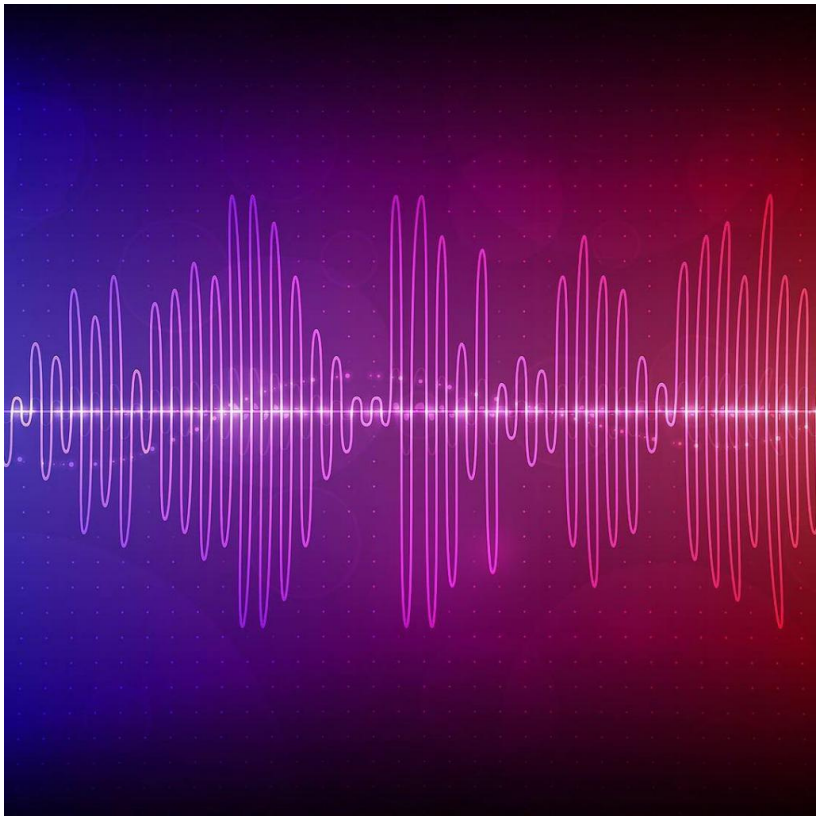
Massimo de Bonfils

MATERIALI e SUONO
Nel
VIOLINO



Musica Nova, Roma 2013

AVVERTENZA

Ad eccezione delle foto e dei testi del curatore, la selezione di alcune foto e di alcuni brani di testi contenuti nella presente pubblicazione viene effettuata ai sensi dell'art.70 della Legge 633/41 ed adoperata in esclusivo ambito didattico al solo scopo di insegnamento; infatti il presente libro è diretto ed offerto gratuitamente non ad un pubblico indeterminato bensì agli allievi del Conservatorio *Santa Cecilia* di Roma.

La presente pubblicazione non viene effettuata a scopo di lucro né commercializzata, pertanto se ne esclude ogni utilizzazione o sfruttamento economico.

In conseguenza di quanto sopra se ne vieta qualunque riproduzione, sia effettuata con qualsiasi mezzo, nonché la stampa e la memorizzazione elettronica finalizzata alla messa in commercio.

Il materiale resta quindi coperto dalla proprietà dei rispettivi Autori e/o Editori. L'utente, pertanto, riconosce espressamente tutti i diritti facenti capo a titolari di copyright e se ne obbliga al rispetto di ogni obbligo, prescrizione e divieto derivanti dalle vigenti disposizioni in materia di diritto d'autore.



Musica Nova, Roma 2013

MATERIALI e SUONO

Nel

VIOLINO

dispensa universitaria gratuita a cura di

Massimo de Bonfils

Docente al Conservatorio Statale di Musica *Santa Cecilia*, Roma



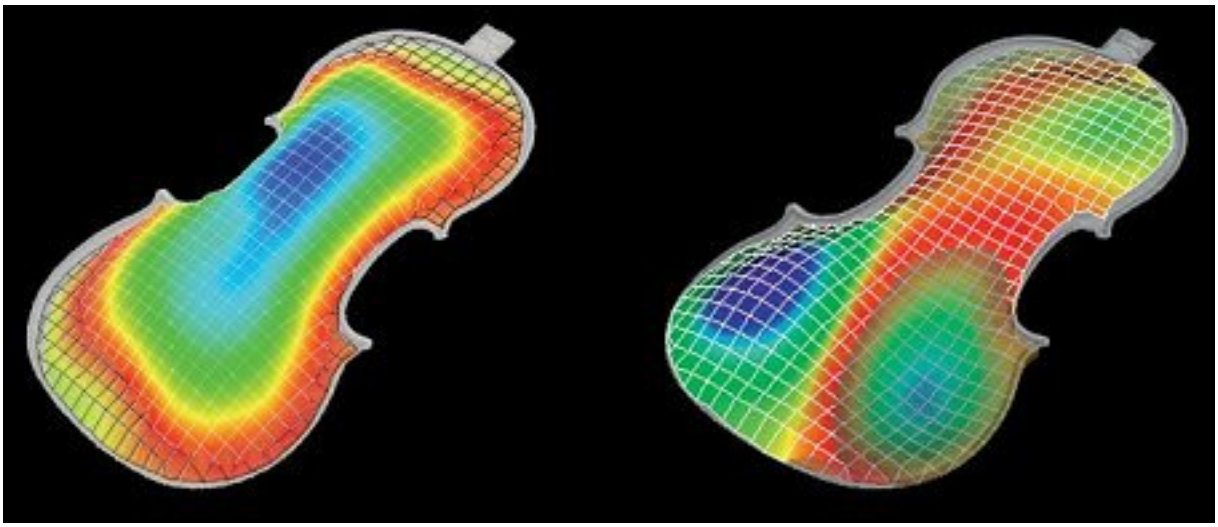
Roma, 2013



***Massimo de Bonfils* -** Docente di violino al Conservatorio *Santa Cecilia* di Roma, si è diplomato in Violino ed in Viola; a vent'anni era già Docente di Conservatorio ed a trentuno ne diventava il più giovane Direttore in Italia (*A.Vivaldi* di Alessandria e Novara) dopo tre anni di nomina a Commissario Governativo per gli Istituti Musicali Pareggiati. Attinta la passione per la Liuteria dal suo Maestro, *Francesco Antonioni*, ha continuato ad approfondirne la conoscenza grazie a liutai come *Carlo Vettori* (Firenze), *Luigi* e *Umberto Lanaro* (Padova e Albignasego), *Luigi Tannoia* (allievo di Vittorio Bellarosa, Napoli), *Arturo Ceci e Fabio Fortunato* (Bari). Ha tenuto concerti-conferenze sulla Liuteria contemporanea Italiana in varie sedi. Presidente del VI e VII Concorso Internaz. per Violino di Bled (Slovenia), è stato Membro della Giuria al XII e XVI Concorso Internaz. *Mravinsky* per Violino e Viola di San Pietroburgo (Russia), al XIII e XIV Concorso Internazionale *Charles Hennen* di Musica da Camera di Heerlen (Olanda), dal X al XVIII Concorso Internaz. *Johannes Brahms* di Pörtschach e al II Concorso Internazionale per Viola della *Österreichische Interpreten Gesellschaft* di Vienna (Austria), al VIII Concorso Internaz. per Violino *Wieniawski* di Lublin (Polonia), al XII Concorso Internazionale per Giovani Concertisti di Douai (Francia), al XXVI Concorso Internazionale per Violino ed Orchestra d'Archi di Belgrado (Iugoslavia), al IV Concorso Internazionale per Violino di Bucarest (Romania), Città di Ivrea, alle selezioni per la *European Community Youth Orchestra*, ecc.). Primo classificato nei Concorsi presso le Orchestre dell'*Accademia Naz. S.Cecilia* di Roma, la Sinfonica *F.J.Haydn* di Trento e Bolzano, il *Teatro dell'Opera di Roma* e la *Rome Festival Orchestra* di New York, ha suonato come Solista con le *Orchestre Sinfoniche di Danzica e Walbrzich* - Polonia, e con la *Orquesta Sinfónica di Asunción* - Paraguay, *G.B.Somis* di Alessandria - *Sinfonica della Provincia di Bari - Accademia Musicale Pescarese - P.L. da Palestrina* di Matera, *N.Piccinni*, *La Bottega dell'Armonia* ed *Eurorchestra* di Bari. Ha inciso per la *RAI Italiana*, la *Radio di Stato Vaticano*, la *Radio-Televisione di Tientsin e Pechino* (Cina), la *SBS-Melbourne, RII-Adelaide* e la *2EA-Sydney* (Australia), la *JRT-Belgrade Television* (Yugoslavia) e la *Radio Nazionale di Tunisi* (Tunisia). In qualità di "Altra Spalla dell'Orchestra" ha partecipato alle varie tournées dell'*Orchestra del Teatro Petruzzelli* nelle Americhe, in Europa ed in Africa. Si è esibito in Duo e Trio in oltre 80 tournées in Europa, Americhe, Oceania, Asia, Medio Oriente ed Africa. Nel 2013 sarà al Membro della Giuria al Concorso Internaz. *de Sarasate* per Violino di Pamplona (Spagna).

SOMMARIO

PRESENTAZIONE	pag. 6
INTRODUZIONE	pag. 7
ANATOMIA DEL VIOLINO	pag. 8
COME SI PRODUCE IL SUONO	pag. 14
STORIA degli STUDI ACUSTICI sul VIOLINO	pag. 27
STRADIVARI E LA CHIMICA	pag. 30
LE CORDE DEL VIOLINO	pag. 34



Caratteristiche della vibrazione di un violino evidenziate
da un Apparecchio per la vibrometria tridimensionale a laser Doppler

PRESENTAZIONE

Se camminiamo lungo una strada e vediamo un'autoambulanza venirci incontro con la sirena spiegata, udiamo un suono acuto e squillante, ma, non appena l'ambulanza ci sorpassa, il suono della sirena diminuisce improvvisamente. Questo accade perché il suono acuto è direzionale ed è appena cambiata la posizione di partenza del suono rispetto a noi.

Se stessimo innaffiando un prato con un tubo che eroga acqua ad una determinata pressione, il getto dell'acqua – da solo – potrebbe forse arrivare alle piante che abbiamo dinanzi a noi. Ma se modificassimo l'imboccatura del tubo, stringendola, col getto dell'acqua potremmo anche raggiungere il fondo del nostro giardino.

Ebbene, anche se impropriamente, queste situazioni indicano che modificando nello spazio e nella distanza la sorgente di un flusso o la sua pressione, ne muteremmo le performances. Analogamente, se modificassimo nello spazio e nella distanza la sorgente di un flusso di onde sonore, o le sue frequenze, modificheremmo le caratteristiche timbriche di tale suono.

Questo stesso principio purtroppo è inapplicabile alla costruzione di uno strumento musicale come il violino; difatti è impossibile costruire un violino che, mentre viene suonato dal concertista, si modifichi ad esempio nella grandezza dei fori armonici e nell'altezza delle fasce. L'unica cosa che ne potremo modificare è la lunghezza delle corde vibranti spostando le dita sulla tastiera, o facendo oscillare le dita stesse sulla corda (e creando così il "vibrato"), o al limite pizzicando le corde anziché strusciarvi sopra la matassa di crini di un archetto, ma la qualità timbrica del suono resterà inesorabilmente immutata. Infatti la cassa di risonanza del violino è unica e dovrà ampliare tutte le vibrazioni emesse da tutte le corde, per tutte le note, gli accordi e i flautati che saremo capaci di produrre.

Ma cosa determina la qualità timbrica di uno strumento? Si può modificare consapevolmente? Siamo in grado almeno di riprodurre la fantastica qualità timbrica e sonora dei violini creati dai grandi ed insuperati liutai italiani del passato? O potremo addirittura mai superarli? Questi sono gli interrogativi cui cercheremo di dare le risposte più approfondite ed aggiornate di cui la ricerca contemporanea dispone.

Partiamo da alcuni cenni che illustrino le radici storiche del violino, ne esamineremo in breve l'anatomia ed il procedimento di formazione del suono attraverso le varie componenti coinvolte (legno, vernice, corde, ecc.) e infine esamineremo lo stato attuale delle ricerche più recenti su ognuna di queste componenti facendo riferimento agli strumenti che sono universalmente considerati dotati dal suono più bello mai realizzato: gli antichi strumenti storici italiani.

INTRODUZIONE



Gli strumenti a corda nel corso dei secoli

Il violino, erede ultimo della famiglia degli strumenti a corda lungo i secoli, è oggi considerato uno degli strumenti musicali più importanti, forse a causa del suo ruolo fondamentale in un'orchestra o per l'ispirazione e l'emozione trasferita l'ascoltatore dopo aver sentito il suo potente suono romantico.

La storia del violino può essere fatta risalire fino al 9° secolo e si ritiene che abbia avuto inizio in Asia per poi transitare attraverso il medio oriente per giungere sino a noi mediante la dominazione araba.

L'attuale forma del violino, tuttavia, si è evoluta più di 500 anni fa da diversi strumenti musicali. Questi precursori sono strumenti rudimentali come il Ravanastron, che provenendo dall'India è ancor suonato in Iran e Arabia Saudita; poi è arrivato in Maghreb (nord africa) come Rebab e infine, per mezzo della dominazione araba, è giunto in Spagna essendosi evoluto in Ribeca, uno strumento a forma di pera che già inizia a richiamare alcuni dei tratti del violino moderno.



Appoggiato al collo e suonato con un arco come il violino, la Ribeca ha due fori acustici sul piano. Inoltre, come sarà poi nel violino, le corde della Ribeca sono serrate lateralmente da pioli inseriti in una paletta. La Ribeca spagnola evolverà nella vicina Francia in Rabele, Raviéle e quindi Vielle da cui, infine, deriveranno le famiglie delle Viole, sia da gamba che da braccio.

ANATOMIA DI UN VIOLINO

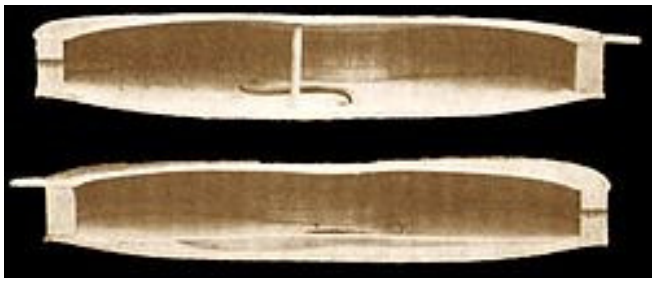


Il violino, essenzialmente, è costituito dalla cassa armonica (necessaria per la risonanza) e dal *manico*, innestato nella parte superiore della cassa; tutte le parti sono in legno. La cassa armonica dello strumento, di lunghezza standard di 35,6 cm (tra i 34,9 e i 36,2 cm), di forma curva e complessa, (ricorda abbastanza la forma del numero 8), è costituita da una *tavola armonica* (detta anche *piano armonico*), di abete rosso e da un *fondo*, generalmente in acero montano, uniti da *fasce* in legno d'acero curvato. Sia la tavola che il fondo possono essere formati da un unico pezzo di legno, ma più spesso sono composti da due pezzi affiancati. Le fasce vengono modellate a caldo con un apposito ferro. Sia fondo che piano armonico sono convessi e il loro spessore varia dal centro dei due piani verso il bordo esterno; le elaborate curvature vengono ottenute con un certosino lavoro di scultura a mano. A pochi millimetri dal bordo della tavola armonica (che sporge dalle fasce) viene intagliata nella faccia esterna della stessa tavola, lungo tutto il perimetro, una scanalatura larga poco più di un millimetro, in cui viene inserito un *filetto* formato da tre strati di diverse essenze di legno (generalmente ebano - ciliegio - ebano); il filetto, oltre ad avere una funzione decorativa (come normalmente avviene in ebanisteria), legando insieme le venature del legno, aiuta a stabilizzare eventuali crepe "soprattutto ai margini superiore ed inferiore dello strumento, dove il legno si presenta di testa".

Come già detto, la parte risuonante del violino è costituita da una *scatola* cava (propriamente detta cassa armonica o *di risonanza*) in legno, costruita con grande accuratezza e precisione sia per quanto riguarda i materiali, sia per quanto riguarda le finiture e le dimensioni. La cassa armonica dello strumento, di lunghezza variabile tra i 34,9 e i 36,2 cm, di forma curva e complessa, (ricorda abbastanza la forma del numero 8), è costituita da una *tavola armonica* (detta anche *piano armonico*), di abete rosso e da un *fondo*, generalmente in acero montano, uniti da *fasce* in legno d'acero curvato. Il fondo può essere formato da un unico pezzo di legno (fondo unico), oppure da due pezzi affiancati. Le fasce vengono modellate a caldo con un apposito ferro. Sia fondo sia piano armonico sono convessi e il loro spessore varia dal centro dei due piani verso il bordo esterno. Le elaborate curvature vengono ottenute con un certosino lavoro di scultura e a pochi millimetri dai bordi (che sporgono dalle fasce) viene intagliata una micrometrica "trincea" in cui viene inserito uno "spessore" formato da tre strati di essenze di legno (generalmente ebano – ciliegio - ebano) chiamato *filetto*; il filetto ha una funzione di "contenimento" delle fibre impedendo il propagarsi di eventuali crepe del legno dal bordo verso il centro, oltre che abbellire lo strumento sottolineandone le curve.

Nel piano sono ricavate le uniche due aperture della cassa, due fessure chiamate *effe* per la loro forma che ricorda esattamente la lettera dell'alfabeto; in origine erano fessure ricurve a "C". Internamente,

incollata per circa quattro settimi della lunghezza totale della tavola armonica, è situata la *catena*, un listello in legno di abete, lavorato e sagomato in modo che aderisca perfettamente alla curvatura interna del piano. Essa contribuisce a "distribuire" la pressione generata dalle corde tese (circa 6 Kg per corda); in più distribuisce le vibrazioni prodotte dalle corde lungo tutto il piano armonico.



Cassa armonica sezionata per lungo. Il piano armonico è rivolto in basso (come si vede dalle effe) e il fondo in alto. Sopra, a sinistra, si nota l'anima; sotto, a destra, si nota la catena incollata al fondo.

