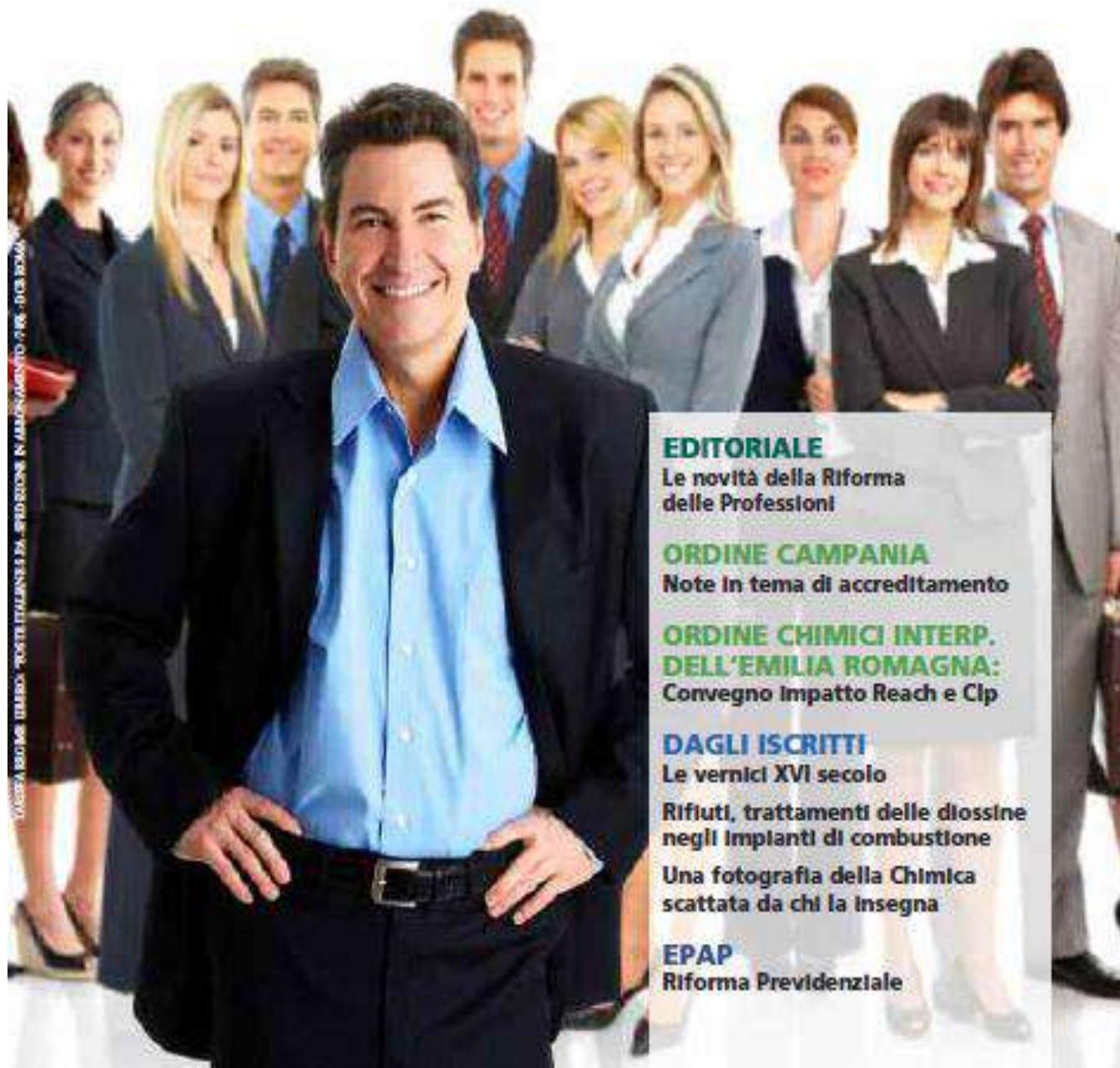




IL CHIMICO ITALIANO

Periodico di Informazione dei Chimici Italiani • www.chimici.it • ANNO XXIII N. 4 - 2012

RIFORMA DELLE PROFESSIONI



EDITORIALE

Le novità della Riforma delle Professioni

ORDINE CAMPANIA

Note in tema di accreditamento

ORDINE CHIMICI INTERP. DELL'EMILIA ROMAGNA:
Convegno Impatto Reach e Clp

DAGLI ISCRITTI

Le vernici XVI secolo

Rifiuti, trattamenti delle diossine negli impianti di combustione

Una fotografia della Chimica scattata da chi la insegna

EPAP

Riforma Previdenziale

Le Vernici nel XVI secolo

Le Vernici nel XVI sec. da chimica delle origini, matrice di eccellenze artistiche e musicali. Giorgio Maggi, docente di Tecnologie chimiche all'ITIS "Tomiani" di Cremona, appartenente all'Ordine dei Chimici di quella Provincia e membro A.N.I.S.A.

INTRODUZIONE: Dagli importanti incontri ed esposizioni di strumenti musicali a Bergamo, Verona, Cremona, Salò e Pisogne, è nata e si rafforza l'idea che Chimica e Musica abbiano radici comuni nell'armonia. Un ritorno affascinante alle origini della chimica per una didattica nuova delle scienze integrate senza più ostacoli e ... segreti.

PAROLE CHIAVE: strumento musicale, vernice rinascimentale, segreto.

INTRODUCTION: From main meetings and exhibitions of musical instruments to Verona, Cremona, Salò and Pisogne, is born and it strengthens the idea that chemistry is harmony as the music. A fascinating return to the origins of the chemistry for a new didactics of the integrated sciences without more obstacles and ... secrets.

KEY WORDS: musical instruments, Renaissance varnish, secret.

Tante sono state le manifestazioni ed altre si realizzeranno nelle quali a diverso titolo è stata e sarà commemorata la figura del prof. Mario Maggi, (1916 – 2009), concertista ed insegnante di musica, viola e violino alla Scuola di Liuteria di Cremona, tra i primi, nel dopoguerra, a credere nella necessità di integrare discipline diverse attraverso la ricerca epistemologica: un unicum in cui l'artigiano d'arte e il musicista propongono sincretismi con le scienze chimiche integrate. Mario Maggi è ricordato dai suoi allievi anche come docente di tecnologie musicali, per i suoi laboratori di acustica ed accordatura di pianoforte e clavicembalo, di grafica nella riproduzione di strumenti medioevali, rinascimentali e barocchi, di restauro di scatole musicali a cilindro fonotattico, di classificazione organologica, sino alle ricerche filologiche nella applicazione di supporti vernicianti su tavole armoniche di pianoforti, strumenti ad arco ed a fiato, rielaborati da ricette di epoche diverse.

L'inaugurazione del Museo della Chimica all'ITIS "Tomiani" di Cremona è illustrato in ottobre 2011 all'Università di Bergamo (CCIA) nel seminario "Laboratorio Tecnologico tra storia, attualità e prospettive"; la collaborazione dell'ITIS con le ditte Croda e Resal, sui controlli di qualità di leganti e coloranti antichi, l'importante primo premio nella Sala dei Provveditori in Palazzo Municipale a Salò organizzato dall'Andesis Festival nel Novembre 2011 per il progetto "Violin Roads", il Convegno dell'ALI il 19 aprile 2012 a Verona sul tema "Le scienze per la liuteria" e le mostre di liuteria previste da luglio a ottobre 2012 nel triangolo Cremona (Palazzo dell'Arte - dal 19 settembre - 14 ottobre), Salò (Estate Musicale del Garda dal 8 luglio all'8 agosto),

Pisogne (Sala del Grano dal 22 settembre al 6 ottobre) hanno in comune finalità di tipo estetico, imprenditoriale e scientifico legate alla liuteria ed alle scienze, scaturite anche dalla grande idea di un umile, eclettico insegnante.

