

ARMONIE POLIMERICHE POLIMERI E STRUMENTI MUSICALI

di Eleonora Polo



La musica fa suonare anche il legno secco e la pelle d'asino. E rende palpabili i sottili legami fra lo spirito, i corpi, le cose, che non ci stanchiamo mai di cercare, con buona pace dei matematici del benessere sensoriale (Pierangelo Sequeri)

Negli ultimi cinquant'anni la sostituzione del legno e di altre sostanze naturali con materiali polimerici ha provocato una rivoluzione "silenziosa" nella fabbricazione degli strumenti musicali. Infatti, i legni pregiati, necessari alla produzione degli strumenti musicali e di tutta una serie di piccoli, ma indispensabili, accessori, stanno diventando sempre più rari e costosi. Una valida alternativa può essere fornita dai polimeri di sintesi: ebanite, resine fenoliche, fibra di carbonio, fibra di vetro e materiali polimerici compositi consentono la fabbricazione di strumenti musicali leggeri, resistenti e, in molti casi, economici. Una vera manna per giovani studenti che vogliano intraprendere un percorso di studio senza dover affrontare subito la grossa spesa di uno strumento da professionisti. Questi materiali stanno rivoluzionando le tecniche di costruzione di vari strumenti e, nonostante forti resistenze, cominciano ad essere interessanti anche per i professionisti della musica classica.

Che cos'è uno strumento musicale?

È una sorgente sonora la cui emissione può essere prodotta e regolata in modo prevedibile da un essere umano. Benché esistano strumenti musicali in grado di produrre una gamma incredibilmente ampia di suoni, i principi fisici di base sono più o meno gli stessi per tutti, compresa la voce umana. In ogni strumento non possono mai mancare tre componenti: un sistema specifico con cui il musicista fornisce l'energia necessaria ad attivare e mantenere la vibrazione, un meccanismo in grado di modularla ed uno per amplificarla.

Curiosità 1. Anche un aspirapolvere può essere classificato come strumento musicale: tre aspirapolvere, una lucidatrice e vari fucili sono stati impiegati come strumenti musicali nella "A Grand, Grand Overture" di Malcolm Arnold, un brano composto per l'Hoffnung Music Festival tenutosi a Londra nel 1956.

Strumenti musicali primitivi

Nel principio Eru, l'Uno, che in lingua elfica è detto Ilúvatar, creò gli Ainur dalla propria mente; e gli Ainur intonarono una grande musica al suo cospetto. In tale Musica il Mondo ebbe inizio, poiché Ilúvatar rese visibile il canto degli Ainur e costoro lo videro quale una luce nell'oscurità
J.R.R. Tolkien, Il Silmarillon

Benché la musica sia parte integrante dei miti e delle religioni di tutti i popoli, non sappiamo con esattezza quando siano stati fabbricati i primi strumenti musicali, perché inizialmente furono utilizzati a questo scopo lo stesso corpo umano o utensili di uso comune. Una datazione di circa 37.000 anni per i reperti più antichi trova più o meno concordi tutti gli archeologi, ma non esiste un criterio affidabile per determinare l'esatta cronologia dello sviluppo degli strumenti musicali all'interno delle varie culture. Neppure la complessità di costruzione si è dimostrata un buon criterio di classificazione, visto che in molti casi il perfezionamento ha comportato una semplificazione della struttura. Dai primi rudimentali strumenti musicali a quelli che usiamo oggi l'evoluzione è stata continua e in tanti casi l'ultima parola non è stata ancora pronunciata.



Classificazione

Tutti gli strumenti musicali possono essere classificati secondo il sistema Hornbostel-Sachs ¹, basato sulla modalità fisica con cui viene generata la vibrazione che produce il suono.

Membranofoni: il suono è prodotto dalla vibrazione di una membrana tesa su una cassa armonica cava (es. timpani, tamburi, batteria, grancassa).

