

La Química y el secreto de los Stradivarius

RESUMEN.

Existe una creencia generalizada según la cual no se ha logrado superar la calidad de los instrumentos fabricados en el norte de Italia, tan solo durante unas pocas décadas, hace ahora más de doscientos años. El secreto de dichos instrumentos es una incógnita que diversos estudios tratan de desvelar. En este artículo se indican las posibles claves que hacen únicos y posiblemente insuperados a estas piezas de artesanía. Una combinación de casualidades y buen hacer puede ser el secreto.

1. INTRODUCCIÓN

Resulta sorprendente que existan actividades de manufactura realizadas por hombres de la era preindustrial que no puedan superarse con el desarrollo tecnológico actual. La fabricación de instrumentos musicales de cuerda durante el final del siglo XVII y principios del XVIII en el norte de Italia se logró con tal calidad que la mayoría de los expertos opina que no ha sido superada. Actualmente, las potentes herramientas de diseño industrial, los procedimientos de análisis de los componentes -la madera fundamentalmente, pero también los barnices, la cola etc- unido a las sofisticadas herramientas disponibles para el trabajo de los materiales, son capaces hoy día de generar instrumentos de altísima calidad musical que sin embargo no igualan las obras de un pequeño grupo de artesanos que trabajó en Italia hace más de dos siglos. De hecho, los diseñadores modernos de instrumentos se basan en obras de aquella época buscando hacer las mejores copias posibles de dichas piezas. La innovación en la construcción de instrumentos no ha dado frutos positivos por ahora. Así, el violín procede de la evolución de instrumentos de cuerda utilizados desde el siglo XVI, pero en esencia, no ha evolucionado desde que los artesanos cremoneses le dieran las características con que lo conocemos hoy. A pesar de la disponibilidad de métodos analíticos, los instrumentos de cuerda son evaluados por expertos músicos de forma subjetiva. La percepción de un oído privilegiado y suficientemente educado es la mejor forma de valorar un instrumento y tiene resultados más fiables que el uso de complicados ana-



Javier Pérez-Castells

Departamento de Química, Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo-CEU. Urb. Montepríncipe, Boadilla del Monte 28668-Madrid, Spain.
jpercas@ceu.es

lizadores electrónicos de sonido.

Estamos sin duda ante un misterio apasionante. ¿Qué hace a este grupo de instrumentos tan especiales? ¿Fue simplemente la pericia de sus constructores, que nadie ha podido igualar? ¿Trabajaron con una madera que presentaba características únicas e irrepetibles? ¿Le dieron ellos u otros artesanos un tratamiento especial a esa madera que justifica el resultado? ¿Tienen

algo que ver los barnices utilizados? La conclusión es que no hay una respuesta clara a estos interrogantes. Posiblemente se trata de una conjugación de circunstancias y factores únicos que contribuyeron a crear las condiciones para que se fabricaran unas de las obras más perfectas que la mano del hombre ha conseguido hacer. En cualquier caso el tema es en buena medida controvertido, observándose un cierto enfrentamiento en quienes insisten en achacar a factores estructurales, incluyendo los aspectos puramente geométricos, el secreto de estos instrumentos y quienes buscan un motivo más científico basado en características fisicoquímicas de los materiales utilizados. En este artículo haremos una revisión de las diferentes teorías actuales, siendo en nuestra opinión más plausibles las segundas aunque parezcan restarle mérito a los que crearon con sus manos los instrumentos.



Foto 1. Violoncello conservado en el Palacio Real de Madrid, construido en 1700. No presenta decoración pero se considera una de las mejores obras de Stradivari. Copyright Patrimonio Nacional

2. UNOS BREVES APUNTES HISTÓRICOS

Se acepta comúnmente que el creador del violín en su forma actual fue Andrea Amati (1520-1578) quien modificó el diseño original de este instrumento debido probablemente a Gasparo da Salo.¹ Este fabricante creó una importante escuela en Cremona. Sin embargo, tras una terrible plaga de peste bubónica (1630) el único luthier que quedó vivo, puede decirse que en todo el mundo, con capacidad de fabricar violines fue su nieto Nícolo Amati (1596-1684). Él fue quien inspiró la obra de Antonio Stradivari (1644-1737), sin duda el mejor constructor de violines de todos los tiempos.² Stradivari trabajó, casi hasta el último día de su vida el 18 de diciembre de 1737, y logró unos instrumentos cuyo sonido es limpio, bien balanceado, firme y dinámico. Sus violines son únicos en términos de rapidez de respuesta, pureza tonal, poder de penetración y colorido tonal. No podemos olvidar a otros artesanos como los Guarneri, en especial Bartholomeo Giuseppe Guarneri "del Gesu" (1698-1744),³ nieto de otro discípulo de Nicolo Amati, Andrea Guarneri, que compartió pupilaje con Antonio Stradivari. Las obras de Guarneri "del Gesu" fueron utilizadas por Paganini al cual se debe la fama de este luthier. La calidad del acabado de estos instrumentos no es tan perfecta como la de los de Stradivari pero tienen una increíble pasión tonal, incluso superior a la de los Stradivari. Guarneri fabricó algunos de sus instrumentos en la cárcel y no gozó en su tiempo de la fama de su ilustre vecino si bien actualmente sus obras tienen una cotización similar.