Il riferimento alle esperienze del Maggi approfondite da spunti di chimica teorica mi sono servite per organizzare un breve saggio sulla natura dei prodotti vernicianti genericamente in uso nel XVI sec., proposti da vari autori e presumibilmente rilette da liutai coevi alla ricerca della formula più adatta per il loro strumenti. Diversi sono gli strumenti musicali del protobarocco e la osservazione del loro aspetto estetico ci può dare prime elementari indicazioni sulla natura delle vernici usate. Fleming e Maillard (1859), chimici e ricercatori, descrivono così alcuni strumenti originali che non hanno subito pesanti restauri o addirittura riverniciature: Gasparo da Salò (ca.1540- ca.1608): "dark brown or deep yellow, running almost to black, possibly through age.", interessante osservazione che caratterizza un particolare estetico che può essere spunto di confronto con chi ingenuamente riproduce strumenti di Gasparo con la attuale "black varnish" invecchiata e dunque non originale nel colore. Andrea Amati (ca.1505 - 1577): "varnish somewhat thick and of a clear brown or brown-yellow, and it is sometimes transparent". Secondo Heron Allen (1885): Gasparo da Salò: "varnish is principally a light brown amber, very rich and deep". Andrea Amati, "varnish excellent light brown or deep golden."



1. Violino di Gasparo Maggi, conservato al संग्रहालय संगीत कला, (2011)
2. Violino di Gasparo da Salò, conservato al संग्रहालय संगीत कला, (2011)



Statua in bronzo nella città di Cremona di Antonio Stradivari

Al di là della ricerca spasmodica e quasi irruotale di chi pretende di fare analisi chimiche su preziosi strumenti con campionature spesso insufficienti, con caratteristiche inadeguate ad uno studio scientifico che preveda riproducibilità della misura in contrasto con la loro natura di pezzi unici che, in quanto tali, non duplicano uno standard, acquisite con microtecniche invasive e dunque micro... irriverenti, può sembrare quasi scontato limitarsi a rileggere ed interpretare formule e suggerimenti che ci vengono tramandati dal passato: una operazione epistemologica che il chimico ha le competenze per approfondire e rivendicare.

Nel 1526 Alfonso I duca di Ferrara sollecitava il suo ambasciatore a Venezia Jacopo Tibaldi di chiedere al liutaio Sigismondo Maler come si preparasse ed applicasse una vernice, dunque un interesse non banale come apparirebbe ad un moderno operatore che dispone di resine, oli, alcoli e coloranti nel negozio sotto casa. Le fonti che fanno specifico riferimento alla vernice prima del '500 non sono tante: nel 1400, Leonardo (1452 - 1519), usa oli e trementine, sperimentando le geniali intuizioni del fiammingo Jan van Eyck (1390 ca. - 1441), pittore ed alchimista, e Antonello da Messina (1430 ca. - 1479) i quali utilizzano resine dure (ambra o copale) e oli vegetali ed essenziali, che permettono di modulare i giusti tempi di essiccazione di infiniti strati di velature colorate. Il Platina, artista ed intarsiatore

padano, sul finire del '400, lascerà una serie di opere incorrotte nel tempo ed in cui i recenti restauri hanno evidenziato la presenza nelle vernici di semplici e comuni componenti di base. Nel XVI sec., Sofonisba Anguissola, il Pordenone, il Boccaccino e i Campi a Cremona si riforniscono di materiali pittorici attraverso "spicchi ed aromatarci dotti in specieria" e dipingono con lo scrupolo del conoscitore, strumenti musicali con evidente studio di colore giallo ambra dorato nelle vernici.

Diversi sono gli autori del '500 che ripropongono formule vernicianti di Plinio il vecchio, Dioscoride I-II d.C., Teofilo XI-XII, Leonardo XVI, Cennini XIV, Anonimo del "De Arte Illuminandi" XV sec. o ne suggeriscono altre: Alessio Piemontese 1555, Armenini 1588, Birelli 1601, Boltr 1549, Boodt 1609, Borghini 1584, Cardano 1550, De Ketham XV, Dolce 1557, Fioravanti 1564, Lotto 1538-46, Ms. Bologna XV, Ms. Marciana X-VI, Ms. Padova XVI, Ms. Strasburgo X-V, Rosselli 1559, Tottil 1573, Vasari 1550-68.

Non è stato possibile trovare riferimenti alla vernice usata dai predecessori di Amati e Gasparo quali: Hans Frey (1440), Battista da Brescia (fine 15 sec.), Kerlino (1489), Dardelli (1500), Duiffprugcar (1510), Linarol (1520), Zanetto (1540) and Morella (1550). È verosimile che questi non usassero complicate procedure di preparazione ma si affidassero semplicemente a dissoluzione ed eventuale cottura dei componenti resinosi di base con metodologie che già prevedono ambienti a pH diversi, precipitazioni, filtrazioni, valutazione delle temperature d'esercizio, opportune eluizioni con oli essenziali.

La maggioranza delle opere testimonia l'uso regolare di vernici a base grassa: ritroviamo la vernice liquida dal Cennini a base di resina (sandracca, mastice o trementina) e olio siccativo (di lino o di noce) nel Ms. di Bologna, nell'Armenini e nel Borghini e riferimenti a antiche formulazioni a base polisaccaridica come gomma arabica, di ciliegio, adragante (vernici de gomme) soprattutto nella miniatura, o a base proteica con ingredienti derivati da uova, caseina del latte e colla di pesce nelle cosiddette tempere. Formulazioni di questo tipo, derivate dalla tradizionale olifa bizantina, saranno impiegate anche nel '700 e '800 e ciò è testimoniato da alcuni autori del XVIII e XIX sec. (Hackert, De Burtin) che ne stigmatizzano l'uso per il precoce deterioramento dovuto all'invecchiamento.

La semplice osservazione dei capolavori del passato e l'interpretazione chimica dei fenomeni di degrado ci soccorre nel confermare che questi avvengono solo in particolari condizioni. La giusta proporzione tra componenti produce una vernice che, attraverso reazioni di ossidazione e di crosslinking, induce la formazione di un film insolubile, elastico estremamente stabile.

L'invecchiamento dello strato verniciante è pernicioso soprattutto in presenza di luce (che produce fotoossidazione, deammidazione, idrolisi e depauperamento dei tioli e solfuri), di pigmenti (modificano il pH, catalizzano l'ossidazione) e plastificanti a base di polisaccaridi chimicamente non compatibili perché inducono imbrunimento secondo la reazione di Maillard.

Cennino Cennini, nel "Il libro dell'arte", XIV sec. con sicurezza descrive le semplici operazioni per ottenere un pro-

dotto legante e coprente dall'uovo nella pratica artistica: "e sappi che questa tempera è universale, in muro, in tavolo, in ferro".

