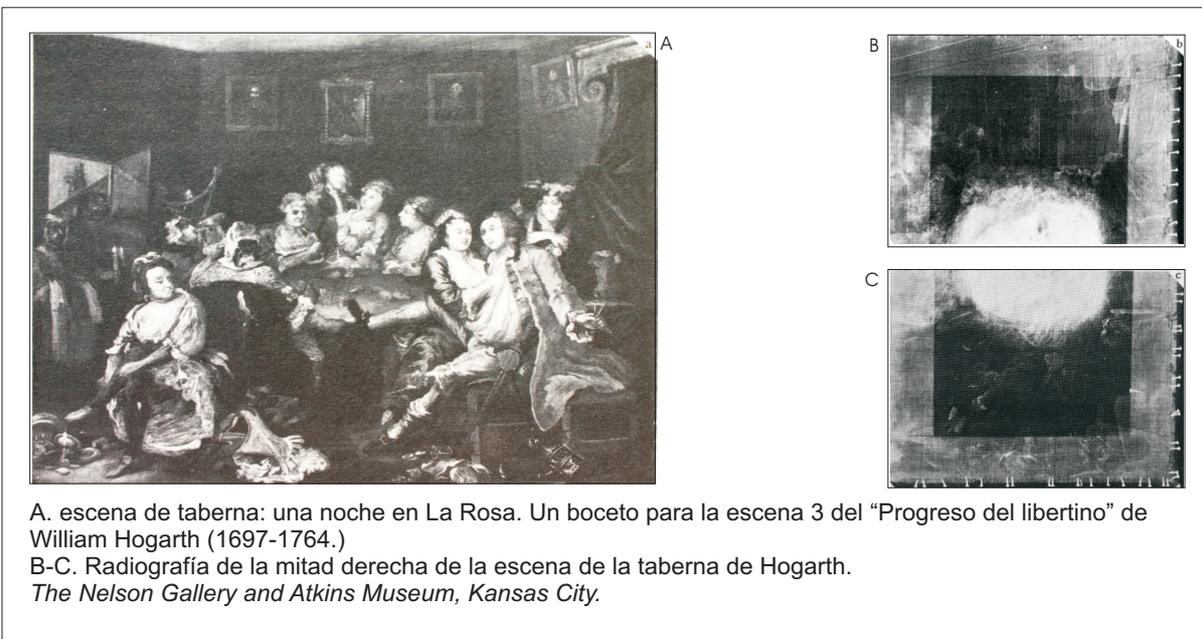
Paisaje  
*Fotografía con luz ultravioleta..*

**-La Reflectografía infrarroja** nos permite ver y estudiar los estratos inmediatos a la superficie pictórica, en concreto, los dibujos realizados sobre la preparación pictórica, “los arrepentimientos” y en algunos casos, las pinturas anteriores.

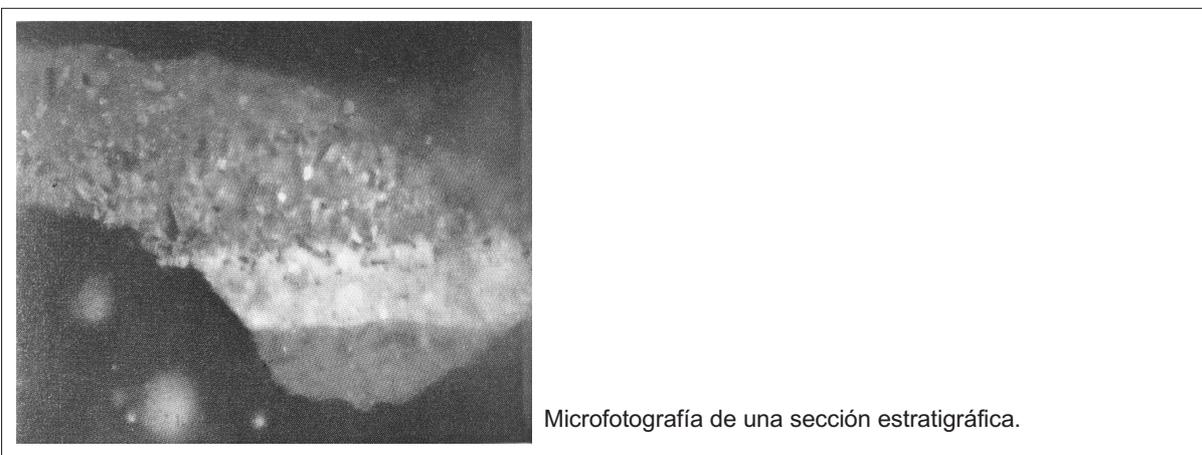


Ejecución de una toma mediante reflectografía infrarroja.