La saga de estas familias de constructores de instrumentos de cuerda se interrumpe una generación después. En efecto, Antonio Stradivari casó dos veces; con Francesca Ferraboschi, con la que tuvo seis hijos; y con Antonia Zambelli, cuando él contaba 54 años de edad, con la que tuvo cinco. Sin embargo sólo dos de sus once descendientes colaboraron con él en el taller de construcción, si bien parece que apenas produjeron sus propias obras. Se trata de Francesco y Omobono



Foto 2. Viola contralto conservada en el Palacio Real de Madrid. Presenta decoración en la tapa y el fondo con una fina orla de marquetería de ébano con incrustaciones de marfil. Copyright Patrimonio Nacional

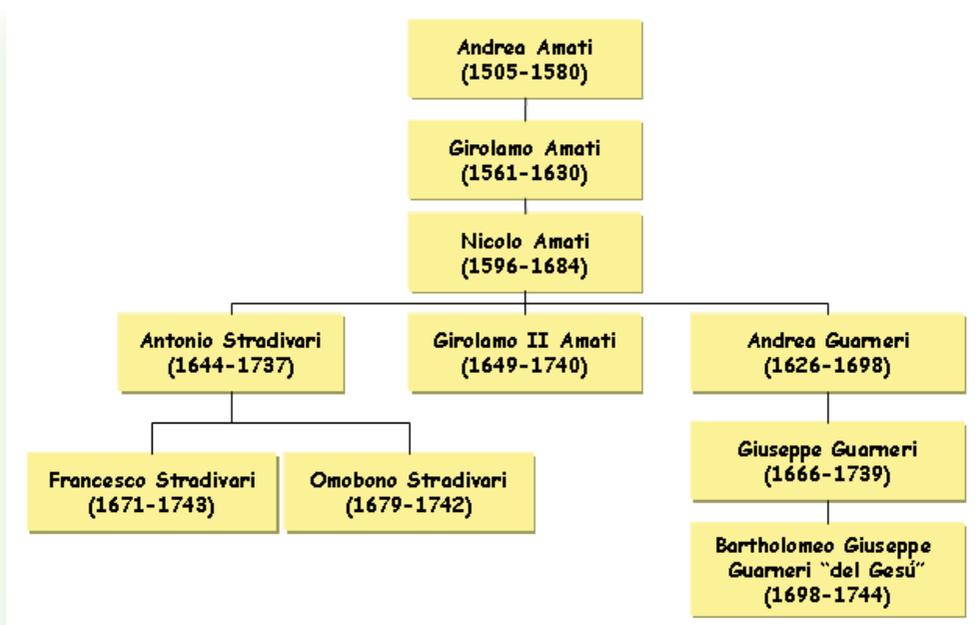
Stradivari, ambos hijos del primer matrimonio y que fallecieron pocos años después de su padre, el cual fue extraordinariamente longevo para la época. Con ellos, y con la muerte de Guarneri del Gesu, acaecida también en los años cuarenta del siglo XVIII, se termina la producción de instrumentos de extraordinaria calidad en la zona de Cremona. Parece que en la propia Cremona, unos pocos años después nadie entendía por qué los instrumentos fabricados antes de 1750 tenían tanta superioridad tonal. En total Antonio Stradivari fabricó unos 1200 instrumentos de los que se conservan con identificación fidedigna 602 (548 violines, 12 violas y 50 violonchelos). Obviamente es el autor más falsificado del mundo. Sus obras presentan una marca típica que suele indicar **Antonius Stradiarius Cremonenfis Faciebat Anno x**", aunque hay algunas a los que les falta y a veces se les ha añadido posteriormente en un intento de autentificación. Por supuesto también hay instrumentos falsos con marcas que imitan ésta. Algunos instrumentos de Stradivari tienen nombre propio, como el violín Mesías (1716) o el Alard (1715) considerados de entre los más perfectos. Una de las mejores colecciones de instrumentos de cuerda fabricados Antonio Stradivari se conserva en el palacio real de Madrid. Se trata de un cuarteto completo decorado y construido expresamente para el rey de España.⁴