Il 1500 è anche il secolo in cui, per evoluzione dei metodi di distillazione, si sperimentano e si diffondono le vernici ad alcool. Nel Compendio dei "Secreti rationali" di Leonardo Fioravanti 1564 si riferisce: "del modo efficace di fare una vernice finissima" in cui le resine si sciolgono in "acqua vita di quattro passate" e il "mirabile secreto di natura" è che la vernice "si secca all'ombra senza sole" e ciò al contrario della vernice ad olio che offre le sue migliori caratteristiche "quando è il sole liene".

Alexis in "Segreti delle Arti" pubblicato prima del 1550 propone ricette vernicianti con berzoio, acqua di vite, zafferano, trementina Veneziana, olio di seme di lino, incenso gomma e mastice di ginepro in esprit ardent (alcool a caldo). Alexis inoltre osserva che una vernice a base di "seme di lino dissolverà colori minerali e vegetali, ma ne uccide altri." Una interessante riflessione ante litteram sulle caratteristiche estetiche dei pigmenti e del loro medium che devono avere un indice di rifrazione congruente soprattutto quando mescolate con lacche.

Dunque l'inizio di una affascinante laboratorio di estetica tutta... chimica. Nei successivi secoli XVII e XVIII si affineranno ricette di prodotti vernicianti di qualità superiore soprattutto per la migliore proprietà delle materie prime ma anche per una diversa competenza chimico empirica di attenti preparatori. Le nuove esperienze nate dalla farmacologia spagirica (raffinazione di oli, alcoli, essenze, precipitazioni di lacche), sfruttando la giusta proporzionalità dei componenti, serviranno a personalizzare colorazioni in lacche uniformemente disperse a valori congruenti di indice di rifrazione con straordinari effetti cromatici, ad indurre parziale saponificazione con la formazione di saponi metallici (oleati e resinati) punto o poco polari e dunque facilmente solubili in oli ed essenze, transesterificazione degli oli in presenza di alcoli, interesterificazione tra acidi ed esteri contenuti nella resina, decarbossilazione degli acidi ad acidi monobasici ed idrocarburi, isomerizzazione e idroperossidazione delle catene acide, iniziale polimerizzazione ossidativa e catalizzata da presenza di pinene nelle trementine, per produrre vernici più stabili e resistenti all'invecchiamento (ciò è acquisibile dalla attenta lettura di antiche formulazioni ermetiche apparentemente irragionevoli riportate dalla letteratura e giudicate per colpa o per ignoranza semplicemente misteriose e magiche). Nascono dalle prime e sporadiche esperienze rinascimentali, nuove tecniche, nuove metodologie che porteranno alle eccellenze del barocco e alle nuove scoperte dell'età dei Lumi.

Dal mese di agosto, in una prestigiosa sala del Comune di Salò, sono esposti un originale e prezioso contrabbasso di Gasparo da Salò e una attenta riproduzione di una Lira del 1570 di Gasparo, realizzata da Sergio Maggi, musicista ed attento studioso del liutaio gardesano.

Un particolare ringraziamento per l'amicizia ed il sostegno al progetto va a: Riccardo Bergonzi liutaio e musicista; Giuseppe Bertagna, Giuliana Sandrone, Omella Gelmi (direttore, coord. scien. coll. CQIA - Università di Bergamo); Vito Bettoni, Silvano Chiappa, Giuseppe Pelati, Elisabetta

Rossi, (dirigenti Croda-International); i dirigenti della ditta Resal; Augusta Busico dell'Adesis Festival coordinatrice del comitato "Violin Roads" (promotori Gualtiero Corini, Casali Flavio del Comune di Salò); Roberto Codazzi musicologo, giornalista e animatore delle Estati Musicali del Garda; Mariarosa Ferrari Romanini del "Triangolo" di Cremona; Gioele Gusberti, fine interprete di musica barocca; Anna Maramotti Politi presidente ALL; Maria Paola Negri dirigente scolastico, docente all'Università Cattolica di Brescia; Roberta Mozzi, dirigente ITIS "Torriani"; Negroni Massimo e Davide liutai; Gualtiero Nicolini organizzatore concorso di liuteria di Pisogne; Miriam Puz, entusiasta ricercatrice di storia dell'Alchimia; Daniele Tamburini editorialista de "Il Piccolo" di Cremona; Sonia Tassini, presidente ANSA; Mariella Morandi di "Cremona Produce" e del TCI-CR e naturalmente al personale dell'ITIS, a Sergio Maggi, musicista, che ha fornito materiale documentale prezioso, ed a Mario Maggi al quale è stata intitolata una importante sezione del Museo "Torriani" e dedicata la riproduzione della lira di Gasparo esposta a Salò.



Sala Gasparo a Salò

il
 **Chimico
Italiano**

Periodico di informazione dei Chimici Italiani

**Vernici
per
liuteria**

2006

Chimica e mistero nelle vernici degli antichi liutai cremonesi

di GIORGIO MAGGI

» Riassunto

Il lavoro raccoglie una serie di suggestioni, analisi, ipotesi fatte da autori diversi sulla formulazione delle antiche vernici cremonesi per liuteria ed in particolare delle vernici di Stradivari ritenute, dagli esperti del settore, esteticamente ed acusticamente impossibili da riprodurre.

I migliori ricercatori hanno stabilito con analisi spettroscopiche che le vernici degli antichi liutai cremonesi erano costituite da uno strato turapori del legno di natura inorganica a base silicea e da strati successivi di resine di provenienza orientale indurite per saponificazione, colorate con lacche non coprenti a base vegetale e impure di elementi come pollini, cristalli, ceneri che fanno presumere l'uso di complesse ed originali formulazioni.

Nella memoria scritta si vuole chiarire il ruolo delle diverse figure del chimico insegnante come educatore alla complessità e del chimico analista come supporto all'artista nell'approfondimento delle caratteristiche proprie della materia. Si vuole altresì recuperare la figura del chimico "epistemologo della scienza" che non è solo freddo indagatore della realtà oggettiva ma sempre più spesso è chiamato a fornire una personale sintesi nella interpretazione di dati scientifici e storici.

Parole chiave: vernice violino, mistero, analisi, stratificazione, preparazione vitrea

» Extended Abstract

The job collects a series of suggestions, analysis, hypothesis, written by different authors, on the formulation of the

ancient cremonese varnishes for stringed instruments and particularly of the Stradivari's varnishes, considered, from the experts of the sector, aesthetically and acoustically impossible to reproduce.

The best researchers have established with spectroscopic analysis that the varnishes of the ancient cremonese makers of stringed instruments was constituted by a liquid resistant layer of the wood of inorganic nature to finny base (mineral ground) and from following layers of resins (rubble) of oriental origin hardened for saponification, colored with non covering vegetable base lacquers impure of elements such as pollens, crystals, waxes that make to suppose the use of complex and original formulations.

In written memory we want to clarify the role of the different figures of the chemical teacher and the chemical analyst as educator to the complexity but also as support to the artist in the close examination of the characteristics proper of the matter. It also tries to recover the figure of the chemist "epistemologist of science" that it is not only a cold inquiring of the objective reality but more and more he is often called to furnish an one man show synthesis in the interpretation of scientific and historical data.

