

Pinceladas de química y luthier. Aproximación a los barnices y tratamiento de la madera

Reynaldo Fernández Manzano

Musicólogo
Universidad Internacional de Andalucía
Centro de Documentación Musical de Andalucía
reinaldoa.fernandez@juntadeandalucia.es
ORCID ID 0000-0003-1527-5587

Eva Luz Fernández Barbosa

Química
Colegio Mercedarias, Granada
evaneka@hotmail.com
ORCID ID 0009-0001-3719-8044

Recibido 18-12-2023 / Aceptado 24-03-2024

Resumen. Tanto los barnices como el tratamiento de la madera de los luthieres influyen en la conservación, aspecto exterior, incluso algunos consideran que en la sonoridad de los instrumentos musicales. Este es un campo especialmente apropiado para la interdisciplinariedad entre química y música. Igualmente significa una revisión y actualización de la bibliografía y las investigaciones sobre el tema, incluyendo las referencias de las digitalizaciones de obras fundamentales disponibles en internet.

Se tratarán los siguientes aspectos: 1. Fuentes. 2. Estudios e investigaciones. 3. Materiales. 4. Barnices, análisis y biodeterioro. 5. Formas de aplicación del barniz. 6. Tratamientos de la madera. 6. Fuentes y bibliografía.

Palabras clave: Aceite de linaza, Análisis químico, Barnices, Biodeterioro, Bórax, Disoluciones, *Luthier*, Propóleo, Resinas, Tratamientos de la madera, Violines.

Chemistry and luthier brushstrokes. Approach to varnishes and wood treatment

Abstract. Both the varnishes and the luthiers' treatment of the wood influence conservation, external appearance, and some even consider that it affects the sound of musical instruments. This is a field especially appropriate for the interdisciplinarity between chemistry and music. It also means a review and update of the bibliography and research on the subject, including the references of the digitizations of fundamental works available on the Internet.



Los textos publicados en esta revistaán bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0.

The following aspects will be discussed: 1. Sources. 2. Studies and research. 3. Materials. 4. Varnishes, analysis and biodeterioration. 5. Ways of applying the varnish. 6. Wood treatments. 6. Sources and bibliography.

Keywords. Biodeterioration, Borax, Chemical analysis, Dissolutions, Linseed oil, Luthier, Propolis, Resins, Varnishes, Violins, Wood treatments.

1. Fuentes

Para acercarnos a este tema tenemos tres tipos de fuentes. Fuentes materiales: los instrumentos históricos conservados en los museos y en colecciones particulares. Fuentes escritas: tratados de pintura donde se describen los diferentes métodos de elaboración de los barnices, y posteriormente tratados específicos de barnices y luthería. Finalmente, fuentes orales: la tradición de los luthiers, guitarreros y organeros.

En el antiguo Egipto hallamos la utilización de la sandárica como elemento para la conservación de sarcófagos y pinturas, datado en el año 4.000 A. C. La goma laca, procedente de la India del exudado de ciertos gusanos de selvas tropicales se conoce y utiliza desde el año 3.000 A. C., así como la almáciga desde el 400 A. C. en cosmética.

El óleo fue usado tradicionalmente como barniz. En el siglo V, el físico Actius describe la preparación necesaria para hacer secativo el barniz a base aceite de linaza. Posteriormente, el manuscrito del monje Teophilus (1070-1125) [c. 1122] *De diversis artibus*, describe el barniz como una mezcla de resina y aceite de linaza, preparados a fuego lento.

La obra de Cennino Cennini (s. XIV) *Il Libro dell'Arte*, fue objeto de muchas ediciones críticas desde 1821 hasta 2004, considerada como una de las fuentes peimordiales de los principios de los barnices.

Otra obra fundamental es el tratado de Armenini (1587), en su libro describe las formas tradicionales de elaboración de barnices de resina y aceite, hasta una de las primeras de barniz al alcohol y al agua con goma de benjuí. En el caso español, fue un referente la obra póstuma de Francisco Pacheco (1649) que relaciona barnices al aceite y también con alcoholes destilados, llamado "barniz al espíritu".



Diego Velázquez. Supuesto retrato de Francisco Pacheco (hacia 1620). Museo del Prado, Madrid

A principios del siglo XVIII se ponen de moda las lacas chinas junto al desarrollo de barnices con nuevos materiales llegados de América y Asia. Bonani (1720) realiza un tratado específico sobre barnices, dividido en varios capítulos. Trata las resinas y los aceites, de cómo preparar los aceites secantes, dividiendo los barnices en seis grupos:

- Barnices variados, hace un recorrido por los barnices publicados hasta el momento. Hay un barniz obtenido de un luthier: “Sandáracas tres onzas. Alcanfor una onza, Ambar una onza y media, Trementina cocida y endurecida, tres onzas. Todo pulverizado se deshace en aguardiente de vino, y se hace un óptimo barniz”¹
- Barnices claros, que se utilizan como disolvente el “espíritu del vino” (alcohol)
- Otros con clara de huevo
- Barnices de color oro
- Barnices usados en Japón
- Barnices al aceite
- Barnices sobre metales
- La laca china
- Cómo pulir los barnices y barnices coloreados

En España disponemos del tratado de Cantelli (1735), que, aunque lo presenta como propio es una mera traducción del tratado de Bonani, y el interesante de Palomino (1747). Finalmente, hay que destacar el tratado del preboste de Saint-Lucien, Roch-Henri (1740-1808), bajo el nombre de M. Watin (1772) quien publica *L'art du peintre, doreur, vernisseur, et du fabricant de couleurs*, que alcanzó una gran difusión al ser muy conocido y editado. Cita una forma de elaboración de barnices para violines y otros instrumentos musicales.