Un primer problema a la hora de analizar el secreto de los Stradivari es que no se escribieron libros acerca de la fabricación de instrumentos de cuerda hasta entrado el siglo XIX. Se considera la obra de Jacob August Otto⁵ de 1809 la primera que se ocupa de este arte y en la cual se atribuye la superioridad de los instrumentos de los maestros cremoneses al tipo de barniz utilizado. La teoría del barniz sería la que, superado el período en que se atribuía la totalidad del mérito a los propios constructores, ha ocupado todo el siglo XIX y la primera mitad del XX, como explicación del misterio. Se habría utilizado un barniz cuya receta se habría perdido y por tanto se postulaba la intervención de algún alquimista o boticario como último causante del éxito. A mediados del siglo XX se comienza a especular con el tratamiento recibido por la madera, en especial por el hecho de su transporte y largo almacenamiento flotando en las aguas de los ríos que descienden de los Alpes. Las últimas aportaciones se refieren a la propia madera como la principal causante de las especiales propiedades musicales de estos instrumentos y el secreto sería la existencia de una corta edad del hielo en la Europa de principios del XVI.

3. EL SECRETO

3.1. LA MAESTRÍA DEL FABRICANTE

Indudablemente, y por mucho que se busquen y encuentren explicaciones científicas a la existencia de un pequeño grupo de instrumentos singulares, la mano maestra de sus creadores fue un elemento esencial en su génesis. Sirva de prueba el hecho de que la calidad de las obras del propio Stradivari no es la misma a lo



Esquema 1. Esquema de las generaciones de constructores de instrumentos musicales en Cremona, en el sentido maestro-discípulo.

largo de su vida, con un período de madurez en el que alcanzó la máxima brillantez que al final dio paso a una etapa de cierta decadencia, etapa en la que probablemente intervinieron otras manos en la fabricación de las obras.

Como hemos comentado, los aspectos geométricos de los violines han cambiado poco desde los trabajos del primer Amati. A lo largo del siglo XX diversos constructores han probado variantes morfológicas del instrumento sin lograr mejora en los resultados sonoros finales. Las superficies vibrantes de un violín son sus placas delantera (tapa) y trasera (fondo). La tapa está normalmente constituida por una o dos piezas de abeto curado, mientras que para el fondo, se utiliza madera de arce. Además están los aros, el mango, el diapasón, el clavijero, la voluta, el puente, el cordal y las aberturas de resonancia o 'efes'. La tapa, el fondo y los aros están pegados para formar una caja hueca. Ésta contiene el alma, una barrita de madera colocada entre la tapa y el fondo, debajo y a la derecha del puente, y la barra armónica, un listón fino de madera pegado en el lado contrario del alma, a lo largo de la tapa. El arco es una vara estrecha, de curva suave, de unos 30 cm. de largo, con una cinta de crines de caballo que va de lado a lado del mismo. El violín tiene cuatro cuerdas afinadas por quintas: sol 3, re 4, la 4, mi 5. En los violines antiguos las cuerdas eran de tripa. Hoy pueden ser también de tripa entorchada con aluminio, plata o acero.⁶

El mejor sonido se logra con una tapa extraordinariamente fina y de grosor homogéneo y un fondo algo más grueso. Lograr esas piezas curvas tan perfectas constituye la esencia del buen hacer del constructor y aun hoy se sigue haciendo a mano, en un proceso de ahuecado de las placas en que se utilizan gubias al estilo de los escultores artísticos. Así pues, partiendo de una madera con la forma adecuada, se vacía la misma con

ayuda de las gubias y de pequeños cepillos de carpintero para conseguir una pieza fina y adecuadamente curvada. Luego se pule la pieza comprobando que posea un grosor homogéneo. Este proceso se realiza con la tapa y el fondo aunque la tapa es la pieza más delicada. Estudiar el estado de esas placas es un fiel indicativo de la calidad del instrumento y de su estado de conservación. Las piezas se obtienen cortando láminas de madera con ayuda de moldes. Se han conservado más de una decena de moldes procedentes del taller de Stradivari.

Un aspecto interesante del trabajo de los luthiers actuales es la tasación de instrumentos antiguos. Para ello es imprescindible conocer posibles defectos en las piezas, en especial en las dos placas principales. Hasta hace poco el estudio del interior se hacía mediante el rudimentario sistema de mirar con espejos de dentista a través de las aberturas del violín. Sin embargo, desde hace algunos años, se someten los violines a tomografías computerizadas (TC), en los mismos equipos que se usan en los hospitales para la detección de