Tavola armonica e fondo sono collegati tra loro tramite una sottile asticella cilindrica di abete posta all'interno della cassa armonica, detta *anima*. Essa è incastrata in una precisa posizione, vicino al "piede destro" del ponticello; serve a trasmettere le vibrazioni al fondo dello strumento e, anch'essa, interviene distribuendo sul fondo la pressione impressa dalle corde. Il posizionamento corretto dell'anima è fondamentale per ottenere la migliore qualità sonora ed il giusto equilibro timbrico e di intensità fra le 4 corde. Nella cassa armonica è innestato superiormente il *manico*, di acero, che termina nella *cassetta dei piroli* o *cavigliera*, ornata superiormente da un fregio ad intaglio chiamato *riccio* o *ricciolo*. Sulla faccia superiore del manico è incollata la tastiera, in ebano, sulla quale il violinista premerà le corde con le dita. Le corde vengono avvolte attorno ai *piroli* nella *cavigliera* (che servono a modificarne la tensione e quindi l'accordatura), passano su di un sostegno all'inizio del manico (*capotasto*), scorrono al di sopra della tastiera e si appoggiano sul *ponticello*, una lama verticale, in acero ma a volte in legno di faggio, che trasmetterà la vibrazione delle corde al piano armonico. Il *ponticello* ha due funzioni: trasmette le vibrazioni sonore alla cassa armonica, dove vengono amplificate e riflesse, uscendo infine dalle effe; mantenere le corde in una posizione arcuata, permettendo all'archetto di toccarne una sola. Le corde vanno infine a fissarsi alla *cordiera* collegata e fissata per mezzo di un apposito cavo al punto più robusto, il *bottone* all'altro estremo della cassa.

Il percorso delle vibrazioni acustiche inizia dalla corda che emette onde longitudinali dal ponticello al capotasto, quando la corda vibra liberamente. Le onde longitudinali trasmettono vibrazioni acustiche al ponticello, tali vibrazioni acustiche si trasformano in onde piane e onde sferiche nel piano armonico.

Il legno di abete, per essere acustico, non deve essere tagliato a tangenziale, ma di quarto, poiché si formano con le venature rosse alcune piccole corde, ovvero corpi elastici, che trasmettono le vibrazioni ricevute dal ponticello. Le venature rosse producono vibrazioni poiché sono poste a fianco delle venature bianche che sono più morbide e, ciò permette alla venatura rossa di vibrare. La venatura dell'abete non deve essere troppo stretta e serrata come invece era preferito da alcuni liutai non italiani, ma deve essere leggermente larga per permettere l'oscillazione delle venature rosse e la formazione delle vibrazioni acustiche. Nel violino l'inizio della vibrazione acustica è data dallo struscio meccanico dell'arco sulle corde, pertanto occorre trovare un legno che permetta alle vibrazioni prodotte di espandersi. Pensiamo al violoncello, in particolare al fenomeno acustico del cosiddetto "lupo". Se, in un violoncello con il wolf-tone, premiamo il dito alla sinistra della cordiera e sotto il foro armonico sinistro, notiamo che il lupo tende a diminuire poiché abbiamo frenato le vibrazioni corrispondenti alla nota del lupo,che in quel punto si accavallano. Pertanto da ciò si può desumere che ogni nota del violino, della viola e del violoncello trova automaticamente, nell'interno della cassa di risonanza, il suo punto ottimale di vibrazione in cui la vibrazione si trasforma da onda piana (che corre lungo tutto il piano) a onda sferica (estendendosi all'interno e all'esterno della cassa armonica) e divenendo così udibile dall'orecchio umano.

Il ponticello deve essere adattato al piano armonico con l'uso del coltello, mediante ripetuti tentativi. Soltanto quando il liutaio individua la posizione ottimale del ponticello, sia per l'inclinazione, sia per l'adattamento alla superficie del piano armonico, può procedere nelle successive fasi di lavoro. Una volta adattata la base del ponticello, il liutaio pone due corde all'estremità del ponticello stesso e calcola l'altezza delle corde, la volta e la centralità del ponticello posto tra i due fori armonici.

Per la messa a punto dell'anima viene utilizzato un cartoncino bianco che, inserito attraverso il foro sinistro giunge a toccare la catena. Nel punto in cui il cartoncino tocca la catena, si traccia un segno con il lapis e si estrae detto cartoncino. Poi si colloca il cartoncino sopra la cassa e si individua, grazie al segno tracciato a matita, il punto esatto dove è posta la catena si inserisce l'anima. Successivamente si inserisce nuovamente il cartoncino nel foro armonico dalla parte dell'anima e si traccia un nuovo segno che deve trovarsi nello stesso punto del precedente. A questo punto, spostato il cartoncino sul piano, si controlla dall'esterno il punto in cui è stata collocata l'anima.

La catena non viene incollata in modo perfettamente parallelo alla linea di mezzeria del piano armonico, ma è spostata nella parte superiore più vicino al centro e nella parte inferiore più distante dal centro. Questa tecnica di incollatura della catena si basa sulla teoria secondo la quale la catena interrompe con vibrazioni il volume interno della cassa armonica. Inoltre la piegatura serve a mantenere l'equilibrio, dal momento che la parte inferiore della cassa armonica è più larga, mentre la parte superiore è più stretta. Attualmente alcuni tendono a porre la catena in posizione dritta, ovvero parallela alla commettitura centrale del piano armonico. Tale prassi è sconveniente perché consente alla catena di coprire un numero minore di venature rosse che, ricordiamo, sono corpi elastici vibranti.

Nell'interno della cassa armonica il volume più alto si trova al centro della cassa stessa, mentre il volume si restringe verso i lati esterni. Dunque, l'anima tanto più entra in tensione, quanto più viene spostata verso il foro destro.

Il punto ottimale dell'anima in un violino si trova in equilibrio tra la distanza che intercorre tra la catena e il foro armonico sinistro e la distanza che intercorre tra l'anima e il foro armonico destro. In questo modo, l'anima assolve alla sua funzione di accoppiatore di vibrazioni tra il piano armonico e il fondo. In ogni violino si deve trovare il punto ottimale dell'anima, spostandola nelle varie direzioni.

Un violino con spessori sottili ha necessità di avere l'anima più sotto i piedini del ponticello, mentre un violino con spessori grossi ha necessità di avere l'anima più distante dai piedini, verso la parte inferiore della cassa armonica. L'anima non deve trovarsi mai troppo in pressione. È preferibile diminuire la lunghezza dell'anima e spostarla verso il piedino del ponte, poiché in questo modo l'anima riceve la pressione del ponticelIo stesso più direttamente. Quando si monta un ponticello si ha cura di mettere della grafite sopra le tacchette delle corde: la grafite fa sì che le corde non affondino nel ponte e durino più a lungo.

Il violino nella sua forma moderna è, nella sua essenza quanto mai "antica" ed artigianale (non contiene alcuna parte metallica al di fuori delle corde), una "macchina di precisione" in stato di delicatissimo equilibrio: le forme, i vari elementi ed anche i più minuti dettagli costruttivi, oltre alla grande cura nel montaggio, derivano da un affinamento rimasto quasi immutato da più di 500 anni. Le curvature di piano e fondo, la forma della catena e delle "effe" e lo spessore non costante dei legni usati (vedi foto sotto) sono determinanti per la qualità e la personalità del suono dello strumento. Su questi parametri si può, in parte, anche intervenire *a posteriori*: spostare anche solo di un millimetro gli elementi "mobili" come anima e ponticello provoca cambiamenti evidenti: è la cosiddetta "messa a punto" dello strumento che viene eseguita o per ottenere particolari caratteristiche sonore ricercate dal violinista o per ottimizzare la resa dello strumento.

Va ricordato che anche la vernice, a base d'olio o di alcool e ricca di resine vegetali ed ingredienti di origine molto antica, può avere influenza sul suono dello strumento. I liutai sono da sempre alla caccia delle "ricette" giuste per le vernici. Cassa e riccio vengono ricoperti da una vernice, a base d'olio o di alcool, ricca di resine vegetali ed altri pigmenti. I liutai sono da sempre impegnati nello studio delle antiche ricette per le vernici e nell'elaborazione di nuove, dal momento che la vernice determina in maniera forte l'impressione estetica dello strumento e condiziona anche la resa sonora.

Sulla ricerca delle vernici e sulla loro influenza sul suono sono state create varie leggende prive di fondamento. Il piano armonico, la catena, l'anima ed altri piccoli rinforzi interni alla cassa vengono costruiti con l'abete rosso, un legno leggero ma molto resistente ed elastico, adatto a trasmettere le vibrazioni, che a

questo scopo viene selezionato di venatura diritta e regolare (famoso l'*abete di risonanza* della foresta di Paneveggio, in Trentino, ovvero quello della Valcanale e del Tarvisiano in provincia di Udine, utilizzato da secoli per la costruzione di strumenti). Fondo, fasce, manico, spesso anche il ponticello sono in legno d'acero dei Balcani, un legno duro e più "sordo" il cui compito è quello di riflettere più che di trasmettere il suono; anticamente venivano usati anche legni meno nobili come il pioppo o il salice. La scelta del legno è praticamente come nel pianoforte, dove un ponte è attaccato ad una tavola di risonanza in abete rosso, montata su una struttura di legno duro. Gli accessori come tastiera, piroli, cordiera sono realizzati in legno duro da ebanisteria, soprattutto ebano, palissandro o bosso. Alcuni strumenti antichi, soprattutto cinquecenteschi, erano rifiniti in avorio o riccamente intarsiati. La stagionatura dei legni è fondamentale per la qualità del suono e la stabilità dello strumento ed i legni "centenari" sono molto ricercati e quotati.



Dettaglio con ponticello e attaccatura delle corde alla cordiera. Si noti l'asimmetria della curvatura del ponticello, più basso a destra per la prima corda



Una corda Sol (Dominant) al microscopio: è visibile l'anima in Perlon (un tipo di nylon) e il rivestimento in lega metallica

Le corde un tempo erano fatte utilizzando budello animale, soprattutto di pecora, lavato, trattato ed arrotolato a formare un filo: erano quelle utilizzate nel periodo barocco. Tali corde sono ancora scelte nelle "esecuzioni filologiche", dove si ricerca di eseguire la musica del XVIII secolo, o anteriore, il più fedelmente possibile a quello che doveva essere il modo di suonare nel periodo in cui quella musica era stata scritta, anche se hanno una tendenza accentuata a perdere l'accordatura, a consumarsi velocemente e a rompersi con maggior facilità rispetto alle corde moderne. Le moderne corde del La, Re e Sol sono dotate di un'anima in fibra sintetica (nylon, rayon, o anche carbonio), oppure in budello, circondata da un avvolgimento di seta e sempre rivestite esternamente in metallo (acciaio, alluminio, argento e persino oro) per conferire una maggiore massa all'insieme, così da permettere di produrre le note più gravi mantenendo la corda abbastanza sottile. La corda del Mi (la più acuta, detta *cantino*) è quasi sempre costituita da un unico sottile filo di acciaio armonico. Le corde con un'anima sintetica sono oggi utilizzate più frequentemente, dal momento che permettono di ottenere un suono intenso e brillante con maggiore durata e stabilità nell'accordatura. Per contro degradano più rapidamente rispetto a quelle con anima in budello. Il suono delle corde con anima in

budello è più caldo e morbido, ma il prezzo di vendita è più alto. La scelta viene generalmente fatta in base alle caratteristiche dello strumento, all'uso che se ne fa, al repertorio che si intende eseguire e alle preferenze individuali dello strumentista.



Particolare di arco barocco in legno serpente

Punte di archi moderni, il primo in legno ferro, gli altri in pernambuco



L'archetto, più spesso semplicemente detto arco, è costituito da un'asticella di legno molto elastico, modellato e curvato a fuoco, ai cui estremi (detti *punta* e *tallone*) viene agganciato, mediante un'operazione tecnicamente definita *incrinatura* (talvolta anche *crinatura*), un fascio di crini di coda di cavallo maschio, tenuto teso da un meccanismo a vite chiamato nasetto. Normalmente si scelgono crini di cavalli maschi per ragioni oggettive: l'urina che bagna la coda della femmina li rende più deboli alla tensione, e quindi risulterebbero meno adatti allo scopo.

La *bacchetta* può avere sezione circolare per tutta la sua lunghezza (più frequente negli archi di grande pregio), oppure sezione ottagonale per più di metà arco smussandosi poi alla punta fino a raggiungere la sezione circolare. I crini vengono fatti sfregare sulle corde mettendole in vibrazione e producendo il suono. Per ottenere l'attrito necessario a mettere in vibrazione le corde, il violinista passa sui crini la *colofònia* (detta comunemente *pece*) composta prevalentemente di resina di larice ed altre sostanze che determinano la possibilità per il crine di mettere in vibrazione la corda. Nello specifico, la pece (o per meglio dire, la colofonia) è una resina vegetale gialla solida (anidride abietica), trasparente, residuo della distillazione delle trementine (resine di conifere Pinus Palustris e altri pini della famiglia delle Pinaceae). È anche nota in commercio col nome di pece greca e resina per violino (violin rosin). Consiste per circa il 90% di acidi resinici e per il 10% di materia neutra. Degli acidi resinici circa il 90% è isomerico con l'acido abietico ($C_{20}H_{30}O_2$), il rimanente 10% è una mistura di acido diidroabietico ($C_{20}H_{32}O_2$) e acido deidroabietico ($C_{20}H_{28}O_2$). Si presenta in forma di massa resinosa trasparente, che va dal giallo

pallido all'ambra scura, i frammenti sono translucenti ed è fragile alla temperatura ambiente. Ha un lieve sapore e odore di trementina. Fonde con facilità se riscaldata. È insolubile in acqua ma è solubile facilmente in alcool, etere, acetone, benzolo, cloroformio, essenza di trementina, acido acetico, benzene, idrossidi alcalini ed in generale nei solventi organici.

Il legno utilizzato per la bacchetta dell'archetto è generalmente di origine tropicale (soprattutto il legno di *Caesalpinia echinata* chiamato comunemente *pernambuco* o *verzino*), ma oggi si sta affermando sempre di più la fibra di carbonio come materiale di ottimo rendimento e prezzo contenuto per la fascia di qualità media. Nel passato venivano anche usati altri tipi di legno, come il *legno ferro* o il legno *serpente* (*Piratinera Guianensis*), tipici degli archi del periodo barocco.

Come accennato sopra, il piano armonico, la catena, l'anima ed altri piccoli rinforzi interni alla cassa vengono costruiti con l'abete rosso, un legno leggero, ma molto resistente ed elastico, adatto a trasmettere le vibrazioni, che a questo scopo viene selezionato di venatura diritta e regolare (famoso l'*abete di risonanza* della Val di Fiemme e anche della foresta di Paneveggio, in Trentino e quello della Valcanale e del Tarvisiano in provincia di Udine, utilizzato da secoli per la costruzione di strumenti).

Fondo, fasce, manico - spesso anche il ponticello - sono in legno d'acero dei Balcani, un legno duro e più "sordo" il cui compito è quello di riflettere più che di trasmettere il suono; a volte vengono usati anche legni meno nobili come il pioppo, il faggio o il salice.

Le parti della montatura - come piroli, capotasto, cordiera, reggicordiera, bottone e mentoniera - sono realizzate in legno duro da ebanisteria, soprattutto ebano, palissandro o bosso; capotasto e reggicordiera a volte sono in osso, la tastiera è quasi sempre di ebano, la cordiera a volte è di metallo, plastica o carbonio. Alcuni strumenti antichi erano rifiniti in avorio o riccamente intarsiati, ma anche oggi alcune parti possono essere rifinite con intarsi in osso o madreperla.

La stagionatura dei legni è fondamentale per la qualità del suono e la stabilità dello strumento ed i legni più stagionati sono molto ricercati e quotati.



Un violino 1/16 accanto a un 4/4.

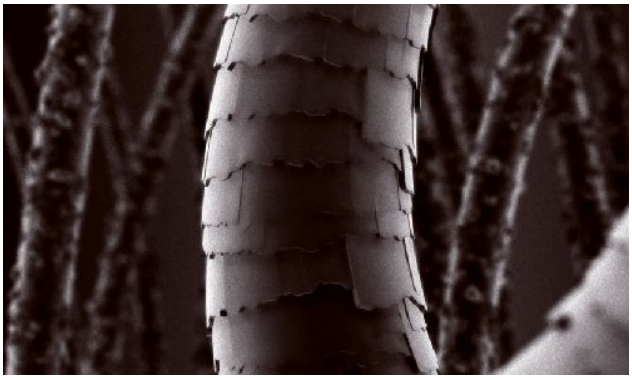
Un violino di dimensioni standard è denominato *intero* o 4/4, ed è destinato a suonatori che hanno raggiunto le misure di un adulto; la sua lunghezza complessiva è generalmente di 59 cm, mentre lo standard per la lunghezza della cassa armonica è di 35,6 cm; questa dimensione è una standardizzazione delle esperienze dei costruttori del periodo della liuteria classica, presso i quali può variare dai 34 cm (il cosiddetto "violino 7/8") ai 38 cm.

I violini di Antonio Stradivari hanno la cassa armonica lunga più di 36,2 cm nel periodo "sperimentale" (1691-1698), mentre si assestano tra i 35 ed i 35,8 nella maturità.

I bambini che suonano il violino utilizzano strumenti di dimensioni ridotte, che, pur avendo le varie parti proporzionalmente più piccole, sono funzionalmente identici ai violini di dimensioni normali. Questi strumenti sono realizzati nei tagli di *tre quarti* (corrispondente a una lunghezza della cassa da 32 a 34 cm), *mezzo* (da 30 a 32 cm) e così via fino al *sedicesimo*. Occasionalmente, un adulto di piccola corporatura può usare un violino 7/8, anziché uno di dimensioni standard. Talvolta chiamati "violini da donna", hanno una cassa armonica lunga 34–35 cm.

COME SI PRODUCE IL SUONO

Il suono deriva dallo sfregamento dei crini di cavallo, tesi su un archetto di legno, sulle corde. Le corde, poste in vibrazione, producono un suono debole; per questo la cassa armonica dello strumento ha una funzione critica nella determinazione della quantità, qualità e timbro del suono.



microfotografia di crini di cavallo



crini di cavallo montati su un archetto

La vibrazione che si produce nelle corde si trasmette in parte al ponticello, e, da questo alla tavola armonica. La tavola, a sua volta, è meccanicamente accoppiata al fondo tramite le fasce e l'anima, e le vibrazioni di tutto il corpo dello strumento sono accoppiate all'aria circostante, e a quella in esso contenuta, grazie al fatto che queste parti dello strumento, estese in due dimensioni, possiedono un'impedenza acustica piuttosto grande rispetto all'aria. Tutto il corpo dello strumento quindi svolge la duplice funzione di cassa di risonanza, e di adattatore di impedenza.

1. Come cassa di risonanza esso "filtra" l'oscillazione delle corde, approssimativamente triangolare in origine, attraverso le sue frequenze proprie, e la tramuta in un'oscillazione dalla forma più complessa.
2. Come adattatore di impedenza il corpo del violino fa sì che l'energia meccanica presente nell'oscillazione delle corde si trasformi efficacemente in energia acustica che si propaga nell'aria, e permette quindi l'irraggiamento del suono a grandi distanze.