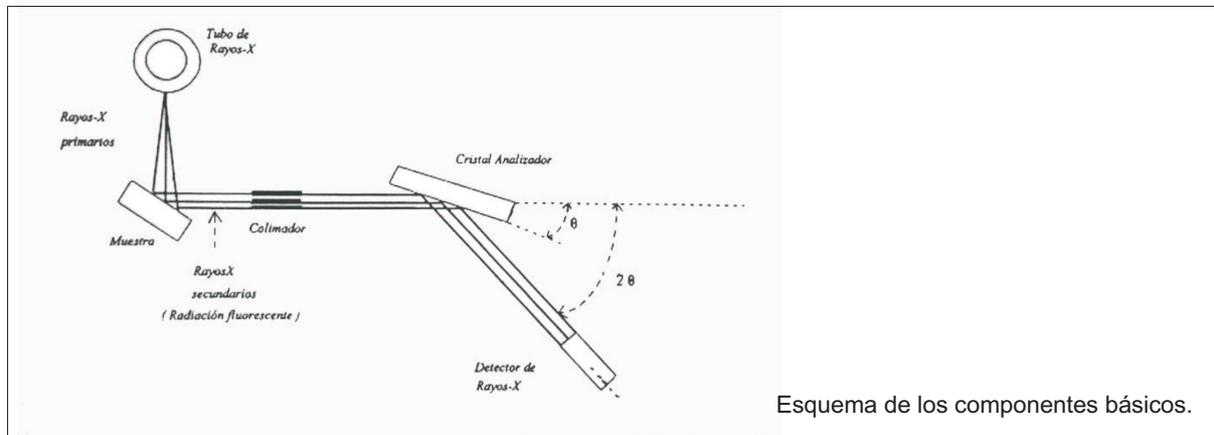
**-Las técnicas radiográficas** permiten la identificación de estructuras subyacentes o incluso estructuras internas, y por lo tanto invisibles. A continuación presentamos un ejemplo de su aplicación.



**-Microscopio óptico.** Nos permite observar y estudiar estructuras materiales de dimensiones inferiores a aquellas apreciables a simple vista, utilizando radiaciones visibles reflejadas, transmitidas o derivadas de la excitación de la materia. Con el **microscopio electrónico** es posible evidenciar materiales de dimensiones inferiores a aquellas observables con microscopía óptica, utilizando haces de electrones.



**-Fluorescencia rayos X.** Hace posible la identificación y el análisis elemental de compuestos inorgánicos (metales, aleaciones metálicas, materiales cerámicos, pigmentos, productos de corrosión...).



**-Técnicas espectrométricas.** Permiten la datación de metales y pigmentos, analizar cualitativa y cualitativamente los metales y sus aleaciones, así como las sustancias orgánicas... Dentro de este grupo de técnicas encontramos por ejemplo, la espectrometría de masas, muy importante en nuestros análisis para la detección de este tipo de materiales, o la difracción de rayos X, que hace posible el análisis cualitativo y cristalográfico de todos los pigmentos cristalinos (pigmentos, sales contaminantes, productos de corrosión, materiales pétreos en general, aleaciones metálicas, materiales cerámicos...).