Foto 3. Uno de los dos violines conservados en el Palacio Real de Madrid. Presenta decoración de la tapa y el fondo similar a la de la viola anterior. Copyright Patrimonio Nacional

tumores y otras enfermedades en los pacientes humanos. Así, un médico radiólogo, el doctor S. A. Sirr, y un luthier, J. R. Waddle, han analizado numerosos instrumentos de diferentes épocas, desde los fabricados en Cremona en el siglo XVIII hasta los de fabricación industrial para el uso de principiantes.⁷ Se trata de un técnica no invasiva que nos proporciona secciones del instrumento y detecta defectos debidos a golpes, insectos, repintes, etc. También permite ver la finura de las piezas y la homogeneidad de dicho grosor, así como la curvatura de la tapa y el fondo. En este sentido conviene recordar que, entre los principales focos de daño para este tipo de piezas están los cambios bruscos en la humedad ambiente, que provocan grietas y tensiones en la madera perjudicando sus aptitudes vibratorias. Por ello es muy conveniente limitar en lo posible el trasiego de estos instrumentos.

Los análisis de TC efectuados en diversos violines fabricados en Cremona, comparados con otros también de alta calidad y violines de fabricación en serie y de bajo precio, muestran una extraordinaria calidad de los primeros en lo referente al corte de la madera, su forma, curvatura, y grosor. Puede observarse en la figura la extraordinaria finura de la tapa de un violín Stradivarius, que es notablemente más gruesa en un instrumento barato.⁸

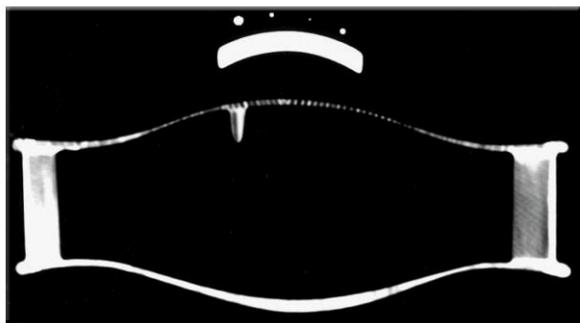


Foto 4. Tomografía computerizada (TC) de un violín Stradivari

3.2. EL TRATAMIENTO DE LA MADERA

Superadas algunas teorías románticas sobre la fabricación de los Stradivari que suponían que se había utilizado madera de viejos castillos y monasterios o bien de árboles pertenecientes a especies ya extinguidas, es indudable que todo lo referente a la procedencia de este material, a su selección y a su manipulación previa hasta llegar a los talleres de los luthiers, debe tenerse en cuenta.

No parece que la madera utilizada en Cremona fuese de tipo diferente a la que puede utilizarse actualmente. Se trataba de madera de arce y abeto de los Alpes para las piezas principales y de otras maderas como la de sauce para las menores. Sin embargo, en los últimos años ha surgido una de las teorías más sorprendentes a la hora de explicar la singularidad de este grupo de instrumentos. Parece probado por referencias históricas y por algunos datos meteorológicos conservados

del siglo XVII, que en la zona centroeuropea existió lo que podríamos denominar una pequeña edad de hielo o glaciación, que vino a durar 35 o 40 años entre 1645 y 1715. El descenso de las temperaturas se debió a una reducción en la actividad solar siguiendo el ciclo natural del sol y que es conocido como el mínimo de Maunder.⁹ Esto habría provocado una reducción generalizada de las temperaturas y como consecuencia, un crecimiento lento de los árboles de la zona alpina. Esta hipótesis se ha visto demostrada por el estudio del grosor de los anillos de crecimiento de árboles procedentes de esas épocas que es el mínimo encontrado en los últimos 500 años. En efecto, se trataría de una madera única, ya desaparecida y que podría darle extraordinarias propiedades acústicas a los violines. Por entender mejor el fenómeno, podemos decir que aquellos árboles eran similares a los bonsáis pero por causas naturales. Esta teoría tiene sus detractores. Así, expertos en la materia han señalado que no todos los violines fabricados por Stradivari tienen anillos de crecimiento estrechos en la madera y no se advierte una correlación clara entre ese hecho y la calidad del violín.