Key words: violin, mystery, analysis, stratification, mineral ground

L'idea nasce da lontano: la tesi sperimentale a Pavia nel '75 sulle proprietà di alcuni cristalli liquidi con appendice a carattere epistemologico sulle antiche vernici per liuteria con il prof. Riganti, prof. Curti

in Chimica Inorganica, e Prof. Sanesi in Chimica-Fisica. Le frequentazioni mie e del papà, ex-insegnante di viola alla scuola di Liuteria, violista in orchestre e collezionista in giro per il mondo, con tanti bravi liutai da Sacconi e Sgarabotto ai nostri cremonesi d'adozione e non, ma anche con indimenticabili artisti come Oistrach, Menuin, Gavazzeni. L'incontro con studiosi di storia cremonese come Nicolini, Gualazzini, Puerari, Santoro, Monterosso, Ferrari Barassi. I lontani corsi regionali di Liutologia, le prime esperienze di collaborazione tecnico scientifica in multinazionali e il successivo incarico nella direzione di laboratorio chimico farmaceutico e cosmetologico, lo stimolante impegno nell'Ordine dei Chimici e l'attuale esperienza di insegnante in Scienze chimiche e biologiche al Liceo Artistico di Crema e Cremona.

Si rafforza l'idea che sia possibile, nonostante i diversi impegni, continuare a raccogliere notizie per quella vecchia tesi di laurea, per poter, anche con inconfessata presunzione, realizzare un sogno forse paradossale ma che credo di poter condividere con i lettori: **Incontrare il "Genio" e, da chimico, curiosare nei suoi pensieri e nella sua opera.** Il Genio che, va sottolineato, è anche e soprattutto Artificer: artista e artigiano, creatore e scienziato. Il genio da Socrate a Galileo e Leonardo, a Stradivari, continuamente confronta, soprattutto nell'arte, l'osservazione induttiva, l'ipotesi, e la regola deduttiva sia nel reale, che nel "segreto" di esperienze spesso uniche perché non perfettamente riproducibili nemmeno dall'artista stesso. Genio che è "talento che da regola offarte" nella tradizione kantiana ma che è anche mediatore tra il finito e l'infinito, l'invento e la creazione.



mi di raffinazione delle resine, da precedenti preparazioni turaponi del legno o dal semplice trattamento di "pomiciatura". Pierre Coulomb nel 1951 interpreta la presenza di alte quantità di silicio nello strato a contatto del legno con l'uso del "cosiddetto" vetro solubile: una particolare molecola a formula $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ utilizzata in soluzione acquosa nel settecento comunemente per conservare legno ed... uova.

William Fulton, Claire Barlow e Geary Baese tra il 1974 e il 1993 individuano nel primo strato di vernice una componente minerale (mineral ground) e organica (rubble) ipotizzando l'antico uso di propoli, gum turpentine e cere.

Negli anni settanta Simone Sacconi pubblica il suo "I segreti di Stradivari" e riorganizza intelligentemente le diverse esperienze sull'argomento ricostruendo la vernice dei classici attraverso tre fasi: 1) imbibizione (la chiama "ossificazione") del legno con una preparazione vitrea (silicati sol.) e levigatura con sostanze naturali a base silicea (es: asprella o erba cavallina); 2) strato di vernice isolante composto da gomme ed idrati di carbonio; 3) la vera e propria vernice nella quale trementina di larice, propoli, cere ed oli siccativi venivano cotti (saponificati) con molecole a reazione alcalina come calce o anche allume e successivamente portati in soluzione con solventi alcolici e terpenici misti a trigliceridi. Si devono a C.Y. Barlow e J. Woodhouse, due scienziati della Università Inglese di Cambridge, i più recenti (1989) risultati sulla analisi della vernice di un Violoncello del 1711 di Stradivari con un microscopio elettronico SEM (Scanning Electron Micrograph). I risultati della ricerca confermano la presenza di strati di diversa formulazione: un primo strato con alta percentuale di elementi come silice ed allumina e strati successivi in cui fondono resine, oli siccativi, pigmenti organici e cristalli di lacca.

E' certo lecito studiare la scienza dell'Artifex, acquisirne le galleiane "sensate esperienze", e "certe dimostrazioni", è certo stimolante identificarsi con esso cercando di sondarne le convinzioni e da queste tentare di ricavar-

ne certezze: spesso ingenua sono le conclusioni di Mayne Coe, chimico in pensione residente in Florida, che registra nel 1991 (U.S. Patent 5018422) il "segreto di Stradivari" a base di tung oil (olio di legno) e quelle di un biologo residente in Texas (famoso in internet ... basta digitare *varnish violin* su un qualunque motore di ricerca) che, grande appassionato di misteri, ma anche ottimo commerciante di violini, sogna formulazioni di Stradivari a base di gamberetti, succo d'uva, concime ed urina bovina... e dichiara di provare sempre un forte desiderio di estrarre nascostamente campioni di vernice da analizzare alla vista degli strumenti del Cremonese...

Io come insegnante di Chimica e Scienze in un Liceo Artistico penso di avere un compito importante: stimolare nei ragazzi il senso dell'avventura delle Scienze discutendo con loro criticamente la conoscenza, approfondendo l'episteme senza trascurare alcunché, nemmeno i risultati controversi e i paradossi etici di quel mio lontano collega del Far West.

Un insegnante di Scienze può, attraverso i suoi giovani allievi, continuamente rinnovare e riproporre un processo induttivo di conoscenza in cui la scienza fonde nell'arte e nella tradizione, può anche permettere l'evolversi del senso critico senza soffocare il desiderio di provare e sperimentare sempre nuove soluzioni: diventa stimolante chiedere consiglio all'artista liutaio, vederlo lavorare riscoprendo con lui i lavori di Fierz, Coulomb, Michelmann, Fulton, Barlow e Woodhouse, ridiscutendo le ricette del trattato di Bonanni sulla "Vernice detta alla Cinese" e del più recente "I segreti di Stradivari" di Sacconi ma anche consultando gli appunti di Cozio di Salabue, estimatore di Stradivari, e riappropriandosi delle sue formule. Nel manoscritto, Cozio sostiene di aver ricevuto notizie certe sulla vernice di Stradivari da un intimo amico di questi:

"Ho ricevuto la seguente ricetta... e che sia quella dell'Antonio Stradivari...: gomma lacca oncie 4; sandracca oncie 2; mastiche in lacrime oncie 2; sangue di

drago ... 40; zafferano mezza dramma; una pinta di spirito rettificato.

E dopo la soluzione fatta al fuoco vi si incorporano oncie 4 di trementina di Venezia e poi si cola il tutto con un panno lino piuttosto raro ma fine di filato."

Credo di poter concludere così tentando di sdrammatizzare un argomento così difficile da analizzare... Implorando l'indulgenza del lettore e quella del sommo Liutaio, l'intimità del quale anch'io ho tentato di violare: benevolenza certa, non fosse altro per il motivo che l'amico, a cui Antonio aveva rivelato in gran segreto la sua formula, si chiamava Maggi proprio come me e che la mia bisavola, nonna Ceruti, cugina di Giovan Battista (ultimo tra i liutai classici cremonesi) e come me smemorata, da qualche parte della casa doveva aver pur nascosto quella Bibbia di casa Stradivari, avuta chissà come, e nelle cui pagine interne il Maestro aveva vergato la sua eccezionale quanto discussa formula segreta!