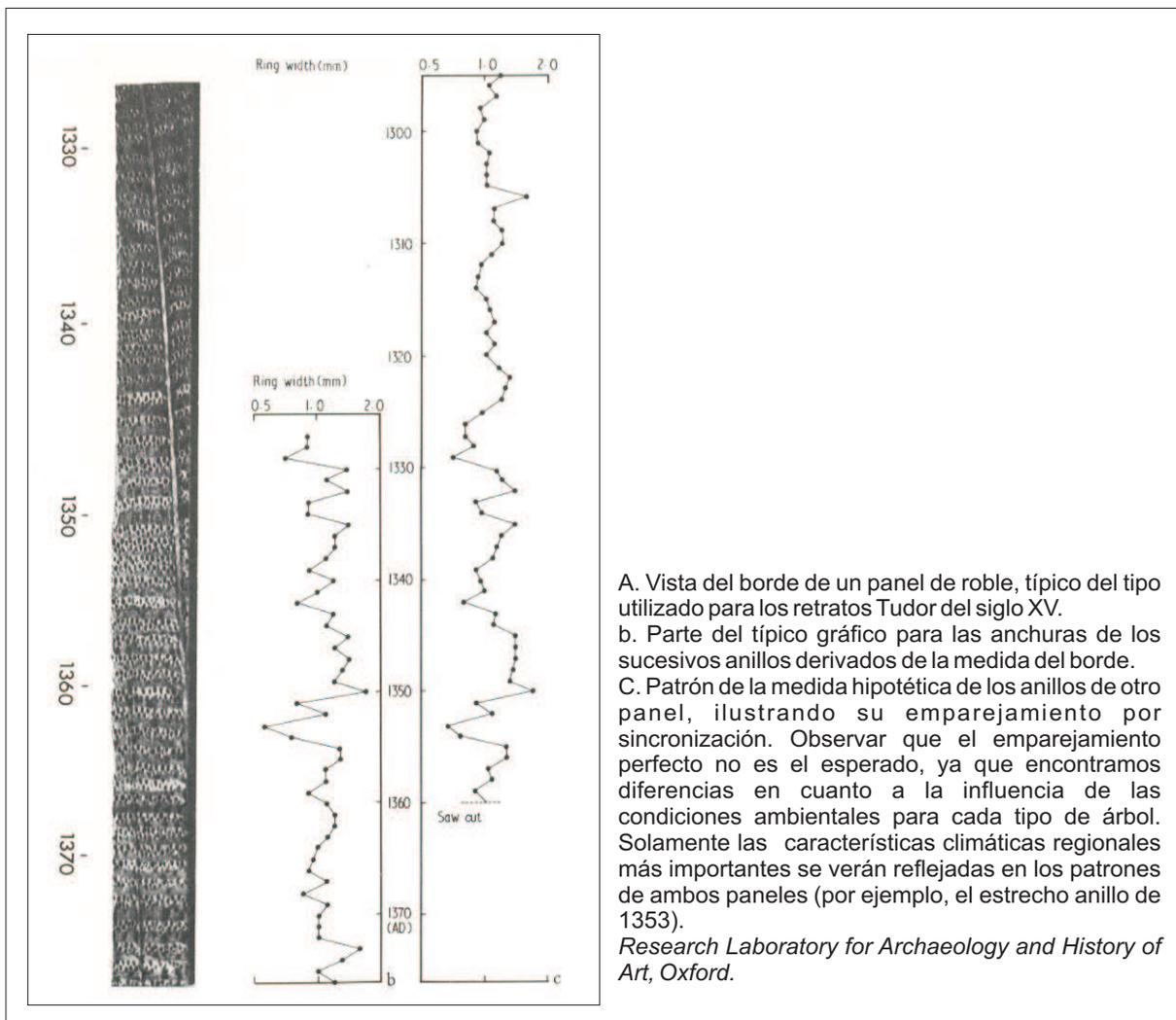
**-Microanálisis.** Nos facilitan la identificación de materiales orgánicos e inorgánicos tanto de origen natural como artificial, utilizados en las técnicas artísticas.

**-Técnicas cromáticas.** Sirven para analizar los aglutinantes, adhesivos, barnices, aceites, ceras... Elegiremos la técnica cromatográfica a emplear, en función de los componentes que deseamos estudiar.

**-Análisis por activación neutrónica.** Empleado fundamentalmente para la valoración de las impurezas en pigmentos, metales, cerámicas... Para establecer su datación y autenticación.

**-Dendrocronología** (datación por los anillos del árbol). Permite calcular la edad

de la madera que ha sido utilizada para la ejecución de la obra por medio de un recuento de sus anillos.