Parece claro, no obstante, que la selección de la madera está entre los factores más importantes. Y también que se necesita un período de maduración. Se dice que lo ideal es permitir un proceso de envejecimiento de la madera de entre 10 y 50 años. Aunque existen tratamientos químicos que aceleran artificialmente este proceso, pueden afectar a la conservación del instrumento a largo plazo. Sin embargo, en opinión de Joseph Nagyvary (Hungría 1934), quizá el científico que más esfuerzo ha dedicado a analizar las causas de la superioridad de los instrumentos de Cremona, un cierto tratamiento de la madera es imprescindible.¹⁰ En lo referente a esto podemos imaginar el proceso que seguía la madera que utilizaba Stradivari desde su tala en los bosques alpinos hasta entrar en su taller. La madera se trasportaba por los ríos y llegaba a la laguna de Venecia donde flotaba hasta su uso, probablemente durante bastante tiempo. El agua salada y relativamente estanca de la laguna proporcionaba cantidades moderadas de bacterias y hongos que colonizaban suavemente la madera degradándola ligeramente lo cual es muy conveniente para mejorar su ductilidad y maleabilidad. En pocas palabras podemos decir que la madera está formada por paredes de células muertas cuya composición química consiste en polímeros de celulosa y lignina. Forma largos tubos y la combinación de ambos polímeros, en especial la lignina hace que sea un material muy duro para ser orgánico. La aparición de poros que comuniquen las celdillas unidad permite la circulación de aire y la absorción de sustancias. Se ha visto que la madera macerada en agua ligeramente colonizada y salada tiene una permeabilidad 50 veces superior a la que se seca en un ambiente aséptico. La presencia de poros evita presiones internas y mejora la conservación, por su menor sensibilidad a los cambios climáticos y la mejor penetración de los barnices. Los escasos análisis por microscopía electrónica de maderas utilizadas en los talleres cremoneses revelan la presencia de filamentos de hongos y de restos de

bacterias, así como un alto contenido en sal. Tenemos pues en los microbios unos nuevos responsables de la existencia de obras maestras de la construcción de instrumentos musicales.¹¹

No son desdeñables otros tratamientos clásicos a estas maderas como el ahumado al estilo de lo que se hace con algunos alimentos. El humo contiene cantidades importantes de amoníaco y dicho ambiente alcalino puede hidrolizar algunos enlaces en la celulosa así como eliminar parte de la lignina aumentando la blandura de la madera. Modernamente se han probado con éxito tratamientos de maderas en atmósfera de amoníaco, hervidos en agua salada etc, logrando después instrumentos de alta calidad y un aspecto especialmente bello de la madera. Recientemente se han analizado por espectrometría de infrarrojo (IR) una serie de muestras de madera precedentes de instrumentos de la zona de Cremona junto con otros fabricados en Francia o Inglaterra en la misma época. La disminución en la intensidad de la banda correspondiente a los enlaces carbonilo que se observa en instrumentos de Stradivari y de Guarneri puede indicar un tratamiento alcalino, bien por ahumado del instrumento, bien por tratamiento con agua alcalinizada hirviendo. Este tratamiento disminuye el contenido en hemicelulosa de la madera pudiendo ser un factor que influya en la calidad del sonido. El análisis por resonancia magnética nuclear (RMN) de la madera de estos instrumentos revela una posible diferencia entre los violines y los violonchelos pues en estos últimos la desacetilación a que nos hemos referido (disminución de la banda de carbonilo en IR, que en RMN implica la disminución de las señales de grupos acetilo), es menor. Una posible explicación a este dato según el profesor Nagyvary sería que los violines pudieran haber sido hervidos en agua alcalinizada, mientras que los cellos no, dado su mayor tamaño.¹²

Por otra parte, muchos artistas actuales someten a sus instrumentos a procesos de criogenizado utilizando nitrógeno líquido. Esto supone hacer que la madera experimente temperaturas de 200 grados bajo cero. Los dueños de los instrumentos que se someten a este tratamiento afirman que mejoran las características sonoras del mismo. Quizá la madera que utilizó Stradivari ya había sufrido un tratamiento en frío de forma natural debido a la mencionada pequeña edad de hielo.

3.3. EL BARNIZ

Sin duda este es el elemento que más ha dado que hablar y más investigación científica ha acarreado. Sin embargo no encontramos conclusiones claras acerca de la composición de los barnices utilizados en la zona de Cremona en los siglos XVII y XVIII. Partimos de un dato a favor del barniz como causante, al menos parcial, de la superioridad de los instrumentos de Stradivari: se han encontrado elementos diferenciales en la composición del mismo respecto a los barnices de



Foto 5. Bajo adaptado a violoncello conservado en el Palacio Real de Madrid, con el mismo tipo de decoración. Copyright Patrimonio Nacional