Especial interés posee el documento que presenta al concurso de la Academia de Padua A. Bagatella (1782) sobre la construcción del violín, donde ofrece esta receta: “Goma laca 4 onzas, sandáracas 2 onzas, almáciga en lágrimas 2 onzas, sangre de Dragón 40 dracmas, espíritu rectificado 1 pinta, trementina de Venecia 4 onzas”.

¹ Bonani, F. (1720) *Tratado sopra la vernice detta comunemente cinese*, Cremona, Editrice bTurrus, 1994, p. 19.



Andrea Amati, violín, Museo Metropolitano de Arte de Nueva York, pudo haber sido parte de un conjunto hecho para el matrimonio de Felipe II de España a Elisabeta de Valois, en 1559

2. Estudios e investigaciones

Por una parte, los estudios se centran en los materiales, los barnices y los tratamientos de la madera. En cuanto a los materiales intervienen diferentes tipos de madera, siendo importante la curación y densidad de estas, así como sus posibles tratamientos. Por otra parte, los barnices son disoluciones, donde el disolvente puede ser agua, alcohol, trementina, o aceite (de linaza crudo o cocido y otros aceites). Actúan como soluto pigmentos, y otras sustancias: resinas, gomas, oligoelementos, propóleo, minerales, sales, etc.

El siglo XIX significó un gran avance, por una parte, por la influencia de la ingeniería química y, por otra, por el desarrollo de la química en esta etapa.

Eugène Chevreul, de 1813 a 1823, realiza los “Cours de chemie appliquée aux Arts”. Jean Baptiste André Dumas (1828-1846) publica: *Traité de chemie appliquée aux arts*, en 8 volúmenes. El volumen VIII trata de los barnices. Luciano Martínez (1847) lo traduce al castellano. Del año 1847 es también el *Manual de barnices y charoles* de Juan Oliveros.

Mary P. Merryfield (1849) publica: *Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Paintings*. En 1853, Marcellin Berthelot estudia el efecto de dicroísmo que después retomará Fry en el siglo XX.

Por su parte, Eugène Mailland (1859), publica: *Découverte des anciens vernis italiens*, donde analiza los barnices de los violines de 1550 a 1750 de los *luthiers* italianos. Las observaciones se realizaban frotando la madera para poder percibir mejor los olores de los componentes de los barnices.

En el siglo XX se produce un gran avance en la química analítica, equipos de análisis, instrumental y tecnología disponibles. Entre los estudios que se han

realizado sobre el tema despuntan los de George Fry (1904). Cabe destacar el conocimiento en el efecto de dicroísmo y las reacciones como la oxidación de la trementina y del propóleo.

En el caso español citamos a Luis de Bizcaya (1916) con su: *Manual del carpintero, del ebanista y del maderero*.

J. Michelman (1949) estudió los barnices de los violines y su influencia en el tono. En Estados Unidos, y en la década de 1960, referimos las investigaciones del químico Conday (1966, 1968, 1969), las pruebas realizadas de solubilidad del alcohol, sus observaciones en el microscopio y la utilización de espectroscopía infrarroja. Por su parte, Fulton (1969, 1988) plantea que uno de los compuestos pudo ser el propóleo.

Mencionamos los estudios de Carletti (1985) sobre los barnices en la lutería y, los de L. Greilsamer (1991) y los de Colombo (1997), sobre los antiguos barnices. Colin Gough (2000) utilizando la microscopía electrónica y fotografía ultravioleta hace un interesante estudio de los barnices, materiales, geometría, etc. Su artículo obtuvo el Premio de la Acoustical Society of America, en 2001. Concluye que no hay propiedades medibles que sirvan para diferenciar los violines de Cremona de los actuales.

Citamos las investigaciones de la tesis doctoral inédita de J. Peris Vicente (2007), que abarca desde la química analítica y los métodos de cromatografía y espectrometría, sobre los barnices, o la interesante tesis de maestría en Ciencias y Restauración de Guadalupe Carramillana Pellejero (2010), sobre la historia de los barnices para instrumentos de cuerda frotada.

3. Materiales

La madera es el soporte. En el caso de los violines es muy frecuente utilizar abeto rojo para la tapa superior, arce para el fondo y la tapa inferior, ébano para el cordal y el diapasón, en ocasiones en lugar de ébano se utilizaba la jacaranda. En cuanto a otros instrumentos de cuerda la variedad de maderas es muy grande. En el caso de la guitarra, por ejemplo, se pueden utilizar de diversos tipos según sea guitarra clásica, flamenca, eléctrica, y según el nivel: principiante, estudiante de conservatorio o de concierto.

El tiempo de secado de la madera es muy importante, así como su densidad, que puede variar de etapas lluviosas a otras de sequía, dada su influencia en el crecimiento de los árboles. En las maderas son muy importantes la densidad, la dureza, la tracción y la elasticidad.