BIBLIOGRAFIA

- Connino d'Andrea Connini, "Il Libro dell'Arte, Firenze", 1437
 Fierz David
 G.Fry, "The Varnishes of the Italian Violin makers", Stevens & Sons, London, 1904
 Mallard, E., "Decouverte des anciens vernis Italiens", Lahure, Paris, 1859
 Michelman J., "Violin Varnish", Cincinnati, Ohio, 1946
 Renzo Bacchetta, "Il carteggio di Cozio di Salabue" di Cremona
 P.Coulomb, "Vernici per violini", Ind.Vernice, Milan, 42-6
 S.F.Sacconi, "I Segreti di Stradivari", Cremona, 1972
 William M. Fulton May 1972 and July 1997 *SCA/VM Bulletin*
 William M. Fulton, "Old Italian Varnish", *Strad*, 1972
 Chemical Abstracts altri autori consultati: De Mayone, Alessio Piemontese, Pietro Andrea Mattioli, T. Rosolli, A. Liberio, G. Calestani, Philipp-Jacob Hartmann, R.Boyle, Christophoe Low Morley, Joan Zahra, Pierre Pomet, Hubert La-Blanc, P.Shaw, G. Lewis, P. Arduino, J.F. Watin, F. Agricola, A.Guidotti, Filippo Bonanni, Johann Melchior Muller, P.F. Tingry, J.-C. Maugin, L. Manucci, J.F.L. Merimeo, Blanchard, C.L.Eastlake, G. Secco-Suardo, O. Guerini e C. Ricci, G.H. Harst, R.P. Johnson, J.C. Richards, G. Fry, R.P. Johnson, J.C. Richards, Thomas Brachort, Hilditch, Howard, Boynton, Gifford, Pollens, Sehes, Wilson.

della scienza raccontata attraverso la musica o viceversa e con la mediazione di innovative tecnologie "artificiali" proprie dell'artigianato artistico.

Lo studente affronta così originalità apparentemente sopite, insite in una programmazione dai contenuti complessi e specifica per una scuola tecnica come l'IIS.

"Non c'è sapere vero che non passi attraverso l'esperienza del reale... non c'è scienza possibile di niente se prima non c'è l'esperienza personale di qualcosa. E tanto più è ricca l'esperienza quanto più può essere

coltivata la scienza" (Giuseppe Bertagna – Nuova Secondaria n°8- 15 aprile 2011)

UNA STORIA DIMENTICATA DI RICETTE

L'interesse per ricette e formulazioni di vernici cosiddette miste risale a Plinio e Dioscoride ed è ripresa dal lombardo Teofilo nell'XI sec. e da Leonardo da Vinci che usano resine miste ad oli ed essenze. Con Alexis, Della Porta e Paracelso nasce, dall'ermetica "***magiae naturalis***" sorta di protoscienza, la cosiddetta ***filosofia chimica*** in cui l'essenza della natura può interagire con l'uomo.

.L'***"ens primum"*** o olio resinoso, e anima essudata dalle piante, diventa preparato terapeutico per l'uomo e

rimedio verniciante per rinnovare l'inanimato.

Tra i diversi tipi d'oli vegetali, i gliceridi vanno sempre più differendosi dalle essenze come la trementina che Arnaldo da Villanuova (sec.XIII) definisce ***olio mirabile*** e che Marco Greco (sec. VIII) chiama ***acqua arzente***. Una miscela d'oli ed essenze preparata nel 1600 espressamente per artisti era denominata "olio di Delft" e verrà ripresa dal Baldinucci nel 1680 che nel suo "Vocabolario" definisce la vernice come "***un composto d'olio d'abeto e di sasso e di noce bollito in ...trementina di Venezia e mastico con acquavite; serve per dar sopra le pitture...***" Cennini detta: "***...mettivi per ciascuna libra d'olio un'oncia di vernice liquida (sandracca o mastice), che siabella e chiara...***". I fiamminghi scoprono le proprietà degli oli siccativi ottimi medium per stendere pigmentia corpo, mentre preservano lo strato pittorico con patine di vernici sottili e resinose. Principi e sovrani come Alfonso I d'Este (1476-1534), Rodolfo II d'Asburgo (1552-1612), Cosimo III, Granduca di Toscana, (chesecondo il Peluzzi, fornì a Stradivari le resine per produrre la vernice del Quartetto Mediceo), e il nipote Leopoldo II (che, nella Gazzetta Toscana del 1766, apprezza la qualità di "***molte vernici et oli cotti***") manifestano interesse alle varie mesticanze resinose simbolo di completamento alchemico. De Mayernel XVII sec. cita la "***vray vernix des luths et violes***" proponendo una formula a base d'olio e carabè. Nel 1783 L'Enciclopedia Methodique così descrive la vernice a base di olio di Tung estratto da euforbiacee tipiche della Cina e del Giappone: "***L'empereur Yong Tching, que le secret du Yang Tsi, ou du vernis qui imite le brillant de celui du Japon ha transpire hors du palais...e ne voulut pas qu'il sortir de son palais...le Yang tsi a cause de l'huile de thè ... lui done son brillant***" Maugin in Manuel du Luthier nel 1834, sostiene che tutti i più celebri liutai abbiano usato "***vernix gras, autrement dit vernis à l'huile***"; nel 1867, Grivel in Vernis des anciens Luthiers d'Italie indica in "***deux outrois couches de ce mélange (compose...d'huile de lin) suffisent pour vernir un instrument***". Nei laboratori dell'Institut für Spektrochemie di Dortmund in Germania e del Musée de la Musique di Parigi, si rilevano, nelle vernici dei classici, quantità elevate di Ferro, Mercurio e Piombo elementi siccativanti degli oli evidenziati pur essi all'analisi in associazione a resine (di e tri terpenoidi). La presenza d'oli nelle vernici romanesi era già stata dimostrata con un'ingenua ma efficace analisi organolettica da Mailand con il suo "rubbing test" forse il primo in assoluto test chimico di una vernice con la dimostrazione olfattiva eriproducibile di profumo d'olio di lino, mastice e benzoino. La discussione sull'uso primario di vernici ad olio o ad alcool, riferita in pur dotte pubblicazioni, credo non abbia mai appassionato il liutaio che, esperto utilizzatore, con competenza utilizza tecniche personalizzate emiste di verniciatura negli strumenti musicali. La teoria vuole che prodotti filmogeni di natura diversa possano essere incompatibili tra loro, mentre la pratica dell'Artifex utilizza consapevolmente la loro differenza quasi un richiamo alle ermetiche regole della "***congiunzione ed unione dei contrari***". L'esperto lüstreur o vernisseur, da tempi remoti, sa dosare l'applicazione di soluzioni alcoliche di resine allo stato colloidale e sa riprenderne con esteri glicerici la stesura; spesso la formula è migliorata con emulsioni che favoriscano la densità, la giusta viscosità, l'apporto di colore, le proprietà tissotropiche necessarie ad una buona verniciatura senza sgocciolature. È certo che le maggiori possibilità di utilizzare alcool ad alta gradazione abbiano favorito nel '700 inoltrato un maggiore uso di vernici prodotte esclusivamente utilizzando questo solvente rendendo meno necessaria l'integrazione di veicolanti esterificati come oli o