Idiofoni: producono il suono mediante la vibrazione del materiale stesso di cui sono composti, senza l'ausilio di parti in tensione. Quasi tutti gli strumenti a percussione che non siano tamburi sono idiofoni. Sono suddivisi in due classi: *strumenti a suono determinato* (vibrafono, marimba, xilofono, campane tubolari), in cui è possibile controllare la nota prodotta, e *strumenti a suono indeterminato* (triangolo, piatti, gong), utilizzati per la scansione dei ritmi o con funzione di abbellimento.

Aerofoni: producono il suono attraverso la vibrazione dell'aria indotta da una sollecitazione esterna (pressione del fiato del suonatore o dell'aria emessa da un mantice) senza impiegare corde o membrane vibranti e senza che sia lo strumento stesso a vibrare. Sono divisi in due classi: *aerofoni risonanti*, in cui l'aria che vibra è contenuta in una cavità dello strumento (quasi tutti gli strumenti a fiato occidentali) e *aerofoni liberi* (armonica a bocca, fisarmonica, bandoneon, alcuni registri dell'organo), in cui la vibrazione è provocata da una lamella elastica fissata ad una estremità sopra ad un foro nel quale viene spinta l'aria.

Cordofoni: il suono è prodotto dalla vibrazione di una corda tesa tra punti fissi. Gli strumenti moderni sono costituiti da una cassa armonica che amplifica il suono, una tastiera che consente di determinare l'altezza della nota da eseguire, un ponte, che ancora le corde sullo strumento e trasferisce la vibrazione alla cassa armonica, ed un mezzo (piroli, bischeri o chiavette) per regolare la tensione delle corde. Si dividono in tre gruppi in funzione del modo con cui vengono originate le vibrazioni: *ad arco* (violino, viola, violoncello, contrabbasso), *a pizzico* (arpa, chitarra, liuti, clavicembalo), *a martello* (cembalo, pianoforte e suoi antenati).

Elettrofoni: il suono viene generato per mezzo di circuiti elettrici o per induzione elettromagnetica.

Materiali

I materiali naturali più usati nella costruzione degli strumenti musicali sono legno e metallo (corpo principale, accessori, chiavi), avorio (tasti), pelli di animali (membrane), budello di pecora (corde), crini di cavallo (archetti), sughero ² (giunti, guarnizioni e cuscinetti), grassi (lubrificazione) e resine (finiture esterne).

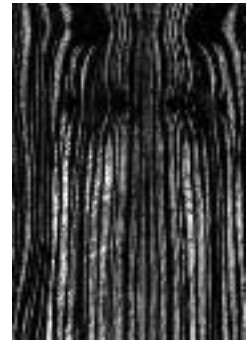
Legno: abete rosso, ebano e dintorni ...

I legni impiegati nella fabbricazione degli strumenti musicali sono caratterizzati da particolari proprietà acustiche dovute alla struttura e alla densità delle fibre che li costituiscono. Il legno, elemento strutturale delle piante, è costituito da fibre di cellulosa ed emicellulosa tenute insieme da una matrice di lignina.

Vediamo i più importanti.

Abete rosso di risonanza

(*Picea abies*): particolare tipo di abete il cui tronco presenta anomalie di accrescimento degli anelli annuali. Esse fanno sì che questo legno amplifichi meravigliosamente il suono, rendendolo ricercatissimo dai liutai per la costruzione delle tavole armoniche degli strumenti ad arco e dei pianoforti.



La distribuzione di questo *albero che canta* è limitata a poche zone europee (Val di Fiemme, Tarvisiano, foresta di Paneveggio, Val Canale).

Curiosità 2. Einstein e la risonanza. Il giovane Einstein, appassionato di liuteria, aveva intrapreso lo studio dell'acustica, ma, quando si rese conto che con il legno di risonanza non si può fissare nessuna regola, preferì dedicarsi ad altri studi.

Ebano (*Diospyros ebenum*): legno quasi nero, duro e compatto, resistente alle intemperie e alle muffe, che si ricava da diverse specie di alberi del genere *Diospyros*. La qualità migliore si ricava dalla parte centrale dei tronchi (*durame*). È il legno più denso che si conosca (0,98 g/cm³) e si dice che riscaldato profuma di vaniglia. Viene impiegato nella fabbricazione di molti strumenti a fiato (legni) e nelle tastiere di molti altri.