Nombre	Densidad aproximada
Abeto (Picea Abies)	450 kg/m ³
Arce (Acer Pseudoplatanus)	630/700 kg/m ³
Arce (Acer saccharum Marsh)	
Cedro Americano (Cedrales Odorata)	450/600 kg/m ³
Conocido como Cedro de Honduras	
Cedro Rojo (Thuja Plicata)	350/400 kg/m ³
Su denominación popular puede dar a	

confusión dado que no es un cedro.	
Ciprés (<i>Cupressus Sempervirens</i>)	400/600 kg/m ³
Cocobolo (<i>Dalbergia Retusa</i>)	990/1250 kg/m ³
Ébano (<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern)	1000/1275 kg/m ³
Palosanto de Amazonas (<i>Dalbergia Spruceana</i>)	1100 kg/m ³
Palosanto de Brasil (<i>Dalbergia Nigra</i>)	1085 kg/m ³
También llamada Jacaranda de Brasil, Palosanto de Río o Jacaranda de Bahía.	
Palosanto de India (<i>Dalbergia Latifolia</i>)	870/900 kg/m ³
Palosanto de Madagascar (<i>Dalbergia Baroni</i>)	920 kg/m ³

Tabla de la densidad de algunas maderas. Resumen de la descripción del guitarrero
José Ramírez²

Otros materiales son los disolventes: agua, con diversos minerales o destilada, trementina, alcohol y aceite de lino, crudo o cocido; y los solutos: pigmentos, resinas, oligoelementos, minerales y sales.

Los procedimientos que se utilizan son la cocción (con evaporación de algunos elementos), el destilado y el prensado de semillas para obtener aceites.

4. Barnices

El proceso puede presentar cinco pasos: preparación para estabilizar y endurecer la madera. Sellado. Imprimación. Primera capa de barniz. Una segunda y en ocasiones tercera capa de barniz transparente.

Tradicionalmente se han utilizado diversos tipos de barnices: al aceite, al espíritu (alcohol) y mixtos; así como las resinas que se emplean en todos los casos. El barniz al aceite ha sido muy tradicional en luthería. Se utilizaba aceite de linaza cocido. Las resinas más utilizadas eran: ámbar, trementina de Venecia, Pez griega, copal, *dammara* y almáciga. Los colorantes más utilizados: la rubia, cúrcuma, azafrán y “sangre de dragón”³.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Aceites vegetales (disolvente)	Especialmente el aceite de linaza que es secante. Se cuece una o más veces para acelerar el secado.
Almáciga, resina de. (soluta)	Solución resinosa solidificada del lentisco
Alcohol etílico (disolvente)	Etanol CH ₃ CH ₂ OH. Llamado por en los tratados antiguos “espíritu del vino”
Alcohol metílico (disolvente)	Metanol CH ₄ O, alcohol de la madera.
Ámbar (soluta)	Resina fosilizada. C ₂₀ H ₃₂ . Procesos de polimerización, isomerización, reticulación y ciclación.

² Ramírez, José. *Guitarras Ramírez* [Internet] <https://guitarrasramirez.com/es/maderas-que-utilizamos/>

³ La “sangre de dragón” es un colorante que se extrae del exudado de la *Calamus draco*, planta de la India y Sumatra, y también en *Dracaena draco* de las Islas Canarias y de la *Pterocarpus officinales* de México. Conocida desde la antigüedad, pero a causa de su elevado precio adulterada muchas veces.

Borax (soluto, antiséptico, fungicida)	Borato de sodio, sal de boro, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Colofonía (soluto)	Resina sólida. Residuo que queda después de eliminar por destilación la esencia de trementina en bruto.
Copal, resina (soluto)	Resina fósil utilizada en Latinoamérica con funciones religiosas, rituales y medicinales, también en la elaboración de barnices.
<i>Dammar</i> , resina (soluto)	Resina segregada por los árboles de las islas de las Indias orientales.
Elemi Manila (soluto)	El árbol que produce esta resina se denominó por los conquistadores “el árbol de la brea”.
Guta, goma (soluto, colorante)	Pigmento resinoso.
Laca, boma (soluto)	Secreción originada por la picadura de un insecto “coccus lacca” en las ramas jóvenes de diversos árboles lactíferos de las Indias orientales.
Propóleo (soluto, sellado de poros, antiséptico, fungicida)	Mezcla resinosa obtenida por las abejas de las yemas de los árboles, exudados de savia y que procesan en la colmena, sellante y para “barnizar” el interior de la colmena y protegerla de parásitos.
Sándalo, rojo de (soluto, colorante)	Principio resinoso colorante obtenido por evaporación del macerado alcohólico del leño de este árbol.
Sandaraca (soluto)	Secreción del arbusto “ <i>callitris quadrivalvis</i> ”.
Sangre de Dragón (soluto, colorante)	Secreción resinosa rojiza. Actualmente se utiliza de la resina color carmesí segregada por los frutos desecados de la palmera “ <i>calamus draco</i> ” de las Indias orientales.
Trementina (disolvente)	Oleoresina segregada de diversas especies de coníferas.
Trementina, esencia de (disolvente)	Conocida como aguarras, se extrae de la resina de trementina por destilación con agua.

Tabla de los principales productos utilizados como solutos y disolventes en la luthería tradicional

Hay muchas fórmulas y los luthiers han mantenido un gran secreto sobre las mismas, transmitiéndose en los talleres de forma muy reservada. Fernando Solar⁴ comparte la que su utiliza con su larga experiencia y que podemos clasificar como un barniz mixto:

Según un químico francés llamado Mailand, fue el que usaron en Cremona los grandes maestros. Se trata de un barniz graso, que emplea la almáciga como resina como resina principal, a la que se añade una proporción de

⁴ Solar, Fernando (2020) Una historia de la luthería, en: *De violines, una historia de la luthería* [Internet] <https://www.deviolines.com/una-historia-de-la-lutheria-7a-parte-construccion-al-estilo-clasico-cremonense-de-1700-el-barniz/>

otra resina blanda, el *Dammar* [...] disueltas en esencia de trementina y con la incorporación de algún aceite de lino [...] coloreando al gusto con pigmentos o con alguna otra resina natural [...] La almáciga se disuelve en esencia de trementina y la sandáracica en alcohol. Teóricamente son incompatibles. Para este inconveniente se utiliza un proceso, muy conocido en los ensayos químicos, que es emulsionar soluciones, una de almáciga y *dammar* en esencia junto con otra de sandáracica disuelta en alcohol, con incorporación de la cantidad de aceite (normalmente de linóleo necesaria para completar su composición. Esta mezcla se realiza en caliente y el disolvente más volátil, el alcohol, se evapora rápidamente, quedando una emulsión con la almáciga disuelta en esencia, junto con el aceite, y la sandáracica incorporada a la mezcla. Un enfriamiento rápido evita que se disocie la mezcla preparada.