LA SORGENTE DELLE OSCILLAZIONI

- Il moto dell'archetto sulle corde possiede molti gradi di libertà sotto il controllo dell'esecutore, e proprio per questa ragione il suono del violino si presta ad assumere molte sfumature differenti, che il compositore, e l'esecutore possono utilizzare a fini espressivi.
- Infatti la pressione dell'arco, l'area di contatto, la velocità di scorrimento, la direzione di scorrimento, l'angolo di inclinazione dei crini rispetto alle corde, i dettagli della dinamica della "cavata" (cioè dell'atto del "tirare l'arco"), influenzano grandemente il timbro del suono prodotto.
- Dal punto di vista fisico il caso più semplice si ha quando l'arco si muove con velocità e pressione costante perpendicolarmente alle corde. È interessante capire come, in queste condizioni, si possa produrre nella corda un'oscillazione "a dente di sega".

Dato che il violino si compone di diversi elementi – la cassa armonica, il ponticello, le corde e l'archetto – è importante capire come ognuno di loro contribuisce alla formazione del suono. Detto così, tutto sembra facile e forse sorprende scoprire poi che a volte i violini realizzati dallo stesso liutaio non hanno

omogeneità nella qualità del loro suono, figurarsi se andassimo a paragonare differenti violini realizzati da differenti liutai in luoghi distanti fra loro nello spazio e nel tempo!

Torniamo quindi al concetto di partenza, il concerto. Al centro di ogni concerto si trovano i musicisti e loro, specialmente i virtuosi, non mancano di sottolineare il ruolo cruciale della qualità dei loro strumenti: da *Vladimir Horowitz*, che portava con sè il proprio pianoforte gran coda *Steinway* ad ogni concerto, sino ad arrivare ad *Eric Clapton* e le sue irrinunciabili chitarre *Fender Stratocaster*. Ebbene, per i violini è la stessa cosa, ma con un'enorme differenza in più: mentre i pianoforti e le chitarre elettriche sono prodotti industriali, i violini sono artigianali e le differenze fra essi possono essere enormi. Cerchiamo quindi di capire quali sono i violini più apprezzati in assoluto dal punto di vista acustico; basterà osservare per quali violini si è stati disposti a pagare cifre da capogiro pur di aggiudicarsene il magnifico suono.

Auction	Stradivarius	Construction Year	Price in Euros (millions)
1998	"Kreutzer"	1727	1.5
2005	"Lady Tennant"*	1699	1.5
2006	"Hammer"	1707	2.8
2007	"Solomon"	1729	2.0
2007	"Joseph Joachim"	1715	6.8
2008	"Barrow"; more correctly "de Barrau"	1715	7.2
2011	"Lady Blunt"	1721	11.1

Tabella 1. Prezzi spuntati recentemente alle aste per dei Violini di Stradivari.

E' evidente dalla tabella precedente che dobbiamo identificare come liutai più apprezzati di tutti i tempi le famiglie dei liutai Amati, Guarneri e Stradivari, ognuno dei quali risiedeva a Cremona, in Italia, nei secoli 17° e 18°. Ognuna delle tre famiglie hanno prodotto un liutaio particolarmente dotato: Nicolò Amati (1596-1684), Giuseppe Guarneri del Gesù (1698-1744) e Antonio Stradivari (1644-1737).



Antonio Stradivari

Sembrerebbe quasi che solo i liutai dei secoli 17° e 18° siano stati in grado di produrre buoni violini. Ovviamente sappiamo che liutai eccellenti vi sono stati anche nei secoli 19° e 20°, ma è un fatto che quasi tutti i migliori violinisti del mondo continuino a preferire il suono degli strumenti di questi antichi liutai, arrivando a sviluppare un attaccamento quasi affettivo. Si consideri il Grammy Award vinto violinista

tedesca Anne-Sophie Mutter, rispetto al suo Stradivari, "Lord Dunn-Raven": ne ama il suo "suono, la sua bellezza, così come la sua profondità pura infinita di espressione", e lei dice che scopre sempre "anche dopo più di 20 anni, nuove caratteristiche di questo strumento meraviglioso" ; detto per inciso, per il suo strumento si fida solo di un unico maestro, il liutaio francese Etienne Vatelot, che è per lei un "genio del violino". In breve, il suo rapporto con i suoi Stradivari ammonta ad una" storia d'amore senza fine".

E' un fatto che quasi due secoli di continua ricerca scientifica rendono il violino lo strumento a corde di gran lunga più studiato, e probabilmente il più studiato di tutti gli strumenti musicali. La complessità delle vibrazioni del violino è elevata, dato che interagiscono sia l'aria interna che il corpo stesso dello strumento, venendo vibro-accoppiati acusticamente per produrre il suono effettivo. Ad oggi nessuna tecnica quantitativa è riuscita a descrivere in modo affidabile o prevedere la qualità complessiva di un violino in costruzione. Ma così come si sono evolute tecniche sperimentali e scientifiche, la ricerca oggi può – grazie alla tecnologia attuale - offrire maggiori possibilità.

Il violino è uno strumento musicale relativamente maturo da 3 secoli, con solo piccole modifiche rispetto a quel tempo; Anche se sorprendentemente si sa ancora poco circa l'effettiva evoluzione dello strumento che oggi chiamiamo il violino, sappiamo che i liutai hanno comunemente imparato ad identificare nel piano armonico e nel fondo (piastra superiore e inferiore) dei "toni ideali" per poterne ottimizzare l'acustica durante la loro costruzione. Per esempio *Felix Savart* osservò nel 1840 che in diversi violini italiani di celebri autori antichi i "toni ideali" rispecchiavano un determinato modello: "*... noi abbiamo trovato che il suono varia in violini buone tra Do e Re per il piano armonico e tra le Re e Re diesis per il fondo, in modo che vi sia sempre una differenza tra di loro un mezzo tono o un tono intero.*"

Anche se poche sono le informazioni disponibili su come liutai leggendari abbiano sintonizzato i loro piani armonici con i fondi ed anche se la selezione dei legni "compatibili" avveniva tradizionalmente ad orecchio, tutto ciò agli studiosi di odierni di Fisica Acustica indica certamente quale ruolo fondamentale abbiano la frequenza, lo smorzamento e le modalità delle vibrazioni. Ciò può essere problematico in quanto il legno è invecchiato e cambiato, molti piani armonici e fondi dei violini antichi sono stati modificati tramite l'installazione di una catena diversa (un piccolo elemento di irrigidimento interno che corre per 2/3 della lunghezza del piano armonico), e inoltre la storia del singolo strumento ha un certo peso, in quanto suonare un violino (più o meno tempo, meglio o peggio qualitativamente) ne modifica il comportamento vibratorio.

Gli scienziati spesso si trovano un po' impotenti di fronte a tali emozioni associate, in buona sostanza, con una semplice cassa di risonanza. Quindi il nostro obiettivo è ora, con l'ausilio di competenze scientifiche, giungere a comprendere quali tecniche possano consentirci almeno di riprodurre la ineguagliabile bellezza di suono di uno Stradivari, e lo faremo osservando i componenti principali di questo strumento. In questi ultimi secoli le nuove tecnologie e tecniche ci hanno aiutato a capire la vibrazione di ogni singola parte dell'intera struttura, nonché le vibrazioni e radiazione acustica dal violino completamente assemblato nel suo insieme. Vediamo brevemente di esaminare alcuni di queste e poi concluderemo con un test moderno basato su tecniche di analisi di cui siamo ora capaci.

IL LEGNO DELLA CASSA ARMONICA

Ci sono quattro tipi di legno che in genere costituiscono la cassa armonica: abete rosso della Val di Fiemme (per il piano armonico), acero (per fondo e fasce), ebano o palissandro (per tastiera, piroli, cordiera e mentoniera). La qualità del legno utilizzato è importante perché il legno flessibile dell'abete tende a risuonare ed amplificare le vibrazioni mentre il legno duro dell'acero rifrange e proietta all'esterno la massima quantità del suono prodotto. Il legno da utilizzare dovrà già essere stagionato da almeno 20 anni in modo tale da avere l'equilibrio ottimale di umidità con l'ambiente. Il legno troppo giovane sarà spesso creerà problemi e si spaccherà durante la sagomatura, o peggio, suonando lo strumento finito.

Dopo aver selezionato solo i migliori alberi prima dell'abbattimento, il legno ricavato viene conservato in un luogo ventilato protetto dai cambiamenti stagionali per almeno 20 anni. Infatti il legno

scelto deve essere ben secco e leggero al fine di emettere suoni melodiosi attraverso le proprie vibrazioni di risonanza. In realtà un legno più fresco e pesante della propria resina si opporrebbe al creare un suono di qualità. D'altronde il legno deve essere abbastanza forte da resistere alla pressione esercitato dalle sue quattro corde sul ponticello, che possono arrivare a 17 libbre (ogni libbra sono 450 gr. circa).

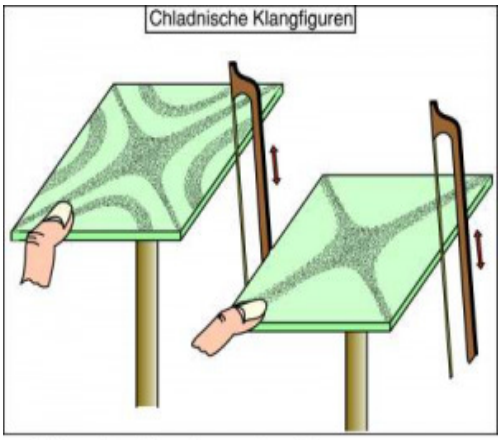
Dopo il rigoroso processo di selezione, il legno viene scolpito in due piani simmetrici, i piani superiore e inferiore, e applicato alle fasce già preparate, realizzando così la cassa armonica.

In relazione alla selezione dei piani armonici da abbinare fra loro (quale piano armonico andrà meglio con quale fondo), solo relativamente di recente è stato possibile avvalersi delle ricerche del famoso fisico Chladni.



Applicazione del sistema di Chladni: visualizzazione dei modelli di onda in piedi su una piastradi lamiera di alluminio a forma di un violino a mezzo di un driver opzionale elettromeccanico e generatore di segnale.

Chladni, partendo dallo studio di piastre sottili di materiale duro e resistente (metallo) sottoposte a diverse frequenze e sulle quali aveva distribuito della sabbia, iniziò a osservare che la risonanza induceva la sabbia a muoversi raggruppandosi in punti privi di vibrazione, cioè i "nodi", e disegnando così delle linee caratteristiche. I "Modelli Chladni" diventarono così utili in quanto potevano indicare la necessità di assottigliare ulteriormente gli spessori del piano in questione o rimodellarne i contorni al fine di riprodurre ottenere la "figura ideale" della sabbia (che corrispondeva alla risonanza ideale dei piani armonici osservata con lo stesso trattamento applicato ai piani armonici dei violini antichi di grandi liutai italiani del passato). Per riottenere il modello preciso, le regolazioni finali dovevano essere fatte da un liutaio molto esperto, uno a conoscenza degli effetti che un determinato assottigliamento degli spessori dei piani avrebbe poi influenzato il suono finale del violino.



The Production of a Pattern on a Chladni Plate Using a Violin Bow

http://www.av-medien.net/index.html?c~4

I piani armonici modellati usando le ricerche sui Modelli Chladni indicano se il legno necessita di ulteriori lavori di assottigliamento o rimodulazione delle curve.



Come abbiamo detto sopra, le misurazioni scientifiche delle proprietà vibrazionali del violino non sono state avviate realmente fino ai primi del 1800, quando Felix Savart ha iniziato l'osservazione dei modelli Chladni. Questa tecnica ovviamente funziona bene per i piani che hanno superfici concave, ma lo strumento assemblato presenta prevalentemente superfici convesse e la polvere, quando lo strumento viene fatto vibrare, o rotola o scivola diminuendo alquanto l'utilità di questo metodo.

La tecnica di disegno Chladni ha subito un ammodernamento nella seconda parte del 20° secolo quando sono stati prodotti diffusori capaci di indurre a vibrazione sufficiente i piani del violino (con elettronica sufficientemente potente) mentre gli stessi galleggiavano sopra l'altoparlante su supporti in schiuma di piccole dimensioni ed essere acusticamente guidato, dando una maggiore approssimazione. L'avvento di laser in combinazione con le tecniche di olografia ha poi accresciuto le capacità di analisi delle vibrazioni per i corpi liberi. Quindi la interferometria olografica ha poi dato ottimi risultati collaborazione con i Modelli di Chladni e le informazioni fornite anche sulle modalità di vibrazioni del violino assemblato, anche se purtroppo le modalità osservate nei primi lavori olografici soffrivano di gravi condizionamenti dovuti alla necessità di bloccare la piastra o strumento saldamente e per un periodo di tempo prolungato.

Lo sviluppo più recente della elettronica (*speckle interferometria* con tecniche di olografia, alcune con nastro riflettente per migliorare la superficie riflettente) ha reso le procedure olografiche molto più efficaci, anche se attualmente queste procedure forniscono tipicamente solo forme di deflessione operative, non normale modalità. Di solito le misurazioni olografiche richiedono un supporto sistema molto più rigido, inducendo in errore.

Nel 1981 le forme e modalità di frequenza ottenuta con Tecniche di modello Chladni erano sufficientemente ben comprese e rese popolari da *Hutchins* per giustificare un comitato scientifico di liutai americani. Oggi molti in tutto il mondo integrano queste tecniche nelle procedure di ottimizzazione del piano armonico e del fondo e in particolare *Schleske*, un liutaio tedesco, ha adottato questa procedura arrivando ad elaborare una tecnica denominata “copia tonale”, in pratica si tratta di “clonare acusticamente” un buon violino: prima si prende un violino con ottime proprietà acustiche (collocato su un driver acustico ed eccitato nei modi normali del violino assemblato, se ne osservano le frequenze e i motivi a linee nodali dei modi importanti). Si duplica questa procedura su un altro violino, assemblato, e poi dall'esterno se ne modifica lo spessore del piano in un modo predeterminato, riuscendo a riprodurre la forma desiderata della frequenza ottimale.

Quando uno degli strumenti ad arco di Stradivari viene suonato da un violinista esperto, esso ci incanta col suo suono e apparentemente siamo lontani dal regno della chimica. Ma trarre questa conclusione sarebbe ingannevole, perché non solo nella bottega di Stradivari, ma anche per quanto riguarda le corde con cui è dotato lo strumento, il suo arco e manutenzione dello strumento, la chimica ha giocato un ruolo importante.

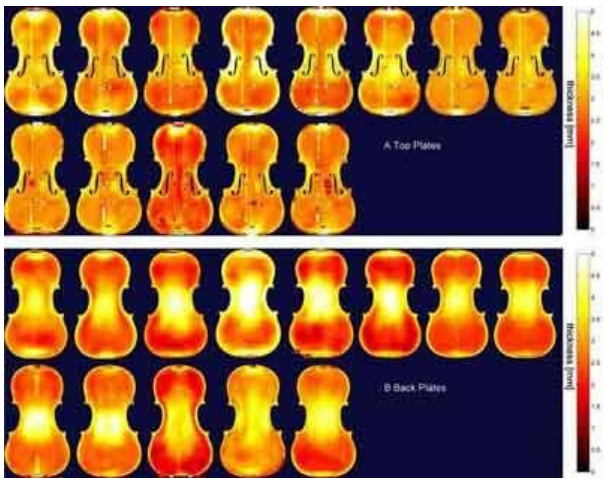
UNA RECENTE TEORIA:
STRADIVARI e la PICCOLA GLACIAZIONE

Perché un violino costruito da Stradivari o Guarneri ha un suono così sorprendente? Così ricco e puro, così costantemente penetrante e potente dalla nota più bassa alla più alta?

Ci sono molte teorie su quali potrebbero esserne le cause, e toccano gli argomenti più disparati: è una ricetta segreta che riguarda la vernice o il sottofondo o la colla? O è il conservante del legno? O l’acero del nord della Croazia? O il legno, forse rubato da antiche cattedrali? È forse la particolare conformazione arcuata del lato inferiore del violino, o la forma delle effe? E' un fungo che nel bosco ha contaminato il legno, o è l'ammoniaca, o il modo di trattare il legno, o è una sostanza come il borace, o è l’olio di essiccazione, o è il fatto che le vernici avevano ingredienti inusuali (qualcuno ha ipotizzato l’uso di urina)?

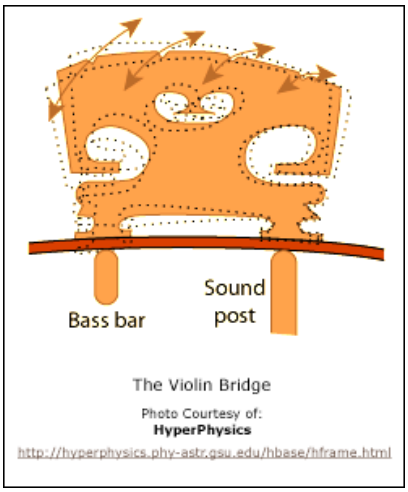
Anche se il grande violinista Nicolò Paganini disse che Antonio Stradivari aveva usato solo "il legno degli alberi su cui gli usignoli cantavano", la vera risposta è che nessuno lo sa. Ma una recente teoria che ha

resistito un po' più a lungo è che in Europa, a partire dalla metà del 1600 e sino alla metà del 1700, si verificò una "Piccola Era Glaciale" che portò temperature molto più fredde, il che si traduceva in stagioni calde sempre più brevi con conseguente aumento della densità del legno.



Un gruppo di ricercatori olandesi ha collaborato con un liutaio dell'Arkansas per eseguire scansioni di violini vecchi e nuovi attraverso un dispositivo medico, uno scanner CT. Hanno scoperto che il legno nei 300 anni violini di Cremona ha una densità più consistente, il che rende le tavole armoniche dotate di un suono più dolce.

IL PONTICELLO



Il ponticello del violino ha un grande effetto sulla trasmissione del suono

Mentre i piani armonici sagomati con precisione contribuiscono relativamente al suono prodotto da un violino, il ponticello, anche se di piccole dimensioni, ha un enorme influenza sulla trasmissione del suono a questi stessi piani. Infatti, il ponticello è così importante nella produzione del suono che è spesso indicato come il cuore del violino.

Il ponticello serve a due scopi: non solo ospita la sede delle corde, ma (più importante) trasferisce le vibrazioni dalle corde al piano armonico superiore, che poi trasmette le vibrazioni all'intero corpo dello strumento attraverso l'anima e la catena. Dato che la catena e l'anima sono collegati al ponticello, il vibrare di quest'ultimo provoca la vibrazione nell'intero violino. Questa vibrazione completa produce onde nell'aria all'interno del violino, cambiando così la vibrazione originale causata dalle corde in onde sonore che vengono poi emesso attraverso i fori delle effe.