Curiosità 3. La bacchetta magica di Harry Potter: "... ecco, ebano e pelli di unicorno, otto pollici e mezzo, elastica. Avanti, avanti, la provi". J.K. Rowlings, *Harry Potter e la pietra filosofale*

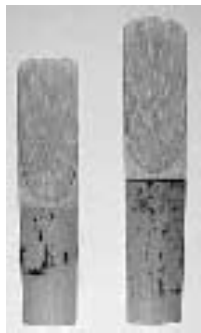
Acero dei Balcani: legno duro e un po' sordo impiegato nella fabbricazione del fondo, delle fasce e del manico dei cordofoni, perché in grado di riflettere quasi completamente il suono.

Pernambuco (*Caesalpinia echinata*): legno brasiliano pesante, resinoso, molto elastico e veloce nel

propagare il suono, per cui risulta particolarmente adatto alla fabbricazione degli archetti dei cordofoni. È ormai considerato una specie a pericolo di estinzione a causa dell'eccessivo sfruttamento.

Palissandro: legname pregiato appartenente al genere *Dalbergia*. Si tratta di un materiale duro, resistente, piuttosto poroso, di colore marrone con striature nerastre e dall'odore dolciastro molto persistente che gli ha valso il soprannome di *legno di rosa*. È usato nella fabbricazione di clarinetti, fagotti, marimba e xilofoni, e per i fondi e le fasce di chitarre acustiche e classiche.

Canna comune (Arundo donax): pianta erbacea perenne e dal fusto lungo, cavo e robusto, che cresce in acque dolci o leggermente salmastre. Sembra un po' una cenerentola rispetto ai legni precedenti, ma senza di essa molti strumenti non esisterebbero; infatti, la flessibilità e la resistenza del materiale del suo fusto la rendono particolarmente adatta al confezionamento delle anse degli strumenti



a fiato e dell'organo. Le migliori provengono dalle coltivazioni della Provenza, perché il microclima locale produce canne con numero e densità di fibre ottimali. Le stesse piante coltivate in altre zone non danno gli stessi risultati. In passato tutti i musicisti dovevano confezionarsi le anse a partire da pezzi di canna, un processo lungo e laborioso, mentre oggi solo gli oboisti le preparano ancora in questo modo. Tuttavia anche le anse commerciali non sono mai identiche le une alle altre, necessitano spesso di rifiniture da parte del musicista e si deteriorano facilmente con l'uso.

Quanti oboisti occorrono per cambiare una lam-padina? Uno, ma ci metterà così tanto tempo a prepararla che, quando avrà finito, si sarà già fatto giorno.

Alla ricerca di alternative

Il materiale più sostituito o rinforzato dai compositi è la cellulosa, perché la fibra e la tessitura di alcuni compositi polimerici sono molto simili a quelle del legno. Il problema della sostituzione della canna si presentò già durante la Seconda Guerra Mondiale, perché veniva usata per scopi mimetici. Dai primi deludenti tentativi di anse in polistirene, si è passati, negli anni '60, al Fibercane®, un composito di fibre di Dacron® e resine epossidiche, per arrivare al Fibracell®, materiale composito costituito da fibre in Kevlar®³ inserite in una matrice resinosa siliconica o epossidica termoindurente. La disposizione delle fibre è molto simile a quella del legno, ma le anse non devono essere inumidite prima dell'uso, sono meno sensibili alle variazioni termiche e di umidità e durano più a lungo di quelle naturali. Tuttavia molti professionisti non sono ancora completamente soddisfatti dalla qualità del suono prodotto che trovano troppo "chiaro".

Ebanite & Co

È stata una delle prime materie plastiche, sintetizzata da Meyer e Hancock nel 1843 come sostituto artificiale dell'ebano. Viene ottenuta per vulcanizzazione prolungata a 150°C di una miscela di gomma naturale, zolfo (25-50%) ed altre sostanze organiche o minerali che ne regolano la consistenza finale. L'ebanite è un materiale facilmente lavorabile e lucidabile, duro e fragile. Resiste alle sostanze acide e diventa morbida se surriscaldata.