Por su parte, David Sanchez León⁵ propone usar dos bases distintas repartidas de la siguiente forma: «fondos y aros [del timple] con base de alcohol [metílico] y brazo y tapa con aceite».

Análisis y biodeterioro de los barnices

Son pocos los estudios de biodeterioro de barnices en luthería, aunque sí gozamos de avances en los campos de la pintura y la escultura y algunas de sus conclusiones pueden ser de gran utilidad.

Entre los métodos para su análisis destacan la cromatografía de masas y la pirólisis en resinas, gomas y barnices triterpénicos, (Colombini et al., 2000). En este sentido y en la identificación de aglutinantes y barnices con técnicas cromatográficas mencionamos los trabajos de Gutiérrez (1998b). Mientras que Gu⁶ [et al.] estudian las resinas y polímeros sintéticos del siglo XX. Por su parte, Caneva [et al.] (2000) analizan la pigmentación de los micelios, como es el caso de las Dematiaceae, que ocasionan daños estéticos superficiales. Calvo (2002), por su parte, ha estudiado el papel en el biodeterioro de los barnices por los hongos. La suciedad que se acumula sobre las resinas es la causante del biodeterioro, dado que las resinas son muy resistentes al ataque biológico. Quedan divididas en las que ofrecen una resistencia alta (terpénicas, acrílicas) y las que tienen una resistencia media (vinílicas, alquídicas).

En cuanto a los mohos, tienen una apariencia parecida a los pasmados, por lo que se pueden confundir; una limpieza los puede diferenciar dado que los mohos se eliminan con agua sin dificultad⁷.

Masschelein-Kleiner (1992) examina la composición de los barnices, destaca que el principal componente es la resina. Localizamos diversos tipos de resinas. Según el nombre de las unidades de isopreno que contienen las moléculas, las sustancias terpénicas se clasifican en: monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos y

⁵ Sánchez León, David (2016). *El Timple. El tratado barniz: mito o realidad*, Tenerife, Algani Editorial. p. 52.

⁶ Gu, J-D; Ford, T. E; Berke, N. S; Mitchell, R (1998). Biodeterioration of concrete by the fungus *Fusarium*. *International biodeterioration & biodegradation*, 41:101-109.

⁷ Weirich, 1998.

triterpenos. Siendo estas últimas las que configuran la composición de los principales barnices tradicionales. Se extraen de las coníferas y las *caesalpiniaceas*. Los triterpenos provienen en su mayoría de las angiospermas.

Las resinas naturales se han utilizado como barnices, pero también han cumplido otras funciones como ligantes y adhesivos. Se le solían añadir aceites y ceras para aumentar la durabilidad, el punto de fusión o la adhesividad⁸. Gómez (2000) estudia el empleo de resinas naturales o terpénicas en la formulación de barnices.

Diferenciamos los diterpenos, que son los componentes mayoritarios de las resinas duras y las resinas blandas, extraídas de especies de angiospermas, que están formadas fundamentalmente por triterpenos, con 30 carbonos y seis unidades de isopreno. Analiza la película de barniz compuesto que forman las resinas naturales y que se produce por evaporación de la mayor parte del disolvente existente en la superficie, hasta llegar a un valor aproximado del 5% de su concentración inicial.

Boutcé (1980) divide los barnices en cuatro grupos: barnices de aceite, barnices de resinas duras, barnices de alcohol, esencias o resinas blandas y barnices mezclados.

Por su parte, la tesis doctoral de Romero-Noguera, J. (2007) se centra en:

el desarrollo de microorganismos sobre los barnices terpénicos naturales de mayor uso artístico y en las alteraciones químicas que son capaces de producir. Para ello se han seleccionado seis resinas: colofonia y trementina veneciana (diterpénicas predominantemente abietánicas), sandárac y copal de Manila (diterpénicas predominantemente labdánicas) y *dammar* y almáciga (triterpénicas) y sobre estos materiales se ha inoculado diversos hongos y bacterias procedentes de colección y de obra real, frecuentemente citados como agentes de biodeterioro en materiales artísticos, de cara a evaluar su grado de proliferación y capacidad de alteración química. Las técnicas de análisis empleadas han sido microscopía, cromatografía de gases-espectrometría de masas, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier y pirólisis-cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Principales alteraciones del barniz

Según las investigaciones de Poyatos Jiménez, F. (2007) se pueden clasificar en los siguientes apartados:

Amarilleamiento. En los barnices antiguos, sobre todo los de almáciga y también los de resina *dammar*. Se trata de un efecto del envejecimiento, en el que la luz y la humedad juegan un papel fundamental ⁹. Por otra parte, Nicolaus (1999) ha examinado cuándo un barniz claro y transparente pierde con el tiempo su aspecto y se vuelve amarillo o parduzco. Igualmente, las resinas naturales son compuestos no saturados que se oxidan produciendo elementos amarillos.

⁸ Massa y Scicolone, 1991.

⁹ Calvo, 1997.