cere. Sacconi, famoso liutaio e studioso, sostiene che, per ragioni di tipo acustico ed estetico la particolare formulazione della vernice del violino debba possedere intrinsecamente, quasi un ossimoro, durabilità e limpidezza, ma anche essere “fragile... sottile e porosa... con uno spessore ridotto addirittura ad un velo”. Sacconi utilizza una vernice a base alcolica composta di resine e cere, ravvivata “con tampone imbevuto con olio di oliva o di noce” mentre Tissandier propone una formulazione con ingredienti quali **“résine laque blanche, huile de noix, alcool”** e **“en ne mettant qu’une couche très mince... sur la table, les éclisses...”**. Fry ritiene che le vernici degli strumenti barocchi fossero altresì **“constitués de résines tendres dans l’essence avec adjonction de plus ou moins d’huile de lin”** mentre Michelman prepara una tintura alcolica di Garanza (colorante a base di Alizarina) che incorporerà a caldo con resine, oli ed eluenti sino a consistenza voluta. Charles Reade, che cita Greilsamer, sostiene che nel violino la vernice è **“la réunion de deux vernis”** mentre Margival raccomanda nel violino il cosiddetto **“apprêt”** o **“encollage”** che è necessario al supporto per sostenere vernici che richiedano anche una componente glicerica e dunque oleosa. E. Mailand nel 1859 riproduce una formula estratta dal “libro dei colori. sec. XV” e riportata dal Bonanni. L’antica formulazione recita così: **“Tolli gomma di gineparo le doi parte et olio de semi de lino e fa bulire insieme cum foco temperato... e guarda che... non... viria negra e brutta”**; Bonanni **“dissolvant la sandaraque en poudre dans l’esprit de vin... on y met l’huile de lin et l’esprit de vin s’étant évaporé... cuits ensemble au soleil... ou a feu doux...”**. Mailand propone la stessa ricetta **“sans risquer de la brûler”** dissolvendo in alcool sandracca ed eventuali coloranti ed accorpando la vernice all’olio in bagno maria facilitando la distillazione dell’alcool che bolle a temperatura più bassa di oli essenziali e trigliceridi. La preparazione risulta nota già da Alexis Piemontais che, in Secrets des Arts (1550), impasta mastice e sandracca a olio di lino e **“esprit de vin”** e cuoce sino ad incorporazione avvenuta. In Nuova Enciclopedia Chimica si accenna ad una tecnica di dissoluzione delle resine che prevede l’apporto combinato d’alcool leggermente nitrico (Fry riferisce delle proprietà della nitro-colofonia) ed acidi grassi dell’olio di lino; interessante è anche la tecnica di incorporare pigmenti colorati come minio stemperato in acqua, all’olio: semplicemente si cuoce la miscela sino a completa evaporazione dell’acqua. Il ricorso alla formula di Stradivari proposta da Cozio di Salabue, lo studioso che ne raccolse il carteggio, è d’obbligo, quasi un tormentone tra i liutai per capire i termini sintetici di una preparazione: **“ho ricevuto la seguente ricetta... e che sia quella dell’Antonio Stradivari...: gomma lacca oncie 4; sandracca oncie 2; mastice in lacrime oncie 2; sangue di drago ... 40; zafferano mezza dramma; una pinta di spirito rettificato. E dopo la soluzione fatta al fuoco vi si incorporano oncie 4 di trementina di Venezia e poi sicola il tutto con un panno lino piuttosto raro ma fine di filato”**. In una successiva nota il carteggio continua: **“un’onza e meza di goma lacha ... tre quarti in tutto di mastice e sandracca e spirito (di vino) una libra. Una libra d’oglio di noce, farlo cozzere e meter dentro, fino a che ha perso la schiuma, le medesime gome, mesa un onza di sangue di drago. Questa vernice è vera di Stradivari sincera e sicura”** (Il 26 Settembre 1728 un allievo del maestro così riferisce **“Ho provato a fare con vostro modo, hamomenti se ne iva la botega de fuoco”**)

LA CHIMICA RILEGGE GLI ANTICHI RICETTARI

L’artista può dunque preparare una vernice dissolvendo le resine (ad es. in alcool) che poi farà maturare o bollire in eccesso rispetto all’olio di lino sino ad esaurimento del solvente. In tale ambiente avviene una distillazione in corrente di vapore d’olio e alcool, accompagnata al formarsi di un residuo glicerico, in cui si è prodotta la reazione di transesterificazione. Quest’ultima comporta la formazione d’esteri etilici dell’acido oleico, linoleico, linolenico siccativi con abbassamento del punto d’evaporazione del prodotto. L’aggiunta di catalizzatori metallici (“alumi de rocho... minio... cinabrio... “ dal Libro dei colori sec. XV) o di lacca colorata già preparata con sali metallici idrolizzabili, favorisce la modulazione del pH.

Un ambiente acido o basico di lavoro e calore facilitano la predisposizione a:

- temporanee colorazioni di resine (in ambiente acido colofonia, elemi, balsami producono colorazioni rosse al pari della gomma gotta in ambiente basico), e coloranti (complice l’Accademia Reale delle Scienze di Parigi si ritenne verosimile nei liutai barocchi l’uso di pigmenti a base di garanza e di tornasole, estratto tintoriale da laccamuffa o dal girasole)
- transesterificazione dei trigliceridi con riduzione della temperatura di evaporazione degli esteri prodotti, e interesterificazione tra acidi ed esteri contenuti nella resina.
- parziale saponificazione con la formazione di saponi metallici (oleati e resinati) non polari e dunque

facilmente solubili in oli ed essenze.

- decarbossilazione degli acidi ad acidi monobasici ed idrocarburi
- isomerizzazione e idroperossidazione delle catene acide
- iniziale polimerizzazione ossidativa

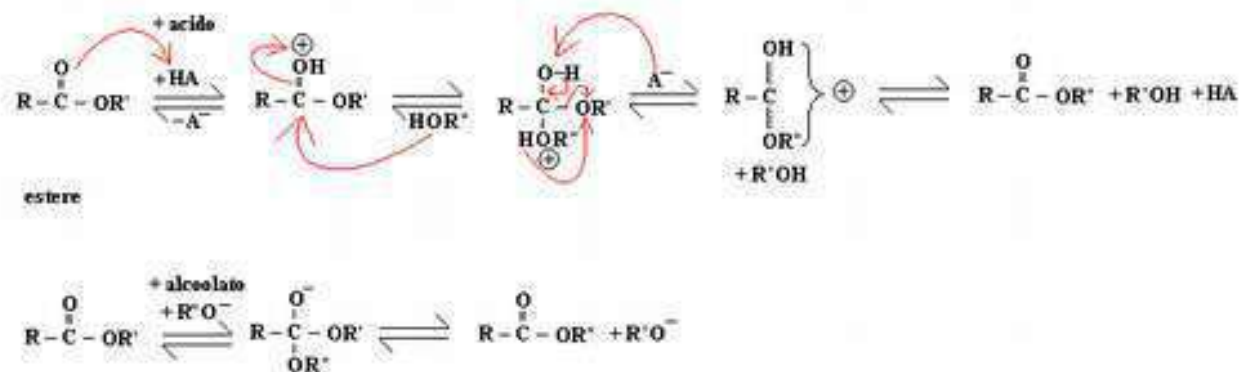
L' iniziale ambiente acido (da acidi grassi,) , secondo Valerio-Gherzi (Nuovo Ricettario Industriale p.1843), favorirebbe l' iniziale dissoluzione fisica e chimica di resine evitando di elevare la temperatura e facilitando un prodotto incolore; è altrettanto necessaria la successiva maturazione prima della applicazione della vernice, per favorire lo stabilizzarsi di equilibri ed evitare che questa subisca modificazioni non volute sull'opera.