Un prodotto simile può essere ottenuto anche dalle gomme sintetiche a base di nitrile (ABS) o dai copolimeri butadiene-stirene, che possono anche essere colorati ... ma chi oserebbe salire su un palco con un clarinetto giallo o verde?

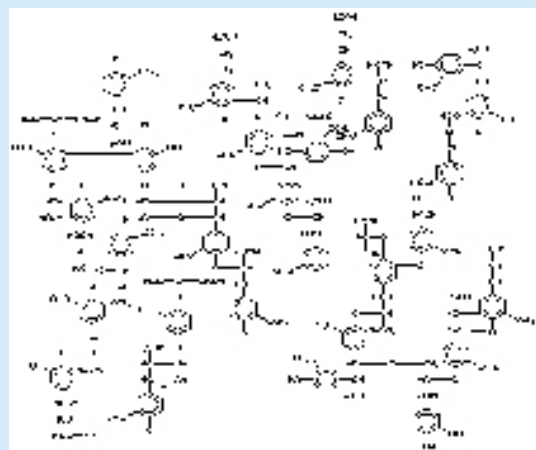
Fibra di carbonio

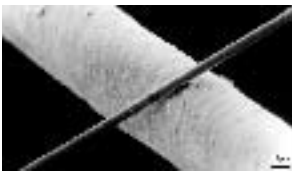
È un materiale a bassa densità, dotato di elevata resistenza meccanica, termica e chimica, impie-

Lignina

Famiglia di polimeri, costituita da unità fenilpropaniche, che si trovano soprattutto nella parete delle cellule vegetali dove creano strutture tridimensionali rigide mediante legami covalenti con cellulosa, emicellulosa e pectina. Le cellule dei tessuti preposti al sostegno e alla vascolarizzazione delle piante hanno le pareti impregnate di lignina che conferisce resistenza meccanica ed impermeabilizza le pareti cellulari. Nella lista dei biopolimeri le lignine sono seconde solo alla cellulosa per quantità ed insieme rappresentano circa il 70% della biomassa totale.

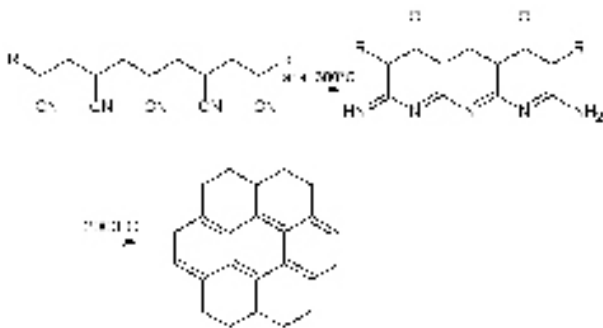
STRUTTURA DELLA LIGNINA





gato inizialmente nell'industria aerospaziale e poi diffusosi in molti altri settori man mano che si riducevano i costi di produzione. Le fibre

di carbonio, cinque volte più sottili di un capello umano ($\varnothing = 0,005-0,010$ mm), sono costituite da cristalli microscopici di carbonio allineati lungo l'asse della fibra. Il prodotto di qualità migliore viene sintetizzato a partire dal poliacrilonitrile, inizialmente stirato lungo un asse parallelo a quello che sarà l'asse della fibra, poi ossidato e pirolizzato a 300°C con formazione di una struttura esagonale.



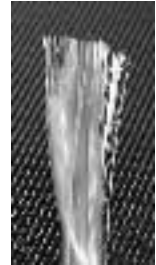
Il polimero ottenuto è successivamente purificato per riscaldamento a circa 2000°C in atmosfera di gas inerte; nel corso di questo processo si verifica la condensazione delle catene polimeriche con produzione di fogli di grafene che alla fine fondono, generando un singolo filamento contenente il 93-95% di carbonio. Le proprietà meccaniche della fibra di carbonio dipendono dal successivo tipo di trattamento termico: un riscaldamento a $1500-2000^{\circ}\text{C}$ (*carbonizzazione*) produce un materiale ad elevato carico di rottura (5650 MPa), mentre a $2500-3000^{\circ}\text{C}$ (*grafitizzazione*) si ottengono moduli con elasticità superiore (531 GPa).