È interessante notare che il ponticello trasmette potenza al corpo a frequenze da circa 1-4 kHz, la frequenza alla quale l'orecchio è più sensibile. Il ponticello, sebbene molto piccolo rispetto ad altre parti del violino, contribuisce molto al suono e timbro al violino.

È importante ricordare che il posizionamento del ponticello è altrettanto importante: deve essere collocato parallelamente tra la fine della tastiera e la cordiera, perfettamente orizzontale fra le due effe. Questo per garantire che il violino produca il suono ideale. Lo spostamento del ponticello anche di solo un centimetro dalla sua posizione ottimale può cambiare il suono complessivo del violino.

Per capire meglio questa conseguenza, basti pensare al ponticello come ad un elastico teso tra due dita. Pizzicandolo, fa un suono particolare. Tuttavia, se si allunga l'elastico e lo si pizzica di nuovo, il suono

cambia di frequenza più in alto. Analogamente, cambiando la posizione del ponticello potremmo perturbare il suono desiderato di un violino.

Infine, il tipo di ponticello utilizzato dipende anche dalle corde scelte. Un violino ha bisogno di un ponticello basso per le corde in budello o di un ponticello alto per quelle di metallo o sintetiche. La ragione di ciò è che le corde di metallo richiedono maggiore tensione di quelle in budello.

LE CORDE

L'importanza di scegliere le corde giuste per un violino può essere paragonato a selezionare i giusti pneumatici per un'auto. Proprio come pneumatici inadatti possono portare a difficoltà nella guida, scegliendo corde di bassa qualità molto probabilmente in vece di produrre suoni musicali produrremo suoni cacofonici – cioè rumori – specie se cercheremo, ad esempio, di eseguire determinati colpi d'arco, come gli accordi o le "strappate".

Ogni corda su un violino è responsabile di una nota distinta. La corda Mi, la nota più alta, è solitamente metallica perché il metallo ha la più alta tensione ed è capace di produrre un suono ad alta frequenza. D'altra parte, la corda Sol – la nota più bassa – è solitamente una corda con anima in budello con una tensione molto inferiore al metallo e produce basse frequenze.

Per suonare il violino si tira sulle corde l'archetto, che è una bacchetta di legno dotata di una matassa di crini di cavallo. I Crini di cavallo vengono utilizzati sia per le sue qualità meccaniche (attrito) che per le sue qualità elettrostatiche (agisce come una calamita attirando le particelle di pece che aiutano a aumentare l'attrito sulle corde). Quanto più l'arco è "incollato" alle corde, più ricco sarà il suono che produce. L'attrito tra i crini e le corde fa sì che le corde vibrino e generino onde sonore.

A occhio nudo, la corda appare come se si stesse muovendo avanti e indietro, ma in realtà si muove in una forma a V. Questa osservazione è stata scoperta da Hermann von Helmholtz 140 anni fa, e da allora violinisti hanno cercato di raggiungere il "Motion Helmholtz", cioè la "suonabilità" e la "cavata" dello strumento.

L'ARCHETTO

Quando si pizzica la corda di una chitarra, non c'è molto che possa andare storto. Forse potremmo non suonare la nota giusta al momento giusto, naturalmente, ma ne verrà sempre fuori un suono musicale. Ebbene, se invece un principiante tenta di suonare un violino le cose sono molto più difficili. Quando un archetto scorre su una corda il risultato potrebbe forse essere una nota musicale, ma se si è privi di una certa esperienza potrebbe invece essere un indesiderabile stridore, o un fischio, o potrebbe gracchiare. Questa differenza deriva da una distinzione fondamentale tra la fisica delle corde pizzicate o sfregate.

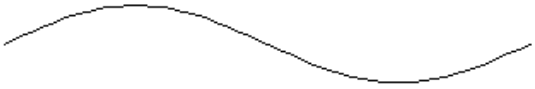
Le corde pizzicate, come quella di una chitarra, possono essere descritte dalla teoria dei sistemi lineari. La caratteristica essenziale di un sistema lineare è che si possono trovare due diverse soluzioni alle equazioni che le governano, e la somma delle due è anche una soluzione. Nel contesto del concetto di vibrazione, questa idea ha un'applicazione fisica diretta.

Un oggetto vibrante come una corda tesa ha determinate frequenze di risonanza, ognuno associato ad un particolare modello di vibrazione chiamato "modo di vibrazione". Le frequenze di risonanza corrispondenti sono il "fondamentale" e "armoniche" della nota a cui è sintonizzata la corda. Se la corda

viene messa in vibrazione nella forma di una di queste modalità continuerà a vibrare in questa forma alla frequenza di risonanza corrispondente, con un'ampiezza che muore gradualmente via come l'energia viene dissipata in suono e calore.



Fundamental: frequency f, tuned note of string



Second harmonic: frequency 2f, one octave higher



Third harmonic: frequency 3f, one octave and a fifth higher

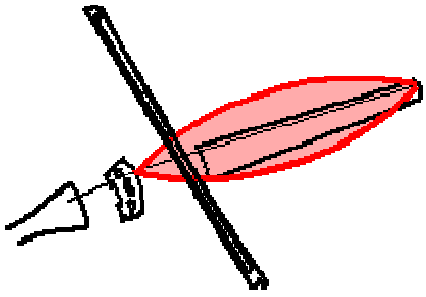


Sum of fundamental, second and third harmonics

Ora, se la corda viene fatta vibrare in modo che coinvolge più forme modali contemporaneamente, entra in gioco il principio di linearità. Ogni modalità va semplicemente per la sua strada, vibrando alla sua frequenza di risonanza particolare, e il suono totale è la somma dei contributi di queste modalità separate. Il chitarrista può variare la miscela delle ampiezze dei vari modi, pizzicando in punti diversi la corda o facendolo con un plettro, ma l'insieme di frequenze di risonanza è sempre lo stesso. In termini musicali, l'intonazione della nota è sempre la stessa, ma può variare la qualità tonale.

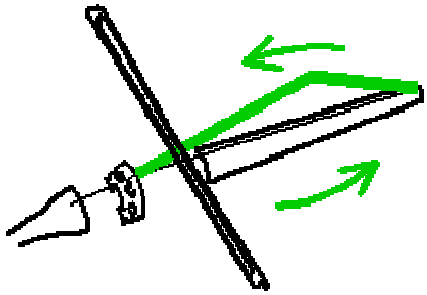
Una corda sfregata funziona in modo diverso. Una nota su un violino può essere sostenuta per tutto il tempo che viene costantemente tirato l'archetto sulla corda. Di solito l'energia viene dissipata in suono e calore, ma il costante moto dell'archetto fornisce energia supplementare compensativa esattamente alla giusta frequenza. Ciò indica un sistema non lineare, per cui l'idea di aggiungere contributi da differenti modi di vibrazione non può essere applicato in modo semplice sopra descritto. La teoria di tali sistemi è sempre più intricata e la gamma di rumori buoni e cattivi che si possono ottenere da una corda di violino sono la dimostrazione di questi risultati complessi. Le stesse osservazioni generali si applicano altrettanto bene agli altri strumenti musicali capaci di un suono prolungato, come i legni e gli ottoni.

E allora, come fa a vibrare una corda di violino? A questa domanda è stata data una prima risposta da Hermann von Helmholtz 140 anni fa. Quando un violino è suonato in modo da produrre un suono convenzionalmente accettabile, si può osservare la corda che vibra. Ad occhio nudo, la corda sembra muoversi avanti e indietro in una forma che sembra quasi una parabola.



La corda sembra vibrare in una forma simile a una parabola...

Tuttavia, dopo un esame più approfondito, Helmholtz ha osservato che si muoveva differentemente: in realtà il movimento è a forma "V", ovvero la corda viene divisa in due tratti rettilinei che si incontrano in un angolo acuto. Il fatto che ad occhio nudo ci sembri di vedere una leggera curva (come se fosse una parabola) è perché questo angolo acuto si sposta avanti e indietro lungo questa curva.



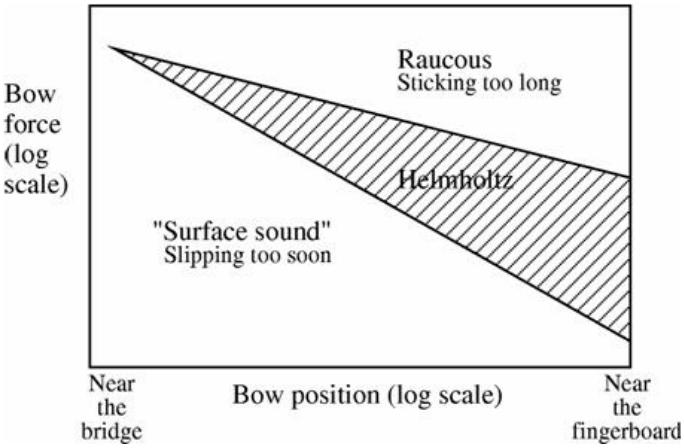
... ma in realtà si muove in una forma a V.

Il vertice della V, chiamato l'angolo Helmholtz, si sposta avanti e indietro lungo la corda. Ogni volta che questo angolo Helmholtz passa dall'arco si innesca una transizione tra bloccaggio della corda stessa e attrito radente dell'arco che continua a sollecitare la vibrazione: quando l'angolo della vibrazione viaggia dall'attacco dell'arco al dito e ritorno, la vibrazione della corda viaggia nella direzione opposta, e viceversa. L'alternanza tra i due tipi di attrito fornisce l'elemento non lineare al sistema.

Comprendiamo quindi che in realtà esistono due curve che viaggiano sulla corda, e ci sono due episodi di scivolamento per ciclo della vibrazione. Il risultato è una nota alla stessa altezza della moto Helmholtz, ma con una forma d'onda differente e un suono diverso. Questo suono di solito non viene considerato accettabile, almeno per i violinisti classici occidentali. L'insegnante di violino respingerà tale suono perché "suono superficiale". Il passaggio da moto Helmholtz a questo "movimento a doppio scivolamento" impone un livello minimo accettabile per la "forza d'attacco", la forza con cui viene premuto l'arco contro la corda.

Ovviamente c'è anche una forza massima accettabile per un arco. Infatti, se l'arco si preme troppo, invece di una nota musicale il violino produce un rumore rauco, un "gracchiare": la vibrazione della corda diviene non più regolare, passando ad un modello caotico. Ovviamente anche questo tipo di suono è sgradevole e disapprovato da parte degli insegnanti di violino.

Le condizioni della forza dell'arco minima e massima possono dirci qualcosa di interessante circa la difficoltà nel suonare il violino. Facendo una semplice analisi su queste due condizioni si scopre che entrambi dipendono, tra l'altro, dalla loro posizione sulla corda: queste due condizioni furono combinate in una forma grafica per primo da *John Schelleng* nel 1960:



Il diagramma di Schelleng della forza dell'arco in funzione della posizione per una lunga arcata costante

Il cuneo ombreggiato mostra la regione in cui il movimento Helmholtz può essere raggiunto. Fuori di tale zona, la corda fa una o l'altra delle cose indesiderabili sopra descritte. E 'subito evidente che è più facile produrre il movimento Helmholtz, se l'arco è lontano dal ponticello: se l'arco è troppo vicino al ponticello, i due limiti di forza convergono e potrebbe non essere possibile raggiungere il movimento Helmholtz.

Ma il quadro rivela qualcos'altro che è rilevante per i principianti sul violino. La prima volta che si tenta di riprodurre un suono, ci sono molte cose diverse a cui pensare: controllo dell'arco nel suonare una corda correttamente, regolando il dito della mano sinistra per la nota giusta, e così via. Può quindi accadere che un principiante non presti molta attenzione alla posizione dell'arco sulla corda. In altre parole, un principiante può spostarsi casualmente lungo una linea più o meno orizzontale nel diagramma Schelleng. La forma della regione Helmholtz nel diagramma rivela immediatamente che questo potrebbe portare a cadere sotto la linea di forza minima o sopra la linea di forza massima, anche senza che la forza utilizzata per arco sia stata variata.

Ma i violinisti non vogliono solo suonare con lunghe arcate costanti. Ai fini musicali, una grande varietà di diversi "colpi d'arco" vengono utilizzati, come il *martelé*, (dando un forte impulso con un improvviso rilascio dell'arco dopo ogni nota), il *saltellato* (rapide note staccate con l'arco che rimbalza sulle corde), il *ricochet* (stessa cosa, ma nell'ambito della stessa arcata), e così via.

Ciò conduce all'idea di suonabilità di uno strumento. Tutti sanno che alcuni violini sono molto più "suonabili" di altri. Perché succede questo, quando tutti i violini sembrano essere molto simili fra loro?

Altro aspetto è "la bellezza del suono" dallo strumento, che è molto difficile da affrontare in termini scientifici, perché è necessario prima scoprire ciò che un ascoltatore intende per bellezza del suono. Tuttavia, se si segue un violinista mentre prova vari strumenti, potremmo sentire commenti del tipo "non mi piace molto il suono di questo, ma è molto facile da suonare", oppure "questo suona bene ma è molto lento nella risposta". Gli esecutori non sono interessati solo in qualità del suono, qualunque cosa essa possa significare esattamente, ma sono interessati anche in termini di "facilità di suono", la suonabilità dello strumento.

Se un violino è più accomodante di un altro, in termini di produzione di moto Helmholtz in modo più affidabile e veloce, è probabile che sarà proprio il violino che l'esecutore preferirà. A differenza della bellezza del suono, la questione della "suonabilità" si presta alla ricerca scientifica tramite l'utilizzo di modelli matematici.

Negli ultimi 30 anni sono stati sviluppati modelli matematici sempre più sofisticati; tali modelli sono troppo complicati per essere risolti con carta e matita, ma possono essere utilizzati per produrre simulazioni al computer di come una determinata corda di un violino risponderà a un certo colpo d'arco. I modelli sono ora in grado di spiegare un sacco di cose complicate che una corda di violino può fare, e stanno cominciando a essere abbastanza buoni da utilizzare per esplorare gli interrogativi relativi alla progettazione: come potrebbe la progettazione di una corda, o di un arco, o di un violino, essere modificato per migliorare la suonabilità?

Considerando il complicato modo in cui una corda di violino arco vibra, non è sorprendente che il violino sia uno strumento difficile da imparare. C'è una linea sottile tra il conseguimento del movimento Helmholtz e la creazione di suoni superficiali inaccettabili o di suoni rauchi, sia che si stia solo imparando a suonare o si stia affrontando le tecniche più avanzate dell'arco. Ma c'è speranza per chi non ha mai saputo suonare un violino vero: i modelli matematici della fisica possono permettere di suonare un violino virtuale, dopo tutto!

I SEGRETI DELLA VERNICE

Alcuni hanno attribuito la fama di Stradivari e degli strumenti antichi italiani solo alle proprietà magiche della sua ricetta segreta per la vernice. Questa idea sottovaluta la sua arte e le innegabili grandi abilità di liutaio. E 'come dire che se non fosse per il colore e la consistenza delle loro pitture, Leonardo o Michelangelo non avrebbero mai raggiunto la loro grandezza.

Non appena lo strumento viene completato in "bianco" deve essere esposto all'aria e al sole per un periodo di diversi giorni o settimane al fine di attenuare il candore del legno appena tagliato. L'aria scurisce il legno per ossidazione. I raggi ultravioletti del sole provvedono all'abbronzatura del legno e, oscurando in legno, la sua profondità visiva e il suo disegno appaiono sempre più pronunciati.

Il passo successivo, prima della verniciatura, è l'applicazione del sottofondo, fatto più o meno allo stesso modo così come gli antichi pittori preparavano le loro tavole o tele per la pittura. La mano di fondo non solo migliora la bellezza del legno accentuando ulteriormente la profondità e trasparenza, ma ha lo scopo principale di rafforzare il legno. Quando anche la vernice sarà consumata o tolta via col tempo, il sottofondo continuerà a fornire protezione dal sudore, umidità, sporcizia e altri fattori usuranti.

Il sottofondo (probabilmente ancor più della stessa vernice) ha dimostrato di essere l'elemento più sfuggente di tutti i cosiddetti "grandi misteri" o "segreti" di Stradivari, suscitando polemiche tra i liutai per oltre 200 anni. La microscopia elettronica recente degli strati di vernice di vari strumenti storici ha rivelato che si trattava di uno spesso strato di fondo minerale.

Scienziati inglesi, fra cui il Dr. C.Y. Barlow e il Dr. J. Woodhouse dell'Università di Cambridge, sono stati recentemente in grado di indagare sugli strati di vernice e di sottofondo di una serie di strumenti storici. Il loro lavoro si è basato anche sulle indicazioni ritrovate su frammenti di lettere e scritti realizzati da Stradivari e altri. Utilizzando il SEM (Scanning Electron Microscope) su alcuni strumenti, hanno scoperto un distinto strato di fondo particolato inserito tra lo strato di vernice e il legno. L'utilizzo dello spettro radio EDAX (dispersione di Analisi Energia dai raggi X) su aree selezionate degli stessi campioni analizzati con la SEM, i professori Barlow e Woodhouse sono stati in grado di analizzare la composizione dello strato di fondo. Essi hanno determinato che era largamente composto da una miscela ricca di minerali ad alto contenuto di silice e allumina.

L'interpretazione di tale massa di informazioni è toccata a un professore di Chimica, il professor Ralph Raffaello. Anche se non è mai accaduto che due frammenti mostrassero gli stessi risultati, tutti avevano però gli stessi elementi contenuti in tutti i frammenti, solo in proporzioni diverse. Gli strati sono molto spessi, in media fra i 30 e i l00 micron. La prima domanda è stata: forse questa roba è stata lasciata dopo aver lisciato il legno con qualcosa di abrasivo come pomice? La risposta è no, non c'è modo che l'uso della pomice possa lasciare l00 micron di spessore; inoltre l'analisi della pomice è molto diversa. Il Prof. Raffaello ne ha dedotto che si tratta di silicato di calcio, con un pizzico di altri sali. Le prove dimostrano che di questo sottofondo ce n'è in quantità notevoli sugli strumenti Italiani del l6°, l7° e l8° secolo.

Anche altre discipline sono state d'aiuto: ad esempio, uno scienziato dei materiali dell'università di Roma si è chiesto come le statue romane fossero riuscite a sopravvivere ai rigori tutti questi secoli ed ha scoperto che molte di loro sono stati coperte con uno strato di componenti simili.