otros instrumentos. Aunque las muestras de barniz de instrumentos originales son escasas (la mayoría han sido modificados, y no es fácil convencer a los dueños de este tipo de piezas de que cedan muestras de sus instrumentos), se dispone de muestras abundantes de barnices procedentes de mobiliario de la misma época y procedencia, que tienen una composición similar. También hay un dato en contra, y es que el barniz es de los elementos más cambiantes en un instrumento pues es muy frecuente que se deteriore, que se cambie por simples cuestiones estéticas o que se mezcle con capas posteriores. En principio los instrumentos se barnizaban con fines protectores y estéticos. Se pensaba en lograr un efecto visual agradable en cuanto a brillo y el color y la protección frente a la suciedad y el deterioro más que en propiedades vibratorias adecuadas. Sin embargo estas últimas son importantes. Un barniz demasiado plástico atemperaría el sonido, mientras que uno demasiado elástico podría incrementar los sonidos de baja frecuencia. En definitiva, un barniz no puede mejorar las condiciones sonoras del instrumento pero puede empeorarlas si no es adecuado. Además se aprecian cambios en el comportamiento del barniz hasta dos años después de ser aplicado. En ocasiones se deben realizar ajustes en las placas vibrantes del violín conforme se va barnizando. Esto nos da idea de que las características de un instrumento se deben al conjunto y a la interacción de sus componentes incluyendo la madera, su forma y el barniz utilizado.

El arte de barnizar piezas de madera es muy antiguo, puede decirse que procede de época romana. La inclusión de resinas en la composición de los barnices puede comenzar en el siglo XII y, a partir de los viajes de Marco Polo incluye una exótica variedad de gomas y resinas naturales procedentes de numerosas especies arbóreas algunas de lejana procedencia. Químicamente hablando las resinas constan de mezclas de terpenos, y las más utilizadas proceden del copal, sándalo, o alcanfor. También se añade, en esta época, ámbar, una resina polimérica fosilizada muy insoluble, que precisa ser fundida a alta temperatura. Finalmente se añadían colorantes naturales de tonos cálidos, desde el rojo sangre de dragón al aloe pardo.

Muy apreciado en esa época fue el colorante sangre de dragón, una resina procedente de una palmera tropical traída a Europa por Marco Polo y que además de su color tiene propiedades funguicidas. Se trata de un componente que introdujo Stradivari pues no se detecta en los barnices originales de los instrumentos de Amati.

En general, se suelen clasificar los barnices utilizados en instrumentos musicales en barnices alcohólicos y barnices al óleo, según el disolvente utilizado. Ambos tienen ventajas e inconvenientes y si los alcohólicos secan mejor, dan acabados más brillantes y transparentes, rellenando mejor los poros, son por el contrario menos duraderos y más blandos. Los barnices al óleo sufren un proceso similar a la polimerización de los pegamentos cuando secan y por ello son más duros y duraderos.¹³

¿Cómo eran los barnices utilizados por Stradivari? Es difícil tener conclusiones precisas pero se han realizado diversos análisis que nos dan algunos datos interesantes. La primera conclusión es que se trata de barnices compuestos al óleo en los que se ve la presencia de ámbar junto con partículas minerales. La presencia de sales inorgánicas y de minerales no es rara en los barnices aunque en estos es particularmente abundante. Puede detectarse el tipo de mineral presente mediante espectroscopia de rayos-X dispersiva, después de haber separado los pequeños cristales de la materia orgánica. El procedimiento consiste en tratar el barniz con disolventes orgánicos separando la materia insoluble que se analiza en un espectrofotómetro comparando los picos del espectro con los de minerales conocidos.¹⁴ Se ha detectado la presencia de cuarzo, calcita, feldespato potásico, yeso y rubí en los barnices de los Stradivarius. Un dato significativo es que el tamaño de partícula es muy bajo y uniforme en los instrumentos de Stradivari (una media de 0,2 micras), lo cual es un hecho diferencial respecto a instrumentos tan relacionados como los de Ruggeri que, teniendo un barniz similar, presentan sin embargo tamaños de partículas cristalinas mayores y sobre todo menos uniformes. Estos datos se logran observando las muestras en un microscopio electrónico. La manera en que las fases inorgánicas de los antiguos barnices italianos llegaban a su composición no es del todo conocida. Se conocen recetas de la época que incluyen en los ingredientes polvo de vidrio, sulfato cálcico (llamado vitriolo blanco), carbonato cálcico cristalino (ojos de cangrejo), polvo de ámbar y porcelana pulverizada. Sin duda el bellísimo aspecto de los violines que ahora admiramos tiene que ver con el brillo que les dan las partículas cristalinas minerales. Adicionalmente estas partículas, al agregarse, influirán en la dureza de la madera y por tanto en sus propiedades vibratorias, protegiéndola también de ataques de insectos. Un material de uso frecuente en la época eran las cenizas volcánicas pozzolanas.¹⁵ El profesor Peter Edwards ha realizado espectros de rayos-X dispersivos en muestras de bar-

nices de Cremona y los ha comparado con los de la ceniza volcánica señalando la compatibilidad de los resultados con la posible presencia de este material en los barnices.¹⁴ La parte orgánica del barniz es posiblemente una mezcla de resinas y aceite de sándalo.