A. Vista del borde de un panel de roble, típico del tipo utilizado para los retratos Tudor del siglo XV.  
b. Parte del típico gráfico para las anchuras de los sucesivos anillos derivados de la medida del borde.  
C. Patrón de la medida hipotética de los anillos de otro panel, ilustrando su emparejamiento por sincronización. Observar que el emparejamiento perfecto no es el esperado, ya que encontramos diferencias en cuanto a la influencia de las condiciones ambientales para cada tipo de árbol. Solamente las características climáticas regionales más importantes se verán reflejadas en los patrones de ambos paneles (por ejemplo, el estrecho anillo de 1353).  
*Research Laboratory for Archaeology and History of Art, Oxford.*

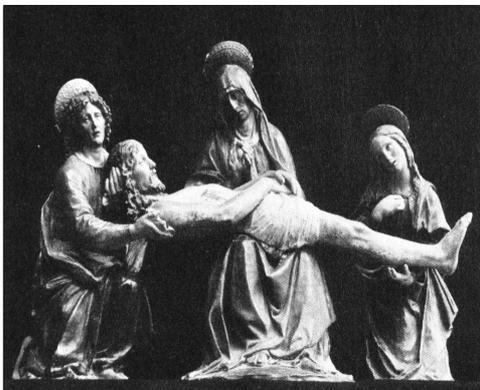
Siempre dentro del tema e la detección científica de falsificaciones, además de las técnicas analíticas que hemos introducido en este capítulo como fundamentales, encontramos otras, como la **petrografía microscópica**, que se utiliza para la identificación de determinados pigmentos, la **datación por el isótopo del  $^{14}\text{C}$** , basada en la desintegración radioactiva del isótopo  $^{14}\text{C}$ , que nos permite establecer dataciones arqueológicas de los materiales que contienen carbono, o la **termoluminiscencia**, que ha sido utilizada en alguna ocasión. Estas tres técnicas encontrarán una aplicación mayor en el estudio de otros materiales, como veremos en capítulos posteriores.

## Cerámicas

El análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre una técnica científica, la **termoluminiscencia**. Ciertamente, hay casos aislados donde se han utilizado otros métodos.

El valor del método de datación por termoluminiscencia está en gran parte en su naturaleza absoluta; no requiere “normas” en el escrutinio a partir de cada período de arte. Sin embargo, el tema se hace algo más complicado por el hecho de que hay dos métodos de datación de la cerámica por termoluminiscencia basados cada uno sobre un principio físico diferente. El más conocido método de *alta-temperatura* se utiliza para la datación arqueológica sobre un rango de tiempo de 500 a 30000 años mientras que el método más recientemente desarrollado de *pre-dosis* ha sido el más eficaz para cubrir el período que va desde 500 años hasta el día presente, con una ventaja aquí para datar con exactitud falsificaciones así como objetos auténticos.

La comparación de los dos resultados para la “Piedad” atribuida a Giovanni della Robbia (1469-1529) ilustra un ejemplo de aplicación de las dos técnicas de datación por termoluminiscencia.



Terracota atribuida a Giovanni de della Robbia (1469-1529).  
Metropolitan Museum of Art, New York.

*Datos de la termoluminiscencia*  
Dosis arqueológica  $\Sigma$  60 rad  
 $R_1$ , 0.47 rad/año  
 $R_2$ , 0.18 rad/año  
Edad  $470 \pm 60$  años

*Técnica de la pre-dosis*  
Dosis arqueológica, 47 rad  
 $R_1$ , 0.20 rad/año  
 $R_2$ , 0.18 rad/año  
Edad  $390 \pm 70$  años

Como hemos comentado al inicio del capítulo, el análisis de la autenticidad de la cerámica se centra casi exclusivamente sobre la termoluminiscencia, a pesar de que hay otras técnicas analíticas, como la **microscopía óptica** y **de alta potencia**, **petrografía microscópica**, **fluorescencia** y **difracción de rayos X**, **análisis por activación neutrónica**, así como la **datación de los cristales**, que pueden contribuir con estudios complementarios al análisis “determinante” que se ejecutará utilizando la datación por termoluminiscencia, ya sea de alta-temperatura o de pre-dosis.