Azuleamiento. La humedad provoca el aspecto azulado opaco que presentan algunos barnices, como ha estudiado Calvo (1997). Tiene lugar otro fenómeno cuando se produce una capa extendida sobre un barniz, pardusca, al principio, después azulada y gris. Por otra parte, hay que destacar la capa lechosa que se genera por la contaminación atmosférica urbana.

Blanqueamiento. Según Calvo (1997), las manchas blanquecinas opacas o blanco azuladas, “como una neblina” son diferentes de las manchas de hongos y las eflorescencias salinas, aunque presentan un aspecto semejante. Se producen por efectos de humedad-sequedad. Asimismo, localizamos la causa por la precipitación de cristales de sulfato amónico, favorecida por la polaridad de la superficie de la capa de barniz.

Descamación. Esta alteración se presenta en forma de escamas de la superficie¹⁰.

5. Formas tradicionales de aplicación del barniz

Estimamos dos formas tradicionales de aplicación: con un tampón o barnizado a muñequilla y con brocha o pincel.

El barnizado a muñequilla se considera por algunos como el más fino y perfecto. El barniz se aplica con una especie de tampón, de algodón o lana, envuelto en una tela de hilo, preferiblemente usada, formando una especie de muñeca que se adapta a la mano. Primero, se pasa la muñequilla de forma lineal y, después, se realizan pequeños círculos por toda la superficie con la muñequilla siendo la forma circular la que continúa en todo el proceso. La muñequilla se recarga desde el interior, no se moja desde el exterior, de esta manera la tela hace de filtro de impurezas.

Tenemos en cuenta tres fases: la primera, pulir con polvos de piedra pómez; la segunda, rellenar o cubrir los poros; y, la tercera, barnizar, dándole diferentes manos.

La brocha o pincel es una de las formas de aplicar el barniz más extendida. Hay un ritual y unas normas y técnicas específicas y complejas de aplicación del barniz en las diferentes capas.

¹⁰ *Ibid.*



Barnizado de un violín. Cremona Scuola Internazionale di Liuteria

6. Tratamientos de la madera y últimas investigaciones

Además de los barnices, los actuales estudios desde la química sobre los violines históricos se centran en otro aspecto muy interesante, el posible tratamiento de la madera.

En Inglaterra, el luthier David Robio, el físico Jim Woodhouse, el ingeniero de materiales Claire Barloe y el químico Ralph Raphael (1988, 1989, 1990, 2001), realizaron una serie de experimentos utilizando el microscopio electrónico. Sugieren la existencia de una capa mineral para sellar, impermeabilizar y proteger la madera, procedimiento que se compartía con los utilizados por la ebanistería en general.

Berrend C. Stoel y Terry M. Borman (2008) realizaron una tomografía y apreciaron una menor densidad en los violines de Cremona comparada con la densidad de la madera de los actuales. Las causas pueden ser diversas, por las condiciones climáticas especiales de ese periodo; por el tratamiento de estas, el denominado “estaque” que consiste en sumergir la madera en el agua de una corriente, para facilitar el transporte o para alterar sus propiedades, dependiendo de las bacterias y hongos de esta. Otra técnica en la madera era la llamada “estofada” que consistía en hervir la madera con diferentes soluciones para lograr la alteración en su densidad. También el humo con ácido nítrico o amoníaco, son tratamientos que los lutieres han utilizado a lo largo de los años.

Tradicionalmente, como elementos antisépticos y fungicidas, se han utilizado diferentes ceras naturales de alta densidad, normalmente disueltas en alcohol. De entre ellas destaca el propóleo, utilizado por las abejas en las colmenas, que se aplicaba por dentro y por fuera del instrumento como sellante y tapaporos antes de barnizar el instrumento.

Joseph Nagyvary (2009) tiene una abundante bibliografía sobre el tema desde 1978, ha investigado sobre esos posibles tratamientos de la madera de los Stradivarius y concluye que hay tres elementos decisivos para su conservación y

para impedir los efectos de las termitas: 1) bórax, insecticida, polimerizante y endurecedor de la madera, lo que produce sonidos más brillantes. 2) Fungicidas como la resina gomosa de los árboles frutales. 3) Polvo de vidrio triturado, usado como antitermita. En su investigación, ha medido la presencia de Cl, Na₂O, K₂O, CaO, MgO, SiO₂, o Al₂O₃, P₂O₅, SO₃, FeO, MnO, TiO₂. Nagyvary ha experimentado construyendo violines con estas técnicas con muy buenos resultados, según las pruebas realizadas por este autor.

Destacamos los recientes estudios de Ioana María Corcea, Raluca Cristache e Ion Sandu (2016), sobre espectroscopia de los barnices de los violines. Las investigaciones matemáticas de Piantadosi (2017), en las que describe con fórmulas la forma tridimensional del fondo y la tapa de un violín, la diferencia de grosor del centro a los bordes, la forma abovedada, etc., con una tolerancia inferior a 0,001 milímetros, adecuada para el tallado moderno por control numérico computerizado y acabado a mano.

Por último, queremos resaltar la actualización de técnicas y métodos de análisis químico de los barnices de I. Sandu (2020) y otros autores, en la revista *Journal Applied Sciences*.

En Cremona han creado un proyecto de ciudad en torno al mundo de la construcción de violines e instrumentos de cuerda frotada. Con la Escuela Internacional de Luthería, el Museo del Violín y el Laboratorio Arvedi de diagnóstico no invasivo de instrumentos musicales históricos. Dotado con los más modernos aparatos de análisis químico, fruto de una colaboración entre la Universidad de Pavía y la Fundación Arvedi-Buschini.