Sorprende a los expertos que los analizan la compleja y refinada composición de los barnices utilizados por los famosos luthiers de Cremona. Es muy improbable que los fabricaran ellos mismos aunque quizá Stradivari trabajara algo más el barniz desde el punto de vista físico, o simplemente fuera más exigente con su proveedor. Lo más significativo es que intervino la mano de algún boticario o alquimista local cuyas recetas fueron únicas en la época y también se perdieron con los años.

4. CONCLUSIONES

Continuarán sin duda los esfuerzos por investigar las causas del secreto que hace de los instrumentos de Stradivari probablemente aun hoy, los mejores del mundo. Cada vez que se desvela una de sus claves ésta se aplica a la fabricación de nuevos instrumentos observando mejoras en sus cualidades musicales. Es un proceso de aprendizaje del quehacer de maestros de la antigüedad que no tiene muchos puntos de comparación en otras áreas de la técnica.

Stradivari fue sin duda un maestro con elevadas cualidades artesanales y sin duda con un oído privilegiado que le permitía ajustar sus instrumentos, convirtiendo la suma de una serie de materiales en una pieza única con vida propia y un carácter excepcional. Afortunadamente no pudo cumplir su sueño de ser un gran intérprete, pues sus manos no eran adecuadas para el perfecto manejo del violín y sí para la artesanía de la madera. Sin embargo se benefició de forma casual al menos de dos circunstancias: disponer de una madera extraordinaria, que por su procedencia o más probablemente por su tratamiento, reunía unas condiciones de dureza y aptitud vibratoria idóneas; y el trabajo de un oscuro personaje que preparaba los barnices con una receta muy elaborada y también perdida con el tiempo.

Cuando se piensa en la fabricación de nuevos instrumentos de cuerda, cada vez se hace más necesario considerar aspectos químicos y químico-físicos relativos a los materiales utilizados. Comprender cómo es la estructura molecular de la madera y los factores que la afectan, así como las consecuencias estructurales de los tratamientos y sus efectos en el resultado sonoro final es algo que debe considerar el moderno luthier. También es imprescindible la selección cuidadosa del barniz buscando además un buen maridaje entre éste y la madera. Con todo, unas manos expertas son imprescindibles para lograr la perfecta morfología de las piezas y el oído sigue siendo el mejor instrumento de medida para ajustar y calificar el resultado final.

REFERENCIAS:

1. El violín ha sido objeto de los más variados estudios a lo largo de la historia, casi siempre dedicados al compendio, el tratado o el método de enseñanza. En las últimas décadas la enseñanza de la técnica empieza a compaginarse con la de la historia del instrumento pues como observó Heifetz, "tocar el violín es impregnarse de su historia". Gracias a esto aparecen volúmenes dedicados a la evolución de los distintos instrumentos. En español citaremos la obra de Zdenko Silvela, *Historia del Violín*, traducida en 2003, entre líneas, Méjico. El autor de este libro dedicó 7 años de su vida y recorrió más de veinte países para recoger toda la información que existe, tanto bibliográfica como documental de los mejores violinistas, sus técnicas; los fabricantes de violines, y las anécdotas más famosas. En cuanto a la historia de los luthiers de Cremona hay diversas obras entre las que citamos: Chiesa, C. Dipper, A. Hargrave, R. G. Mosconi, A. Topham, J. Gindin, D. *And they Made Violins in Cremona*, publicado por el Consorcio Liutai & Archettai, **2002**, Cremona, Italia.

2. La mejor biografía de Stradivari se debe a los hermanos Hill: Hill, Henry W. Hill, Arthur F. Hill Alfred E. *Antonio Stradivari. His Life and Work (1644-1737)* y se publicó originalmente en 1902. Se ha reeditado por Dover Publications, **1963**, Nueva York. Otras obras sobre Stradivari: (a) Henley, William, *Antonio Stradivari, Master Luthier, Cremona, Italy, 1644-1737: His Life and Instruments*, Amati pub. Ltd. Sussex, **1961**; (b) Sacconi, Simone F. *The Secrets of Stradivari*, traducido al inglés en 2004 del original en italiano de 1972, Eric Blot Edizioni, Cremona, Italia.

3. (a) Los hermanos Hill también publicaron una obra sobre los Guarneri: Hill & Sons, *The Violin Makers of the Guameri family, Their Life and Work*, **1931**. Hay una reedición de 1965, the Holland Press Ltd., Londres. (b) Recientemente se ha publicado el libro: *Giuseppe Guameri del Gesu*, en el que contribuyen: Carlo Chiesa, John Dilworth, Roger Hargrave, Peter Klein, Stewart Pollens, Duane Rosengard, y Eric Wen publicado por Peter Biddulph, Londres, **1998**.