Migliaia di fibre di carbonio possono essere ritorte insieme per formare un filato oppure intrecciate in vari modi per costituire una specie di tessuto. L'allineamento dei cristalli conferisce alle fibre di carbonio, da sole o in combinazione con materie plastiche, rapporti resistenza/peso particolarmente elevati rendendole persino più resistenti dell'acciaio.

	Carico di rottura	Densità	Resistenza meccanica
Fibra di carbonio	3,50	1,75	2,00
Acciaio	1,30	7,90	0,17

Fibra di vetro

Le fibre di vetro, se filate a diametri $< 0,1\text{mm}$, diventano materiali di elevata resistenza meccanica e resilienza, completamente differenti dal vetro monolitico che è molto fragile a causa dei difetti di cristallizzazione. Queste proprietà le rendono particolarmente adatte a produrre materiali compositi strutturali in associazione a resine sintetiche. I compositi risultanti sono economici, tecnologicamente semplici da produrre e presentano ottime caratteristiche meccaniche a basse temperature d'esercizio. Le fibre ottiche, invece, sono raramente impiegate nella realizzazione di compositi con matrici metalliche o ceramiche per le quali si preferiscono materiali dalle prestazioni migliori, come le fibre di carbonio.



L'orchestra

Chi sa fare la musica la fa, chi la sa fare meno la insegna, chi la sa fare ancora meno la organizza, chi la sa fare così così la critica (Luciano Pavarotti)

Una tipica orchestra sinfonica ⁴ è composta da *strumenti a corda*, cioè archi (16-38 violini, 8-12 viole, 8-12 violoncelli, 5-8 contrabbassi) ed arpa (cordofono a pizzico), *legni* (ottavino, 2 flauti traversi, 2 oboi, corno inglese, 2 clarinetti, clarinetto basso, 2 fagotti, controfagotto), *ottoni* (2-8 corni, 2-5 trombe, 2-3 tromboni, trombone basso, tuba) e *percussioni* (timpani, rullante o "cassa chiara", grancassa, piatti, triangolo).

In alcune esecuzioni è necessario aggiungere anche altri strumenti, come cordofoni a corde percosse (pianoforte), percussioni (celesta, xilofono, Glockenspiel), legni (flauto dolce, oboe d'amore, clarinetto piccolo, sassofono), ottoni (tromba piccola, tromba bassa, trombone contrabbasso).

Qual è il peso ideale di un direttore d'orchestra?
Tre chili, inclusa l'urna.



Archi

La loro struttura è un vero capolavoro⁵, tanto che gli scienziati stanno ancora studiando gli strumenti fabbricati da Stradivari, Amati e Guarneri del Gesù per cercare di carpirne i segreti.



Curiosità 4. Bartolomeo Giuseppe Guarneri del Gesù. Il liutaio cremonese (1698-1744) deve il suo soprannome al fatto che firmasse l'interno della cassa armonica dei suoi strumenti con la sigla IHS. Sono opera sua il violino più costoso del mondo, stimato circa 5 milioni di euro, e quello venduto all'asta al prezzo più caro (3,9 milioni di dollari nel 2008).