Laboratori Arvedi di Ricerca Scientifica, Museo del Violino, Cremona

6. Fuentes y bibliografía

Fuentes:

- Armenini, G. B. [c. 1533-1609] (1587) *De' veri precetti della pittura*, Ravenna ad istanzza di Tomaso Psini, en línea:
<https://archive.org/details/deveriprecettide00arme/page/n3>
- Bagatella, A. [1755-1829] (1782) *Regole per la costruzione dei violini. Memoria presentata all'academia di Padova al concorso del premio dell'arte dell'anno 1782*, ed. Zanibon, Padova, 1914.
- Bizkaya, Luis de. (1916) *Manual del carpintero, del ebanista y del maderero*, Madrid. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000099225&page=1>
- Bonani, F. [1638-1725] (1720) *Tratado sopra la vernice detta comunemente cinese*. Cremona, Editrice Turriss, 1994.
- Cantelli, G. (1735) *Tratado de barnices y charoles*, ed. Joseph Estevan Doiz, Valencia, 1735. Herederos de Martínez, Pamplona, 1755, [es una copia en castellano del tratado de Bonani], en línea: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000090643&page=1>
- Cennino Cennini, Cennino (s. XIV) *Il Libro dell'arte della pittura: il manoscritto della Biblioteca nazionale centrale di Firenze, con integrazioni dal Codice riccardiano*, a cura di Antonio P. Torresi; prefazione di Franco Cardini; postfazione di Galeazzo Viganò, Ferrara 2004.
- Pacheco, F. [1564-1644] (1649) *El arte de la pittura*, [obra póstuna]. Madrid, Cátedra, 2001, en línea:
<http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000092837>
- Palomino de Castro y Velasco, Antonio [1655-1726] (1747) *El museo pictórico y escala óptica*. Madrid, ed. Sancha, Gabriel de [1747-1820] impresor, en línea:
<http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000040411>
- Theophilus Presbyter [1070-1125] [c.1122] *On drivers arts*, traductor: John G. Hawthorne & Cyril Stanley Smith, New York, Dovu publications, 19.
- Watin, M. [Roch-Henri (1740-1808)] (1772) *L'art du peintre, doreur, vernisseur, et du fabricant de couleurs*. París, neuvième édition, 1823.
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9688398q.r=Watin%20l%C3%A1rt%20du%20peintre?rk=21459;2>

Bibliografía:

- Arveil, Christine (2000). Varnishing techniques : an 18th century european mania, a lasting fascination, *Journal of the violin society of America*, Vol. XVII, nº1.
- Barlow, Claire, Edwards, P.P., Millward, G.R., Raphael, R.A. and Rubio, D.J. (1988). Wood treatment used in Cremonese instruments, *Nature*, 332, 313.
- Barlow, C.Y. and Woodhouse, J. (1989). Of old wood and varnish: peering into the can of worms, *Journal of the Catgut Acoustical Society*, 1 no. 4 (series II), 2-9.
- Barlow, C.Y. and Woodhouse, J. (1990). The influence of varnish on the properties of spruce plates, *Proceedings of Institute of Acoustics*, 12 part 1, 765-770.

- Barlow, Dilworth, Padding, Ravatin (2001). Le Vernis Anciens vernis italiens, Méthode de fabrication actuelle, *Compte rendu de la 1ère journée Européenne de la Lutherie*, 22 juillet, ACADOC, Cordes-sur-Ciel.
- Boutcé, J. (1980). *Técnicas y secretos de la pintura. Barnices*. Leda ediciones de arte. Barcelona.
- Calvo, A. (1997). *Conservación y restauración*. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z. Ed. Serval. Barcelona.
- Calvo, A. (2002). *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*. Ed. del Serbal. Barcelona: 152-155.
- Caneva, G; Nugari, M.P; Salvadori, O (2000). *La biología en la restauración*. Ed. Nerea.
- Carletti, G. (1985) *Vernici in Liuteria*, G. Zanibon, Padova, Ricordi music publishing.
- Carramiñana Pellejero, Guadalupe (2010). *Historia de los barnices para instrumentos de cuerda frotada. Estado del Arte y reflexiones*. Tesis de Máster en Ciencias y Restauración del Patrimonio Histórico- Artístico, Tutora: Zalbidea Muñoz, M.^a Antonia, Universidad Politécnica de Valencia, en línea: <https://riunet.upv.es/handle/10251/11771>
- Chacón Tenllado, José Angel (2012). *La guitarra en la luthería*, Sevilla, Consejería de Turismo y Comercio.
- Chacón Tenllado, José Ángel (2013). *El violín, la viola y el violonchelo en la lutería*, Gesto Sevilla Comunicación.
- Chevreul E. (1808). « Expériences chimiques sur les bois de Brésil et de Campèche », *Annales de Chimie et de Physique*, 66, p. 225-265.
- Chevreul M. E. (1829). « De l'Orseille », *30e leçon de chimie appliquée à la teinture*, ch. IX, p. 107-119.
- Chevreul, M. E. (1839). *De la loi du contraste simultanée des couleurs et de l'assortiment des objets colorés*, Paris.
- Colombini, M.P., Giannarelli, S., Matteini, M., Modugno, F., Fuoco, R. (2000). GC-MS Characterization of Paint varnishes. *Microchemical Journal*, 67 (1-3): 385-396.
- Colombo L. (1988). A la recherche du vernis perdu, enquête sur le secret des anciens luthiers de Crémone, traduit par Taragani, *Science et technologie de la conservation et de la restauration des œuvres d'art et du patrimoine*, n°1, Puteaux, EREC, avril 1988.
- Colombo, L. (1997). *Antiche Vernici per liuteria. Ricerche storiche. The old varnishes for violin making. Historical Research*. Cremona, Turris Editrice.
- Condax, L. (1966). Violin varnishes created by two prominent authors, George Fry and Joseph Michelman: Their comparison to the Old Masters, *Catgut Acoustical Society Journal* 6: p.7-11, November 1966.
- Condax, L. (1968). Examination of the ground layer of the Italian violin varnish, *Catgut Acoustical Society Journal* 10: p.12-13, November 1968.
- Condax, L. (1969). Italian violin varnish and dichroism, *Catgut Acoustical Society Journal* 12: p.10-12, November 1969.
- Condax, L. (1982). Final summary report of violin varnish research project, *Catgut Acoustical Society Journal* 37: p.31-36, May 1982.