Con l'aiuto di Roberto Regazzi, un liutaio Bologna, ci si è procurati dei grumi di roccia pozzolanici che contenevano elementi simili, e si è provato a sperimentare alcune applicazioni. Inoltre il Prof. Raffaello ha elaborato una miscela di sali che pensava avrebbe potuto contenere tutti gli elementi necessari prendendo le proporzioni da una delle ricerche di Claire Barlow, quella che conteneva il più alto contenuto di calcio.

Il problema principale era come far aderire in modo permanente la miscela risultante al legno: dopo alcuni tentativi errati è venuto in mente che la miscela presente sugli strumenti storici aveva un alto contenuto di silice e potassio, calcio, alluminio, zolfo, ferro e tracce di titanio e magnesio, pertanto si è pensato di applicare la miscela in due fasi distinte.

La Ricetta

Quindi, la ricetta (basata su 100 parti): magnesio 3.6, alluminio 10, silicio 11,6, fosforo 2,4, zolfo 6,9, cloro 6,07, potassio 5,2, calcio 42,3, manganese 0,3, ferro 10,6, sodio 1,3. Nel tentativo di produrre un impasto contenente questi elementi in queste proporzioni, si sono mescolati 45 gr. di lattato di calcio con 10

gms. Alum, 3 gr. Solfato di Manganese, 3 gr. Biossido di titanio, 5 gr. ossido di ferro giallo e 10 gr. polvere di mica con normale acqua di rubinetto (che contiene cloro) per ottenere una sospensione sottile.

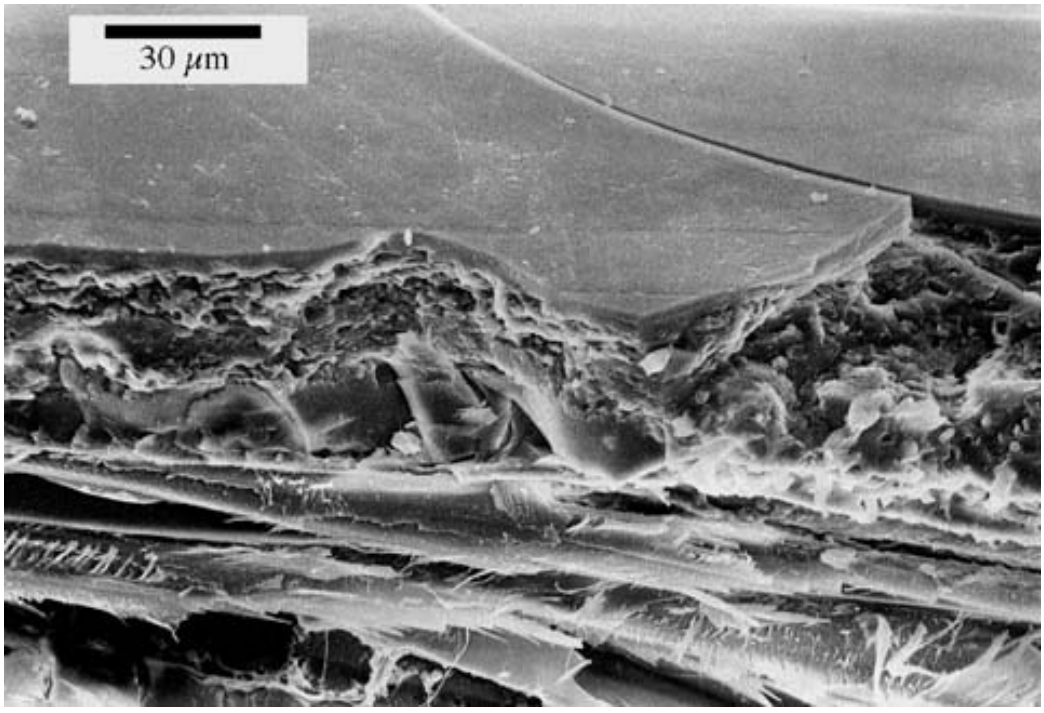
A parte è stata preparata una soluzione al 50% silicato di potassio. Utilizzando un panno ben bagnato con la soluzione di silicato, la si è applicata sul legno nudo. Mentre era ancora bagnato (questo richiede un lavoro veloce) è stato applicato uno strato dell'impasto di sali. La reazione chimica si produce e, una volta essiccato il tutto, si forma uno strato duro sostanzialmente di silicato di calcio, che non può essere strofinata via. Questa miscela ha un *Ph* poco superiore a 7.

L'aspetto dello strato, applicato sul legno, può essere inquietante dato che le venature del legno quasi completamente scompaiono, nascoste come sono da questo "intonaco", ma l'olio di resina riesce a rendere trasparente tale sottofondo anche se arriva a contare circa l2 micron di spessore.

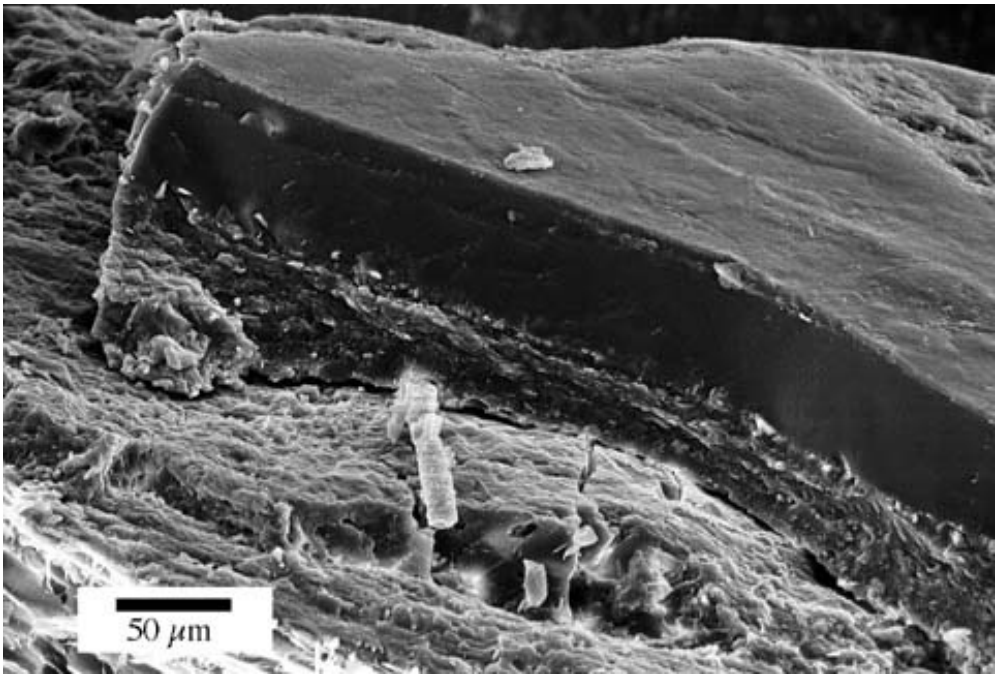
Quali sono i risultati? Il sottofondo è estremamente efficace come isolante e la vernice che si applica dopo sembra non riuscire a penetrare neppure in minima parte nel legno.

Alcuni musicisti hanno suonato strumenti così trattati ed hanno osservato che gli strumenti suonano più facilmente di altri strumenti nuovi. Ovviamente tali pareri potrebbero sembrare azzardati, ma è ormai dal 1985 che si continuano a produrre strumenti e se ne ottiene sempre gli stessi risultati, ed i violini prodotti sono ormai almeno 200. Quindi si ritiene che il motivo principale della grande qualità di suono degli strumenti storici italiani risieda non tanto nella verniciatura quanto nella costruzione.

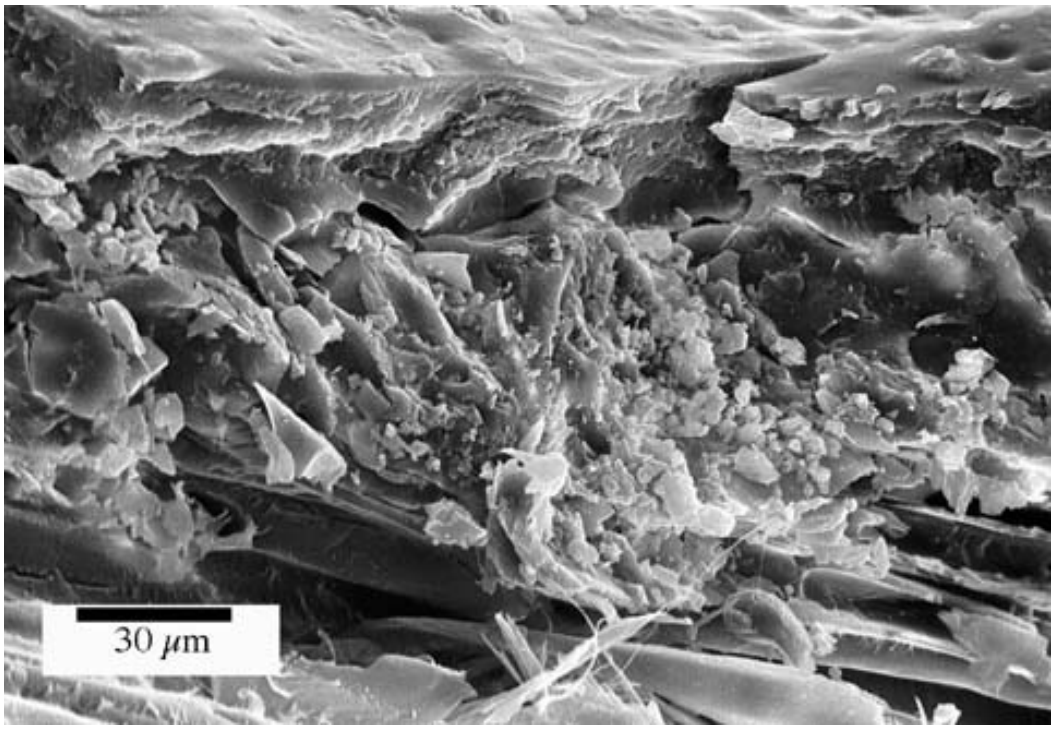
Pertanto i componenti dei violini in costruzione vanno trattati quando sono ancora smontati e in costruzione, sul bancone di lavoro. Questa procedura aiuta anche a prevenire qualsiasi danno che potrebbe verificarsi bagnando uno strumento chiuso. La sospensione dei sali si applica in modo molto sottile con un tampone. L'applicazione del sottofondo di minerali si asciuga per evaporazione in un paio d'ore, ma conviene lasciarlo anche per una notte prima di cancellarlo con olio di resina.



Campione prelevato da un violoncello costruito da Pieter Rombouts (un contemporaneo di Stradivari che ha lavorato ad Amsterdam). La barra della scala in alto a sinistra della fotografia dà la scala di lunghezza. Esso corrisponde a 30 micro-millimetri o 0,03 mm. La linea curva in alto al centro è una crepa nella superficie della vernice. Lo strato di fondo (strato particolato) può essere considerato diverse volte più spesso dello strato di vernice effettivo.



Campione prelevato da un contrabbasso di Matteo Goffriller di Venezia, c. 1720. Una distinzione molto chiara può essere visto tra lo strato di vernice (regione liscia) e lo strato di terra (zona sottostante che mostra particolato). L'oggetto cilindrico che sporge da sotto la vernice è un pelo di pennello.



Esempio da uno strumento di Antonio Stradivari

La vernice per violino viene poi applicata con più mani di pennello. E' composta da oli (che vengono applicati alla diretta luce del sole in numerosi strati) di semi di lino o di noce, da resine ossidate ed aggiunta di coloranti. La migliore vernice italiana dei grandi strumenti storici è altamente trasparente e morbida ma friabile. La superficie ha la consistenza e una patina delicata, mai troppo spessa. I colori devono essere caldi

e ricchi. Un'altra caratteristica della migliore vernice è il dicroismo (uso di due colori), cioè un sottile strato dorato e un'altro strato, più spesso, rossastro.

Le resine vengono macinate e mescolate bene in vernice liquida o applicato come uno smalto tra le mani di vernice. Le resine sono pigmenti organici fatte da precipitazione dei coloranti naturali, di solito su allume. Tre resine comuni sono la "Robbia", fatta dalla radice di robbia, il "Verzino" a base di trucioli di legno del Brasile e la "Carmina" a base di cocciniglia. La macinazione viene fatto con un mattarello di vetro su una lastra di vetro ruvido. Le microscopiche particelle di colore delle resine cristallizzate restano isolate e sospese all'interno dello strato di vernice permettendo alla luce di penetrare liberamente tra i cristalli, mantenendo la trasparenza della vernice. Tuttavia la luce, mentre passa attraverso lo strato di vernice nel suo percorso "da e per" il legno, viene rifratta in molteplici direzioni dai cristalli colorati, illuminando così la vernice come con un luminoso colore omogeneo.

Spesso ciò che affascina l'occhio nelle vernici degli strumenti antichi è il contrasto di colori, le trasparenze e la tessitura derivanti dall'invecchiamento e dall'usura. Le aree che conservano vernice hanno un colore passionale ed un aspetto brillante. Nelle zone adiacenti in cui la vernice è completamente scheggiata, lo strato di terreno esposto appare opaco, perlato o lattescente. L'illusione di una profondità maggiore della vernice viene creata nel corso del tempo sia per ossidazione che con l'usura (lo sporco, la pece dell'archetto, alcuni piccoli danni e le operazioni di rilucidatura fatte ogni tanto nel corso del tempo, che finiscono per creare una serie di effetti ottici caratteristici). Ricreare artificialmente questo processo su un violino nuovo viene chiamato "antichizzazione" e generalmente si effettua per l'esecuzione di copie, ma oggigiorno pochissimi liutai sono davvero in grado di farlo senza che ciò sia distinguibile.

STORIA DEGLI STUDI ACUSTICI SUL VIOLINO

Un primo contributo all'acustica è stato dato da Pitagora nel 550 a.C. circa, quando lui ei suoi allievi hanno trovato il numero intero dei rapporti tra la lunghezza della corda, determinando la nota fondamentale ed i rispettivi armonici del suono degli archi. Dopo di lui sembra esserci stata una grossa lacuna nella storia dell'acustica.

Il violino è stato definito nelle sue tecniche costruttive in Italia con Andrea Amati (1511-1581) e Gasparo da Salò (1542-1609) ed è giunto al massimo delle sue prestazioni con Nicolò Amati (1596-1684), il suo allievo Antonio Stradivari (1644-1737) e Giuseppe Guarneri "del Gesù" (1698-1744). In particolare il periodo degli anni 1700-1745 è chiamato il "periodo d'oro" della liuteria e da allora ad oggi sia gli "Stradivari" che i "Guarneri del Gesù" sono ancora insuperati! Liutai dilettanti e professionisti, scienziati, concertisti ed appassionati hanno da allora cercato di scoprire il "segreto" che rende tali strumenti i migliori mai prodotti.

Chiaramente l'uomo suona strumenti musicali da migliaia di anni, ma per poter suonare bene uno strumento è essenziale conoscere le connessioni empiriche tra i parametri fisici coinvolti, come ad esempio il rapporto tra la lunghezza della corda o della canna (del flauto) e l'intonazione, la dimensione delle pelli del tamburo e l'intonazione, il livello di tensione della corda e il tono musicale e la timbrica dello strumento. Strumenti musicali (come le campane) sono stati creati ed intonati dai loro artefici ancor prima che, ad esempio, la teoria *Chladni* fosse stata elaborata e documentata. Ancora oggi, sotto molti aspetti, creare e/o suonare uno strumento musicale è ancora dominato da conoscenze empiriche acquisite attraverso l'apprendimento diretto da un maestro e da una mole di esperienza che è lungo e difficile ottenere. Peraltro è richiesto notevole talento.

La prima immagine nota di un violino come strumento lo possiamo vedere in una chiesa di Ferrara e risale al 1504; pare che tale strumento abbia seguito gli ebrei sefarditi, alcuni dei quali erano fuggiti a Ferrara in Italia, dopo che i sovrani Isabella e Ferdinando li avevano espulsi dalla Spagna, probabilmente intorno al 1495.

Due dei primi liutai noti sono *Andrea Amati* (1505-157?) da Cremona, *Kaspar Tieffenbrucker* (1514-1570) di Lione in Francia, e *Gasparo da Salò* (1540-1600) da Brescia. L'arte della liuteria e del suono dei violini si crede abbia raggiunto la vetta con *Nicolò Amati* (1596-1684), suo allievo *Antonio Stradivari* (1644-1737) e *Giuseppe Guarneri "del Gesù"* (1687 -1744). Nessun liutaio dopo questi ha mai raggiunto il loro livello di reputazione.

I violini nel corso del 18° secolo (violini barocchi) avevano corde più corte in budello, una catena più corta all'interno dello strumento, il manico fissato con un chiodo e utilizzava un ponticello di forma diversa da quello odierno. Durante la metà del 19° secolo la musica e solisti ei responsabili sviluppato il violino moderno e l'arco; per quest'ultimo, in particolare, lo sviluppo determinante è avvenuto in Francia.

Il grande produttore francese *Jean-Baptiste Vuillaume* (1798-1875) avuto contatti con i fisici *Francis Chanot* (1788-1825) e *Felix Savart* (1791-1841). Savart ha utilizzato un metodo messo a punto dal primo ingegnere acustico, *Ernst Chladni* (1756-1827) per visualizzazione di modelli di vibrazione ed esaminò una dozzina di piani di violino costruiti da Stradivari e Guarneri del Gesù. Inoltre condusse una serie di studi sul ruolo acustico delle diverse parti di violino.

Dopo le prime ricerche sull'acustica del violino – iniziate appunto con *Savart* e il liutaio francese *Vuillaume* – sono poi da ricordare *H. Helmholz* (1821-1894), il vincitore del premio Nobel *C.V. Raman* (1888-1970), *F. Saunders* (1875-1963), *H. Backhaus* (1885-1958), *H. Meinel* (1904-19?), *L. Cremer* (1905-1990) e *C.M. Hutchins*: tutti questi hanno dato importanti contributi alla generale comprensione del violino. Ultimamente *G. Weinreich, H. Dünnwald, EV Jansson, J. Woodhouse, G. Bissinger, M. Schleske, Stephanek J., J. e K. Guettler Loen* hanno dato importanti contributi.

In particolare, *Herman von Helmholtz* (1821-1894) e Lord *Rayleigh* (1842-1919) hanno entrambi dato dei contributi significativi alla conoscenza di strumenti musicali e una quantità enorme di risultati teorici e pratici di acustica in generale. Poi, durante la sua carriera, il premio Nobel *C.V. Raman* (1888-1970) ha scritto alcuni articoli sulle vibrazioni trasversali del violino e sulla natura armonica dei tamburi; era probabilmente il primo a spiegare il fenomeno del "wolf-tone" (nota lupo).