Gli archi sono strumenti particolarmente complessi, basti pensare che un violino è costituito da almeno 70 pezzi diversi in legni a tessitura e sonorità differenti e nulla è lasciato al caso. Le proprietà acustiche sono dovute alla qualità e stagionatura dei materiali usati (abete rosso per la tavola armonica e acero montano o acero dei Balcani per le fasce ed il fondo), al disegno dello strumento e a componenti meno noti come colle e vernici. I liutai sono sempre alla ricerca delle "ricette segrete" dei grandi artigiani del passato. Le colle impiegate sono ancora a base di proteine colloidalı ottenute per idrolisi del collagene di pelli, ossa e tendini di cavallo. Queste proteine formano per riscaldamento veri e propri legami molecolari con il legno, ma permettono di distaccare con facilità le parti senza danneggiarlo nel caso sia necessario aprire lo strumento. Anche la vernice, a base di olio, alcool e resine vegetali, esercita una grandissima influenza sul suono dello strumento e sulla sua conservazione nel tempo. Le corde in budello di pecora⁶ sono usate ormai solo nelle esecuzioni filologiche, perché perdono facilmente l'accordatura e si usurano velocemente. Sono state soppiantate, tranne quella del Mi, costituita da un unico sottile filamento di acciaio, da un'anima in fibra sintetica (nylon, rayon, fibra di carbonio) o in budello, rivestita da un avvolgimento di seta e ricoperta da metallo (acciaio, alluminio, argento e persino oro). Il suono delle corde con anima in budello è più caldo e morbido, le corde durano circa sei mesi, ma sono piuttosto costose. Le corde con un'anima sintetica sono le più usate, perché costano meno, mantengono più a lungo l'accordatura e producono un suono intenso e brillante. Tuttavia si degradano molto più rapidamente delle precedenti e vanno sostituite circa ogni due mesi.

Curiosità 5. Si dice che Niccolò Paganini, sempre molto attento al marketing della sua immagine, indebolisse di proposito alcune corde del suo violino, per far sì che si rompessero durante l'esibizione. A quel punto, per impressionare l'uditorio, continuava a suonare il resto del brano sulle corde rimanenti, eseguendo vere acrobazie con la mano sinistra.

Un altro elemento fondamentale è l'archetto, una bacchetta in *pernambuco* curvato a caldo ai cui estremi è fissato un fascio di crini di cavallo maschio (i migliori provengono dalla Mongolia), tenuto teso dall'elasticità del legno e da un meccanismo a vite. Le proteine di cui sono composti

i crini presentano una struttura microscopica a scaglie che favorisce l'attrito con le corde, attrito che viene ulteriormente incrementato da frequenti trattamenti con *colofonia*, una resina di conifere trattata con cera d'api ed altre resine vegetali. Di recente sono stati fabbricati anche archi con bacchette in vetroresina e fibra di carbonio (o in legno con un'anima in fibra di carbonio), molto leggeri e meno soggetti ad usura, ma è opinione comune che la qualità del suono non sia ancora all'altezza di quello prodotto dai modelli in legno. Decisamente insoddisfacenti sono invece i crini sintetici in fibra di vetro o nylon.



Le ultimissime novità sono gli strumenti ad arco Luis & Clark in composito a base di fibra di carbonio e resine epossidiche, che hanno permesso di ridurre il numero di componenti degli strumenti a soli venti e di produrre strumenti molto leggeri, più ergonomici e resistenti anche a condizioni atmosferiche proibitive. Sono in vendita anche vari tipi di archi amplificati elettricamente, caratterizzati da un design avveniristico e dalla forma superergonomica a prova di tendiniti, ma non sono ancora in grado di competere con un ottimo strumento artigianale.



Quanti violinisti occorrono per cambiare una lampadina? Cinque: uno cambia la lampadina e quattro stanno intorno a dire che loro sarebbero stati più veloci.

Strumenti a corde pizzicate

Le chitarre sono basate sugli stessi principi acustici degli archi, ma presentano una struttura più semplificata: la cassa armonica è in legno o, in alcuni esemplari più moderni, in fibra di carbonio laminata. La chitarra classica ha tre corde in nylon (al posto del budello di pecora usato in passato) per le note medio/alte e tre corde in seta rivestite di metallo per quelle medio/basse, anche se oggi si tende ad usare nylon rivestito per tutte le corde.



Gli arapisti spendono il novanta per cento del loro tempo accordando le loro arpe e il dieci per cento suonando scordati (Igor Stravinskij)



L'arpa è uno dei pochi strumenti delle età primitive sopravvissuti fino ai nostri giorni senza grosse variazioni. L'arpa da concerto a pedali è uno strumento costituito da ben 1.451 pezzi, la maggior parte dei quali in legno di vario tipo. Tra la cassa di risonanza e una mensola (*modiglione*) sono tese 47 corde, in origine tutte in budello di pecora, ma attualmente di materiali differenti: nylon rivestito da rame o acciaio per le corde più basse, budello per quelle centrali e nylon a singolo filamento per le più alte.