- Cortea, Ioana María; Cristache, Raluca; Sandu, Ion (2016). Characterization of historical violin varnisher using art-ftir spectroscopy, *Romanian Reports in Physics*, Vol. 68, No. 2, P. 615–622.
<https://pdfs.semanticscholar.org/6acc/66ac585913c012e65d7498414c3bd60b6f46.pdf>
- Derrick, C. (1992) *Guía de los acabados en madera. Cómo aplicar colores, barnices y efectos de pintura*, Libros Cúpula.
- Dondi, P., Fichera, G. V., Invernizzi, C., Licchelli, M., Malagodi, M., Rovetta, T. (2016). “The Messie “model”, research on materials and study of moulds”, en Alf, G., Cacciatori, F. (2016) *The Absolute Stradivari, the Messie violin 1716/2016*, Cremona, Fondazione Museo del Violino Antonio Stradivari, 89-112.
- Dumas, Jean Baptiste André (1828-1846). *Traité de chemie appliquée aux arts*, París. Trad. Castellano de Martínez, Luciano (1847): *Tratado de química aplicado a las artes*, Madrid.
- Fabre, J. (1936) *L'Abrégé des secrets chimiques*, París.
- Fichera, G.V., Malagodi, M. (2016). “Indagini di laboratorio”, *Litterae Caelestes – rivista annuale internazionale di paleografia, codicologia, diplomatica e storia delle testimonianze scritte*, M. Adda Editore – Vol. VII, 145-146.
- Fiocco, G., Rovetta, T., Invernizzi, C., Licchelli, M., Malagodi, M. (2017). “Diagnostic analysis of the “Tuscan”: varnishes, pigments and wood treatments”, en Andrea Zanrè (2017) *The 1690 “Tuscan” Stradivari violin in the Accademia di Santa Cecilia*, Scrollavezza & Zanrè.
- Fry, George. (1904). *The varnishes of the Italian violin makers of the sixteenth seventeenth and eighteenth centuries and their influence on tone*, London, Stevens & Sons, en línea:
www.archive.org/stream/varnishesitaliaoofrygoog#page/n2/mode/2up
- Fulton, W.M. (1969). Old Italian Varnish, *Catgut acoustical society Journal*, n°12, 1969.
- Fulton, William M. (1988). *Violin varnish formulation manual : oils, resins, and varnish ; [Etats-Unis]: s.n., cop. 24 p.*
- Gómez, M. L (2000). *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid, Ed. Cátedra.
- Gough, Colin (2000). “Science and Stradivarius”, *Physics World*, v. 13, n.º 4, 27-34.
- Greilsamer, L. (1991). *The Health of the Violin, Viola & Cello: Practical Advice on the Acquisition, Maintenance, Adjustment, & Conservation of Bowed Instruments*. Henry Strobel. Oregón. EEUU.
- Gu, J-D.; Ford, T. E.; Berke, N. S.; Mitchell, R. (1998). Biodeterioration of concrete by the fungus fusarium. *International biodeterioration & biodegradation*, 41:101-109.
- Gutiérrez, F. (1998a). Aplicación de la espectrometría infraroja al análisis químico de los Bienes Culturales. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 18:56-60.
- Gutiérrez, F. (1998b). Aplicación de las técnicas cromatográficas al análisis químico de los Bienes Culturales. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 24:45-51.
- Jacson, A. y Day, D. (1993). *Manual completo de la madera la carpintería y la ebanistería*, Ediciones del Parado, Madrid.