La successiva evaporazione dell'alcool, presente in eccesso, si accompagna al lento passaggio del colorante dalla soluzione alcolica polare all'estere. Il riscaldamento della miscela contribuisce ad una prepolimerizzazione ossidativa osservata dall'utilizzatore come un evidente ispessimento e con aumento del valore del n° di perossidi; inoltre si verifica l'esterificazione della resina che è prevalentemente costituita da acidi monocarbossilici come ac pimario $C_{20}H_{30}O_2$ presente in resine come trementine e sandracca (Dupont , Silbermann, Balotine e Romanova hanno dimostrato la reazione che può essere catalizzata da ambiente acido, e presenza di metalli come il ferro).

La dissoluzione di resina in olio, sia che avvenga per lenta sostituzione del solvente alcolico sia che si produca per aggiunte di olio alla resina fusa, porta ad una diminuzione del numero di acidità (l'acidità rallenta il processo di polimerizzazione) ed aumento del numero di saponificazione (indice di presenza di esteri) e del n° di iodio (indice di una maggiore siccatività). La successiva e necessaria maturazione (invecchiamento) conferirebbe alla miscela filmogena una maggiore plasticità dovuta a equilibrio tra le fasi "dispersa e disperdente" resina/olio/solvente con scambi tra gli acidi grassi dei gliceridi e degli acidi resinici. Il prodotto risultante ha proprietà legate al rapporto olio/resina misurato in **Oil Lenght**: un valore alto di OLconferisce resistenza nel tempo; un valore minimo caratterizza la vernice per fragilità e brillantezza (lamaturazione favorirebbe altresì l'accrescimento di cristalli di lacca inglobati nella miscela e unamodulazione del pH, come già espresso, verso valori di neutralità) .

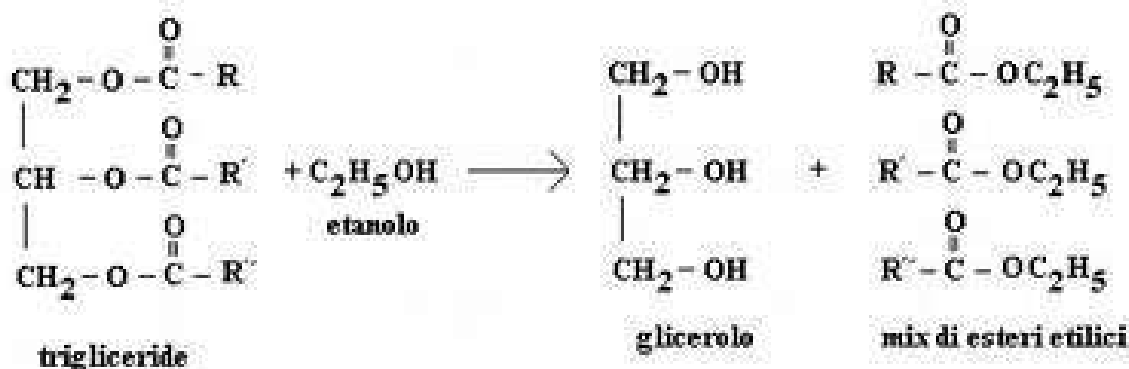
Un'ulteriore distillazione con l'eliminazione dell'alcool residuo e aggiunte opportune di oli essenziali, adefetto eluente e catalizzante, può portare a formulazioni diverse spesso di natura colloidale se si utilizzano "ragie", o di vera soluzione se il solvente è un idrocarburo apolare come l'antico olio di sasso (l'etere dipetrolio o "**huile de pétrole**" ha una polarità estremamente più bassa di essenza di trementina e ancor più di alcool). La diversa natura di vernici ottenute partendo da materie prime comuni ma "maturate" ediversamente eluite è stata studiata approfonditamente da McMillen nel 1931: l'autore evidenzia lavelocità di scorrimento di una vernice stesa a pennello rapportandola non solo alla viscosità ma anche alcomportamento tissotropico.

La reazione tra alcool ed estere (olio) è detta **interesterificazione** o **transesterificazione** e avviene per sostituzione della glicerina con il gruppo etilico , l' estere etilico che ne risulta avrà un punto di evaporazione più basso. Il meccanismo dell'alcoolisi avviene con sostituzione nucleofila : la reazione può essere catalizzata da acidi anidri (non è da escludersi l'utilizzo di ac. nitrico (l'acquaforte degli antichi, preparata da Geber già nell'VIIIsec.) come ipotizzato nelle ricette di vernici per violini di M.Fry) o da basi sotto forma di alcoolati idrolizzati.



per portare la reazione ad esaurimento si aggiunge R''OH (alcool) in notevole eccesso e come indicato

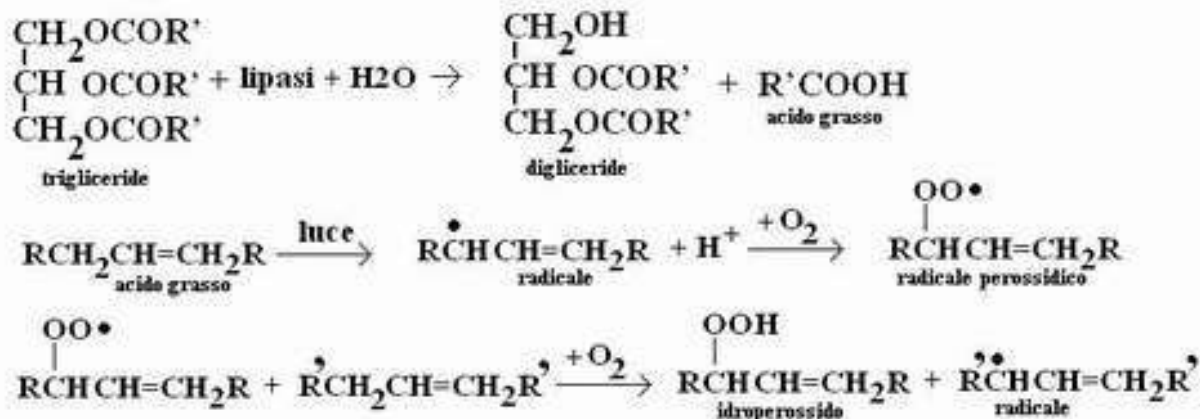
precedentemente questo si rimuove per distillazione. Facendo reagire un trigliceride in presenza di etanolo in eccesso e con catalizzatore acido o basico si ottiene una miscela di esteri etilici che si possono separare per distillazione.



Il miscuglio dunque in ambiente non neutro (acido o basico) di olio di lino (trigliceride) e d'etanolo a caldo reagisce formando per transesterificazione un miscuglio d'esteri ad una diversa tensione di vapore e > tendenza ad evaporare.

La lavorazione degli oli associata a riscaldamento e il successivo invecchiamento comporta processi d'isomerizzazione (formazione dei dieni) e ossidativi in cui si producono processi di formazione di gruppi carbonilici, carbossilici e perossidici. Un esempio è l'idroperossidazione dell'acido linolenico e l'ossidazione dell'acido linoleico.