Segue in Germania il fisico *Hermann Backhaus* (1885-1958) che ha studiato i modelli di vibrazione di violini insieme al suo allievo *Hermann Meinel* (1904-1919) che è riuscito a mappare modi di vibrazione e la frequenza acustica di risposta di un numero di ottimi violini. Il suo lavoro è tra i più importanti nella storia del violino acustica. Il suo lavoro pionieristico è stato effettuato sulla risposta di frequenza degli spessori del piano armonico, vernici, l'anima e in altre parti del violino.



Nel 1970 la Dr.ssa M. Carleen Hutchins utilizzò la interferometria (una tecnica di misurazione laser di precisione utilizzata in ingegneria) e l'olografia (tecnica che produce immagini tridimensionali) per indagare i modi vibrazionali della piastra armoniche di un violino. Il metodo consisteva nell'utilizzare un generatore audio per produrre un'onda sinusoidale controllata manualmente da 20 Hz a 1000 Hz, questo è collegato a diffusori amplificati. Il piano armonico (o il fondo) veniva sostenuto su quattro pezzi di schiuma a 2 cm di distanza dal diffusore. Il generatore di onde generava un'onda sinusoidale ad una frequenza prescelta che faceva vibrare il piano armonico e poi venivano gettate piccole particelle di sabbia fine che iniziavano a saltare e raggrupparsi nei punti stazionari (nodi).



Strumenti sperimentali realizzati da Carleen Hutchins con Edgar A.G. Shaw e Arthur H. Benade. Nella foto a sinistra del gruppo di strumenti notare il primo violino a destra, poi ingrandito a lato, con sessantacinque fori nelle fasce, chiusi od aperti da tappi. Questo violino Hutchins è stato soprannominato "Le Gruyère" o "formaggio svizzero" all'11 ° Congresso Internazionale sulla Acustica (Parigi, 1983) dove la Hutchins presentò i risultati di questa sua ricerca facendo suonare tale strumento da un concertista e, nel corso della esecuzione, provvedendo a rimuovere e/o a spostare i tappi per mostrare come il suono cambiasse decisamente, modificando le risonanze interne della cavità del violino

Negli USA *Frederick Saunders* (1875-1963) ha iniziato un ampio lavoro sul violino e viola negli anni 30 dopo essere andato in pensione dal suo lavoro presso i laboratori Bell. Un lavoro approfondito è stato infatti svolto nel 1963 da *Saunders, Schelleng* e *Hutchins* che fondarono la CAS (Catgut Acoustical Society) che è stato dedicato alla scienza e l'arte di costruire strumenti musicali. Per circa 40 anni i membri del CAS sono stati contributori principali della comprensione acustica del violino pubblicando i loro studi sul CAS Journal.

Gabi Weinreich ha sviluppato ulteriormente questo concetto nel suo lavoro con le misure e teorie di tutto il radiativity da violini. La CAS è ormai entrata nel *Violin Society of America* e la *Papers VSA* (Violin Society of America) pubblica i suoi studi due volte l'anno.

Oggigiorno ci sono diversi gruppi di lavoro con il violino di oggi. Al KTH in Svezia un gruppo di ricerca guidato da *Erik Jansson*, e *Anders Askenfeldt* lavora al violino e l'archetto da almeno 35 anni. *Heinrich Dünnwald* ha poi fatto un ampio studio statistico per le risposte in frequenza di una grande quantità (oltre 700) di violini, da quelli moderni di fabbrica ad antichi violini italiani di grande valore. I parametri da lui stabiliti erano in grado di distinguere tra la maggior parte dei violini moderni e i vecchi italiani in base ai dati dalle risposte in frequenza.

Attualmente un gruppo nel *New South Wales University* di Sidney in Australia che studia il violino, la chitarra, flauti e ottoni. Un altro gruppo guidato da *Bernhard Richardson* dell'*Università di Cardiff* in Inghilterra sta lavorando con la chitarra.

Un lavoro di mappatura svolto da *Jeff Loen* ha gettato nuova luce nei modelli di spessore della antica scuola della liuteria italiana per quanto riguarda i violini; inoltre *Jim Woodhouse* a Cambridge in Inghilterra e *George Bissinger* alla *East Carolina University* degli Stati Uniti sono probabilmente i collaboratori accademici più importanti per la comprensione del violino di oggi.

Per una sintesi delle ricerche violino si possono consigliare i libri a cura di *C.M. Hutchins* che coprono le principali attività dagli inizi del 1900 fino al 1993. Il libro di *Lothar Cremers* sulla Fisica del violino è anche una buona lettura, così come il libro di *Fletcher* e *Rossings* sulla Fisica degli Strumenti Musicali.

Nel 2002 *Erik Jansson* ha pubblicato una versione gratuita dei suoi studi sul violino e la chitarra: un'opera di riferimento per chi è interessato agli strumenti musicali a corda. Tra i liutai *Martin Schleskes* (Amburgo, Germania) è forse quello che ha il più elevato utilizzo di strumentazione scientifica per la sua produzione di violini moderni in grado di riprodurre l'acustica degli strumenti antichi.

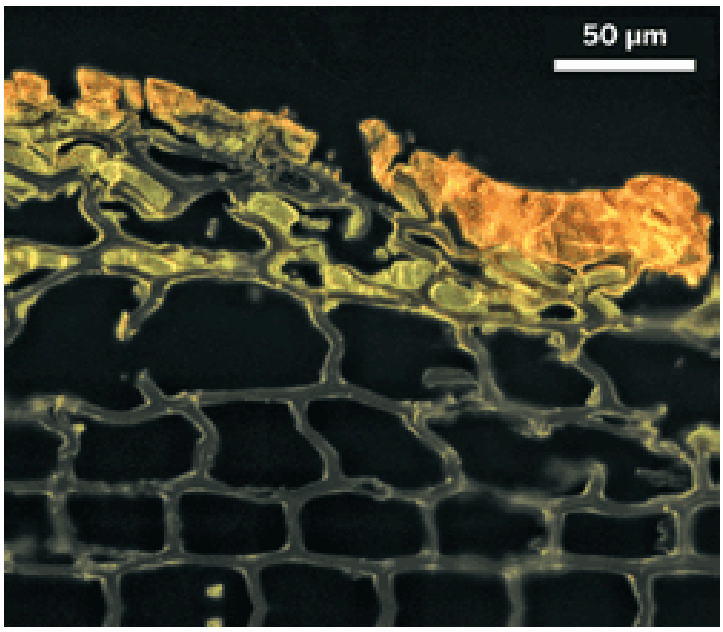
C'è anche un gruppo di liutai nella VSA che utilizzano la strumentazione acustica e condividono i loro risultati sperimentali in occasione degli incontri annuali tenuti dal VSA: ad esempio *Joseph Curtin, Gregg Alf* e *Samuel Zygmuntowicz*.

E 'abbastanza comune oggi in molti laboratori di liuteria l'utilizzo dei metodi della ricerca acustica. È tuttavia una sfida rendere il test abbastanza veloce ed economicamente vantaggioso da potersi utilizzare diffusamente.

Circa 150 anni di ricerca violino acustica ha portato ad utilizzare alcuni dei metodi acustici nei laboratori di liuteria in tutto il mondo. Eppure molti musicisti, liutai e rivenditori sono ancora del parere che i migliori violini siano stati realizzati circa 350 anni fa. Forse il divario tra le competenze dei liutai antichi e contemporanei sta per essere ridotto, ma c'è ancora una molta strada da fare.

I migliori violini antichi circolano al di fuori del mondo accademico, mentre le migliori attrezzature e competenze scientifiche sono all'interno del mondo accademico. Sarebbe molto importante e vantaggioso per tutti riuscire a lavorare insieme con lo scopo di capire come costruire violini acusticamente buoni e disponibili ad un prezzo ragionevole per musicisti sia giovani che maturi.

STRADIVARI e la CHIMICA



L'olio di lino cotto steso sullo strato superiore delle cellule del legno degli strumenti di Stradivari, al microscopio.

Un articolo, intitolato: “I chimici hanno risolto il mistero del suono di Stradivari?” apparso sul *Telegraph* il 1/12/06 ad opera di Roger Highfield, affermava: “E’ ormai emersa la spiegazione sul perché il legno usato per fare questi notevoli violini ha potuto produrre un suono così dolce e gradevole, dice Roger Highfield. Hanno studiato a fondo questi strumenti leggendari, li hanno osservati al microscopio e fatto infiniti tentativi per ricreare il loro sound unico. Oggi, gli scienziati segnalare un altro passo verso svelare i segreti dei grandi liutai Stradivari e Guaneri. L'acero usato dai celebri artigiani del Settecento avrebbe potuto essere chimicamente trattati al fine di preservare e proteggere il legno, anche valorizzare il calore e la potenza degli strumenti leggendari, secondo uno studio pubblicato sulla rivista Nature dal prof. Joseph Nagyvary della Texas A & M University, College Station.

Nagyvary, nato in Ungheria che ha imparato a suonare il violino usando uno strumento che una volta apparteneva a Albert Einstein, si è chiesto per decenni come Stradivari, con la sua istruzione empirica e nessuna formazione scientifica, abbia potuto produrre strumenti musicali con un suono così ineguagliabile.



Texas University A & M, il ricercatore Joseph Nagyvary prova un violino nuovo prodotto con il metodo Cremonese di conservazione del legno. La qualità del suono di questi violini è testata utilizzando l'analisi rapida di Fourier.

Nagyvary, insieme a Joseph Di Verdi della Colorado State University e Noel Owen della Brigham Young University, ha usato le tecniche di spettroscopia infrarossa e di risonanza magnetica nucleare per analizzare trucioli che sono stati prelevati dall'interno di cinque antichi strumenti per appurare se il legno avesse subito o meno trattamenti chimici particolari. "Può il trattamento chimico del legno, anche solo con l'intenzione di uccidere tarli e funghi, determinare le qualità sonore di uno strumento?" si chiedeva il Prof. Nagyvary.

I cinque strumenti comprendevano un violino e violoncello costruito da Stradivari nel 1717, un violino costruito da Guarneri del Gesù nel 1741, un violino costruito da Gand & Bernardel a Parigi nel 1840 e una viola da Henry Jay di Londra nel 1769. Son state trovate tracce di trattamenti chimici negli strumenti fatti a Cremona ma non in quelli fatti a Parigi e a Londra. Quindi il legno è stato trattato prima di essere verniciato. I ricercatori ritengono che queste differenze dipendono dalla pratica locale di provvedere alla conservazione del legno a mezzo di minerali ossidanti, che hanno però inciso sulle proprietà meccaniche e acustiche complessive dello strumento.

Comprendere la struttura chimica di questo processo potrebbe portare a miglioramenti nella produzione dei violini moderni, in modo da ottenere lo stesso suono di un violino da un milione di dollari senza spendere quella cifra, secondo il Prof. Nagyvary.

Nagyvary, 72 anni, nativo ungherese, ora professore emerito, rimase affascinato dal violino mezzo secolo fa, quando a 22 anni, mentre faceva il suo dottorato in Svizzera, prese qualche lezione di violino su uno strumento che fu di proprietà di uno dei suoi eroi, Albert Einstein. Nagyvary, dopo aver insegnato a Cambridge, ha preso il suo posto a College Station, Texas. Ma dato che "la vita era molto noiosa lì", disse, "così coltivai l’hobby del suonare il violino". Il prof. Nagyvary ha dedicato decenni per scoprire come mai gli strumenti costruiti da un ragazzo semi-analfabeta (sono sue parole) di Cremona del 17° secolo sono così incredibilmente migliori di qualsiasi altro strumento realizzato da allora sino ad oggi.

Ha quindi sottoposto gli strumenti di Antonio Stradivari a prove infinite, analizzato i modelli vibrazionali dei piani armonici e dei fondi, che generano la maggior parte del suono, ha motivato diversi liutai a realizzare nuovi piani armonici che riproducessero fedelmente i modelli da lui elaborati, si è concentrato sulla chimica di vernici, colle, conservanti del legno, e ora il Prof. Nagyvary sostiene di avere scoperto la chiave per svelare il mistero di come Stradivari e Guarneri siano stati in grado di produrre i loro notevoli strumenti, e perché i loro colleghi moderni non possono dare ai propri strumenti il loro trascendentale e bellissimo suono.

Stradivari lavorava il legno che giungeva a Cremona galleggiando prima nel mare e quindi lungo il fiume, restando dunque immersi per lunghi periodi di tempo. Almeno questo è ciò che il professore ritiene, sulla base della ricerca storica e dell'analisi degli strumenti.

Anche la vernice è importante: finora, il prof. Nagyvary ei suoi collaboratori hanno identificato più di 20 minerali nelle vernici e sul legno di vari strumenti costruiti a Cremona e Venezia. "La complessità della chimica coinvolta e l'estrema raffinatezza della polvere minerale che si trova nella vernice suggeriscono che siano state coinvolte le competenze del farmacista locale", ha detto. "Sarà sacrilego dirlo, ma non credo che Stradivari abbia mai avuto una propria formula segreta, dato che, i prodotti chimici e i metodi provenivano tutti dai negozi locali".

Tre anni fa, un violino di Stradivari di 300 anni, valutato 5 milioni di dollari, è stato messo in competizione ad un violino realizzato in sei settimane da Nagyvary e sono stati assegnati punteggi separati per la qualità del tono (bellezza) e la proiezione (potenza) su una scala di 10 punti da un pubblico composto da 600 persone, fra cui 160 musicisti esperti.

I risultati hanno indicato che il violino nuovo di Nagyvary si è classifico leggermente migliore rispetto all'antico Stradivari.

Ovviamente, però, gli antiquari si oppongono alle sue teorie, ha detto il prof. Nagyvary, perché vogliono romanticamente preservare la fama mistica (ed i prezzi esagerati) dei violini antichi. Molti musicisti e liutai inoltre detestano l'idea che il segreto del suono possa essere solo una questione di chimica."

Un altro articolo, intitolato "L'enigma Stradivarius: una questione di chimica?" di Mara Bujor – apparso il 27/1/09 sul sito *www.zmescience.com* – affermava le stesse cose, citando sempre Joseph Nagyvary. Un ulteriore articolo è apparso il giorno dopo, il 28/1/09, ad opera di Matt Ford – apparso sul sito della Ars Technica (*www.arstechnica.com*) dal titolo: "Sostanze chimiche, non il clima ha portato alla superiore violini Stradivari" – ripeteva le stesse cose.

Infine Il 12/1/12 il presidente della *Chemical Heritage Foundation*, Tom Tritton, ha pubblicato sul suo sito istituzionale (*www.chemheritage.org*) un interessante articolo dal titolo: "Il Segreto di Stradivari: Fisica o Chimica?".

In esso si affermava "Gli appassionati di musica giurano che gli strumenti di Antonio Stradivari e Giuseppe Guarneri siano la definizione stessa del superlativo: suono ricco, lussuoso, perfetto. Ci si è chiesti quali possano essere gli ambiti scientifici che possano offrire le spiegazioni sul motivo per cui gli strumenti fatti da questi artigiani siano così ineguagliabili. Potrebbe essere la Fisica: la forma e la struttura dello strumento? O potrebbe essere la Chimica: la vernice o altri prodotti che si applicano allo strumento? Può essere nessuno dei due. Una collaborazione tra i ricercatori dell'Università di Parigi, l'Università del Michigan e la società D'Addario (produttori di corde per strumenti ad arco) hanno invitato blandito 21 violinisti esperti di confrontare il suoni di alcuni violini di antichi maestri liutai con quello di alcuni strumenti moderni. Il test – eseguito in condizioni acustiche altamente controllate – prevedeva che né i ricercatori né i musicisti sapessero quale violino stesse suonando. Per usare le parole degli autori, "i risultati rappresentano una sfida notevole per la saggezza convenzionale". Questo è un eufemismo degno della tradizione di prestigiose riviste scientifiche.

La maggior parte dei musicisti non è stata in grado di distinguere se stesse suonando un violino nuovo o vecchio. In media, i violini più preferiti sono stati quelli nuovi e il pregiato Stradivari è stato classificato in ultima posizione. Forse in condizioni diverse, con diversi musicisti in possesso di diverse sensibilità estetiche, il risultato sarebbe stato diverso. Ma qualunque sia il modo in cui vogliamo leggere il risultato di tale studio, la combinazione di bellezza e rarità continua a rendere i violini antichi italiani molto apprezzati sia dai musicisti che dagli ascoltatori. Anche se in realtà non suonano meglio.

Questi recenti articoli attestano l'attenzione che nei tempi recenti si è data all'unicità dell'arte di Stradivari ed alla capacità insuperata (?!?) dei liutai settecenteschi italiani di produrre strumenti ad arco di qualità eccelsa. Tale prerogativa ha indotto generazioni di studiosi alla ricerca dei "segreti" che consentissero una tale meraviglia, e fra le tante branche della Scienza che sono state interessate a tali ricerche, dopo la Fisica, è ora apparsa la Chimica.

UNA RECENTE RICERCA:
I FUNGHI SONO IL SEGRETO DEL SUONO DI STRADIVARI?

Science Daily (8 Settembre 2012) - *The Telegraph* (10 Settembre 2012)

Un buon violino dipende non solo dall'esperienza del liutaio, ma anche dalla qualità del legno utilizzato. Il Professor *Francesco Schwarze*, ricercatore svizzero specializzato in studi sul legno (Empa, *Laboratorio federale di Scienza dei Materiali e Tecnologia, San Gallo, Svizzera*), è riuscito a modificare il legno per un violino con un trattamento a base di funghi speciali. Questo trattamento altera le proprietà acustiche dello strumento, rendendo il suono indistinguibile da quello di uno Stradivari. Nel suo discorso conclusivo al 1° ECRC "*Franz-Volhard*" Simposium del *Centro Max Delbrück* per la medicina molecolare (MDC) e *Charité - Universitätsmedizin* il 7 settembre 2012 a Berlino-Buch, Schwarze ha riferito sulla sua ricerca e ha presentato in anteprima di ciò che il suo metodo di trattamento del legno potrebbe significare, in particolare per i giovani violinisti.

Bassa densità (*N.d.A. E' il contrario di quanto affermato da un liutaio dell'Arkansas - vedi a pag.18 "STRADIVARI e la PICCOLA GLACIAZIONE"*), alta velocità del suono e un elevato modulo di elasticità - queste qualità del legno sono essenziali per il tono ideale del violino. Fra la fine del 17° secolo e l'inizio del 18° il famoso liutaio Antonio Stradivari utilizzò un legno speciale che era cresciuto nel periodo freddo tra il 1645 e il 1715. In quei lunghi inverni freddi e le conseguenti estati fresche il legno crebbe lentamente e in modo uniforme, creando bassa densità ed un elevato modulo di elasticità. Fino ad ora, liutai moderni poteva solo sognare di legno con tali qualità tonali.