Quanto dura l'accordatura di un'arpa? Circa venti minuti o fino a quando qualcuno apre una porta.

Strumenti a corde percosse

Nel pianoforte le corde (in acciaio armonico) sono tese sopra una tavola armonica, che serve a rinforzare il suono, e sono percosse da martelletti ricoperti di feltro e azionati da una tastiera. La cassa, la tavola armonica, la base della tastiera e il somiere (la parte in cui stanno le caviglie per tirare o allentare le corde) sono tutti in legno, ma i nuovi strumenti delle grandi marche impiegano da tempo piccoli pezzi in materiali plastici in sostituzione delle parti in movimento di legno, perché si usurano meno. La tastiera è composta da 88 tasti, 52 bianchi e 36 neri, disposti nella classica successione che intervalla gruppi di due e tre tasti neri. I tasti dei pianoforti più pregiati sono ancora in avorio (un polimero inorganico a base di idrossiapatite) o ebano. Ma nella maggior



parte dei casi questi materiali dai costi proibitivi sono stati sostituiti da polistirene e *galalite*, una sostanza bianca di consistenza cornea, ottenuta a partire da caseina e formaldeide. I polimeri sono importantissimi anche nella finitura esterna dello strumento, una lacca a base di nitrocellulosa, poliuretano o poliestere, che protegge il legno ed è anche esteticamente bella.

Legni

Sono una famiglia piuttosto variegata e, in effetti, anche il nome tradizionale di *legni* non rispecchia sempre il materiale di cui sono composti, perché i flauti traversi ed alcuni clarinetti, in legno fino all'Ottocento, ora sono quasi sempre in metallo. I legni sono anche gli strumenti su cui si sta ancora lavorando tanto sia dal punto di vista dei materiali che da quello della meccanica. Ad eccezione del flauto traverso, sono tutti ad ancia semplice o doppia; quindi soffrono per i problemi legati all'approvvigionamento della canna comune. Durante l'esecuzione la cavità interna dello strumento si bagna completamente, per cui, nonostante una manutenzione delicata e laboriosa, i legni non hanno mai vita lunga come gli archi. Un altro grosso problema è costituito dal costo e dalla difficoltà di reperimento di ebano, palissandro ed altri legni pregiati. Il problema è stato risolto brillantemente con le resine fenoliche e l'ABS in sostituzione del legno per gli strumenti da studio, mentre si stanno diffondendo fra solisti e strumentisti delle grandi orchestre sinfoniche clarinetti ed oboi della serie Green-Line (Buffet Crampon). Si tratta di strumenti fabbricati con un materiale composito costituito dal 95% di polvere di ebano (recuperato da tutti gli scarti di lavorazione accumulati nel tempo) "impastata" con fibra di carbonio e resina epossidica. Gli strumenti suonano molto bene, sono un po' più confortevoli da suonare, meno sensibili alle variazioni di umidità e temperatura e non si fessurano mai.



Quanti clarinettisti occorrono per cambiare una lampadina? Uno solo, ma butterà all'aria un'intera confezione prima di trovare quella giusta.

Ottoni

Sembrano essere gli strumenti che necessitano meno di polimeri naturali o sintetici, perché il suono è prodotto dalla vibrazione delle labbra del musicista appoggiate ad un bocchino collegato ad un tubo cavo di metallo, in cui risuona vibrazione ⁷.

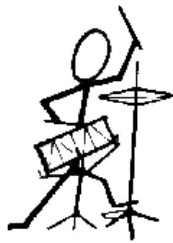


Tuttavia i polimeri giocano un ruolo importante nella meccanica, nell'aspetto esteriore e nella manutenzione degli strumenti. Infatti il complesso sistema di valvole e pistoni richiede una lubrificazione costante e regolare. Gli oli minerali (petrolatum) sono stati ormai soppiantati da quelli siliconici, meno volatili, più stabili all'ossidazione e agli sbalzi termici. Sugli ottoni è sempre applicato uno strato trasparente di acetato di cellulosa per proteggere il metallo da macchie, graffi e dall'ossidazione. Nel caso di strumenti in argento o silverplate lo strato protettivo viene anche colorato in modo che sembri ottone.