## Metales

El interés del falsificador en los metales, probablemente tiene dos raíces principales. Primero, hay un mercado contemporáneo inmediato para las falsificaciones de las monedas que aportan recompensas financieras importantes. Segundo, el empleo de metales preciosos, como el oro o la plata inmediatamente coloca un objeto en los reinos más altos del mundo de los distribuidores.

En cuanto a las técnicas analíticas fundamentales dentro de este campo de aplicación encontramos:

-El **análisis por activación neutrónica**. Aunque ya lo hemos tratado con respecto a su aplicación al estudio de las pinturas., Encuentra aquí otra aplicación. Fundamentalmente viene siendo utilizado en el estudio de los metales, para la valorización de impurezas, pudiendo establecer aquí su datación y autenticación.

-Otra técnica de análisis aplicada al estudio de este tipo de material es la **fluorescencia de rayos X**. Esta técnica no ha sido tratada con anterioridad aún habiendo ejemplos de su aplicación en las pinturas e incluso en las cerámicas. Como técnica no destructiva virtualmente, ya que su aplicación se realiza directamente sobre la pieza sujeta a estudio, ha demostrado su valor principal para la determinación de la composición de monedas y joyería. Incluso nos permite, hoy en día, estudiar objetos mucho más grandes in situ, (como puertas de Catedrales), ya que hay disponibles unidades portátiles.

-La relación que existe entre los métodos propios de creación y su evolución sirven como herramientas de identificación, pues no pueden ser reproducidos en la actualidad.

Muchos de los métodos descritos en secciones anteriores, como la **termoluminiscencia**, la **microscopía** y las **técnicas radiográficas**, aparecen una vez más, aunque en usos insólitos.

## Conclusiones

La aparición y el desarrollo de las técnicas analíticas se ha producido paralelamente al avance de la ciencia. Su aplicación en la investigación de importantes

piezas artísticas, ha desvelado algunos enigmas que las envolvían. Técnicas ya existentes se han ido adaptando a las nuevas exigencias y las de reciente aparición, han entrado a formar parte del gran abanico de las técnicas actuales.

La excelencia está en establecer la técnica que aporte la mayor información de la materia objeto de estudio a partir de la utilización de la mínima muestra.

Con la presente investigación, que se completará en mi tesis doctoral, hemos iniciado el camino persiguiendo establecer un protocolo para la verificación de las obras de arte, atendiendo a la técnica, materia y cantidad de muestra.

## Bibliografía

- APOLONIA, L.; VOLPIN S., *Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi*, Il prato, Padova, 1999.
- ALDROVANDI, A.; PICOLLO, M., *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*, Il Prato, Padova, 1999.
  - BARROS, JOSÉ MANUEL., *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*, Instució Alfons el Magnànim. Diputació de Valencia, Valencia, 2005.
  - BOWMAN, S., *Questions of chronology. In Science and the Past.* (ed. S. Bowman), British Museum Press, 1991. pp.117-40.
  - BOWMAN, S., *Radiocarbon Dating*, British Museum Press, London, 1990. pp.117-40.
  - EUDEL, P., *La falsificación de antigüedades y objetos de arte*. Editorial Centurión, Buenos Aires, 1947.
  - FRINTA, S. *Punched Decorations on late medieval panel and miniature paintings*, University of Michigan, Prague, 1999.
  - FLEMING, S.J., *Authenticity in Art: The Scientific Detection of forgery*, The institute of Physics, London, 1945.
  - GALLONE, A., *Analisi fisiche e conservazione. Edifici, dipinti murali, sculture policrome e arredi*, Editorial Franco Angeli, Milano, 1990.
  - GOMEZ, M., *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Madrid, 1998.
  - JONES, M. *Fake? The Art of Deception*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1990.
  - JONES, M., *Why fakes matter; Essays on Problems of Authenticity*, British Museum Press, London.
  - LANG, J.; MIDDLETON, A. *Radiography of Cultural Material*, Elsevier Science & technology, 1997.
  - MATTEINI, M.; MOLES, A. *Scienza e Restauro. Metodi d'indagine*. 2ªEd., Nardini, Florencia, 1986.
  - SAVAGE, G.; *Forgeries, Fakes and Reproductions*, F.A.Praeger, New York, 1964.