Gli sviluppi del Prof. Schwarze hanno messo in luce come due specie di funghi (*Physisporinus vitreus* e *Xylaria longipes*), che in Norvegia si formano sulla decomposizione dell'abete e del sicomoro o acero montano – i due tipi principali di legno utilizzati in liuteria – migliorano a tal punto la qualità tonale del legno che li ospita da essere determinanti in ambito acustico. Il ricercatore ha spiegato: "Normalmente i funghi riducono la densità del legno ma allo stesso tempo purtroppo riducono la velocità con cui le onde sonore viaggiano attraverso il legno. La caratteristica unica di questi funghi è che anche se a poco a poco degradano le pareti cellulari inducendo così un assottigliamento delle pareti, nelle ultime fasi della decomposizione del legno, la struttura rigida rimanente fa da impalcatura attraverso la quale le onde sonore possono ancora viaggiare speditamente. Anche l'elasticità - un criterio importante per la liuteria - non viene compromessa: il legno rimane resistente alle sollecitazioni come prima del trattamento fungino. Dopo il trattamento fungino (che dura 9 mesi), ma prima che venga ulteriormente lavorato per un violino, il legno viene trattato con ossido di etilene per eliminare i funghi.



Physisporinus vitreus



Xylaria longipes

Il *mycowood* (legno trattato con funghi di decadimento in legno) così realizzato dal professor Schwarze, è stato realmente utilizzato per costruire dei violini dai liutai *Martin Schleske* e *Michael Rhonheimer* e nel 2009 sono stati sottoposti ad una prova di comparazione alla cieca: con questi violini e con un autentico Stradivari del 1711 sono stati suonati i medesimi brani dallo stesso esecutore dietro una tenda. L'esecutore è stato il violinista Matteo Trusler. Il risultato è stato sorprendente per tutti i partecipanti: Sia la giuria di esperti che la maggior parte del pubblico pensava che il violino mycowood Schwarze che aveva trattato con i funghi per nove mesi fosse il vero Stradivari. "Naturalmente – ha detto il professor Schwarze – un tale test è sempre soggettivo. Non esiste un metodo scientifico per misurare la qualità tonale".

Attualmente il Prof. Schwarze lavora ad un progetto interdisciplinare per sviluppare un trattamento per il legno di violino che possa garantire una qualità controllata con risultati affidabili e riproducibili di successo. Inoltre è previsto che sino al 2014 - nell'ambito del progetto finanziato dalla Fondazione svizzera Walter Fischli – verranno realizzati 30 violini con legno trattato *mycowood*. Schwarze ha spiegato quali sono le opportunità cui questo progetto può portare: "L'efficace attuazione di metodi biotecnologici per il trattamento del legno della tavola armonica potrebbe in futuro dare ai giovani musicisti la possibilità di suonare su un violino con la stessa qualità del suono di un costoso Stradivarius, il cui prezzo è inarrivabile per la maggior parte dei musicisti insostenibile".

LE CORDE DEL VIOLINO

Le corde vengono realizzate sostanzialmente con tre materiali diversi: budello, sintetico (nylon-type) in fibra, e acciaio. Ognuno ha vantaggi e svantaggi.

Per secoli le corde sono state fatte di budello (intestini di pecora). Successivamente, l'intestino è stato ricoperto da un sottile avvolgimento in metallo, ad es. argento, che ha aumentato la densità e diminuito la frequenza delle rotture. Il budello notoriamente ha un tono caldo, ricco e apprezzato dagli esecutori.

Le corde in acciaio danno un suono potente ed un timbro diretto e trasparente. Relativamente poco costoso, dotato di una risposta acustica rapido e di un breve periodo di rodaggio, queste corde sono di lunga durata. I solisti spesso preferiscono questa opzione per la prima corda.

Le corde in fibre sintetiche sono il risultato di molti esperimenti condotti dalle aziende con diversi materiali, cercando di replicare il tono caldo del budello ma fornendo contemporaneamente all'esecutore gli evidenti vantaggi di una stabilità nell'accordatura tipica dell'acciaio. Prodotte con svariati avvolgimenti in metallo, le corde sintetiche sono affidabili, di lunga durata e offrono una soluzione robusta e nel contempo un tono ricco e complesso. Poiché la corda è più rigida, la risposta è superiore in velocità al budello.

PRO E CONTRO DEI DIVERSI MATERIALI

Il tipo di materiale usato per fabbricare le corde influenza il suono della corda così come il suo diametro. Nella progettazione risulta evidente che, a parità di tensione, l'argento e il tungsteno danno corde più sottili, mentre l'alluminio e il nylon danno quelle più spesse.

Le corde ricoperte d'argento hanno un colore tono caldo e potente, il che è preferibile per le corde più basse della muta completa.

Il tungsteno viene usato come anima in forma di filo rotondo per le corde basse. Il tungsteno permette di produrre una corda bassa più sottile, cosa che facilita notevolmente la diteggiatura e la risposta acustica della corda alla sollecitazione dell'arco.

L’avvolgimento in alluminio invece conferisce luminosità al suono della corda, in modo da raggiungere un buon compromesso tra il suono giusto e il giusto diametro; questo materiale pertanto viene utilizzato prevalentemente per le corde superiori di un set.

Maggior parte dei violinisti cambia le proprie corde ogni sei mesi circa. Anche se la corda può ancora apparire in buona forma, dopo alcuni mesi di utilizzo le corde perdono gradualmente la loro brillantezza e reattività, oltre a perdere la precisione nell’accordatura e, quindi, a falsarne le distanze reciproche fra le note diteggiate. Pertanto investire in nuove corde ogni sei-otto mesi significa che il vostro strumento costantemente produrre il suo miglior suono.

COME ALLUNGARE LA VITA DELLA CORDA

- Non accordare oltre la giusta intonazione
- Pulire le corde pulite dopo l'uso
- Pece e sudore determinano il deterioramento precoce dell'avvolgimento
- Se con un panno non è possibile rimuovere l’eccesso di pece, inumidire un batuffolo di cotone con alcol e pulire la corda avendo cura di farlo a strumento capovolto (non lasciare che il liquido tocchi la vernice!)
- Applicare grafite (matita) per le tacche del capotasto e del ponticello: questo funge da lubrificante e le corde scivoleranno facilmente contribuendo ad eliminare i danni all'avvolgimento
- Abbassare leggermente l'intonazione delle corde sintetiche quando si viaggia in aereo perché la scarsa umidità fa sì che il materiale si contragga: ciò si traduce in un aumento dell’accordatura e la corda potrebbe rompersi

DURATA NEL TEMPO DELLA CORDA

Può essere aumentata se prima di montarla, si fa scorrere per tutta la lunghezza fra il pollice e l'indice (piegando leggermente la corda) più volte. Inoltre ogni volta che si intende “tirare su” la corda, converrà prima “tirarla giù”: ciò consentirà di aumentarne l’elasticità e la morbidezza.

Le corde vanno cambiate se:

- La ricopertura si sgrana (ciò si potrebbe sentire sotto le dita)
- Il suono della corda si spegne subito, o appare sabbioso.
- Il “suono del Lupo” (wolf-tone) aumenta.
- Le quinte non sono più esatte.

CORROSIONE

I fattori ambientali e di utilizzo possono portare a cambiamenti nella qualità e il colore della superficie della corda, ad esempio:

- Argento e rame argentato tendono a reagire chimicamente con tracce di zolfo in aria, risulta in una colorazione marrone della stringa.
- Portare l’alluminio dell’avvolgimento a contatto con altri metalli in condizioni umide (semplice umidità o sudore) causerà una corda avvolta in alluminio a corrodersi.
- L'alta umidità o la condensa possono oscurare vari metalli. Questo accade normalmente quando lo strumento non è conservato nelle condizioni appropriate ed è soggetto a variazioni di temperatura, elevata umidità, climi marittimi o inquinamento atmosferico. Purtroppo non è possibile produrre le corde immuni da queste influenze senza sacrificarne il timbro o la qualità del suono.

CARATTERISTICHE DELLE CORDE

L’ing. Fan-Chia Tao, esperto acustico della fabbrica di corde *D'Addario*, osserva che le corde vengono da loro realizzate in due modi, "o come singolo filo, o con un filo interno attorno al quale sono intrecciati avvolgimenti in vari tipi di leghe in modo tale che preservino la flessibilità riducendo al minimo lo spessore malgrado l'aggiunta di massa". Di solito i fili interni (per le corde rivestite) sono in un tipo di nylon

pettinato e combinato chiamato *Perlon*, ma si può usare anche un filamento di filo di acciaio inossidabile o filo di bronzo. L'avvolgimento esterno del filo interno si applica con una macchina speciale che lo riveste con fili in lega metallica. Questi filamenti metallici possono essere praticamente qualsiasi lega di acciaio, rame, tungsteno, argento e persino oro. Grazie alla combinazione di filamenti di diverse leghe è possibile creare corde con suoni diversi. Infine si applicano alle estremità di ogni corda dei corti avvolgimenti di fili di cotone colorati diversamente per facilitare al musicista la rapida identificazione della singola corda. Di solito all'estremità inferiore della corda si applica anche una piccola sfera di metallo per facilitarne il bloccaggio alla cordiera, tranne per alcune corde *Mi* del violino che potrebbero invece avere un occhiello.

IN METALLO O CON ANIMA IN METALLO

Le corde in metallo hanno un suono semplice, luminoso e ben mirato. Il loro vantaggio è la risposta molto veloce, stabile e gran volume. Il rovescio della medaglia è una qualità del suono sottile e spigoloso con poche sfumature e senza ricchezza nella complessità.

Thomastik Spirocore. Le corde Spirocore sono con anima in acciaio e avvolgimento a spirale. Una corda dal suono brillante con qualche bordo. Il suono è pieno e omogeneo, equilibrato e voluminosi. Sono particolarmente popolari per i violoncellisti che hanno bisogno di una grande quantità di brillantezza. Il G violoncello e tungsteno C sono corde ad alta tensione con un grande suono. Il G argento e C hanno poco meno suono. Spirocore è anche molto favorita dalla bassisti jazz per la sua idoneità per il tono pickup amplificato. Thomastik-Infeld ha affrontato noti problemi acustici del violoncello (ad esempio come il wolf-tone (il suono del lupo) e le difficoltà della sonorità quando si utilizza la sordina) con Spirocore C e G in tungsteno sia nuda che avvolta d'argento. La tecnologia Spirocore rende facile la diteggiatura, la corda reattiva all'aumento della pressione dell'arco, l'accordatura stabile e una durata nel tempo della corda molto lunga.
Thomastik Superflessibile: corde con anima in acciaio intrecciato. Questa corda è un passo avanti rispetto alle tradizionali corde solide, situata a metà strada nel percorso di evoluzione dal nucleo solido a quello di tipo avanzato nucleo spirale. Suono scuro e tono caldo, può sembrare un po' noioso su alcuni strumenti.
Thomastik Precision: corde in acciaio di precisione con un nucleo solido. Corde in acciaio robuste, solide ed economiche. Con il loro nucleo solido, queste corde in acciaio sono in stridente tono e sentire, prestando la brillantezza del suono e migliorare la fiducia del giocatore sullo strumento. Stringhe di precisione sono ideali per studenti, lettori di ensemble e musicisti popolari. Questo modello standard è rimasto popolare fino ad oggi, non solo per la sua fascia di prezzo, ma la sua vita long playing.
Pirastro - Chromcor. Una corda economica dal suono luminoso, ottima per studenti, adatta a strumenti di piccole dimensioni. Corda di acciaio, suono brillante, grande volume tonale, risposta diretta, si accorda immediatamente. Disponibile per strumenti di piccole dimensioni: 3/4 - 1/2, 1/4 - 1/8, 1/16 - 1/32.
Pirastro - Chromcor Plus. Disponibile per violoncello in A e D e viola A. Queste corde hanno un suono più sofisticato del Chromcor regolare.
Pirastro - Permanent. Una corda di alta qualità per viola e violoncello con un suono chiaro e potente. Suono caldo, particolarmente buono se abbinato con corde di budello. La A è particolarmente adatta per abbinarsi con corde di budello.
Pirastro - Piranito. Corda in acciaio, suono brillante, facile da suonare. Disponibile per strumenti di piccole dimensioni: 3/4 - 1/2, 1/4 - 1/8, 1/16 - 1/32.
Pirastro - Flexocor. Corde di alta qualità per viola, violoncello e contrabbasso con un suono caldo. La corda si abbina bene con corde di budello. Sono apprezzate dai musicisti classici.
D'Addario - Helicore. Corde multi strato contorte in acciaio: sono superbe per i musicisti di livello avanzato e professionale. Il piccolo diametro permette la rapida risposta dell'arco. Hanno un suono caldo e trasparente, stabilità eccellente e longevità. Questa corda ha un suono caldo, inusuale per una corda che possiede l'anima in acciaio. Violisti e violoncellisti la scelgono in particolare per la G e C. Violinisti che suonano strumenti elettrici hanno preso a queste corde.
D'Addario - Prelude. Corde con anima in acciaio eccellente per gli studenti e i suonatori dilettanti. Una corda durevole non influenzata da variazioni di temperatura e umidità. Suono luminoso ma senza essere stridulo. Adatto a studenti principianti.

Jargar. Queste corde sono state popolari per molti decenni, in particolare per i violoncellisti. Le corde G e C sono disponibili anche con avvolgimenti in argento brillante per un suono più brillante. Jargars hanno un suono caldo rispetto alla maggior parte delle altre corde completamente in metallo.
Larsen. Queste corde sono state introdotte solo pochi anni fa e sono diventati popolari per i violoncellisti per il loro suono puro e chiaro. I *Larsen Solo Edition* hanno un suono più brillante. Disponibile per come A e D e G in acciaio e *Tungsten* C per violoncello e Set completo sia per violino che per viola. Le nuove corde New Cello per la C e la G hanno emulato le qualità musicali della classica corda di budello, offrendo molte delle qualità che solisti, orchestrali e musicisti da camera richiedono: grande forza e volume. Profonda, bella sonorità con una chiarezza distinto. Un attacco chiaro e una risposta immediata.
Supersensitive - Red Label. Queste corde sono tutte in acciaio; tendono ad essere le preferite dagli studenti violinisti: praticamente indistruttibili, molto economiche.

CORDE CON ANIMA SINTETICA

Solitamente realizzate con un tipo di nylon chiamato *Perlon*, hanno un suono ricco, qualità totale ed una risposta facile e rapida. Anche se non è così complesso e sottile come le corde in budello vere e proprie, ne condivide molte delle qualità timbriche. Inoltre, mantengono più facilmente la loro accordatura e hanno bisogno di solo un giorno o due per stabilizzarsi dopo il montaggio.
Thomastik - Dominante. La corda originale un'anima sintetica realizzata con Perlon. Luminose e reattive, sono di gran lunga le più popolari. Quando sono state appena montate mostrano un suono leggermente metallico che svanisce dopo pochi giorni di gioco. Sono paragonabili nel suono al budello, senza soffrirne gli svantaggi. Il suono della corda Dominant è pieno e morbido ma ricco di sfumature, ma la bellezza del suo suono non è di così lunga durata come quella di una corda di acciaio. Le corde Dominant devono essere cambiate ad intervalli appropriati per garantire la continuità della qualità del timbro.
Thomastik - Infeld rosso e blu. La Red Infeld è più scura nel suono ed ha il tono caldo. La Blue Infeld è più brillante e chiara nel suono. Progettate in modo da poter consentire all'esecutore di equilibrare il suono del proprio violino. La tensione è la stessa per entrambi i set. Adatte per solisti e cameristi, offrono una buona purezza delle quinte aperte e un'ottima risposta in tutte le posizioni.
Thomastik - Vision e Vision Titanium. Avvolte su un nucleo avanzato di sintesi, queste corde creano un suono ricco e brillante e sono facili da suonare. Hanno bisogno di solo 2-4 ore per stabilizzarsi dopo il montaggio e offrini un'elevata stabilità di accordatura. Sono progettate per i musicisti professionisti in ambito sia orchestrale e che cameristico. Vision Titanio ha un tono puro concentrato, ed è la scelta per i solisti. Le palline terminali per il bloccaggio sono in titanal. La superficie della corda è molto lucida. Le caratteristiche sono il volume, la stabilità, rapido montaggio, veloce risposta, riduzione del wolf-tone. Nota: La pallina sulla corda Mi è rimovibile e si può convertirla in un cappio.
D'Addario - Pro-Arte. Corde principali in nylon, che sono corde eccezionali per studenti seri e musicisti dilettanti. I Pro-Arte corde hanno un suono caldo, sono meno sensibili alle variazioni di umidità e temperatura, e si stabilizzano rapidamente.
D'Addario - Zyex. Lo Zyex è una nuova generazione di materiale sintetico. Creato per essere stabile per drastiche condizioni climatiche e si stabilizza molto velocemente, nel giro di poche ore. Zyex ha un suono brillante ma senza una grande complessità timbrica. Molto stabili nell'accordatura.
Pirastro - Evah Pirazzi. Il vantaggio di questo nuovo materiale che prevede un'anima in nylon ed un rivestimento al carbonio e acciaio, è che offre una gamma più ampia di suoni. Suono potente, ideale per solisti, suonabilità eccezionale, buona risposta a qualsiasi livello dinamico. Essi risuonano splendidamente in modo argenteo, dolce, nobile e completo. Il suono è complesso, ricco di sfumature basate su un nucleo sonoro brillante. Ampia gamma dinamica. Possono essere usate in qualsiasi ambiente, non importa il grado di umidità o di variazioni di temperatura. Hanno però bisogno di più tempo per stabilizzarsi rispetto ad altre corde sintetiche, circa quattro o cinque giorni.
Pirastro - Violino. Violino è una corda dal suono caldo a bassa tensione. Il suono può essere descritto come liscia, molto caldo con un sacco di colore a loro per permettere le sfumature della musica da interpretare bene. I colpi d'arco si possono eseguire facilmente. Le corde sono ben bilanciate e molto stabili. Sono molto facili da suonare, con tocco leggero e gentile e una risposta veloce. Violino ha un suono caldo e pieno che sembra funzionare bene con gli strumenti nuovi.