Il corno è un magico portale, che unisce il mondo delle emozioni con il mondo degli scrocchi.

Percussioni

Sono un vero mare magnum, dato che, come ci insegna Tullio D'Episcopo, qualsiasi oggetto può diventare uno strumento musicale a percussione⁸. Per quanto riguarda gli strumenti a membrana, nelle orchestre di musica classica si continuano a preferire ancora pelli di vitello o di capra trattate, che producono un suono più caldo di quelle in polietilenterefalato o mylar, decisamente più resistenti, stabili ed economiche, ma dal suono un po' freddino, più adatto alla musica leggera. Ad un livello superiore, come prestazioni e costo, si collocano le membrane high-tech in Kevlar® o quelle in fibra di vetro affogata nel poliestere e ricoperta da un'ulteriore tela di rinforzo, per prestazioni in *condizioni estreme* (heavy-metal).



Quanti percussionisti occorrono per avvitarre una lampadina?

- 1) solo uno, ma romperà dieci lampade prima di capire che non deve solo spingerla;
- 2) due: uno tiene la lampadina e l'altro gira la pedana delle percussioni (ma solo dopo aver capito che non serve batterla con una bacchetta);
- 3) nessuno: hanno una macchina che fa queste cose.

Manutenzione ed accessori

Gli strumenti musicali sono veramente oggetti complicati in cui ogni pezzo, anche il più piccolo o nascosto, gioca un ruolo importante. I polimeri di sintesi hanno assunto un ruolo fondamentale nella fabbricazione di tante piccole parti ed accessori (rivestimenti, guarnizioni, cuscinetti, legature, perni, feltri, ecc.) soppiantando con ottimi risultati i materiali naturali. Inoltre giocano un ruolo importantissimo nelle operazioni di pulizia e manutenzione degli strumenti che vanno veramente accuditi come i bebè, dato che basta veramente poco per danneggiarne le prestazioni in modo grave o irreparabile. La ricerca in questo campo non si ferma mai e certamente aiuta il fatto che nei paesi culturalmente sviluppati la richiesta di musica di qualità non sia affatto diminuita.

La musica è una legge morale. Essa dà un'anima all'universo, le ali al pensiero, uno slancio all'immaginazione, un fascino alla tristezza, un impulso alla gaiezza, e la vita a tutte le cose

Platone, Dialoghi

Bibliografia

1. a) Sachs C. *Storia degli strumenti musicali*. Milano: Mondadori 2006; b) Sachs C. *Le sorgenti della musica. Introduzione all'etnomusicologia*. Torino: Universale Bollati Boringhieri 2007.
2. Polo E. *Odore di tappo? No, grazie! Materiali e polimeri che custodiscono il vino*. AIM Magazine 2008;63:22.
3. Polo E. *A Dress not to be killed. Da Achille a Batman, i materiali che ci salvano la pelle*. AIM Magazine 2006;61:11.
4. a) Karolyi O. *La grammatica della musica*. Torino: Piccola biblioteca Einaudi 1980; b) Abbado C. *La casa dei suoni*. Milano: Babalibri 2006.
5. a) Azzolina U. *La liuteria italiana*. Le Scienze 1970;17:19; b) Schelleng JC. *La fisica delle corde di violino*. Le Scienze 1974;68:82; c) Hutchins CM. *L'acustica dei piani armonici di violino*. Le Scienze 1981;160:86.
6. *Fabbricazione delle corde in budello naturale*. <http://www.daniellarson.com/article.htm>
7. Benade AH. *La fisica degli ottoni*. Le Scienze 1973;63:10.
8. Rossing TD. *La fisica dei timpani*. Le Scienze 1983;173:31.