- Lenep, J. Van. (1966). *Art & Alchimie*, Bruselas, Editions Meddens S.A., trad. castellana: *Arte y alquimia: estudio de la iconografía hermética y de sus influencias*. Madrid, Editora Nacional 1978.
- López-Calo, José [coord.] (1994). *Los instrumentos musicales del Pórtico de la Gloria; su construcción y la música de su tiempo*, La Coruña, Fundación Pedro Barrié de la Maza.
- Mailland, E. (1859). *Découverte des anciens vernis italiens, employés pour les instruments à cordes et à archets*, Paris, Lahure, seconde édition 1874.
- Malagodi, M., Licchelli, M., Dondi, P., Fichera, G.V., Invernizzi, C., Rovetta, T. (2015). “La materia del Cremonese”, en Cacciatori, F., Malagodi, M., Sarti, A. (2015) *Il Cremonese 1715, 300° anniversario*, Cremona, Fondazione Museo del Violino Antonio Stradivari, 115-135.
- Malagodi, M., Fichera, G.V., Licchelli, M. (2016). “Lo studio degli inchiostri”, en Cacciatori, F. (2016) *Antonio Stradivari, disegni, modelli e forme – Catalogo dei reperti delle Collezioni Civiche Liutarie del Comune di Cremona*, Cremona, Fondazione Museo del Violino Antonio Stradivari, 85-100.
- Malagodi, M., Albano, M., Dondi, P., Fiocco, G., Invernizzi, C., Licchelli, M., Rovetta, T. (2018) “Diagnostic Testing at the Arvedi Laboratory”, en AA.VV. (2018) *La Materia e il Suono, Bracco e Cremona per la Liuteria tra musica e scienza*, Fondazione Museo del Violino Antonio Stradivari.
- Malecki, Valérie (2006). Les recettes anciennes : sources bibliographiques originales. *Actes de la journée d'études Les vernis de violon*, Cité de la musique.
- Massa. V; Scicolone, G (1991). *Le vernici per il restauro. I leganti*. Nardini Editore. Firenze.
- Masschelein-Kleiner (1992). *Liants, vernis et adhésifs anciens*. Institut Royal du Patrimoine Artistique. Bruxelles.
- Merryfield, Mary (1849). *Medieval and Renaissance treatises on the arts of painting*, original texts with English translations two volumes bound as one, Mineola, New York, éd. Dover Publications, 1999.
- Michelman, J. (1949). Analysis of a varnish used by Stradivarius, *J. Franklin Inst.*
- Milliot, Sylvette (1970). *Documents inédits sur les luthiers parisiens du XVIII e siècle*, Paris, Société française de musicologie ; Heugel.
- Nagyvary J. (1978). History and interpretation of chemical knowledge available to violin makers, *J Violin Soc Amer*, IV (3&4): 147–176.
- (1981). Effect of minerals and fibers on plate tuning. *J Violin Soc Amer*, VI(2): 53–79.
- (1984). The Cremona gold color: its chemistry and reconstruction, *J Violin Soc America*, VII(2): 89–110.
- (1988). The chemistry of a Stradivarius, *Chemical & Engineering News*, 66(21): 24–31.
- (1996). Modern science and the classical violin—a view from academia, *The Chemical Intelligencer*, 2(1): 24–31.
- (2005). Investigating the secrets of the Stradivarius, *Education in Chemistry*, 42(4): 96–98.
- Nagyvary J., DiVerdi JA., Owen NL., Tolley HD. (2006). Wood used by Stradivari and Guarneri, *Nature*, 444: 565.

- Nagyvary J., Guillemette RN., Spiegelman CH. (2009). Mineral Preservatives in the Wood of Stradivari and Guarneri, *PLoS ONE*, 4(1): e4245. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004245>
- Nicolaus, K (1999). *Manual de restauración de cuadros*. Ed. Köneman. Berlin.
- Oliveros, Juan (1847). *Manual de Barnices y charoles*, Barcelona. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000124613&page=1>
- Peña Fernández, J. (1993). *El Arte de un guitarrero Español*, Jaén.
- Peris Vicente, J. (2007). *Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos*, Tesis doctoral inédita, Universidad de Valencia.
- Piantadosi S. (2017). Three-dimensional mathematical modeling of violin plate surfaces: An approach based on an ensemble of contour lines, *PLoS ONE*, 12(2): e0171167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171167>
- Pinto Comas, R. (2000). *Manual del Luthier, tratado práctico sobre la construcción de violines*, Barcelona.
- Poyatos Jiménez, F. (2007). *Procesos de biodeterioro en pinturas sobre lienzo el Museo de Bellas Artes de Granada: examen visual y gráfico*, [Tesis doctoral] Universidad de Granada. [Internet] Citado el 14-03-2022. Recuperado de: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/50853>
- Ramirez, José. *Guitarras Ramírez* [Internet] <https://guitarrasramirez.com/es/maderas-que-utilizamos/>
- Rodríguez, M. (2006). *Arte y oficio de hacer guitarras*, Real Musical. Italia.
- Romain, Adolphe (1908). *Nouveau manuel complet du Fabricant de vernis de toute espèce*, Roret, Paris, 1908. reprints, 1984.
- Romanillos, J.L. (2008). *Antonio de Torres. Guitarrero, su vida y obra*, Instituto de Estudios Almerienses.
- Romero-Noguera, J. (2007). *Biodeterioro fungico y bacteriano de las resinas terpenicas utilizadas en pintura y otras artes plasticas*, [Tesis doctoral] Universidad de Sevilla. [Internet] Citado el 07-04-2022 https://www.researchgate.net/publication/46590328_Biodeterioro_fungico_y_bacteriano_de_las_resinas_terpenicas_utilizadas_en_pintura_y_otras_artes_plasticas
- Sánchez León, Davis (2016). *El Timple. Tratado de barniz: mito o realidad*, Tenerife, Algani Editorial.
- Sandu, I. [et al] (2020). Authentication of an Old Violin by Multianalytical Methods, *Journal Applied Sciences*, v. 10, 306. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/1/306/pdf>
- Solar, Fernando (2020). Una historia de la luthería, en: *De violines, una historia de la luthería*[Internet] <https://www.deviolines.com/una-historia-de-la-lutheria-7a-parte-construccion-al-estilo-clasico-cremonense-de-1700-el-barniz/>
- Stoel BC., Borman TM. (2008). A Comparison of Wood Density between Classical Cremonese and Modern Violins, *PLoS ONE*, 3(7): e2554, en línea: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002554>
- Stoel BC., Borman TM., de Jongh R. (2012). Wood Densitometry in 17th and 18th Century Dutch, German, Austrian and French Violins, Compared to

Classical Cremonese and Modern Violins, *PLoS ONE*, 7(10): e46629.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046629>

Tolbecque, Auguste (1903). *L'Art du luthier*, Niort, Th. Mercier, Marseille, Lafitte.

Weirich, G (1998). Wachstum von Schimmelpilzen und Bakterien auf verschiedenen Malgrüden, en *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 2:305-314.

Woodfield Ian (1986). *The early history of the viol*, Cambridge University Pres.