Pirastro Obligato. Le corde Obligato, di tutte le corde con anima sintetica sembrano quelle che si avvicinano di più alle corde con anima in budello. Tuttavia sono più sensibili e più brillanti. Il Mi Obligato oro è molto bella, meno aggressiva rispetto alla corda Mi della *Oliv Eudoxa oro* (anche se, come tutte le corde Mi oro, tendono a fischiare). Buone per gli strumenti con suono aspro.
Pirastro - Tonica. Queste corde hanno molte qualità eccellenti. Brillanti come le Dominant, le corde Tonica hanno un suono più pieno con più sfumature e meno nervosismo. Lo stabilizzarsi è molto breve e si dice abbia una lunga vita.
Pirastro - Aricore. Questa è stato la prima corda sintetica della Pirastro. Il suono è caldo e pastoso come l'Eudoxa.
Pirastro - Synoxa. Molto simile alle corde Dominanti nella brillantezza del suono.
Pirastro - Solo Wondertone. Queste corde dovrebbero essere il meglio dei due mondi tra *Evah Pirazzi* e *Obligato*: il colore e la potenza di *Evah* con la ricchezza e l'oscurità di *Obligato*, allo stesso tempo somiglia a *Vision*; ha bisogno di poco tempo per raggiungere la stabilità. Serve meno energia rispetto *Evah* anche se il suono sembra un po' duro all'inizio. Dopo averci suonato un po' il suono diventa abbastanza rotondo. Il Sol può risultare nervoso, e capita che la corda Mi compresa nel set fischi sulla maggior parte degli strumenti. Un Mi della *Hill* funziona meglio. E' una corda ottima per i nuovi strumenti che hanno bisogno di un suono più profondo. Ottima la durata.
Corelli - Crystal. Queste stringhe sono eccellenti per strumenti con un suono aspro. Hanno un suono caldo e pieno che può ridurre la durezza di molti strumenti troppo luminosi.
Corelli - Alliance. Queste corde hanno un'anima in kevlar (fibra sintetica polimerica molto resistente; si usa per i corpetti anti-proiettile). Il loro suono ha più brillantezza rispetto alle Corelli-Crystal ma insieme a una ricchezza e complessità di timbro. Le corde Alliance sembrano avere anche una vita più lunga rispetto alla maggior parte altre corde sintetiche.
Larsen (normale) – Le corde Larsen sono potenti e brillanti, ma il Re e il Sol tendono a perdere la loro qualità di suono in modo rapido. Le corde per viola sono molto apprezzate, anche se su alcuni strumenti possono risultare troppo aggressive. Hanno un'anima sintetica simile alle Dominant, in modo da avere meno tensione. Alcuni dicono che nel suono sono ancora più colorate e potenti delle Dominant. Queste corde oggigiorno sono nella fascia media dei prezzi.
Supersensitive - Octava. Praticamente condividono le virtù di altre corde con anima di perlon, ma con un prezzo più basso. Tuttavia sono più spesse delle Dominant ma non sono più competitive.
Warchal. La fabbrica di corde più recente sul mercato, ha prodotti eccellenti. Il set *Ametyst* è inferiore in tensione e si avvicina in colore e suonabilità della *Eudoxa*. Il set *Karneol* ha toni più alti in tensione, ma con suono molto più brillante. Si tratta di una corda di grande risonanza e una vasta gamma di colori e di modulazione. Inoltre proietta molto bene il suono acusticamente. Il set *Brilliant* con nuova anima sintetica come *Obligato Pirastro* e *Evah Pirazzi*, anche se il materiale e il concetto sono diversi. Abbinato con lo strumento giusto queste corde offrono molta risonanza con suono brillante e rotondo. Buona la longevità delle corde.

CORDE DI BUDELLO

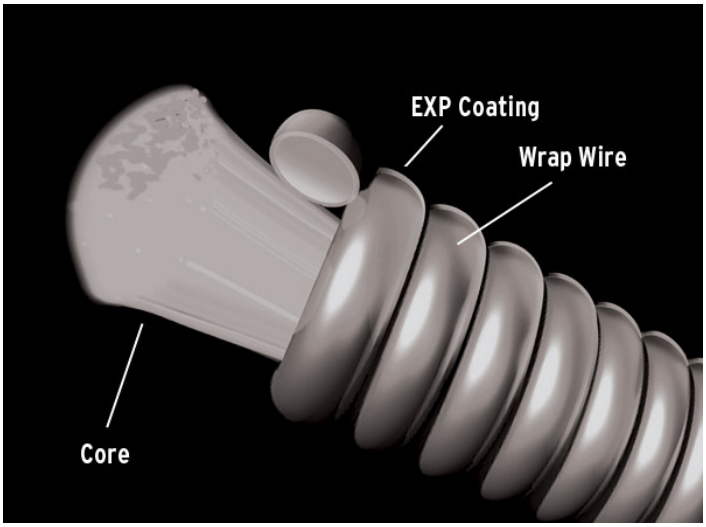
Le corde di budello hanno timbricamente la maggiore ricchezza e finezza in assoluto. Spesso utilizzato dai professionisti, le corde di budello producono un suono caldo, pieno di complessità con sentori ricchi. Le Corde di budello sono, però, molto vulnerabili agli effetti atmosferici (umidità e temperatura), hanno bisogno di molto tempo per stabilizzarsi e, durante questo periodo, richiedono continuamente di controllarne l'accordatura. Non dura tanto né quanto il metallo né quanto le corde sintetiche e sono decisamente più costose di tutte le altre.
Kaplan Spirale Aurea. Suono molto ricco e caldo. Eccellente per il solismo e la musica da camera. Possono essere difficili da suonare e lente nelle risposte, ma nella linea "Solo" lo sono di meno.
Pirastro - Oliv. Queste corde hanno un suono brillante con sfumature complesse e dispongono di una risposta relativamente veloce. Suono con grande volume tonale e elevata capacità di modulazione. Si accordano rapidamente, hanno suono brillante e caldo, ricco di sfumature, e con risposta facile. La corda Mi della Oliv è placcato in oro ed ha un suono insolitamente puro, chiaro e brillante.

Pirastro - Eudoxa. Una delle corde di budello più diffuse prima dell'introduzione delle corde sintetiche, ha un suono caldo e morbido, con una risposta più lenta rispetto alle corde Oliv o quelle sintetiche. Eccellente sugli strumenti antichi, può risultare un po' noiosa per gli altri. Ottimo suono caldo che offre una capacità di modulazione elevata, accordata in modo rapido, ha un suono brillante e potente ed una facile risposta.
Pirastro - Gold Label. Un corda di budello economica con un suono a metà strada tra le altre corde di budello della Pirastro. Disponibile solo in calibri medi. La corda Mi violino è apprezzata per la sua brillantezza.
Pirastro Passion - Le corde di budello sono ancora novità, ma hanno ricevuto commenti favorevoli da parte di alcuni musicisti. Pirastro sostiene che queste corde di budello moderne hanno sfumature complesse caratteristiche delle corde di budello (come Eudoxa e Oliv) ma con una migliore stabilità e una più rapida stabilizzazione rispetto alle corde di budello tipiche. Le prime recensioni sembrano essere d'accordo. Hanno meravigliose sfumature, senza la maggior parte dei problemi di stabilità delle altre corde in budello.
Damian Dlugolecki – Le corde Dlugolecki sono considerate come alcune fra le corde di budello migliori sul mercato. Le corde possono essere verniciate o non verniciate a richiesta: quelle verniciate sono ottime per i climi umidi. Si stabilizzano rapidamente e hanno una grande risposta. Quando si fa l'ordine si può indicare il calibro desiderato.

MATERIALI DELLE CORDE

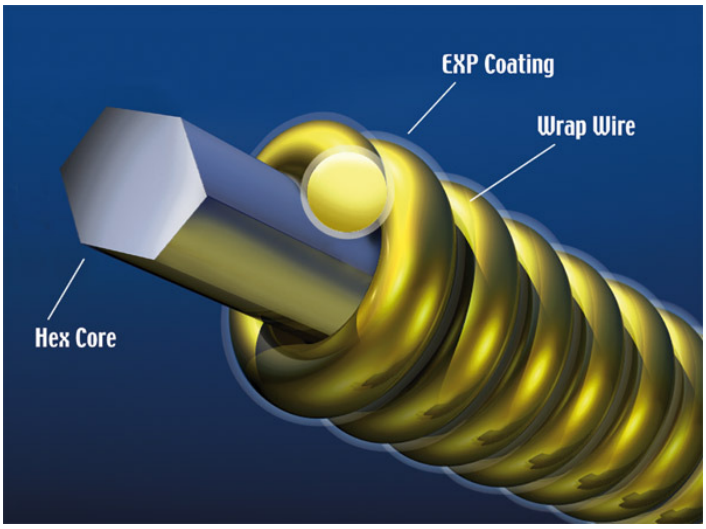
I Materiali usati nella corda possono avere un impatto determinante sul suono, sulla sensazione tattile che si prova e sulla durata della vita delle corde.

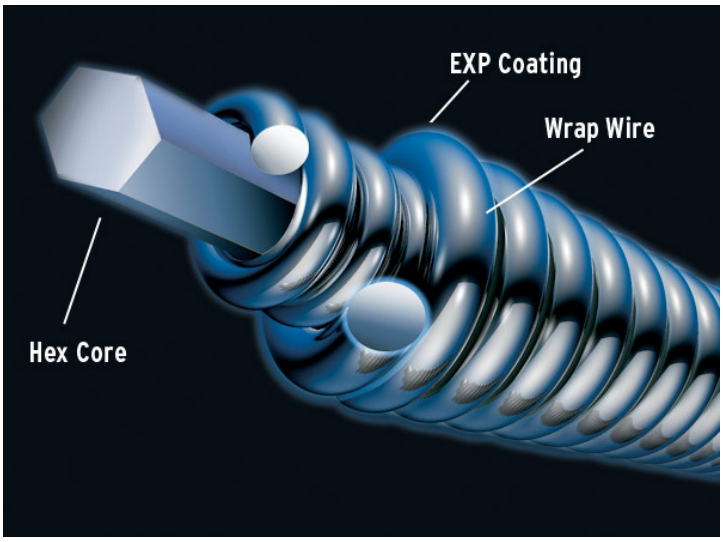
Ecco un rapido sguardo alla selezione diversificata di una casa produttrice di corde (*D'Addario*) per strumenti musicali:
80/20 Bronze - Composto da 80% rame e 20% di zinco, comunemente indicato come ottone, preferito da alcuni esecutori per la sua brillantezza e la proiezione.
Rame argentato - Warm, ricca di rame placcato in argento, ultra-liscia, ideale per la chitarra classica.
Nucleo Nylon multifilamento - Nylon replica efficacemente il suono delle corde di seta e di budello offrendo però una migliore durata e consistenza sonora.
Multifilamento core Composite - D'Addario esclusivo materiale high-tech, allunga notevolmente la vita delle corde, la durata dell'accordatura e possiede una risposta più dinamica.
Chiaro Nylon - Lo standard tradizionale per archi classici. Equilibrio di calore, luminosità e proiezione acustica abbinati ad una superficie ultra-liscia; preferito da molti professionisti per la confortevole esperienza tattile.
Nero Nylon – Un suono caldo, il tono più dolce del nylon chiaro e una scelta molto diffusa per molti.
Titanium - Un materiale contemporaneo con interessanti riflessi violacei, sensazione di morbidezza e tono brillante rispetto al nylon tradizionale. Una scelta popolare per gli strumenti dal suono più scuro o se abbinato con il nostro materiale composito o bassi EXP.
Composito - Materiale monofilo composito, offre maggiore luminosità e la proiezione per la corda Sol.



Il tipo di corde più utilizzato per gli strumenti CLASSICI, con anima in Perlon

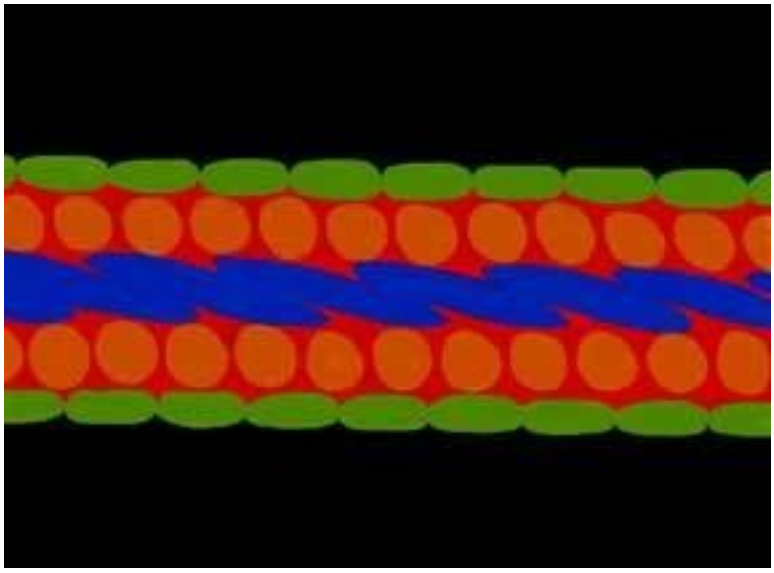
Il tipo di corde di acciaio ACUSTICHE con rivestimento in lega





Il tipo di corde di acciaio per BASSI con doppio rivestimento in acciaio

Questa immagine di una corda di violino D'Addario ingrandita 40 volte mostra i suoi strati di filo di acciaio, rame e argento attorno ad un nucleo.



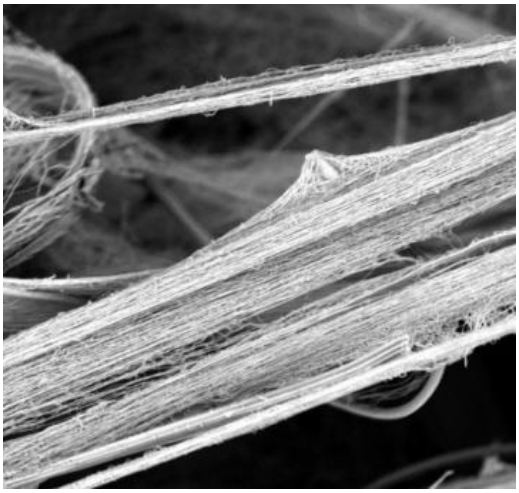
TROVARE LA GIUSTA CORDA MI PER IL VOSTRO STRUMENTO

E' importante trovare una corda Mi che sia utile al proprio violino. Anche se la corda all'interno di un set completo può essere buona su alcuni violini, altri violini hanno migliori vantaggi usando un diverso tipo o marca di Mi: vale la pena di sperimentarli tutti (tanto non costano molto) per trovare quello che è più utile per il proprio strumento Alcune aziende, come *Hill* e *Westminster* non rendono disponibili solo le corde Mi, mentre molti altri sono disponibili separatamente dai loro rispettivi set. Le corde Mi *Goldbrokat* e *Pirastro oro* sono diffusamente utilizzate ed economiche.

DOVE COMPRARE LE CORDE PER IL VIOLINO

A volte i prezzi dei negozianti arrivano ad essere del 100% superiori ai prezzi di vendita per corrispondenza; ciò è dovuto al fatto che tenere delle corde in deposito richiede di congelare inutilmente dei capitali. Quindi il modo più economico per acquistare corde per il proprio strumento è il sistema "*just in time*" che solo internet può offrire. Occhio: i prezzi cambiano di frequente, converrà verificare ogni volta che si fa un ordine. Di solito i set completi sono più economici e se invece si preferisce un mix di corde, i costi possono essere leggermente superiori. Sarà bene assicurarsi di quanto incide il costo di spedizione.

UNA RECENTE NOVITA':
CORDE IN SETA

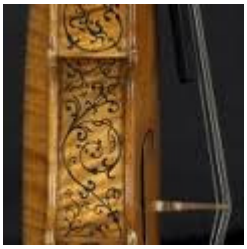


Un ricercatore giapponese ha utilizzato migliaia di fili di seta di ragno per produrre una serie di corde di violino. Pare che abbiano un timbro più morbido e profondo rispetto alle tradizionali corde di budello. Ciò può derivare dal modo in cui i filamenti delle corde sono ritorti senza lasciare praticamente nessuno spazio tra di essi. Le corde saranno descritte in una prossima edizione della *Physical Review Letters*.

Shigeyoshi Osaki della giapponese *Nara Medical University* da vari anni studia le proprietà meccaniche della seta di ragno. In particolare, già nel 2007 pubblicò un primo studio sulla forza della seta dei ragni sul *Polymer Journal*.

Il Dr. Osaki perfezionò poi i metodi per ottenere grandi quantità di questa particolare seta *dragline* da allevamenti di ragni e ora sta rivolgendo la sua attenzione alle applicazioni di tale materiale. "Strumenti ad arco come il violino sono stati oggetto di molti studi scientifici", scrive. "Tuttavia, non tutti i dettagli sono stati chiariti, anche perché la maggior parte degli studiosi si sono interessati allo strumento piuttosto che all'arco o alle corde ". Il Dr. Osaki ha difatti utilizzato 300 ragni femminili *Nephila maculata*, una delle specie più rinomate per le loro reti complesse, per fornire la seta *dragline*. Per ogni corda il dottor Osaki ha intrecciato tra i 3.000 e i 5.000 singoli fili di seta in modo da formarne un singolo fascio e poi da tre di questi fasci intrecciati insieme in direzioni contrapposte ha prodotto ogni singola corda. In paragone con il limite di tensione di rottura delle corde tradizionali, le corde di seta hanno minor resistenza di una corda di budello ma maggiore di una corda con anima di nylon. Il vantaggio maggiore delle corde di seta è che i filamenti intrecciati non lasciano alcuno spazio tra loro. Il Dr. Osaki suggerisce che è proprio questa caratteristica delle corde che dà loro una notevole forza e, soprattutto, il loro timbro unico. "Molti violinisti professionisti hanno riferito che le corde di seta generano un timbro nuovo e più gradevole."

F I N E







Stradivari "*Hellier*"

Il suo nome deriva dalla famiglia Hellier, che potrebbe averlo acquistato direttamente dallo stesso liutaio. Sembra che sia stato in possesso della famiglia Hellier dall'inizio del 18° secolo. Sir Samuel Hellier (1745-1749), funzionario a Staffordshire, portò il violino in Inghilterra e – fra varie vicissitudini – lì rimase in famiglia per circa 210 anni, fino al 1910, quando fu venduto alla ditta Hill, che a sua volta lo rivendette a Oscar Bondy di Vienna. Nel 1925 fu venduto nuovamente alla che lo offrì al sig. Morris; dopo la sua morte nel 1944 ancora una volta attraverso la ditta Hill fu venduto a Rembert Wurlitzer, il famoso rivenditore violino New York. Restò in tale famiglia – con alterne vicende - fino al 1979, quando fu venduto a Thomas M. Roberts di Memphis, che nel 1998 all'imprenditore Herbert R. Axelrod.

Gli Hill hanno definito questo violino "uno dei migliori Stradivari esistenti". In prestito alla Smithsonian Institution dal 1998 fino al 2003, oggi è proprietà della Fondazione Stradivari di Cremona ed è in mostra al Museo Civico di Cremona.