4. El cuarteto, que habitualmente se utiliza en los ciclos de cámara que ofrece Patrimonio Nacional, fue encargado por Carlos III y consta de dos violines, una viola y un bajo o violoncello. Además, en la colección real existe un quinto instrumento, un bajo de violín, adaptado a violoncello, también de Stradivari. Todos tienen una compleja y magnífica decoración de filigranas y en algunos casos hay incrustaciones de marfil, ébano y nácar.

5. Otto, Jacob August, Bishop, John, *A treatise on the structure and preservation of the violin and all other bow-instruments; together with an account of the most celebrated makers, and of the genuine characteristics of their instruments*, Londres, W. Reeves, **1809**.

6. Obras acerca de la construcción de violines: (a) Henley, William, *Universal dictionary of violin & bow makers*, Brighton (Sussex), Amati Pub. Co., **1965**; (b) Strobel, Henry, *Violin Making, Step by Step 2nd ed.* Lo edita el autor que también ha publicado manuales de construcción de otros instrumentos de cuerda y sobre la conservación de los mismos.

7. (a) Sirr, S. A. Waddle, J. R. Use of CT in detection of internal damage and repair and determination of authenticity in high-quality bowed stringed instruments, *Radiographics: a review publication of the Radiological*

Society of North America, Inc., **1999**, *19(3)*, 639-46. (b) *Ibid.* Computed tomography of humans and bowed stringed instruments. Some interesting similarities. *Minn Med.* **1999**, *82(9)*, 51-3.

8. Sobre los aspectos constructivos de los violines clásicos véase: Loen, J. S. Thickness graduation mapping: Surprises and Discoveries: *Violin Society of America Journal*, *Nov 2004*. Se analiza el grosor y homogeneidad de numerosos instrumentos de cuerda antiguos. Las tapas de los instrumentos cremoneses presentan la rara propiedad de estar curvadas en sentido inverso al habitual. En lugar de ser más gruesas entre las aberturas en 'efe' y más finas en los extremos presentan el grosor mínimo en el centro de la pieza. Las piezas correspondientes a Stradivari son especialmente finas, incluso en comparación con los instrumentos de Guarneri "del Gesu".

9. Artículos sobre el mínimo de Maunder: (a) Pickrell, John, en *National Geographic News*, Jan, 7th, **2004**; (b) Hedí, James A. Maunder Minimum, *Science*, **1976**, *192*, 1189. Sobre su influencia en la madera que utilizaron los luthiers de Cremona: Burckle, Lloyd, Grissino-Mayer, Henri D. Stradivari, violins, tree rings, and the Maunder Minimum: a Hypothesis, *Dendrochronologia*, **2003**, *21(1)*, 41.

10. El Dr. Joseph Nagyvary, es un bioquímico de origen húngaro, actualmente catedrático en la Universidad de Texas, quien se interesó por los violines desde su juventud en Zurich, cuando sus primeras prácticas las realizó en un violín que había pertenecido a Albert Einstein. El doctor Nagyvary está reproduciendo los tratamientos que la madera sufría en la época de Stradivari. Como prueba de su acierto, alega que en diversas audiciones realizadas por especialistas y virtuosos, éstos no han logrado distinguir entre un Stradivari y un violín fabricado por el propio Nagyvary. Actualmente dirige un famoso taller de fabricación en el que se producen instrumentos altamente cotizados. Entre las contribuciones de Nagyvary a la literatura relacionada con Stradivari véase: The chemistry of Stradivarius, *Chem&Eng News*, **1988**, *May 23*, 24.

11. Nagyvary, J. Ehrman, J. M. The composite nature of the antique Italian varnish, *Naturwissenschaften*, **1988**, *75(10)*, 513.

12. Se trata de una de las últimas aportaciones de Nagyvary: Halford, Bethany, Chemistry in concert, *Chem&Eng News*, **2004**, *Nov 22*, 57.

13. Acerca de los barnices utilizados en instrumentos musicales: Hammerl, Joseph y Reiner, *Violin Varnishes*, editado por los autores. Este libro contiene varias recetas de barnices. También sobre el barniz utilizado en Cremona: Gheroldi, Vincenzo, ed. *Cremonese Varnishes Secrets*, Cremona Books, Italia.

14. Véase: Barlow, Claire Y. Edwards, Peter P. Millward, G. Robert, Raphael, Ralph A. Rubio, David J. Wood treatment used in Cremonese instruments, *Nature*, **1988**, *332(6162)*, 313.

15. El volcán Pozzuoli, en el norte de Italia, da nombre a varios productos de uso industrial actual. Se trata de cementos y morteros que incluyen en su composición cenizas volcánicas que ayudan al endurecimiento del material. No está totalmente probado que se utilizaran en los barnices cremoneses pero las pruebas de rayos-X efectuadas sobre muestras originales parecen apuntar en esa dirección.