Il processo d'ossidazione continua con la formazione d'acidi dicarbossilici evidenti all'analisi e comporta un aumento della polarità delle molecole (e ciò potrebbe agevolare una più facile colorazione con pigmenti o coloranti opportuni); Il processo d'ossidazione può anche interessare la posizione allilica reattiva con formazione di gruppi acidi e aldeidi maleodoranti (indice d'irrancidimento) Sono anche possibili altre reazioni concomitanti d'ossidazione enzimatica (dovute alla proliferazione di muffe e batteri in ambiente umido. Tra queste il formarsi di prodotti d'invecchiamento ed irrancidimento.



Il riscaldamento d'oli, dalla semplice esposizione al sole (**sol lione** del Cennini, **sole di riverbero** del Bonanni) sino alla vera e propria cottura, serve per "ispessire" il prodotto con la creazione di ponti d'ossigeno tra le insaturazioni e favorendo una reticolazione per polimerizzazione radicalica (calore e luce alla presenza d'opportuni catalizzatori metallici sono indispensabili alla reazione, la presenza di essenza di trementina aumenta ulteriormente l'effetto catalitico).

Successivamente alla polimerizzazione ossidativa degli acidi insaturi dell'olio (accentuata dall'effetto catalitico dimostrato dal comune uso di essenze terpeniche) può aversi un lento degrado ad acido azelaico ed ossalico favorito dalla presenza di licheni e funghi.

Le diverse proporzioni d'acido palmitico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ e stearico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ hanno permesso adattenti ricercatori di differenziare l'invecchiamento di prodotti contenenti oli vegetali, la cui composizione è caratteristica per le maggiori % di acidi grassi poliinsaturi rispetto ai monoinsaturi.

L'individuazione all'analisi di sostanze organiche varie si è spesso dimostrata derivante dall'uso di tuorlo

d'uovo, propoli, cere, caseina, colle animali o gomme utilizzate come indurenti, latte come agglutinante, e fiele di bue, acqua lenta a base glicerica, miele usati come ritardanti o plastificanti, inoltre la presenza di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) indicherebbe l'utilizzo di oli pirogenati.

SCUOLA INDUSTRIA ED ARTIGIANATO: UN INIZIO DI COLLABORAZIONE

Gli studenti dell'IIS di Cremona hanno progettato sintesi e reazioni chimiche che saranno realizzate presso i Laboratori di una multinazionale specializzata nella trasformazione dei prodotti naturali (home, consumer care and "green" high performance products) che ancora oggi e in misura diversa sono trattati e trasformati in innumerevoli laboratori artigianali di liuteria.

Gli studenti dell'Istituto cremonese, inoltre, hanno indagato le moderne Industrial Specialities come Coatings & Polymers, preparando tesi sul controllo di qualità e mettendo le basi per una proposta di applicazione a prodotti come oli siccativi, resine e pigmenti usati tuttora come materie prime per riprodurre le vernici della tradizione liutaria cremonese. Il progetto si è perfezionato con visite a laboratori di diagnostica presso l'Ateneo Pavese e predisposizione d'elementi didattici di classificazione necessari a momenti espositivi e museali interni alla scuola. Obiettivo della collaborazione tra scuola, industria e artigianato è stato dunque quello di approfondire legami tra la chimica del prodotto e la sua storia legata al territorio. Un'inusuale, straordinaria, forse complessa ma sicuramente originale, avventura alla ricerca dell'episteme.

Bibliografia

- Bacchetta, Renzo – "Carteggio di Cozio di Salabue"- 1950;
Barlow, C.Y. and J. Woodhouse, Firm ground? A detailed analysis of ground layers under the microscope (Part 1), *The Strad*, Vol. 100, No.1187, pp. 195-197 (Mar. 1989) ;
Canevari, Claudio "La vray vernix des luths..." in *Liuteria Musica Cultura* (2010) rivista dell'ALI;
Biringuccio, Vannoccio – *De la Protechnia*- Venezia 1540 ;
Corradi, Alfonso-*Le prime farmacopee italiane* ed in particolare dei ricettari fiorentini- Milano Fratelli Rechiedei Editori 1887
Di Palma Wilma - *Scienza ed alchimia nella Roma barocca* ;
Donzelli ,Giuseppe, *Teatro farmaceutico dogmatico e spagirico*-1704 ;
[Gazzetta chimica Italiana](#) Società chimica italiana – 1873 ;
Glauber , Johann Rudolph, *Furni Novi Philosophici*. Amsterdam, 1646 ;
Hill, W. Henry Arthur F. Hill & Alfred E. Hill "Antonio Stradivari" *His Life and Work (1644-1737)* -1902 ;
Grivel, *Vernis des Anciens Luthiers d'Italie* - 1867 ;
Jacopetti, Ircas Nicola – "La lavorazione del vetro e le vetrerie di Cremona" *Riv Cremona Produce*
Kaye, Brian Howard - *Science and the detective*- selected reading
Lémery Nicolas, *Pharmacopée Universelle contenant toutes les compositions des pharmacie...*
Lémery Nicolas, *Corso di Chimica*-1695;
Lémery Nicolas, Nathan Lacy, *Cours de Chymie contenant la manière de faire les operations qui sont en usage dans la Médecine...*Nouvelle édition, Paris chez Jean Thomas Herissant 1756
Maggi, Giorgio "Chimica e misteri nelle vernici cremonesi per Liuteria" *Il Chimico Italiano* giugno 2006;---Menzione speciale per l'originalità dei contenuti "Vernici per Liuteria" Premio Green Scuola (III ed.-2007), Consorzio Interuniversitario Nazionale, Ministero della Pubblica Istruzione ---
"Chimica dell'affresco ed una proposta di laboratorio Chimico al Liceo" il "Chimico Italiano" 2008;--- "Chimica e naturalismo per reinterpretare
Caravaggio" rivista Green n°10 consorzio interuniversitario dicembre 2007;--- "Il Codice Caravaggio" *Chimica Liuteria* del '600, sponsorizzato dalla
BCC e Comune di Caravaggio, 2008 ; Partecipa al prog."Azioni di sistema per il polo formativo per la liuteria, la cultura musicale e l'artigianato artistico- progetto N.375841 azione 375881"--- Elia Santoro, Giorgio Maggi "*Viole da Gamba e da Braccio tra le figure sacre delle chiese di Cremona*"
Editrice Turris (1982);--- "*In margine alla Trementina...*" in *Liuteria Musica Cultura* (2010) rivista dell'ALI; --Saggio sul laboratorio dell'affresco al Liceo Artistico all'interno del libro DVD "Noi...la chimica la vediamo così!" Premio Ordine dei Chimici di Parma 2010; --- 1° premio V ed. "*Olimpiadi della Scienza*" del Consorzio Interuniversitario Nazionale inserito nel programma ministeriale per la valorizzazione delle eccellenze "Io merito"--- "*Silicati e vetro solubile nella tradizione dei liutai cremonesi*" in "Il Chimico Italiano" 2010--- "*Chimica sublime nel barocco padano*" – Rivista del Cns
2011
Michelman J., *Violin Varnish*, Cincinnati, Ohio, 1946
Michelman, Joseph "Violin Varnish" A Plausible Re-creation of the Varnish Used by the Italian Violin Makers Between the Years 1550 and 1750, A.D. Published by Joseph -Michelman, Cincinnati, Ohio, U.S.A. 1946 Copyright 1946 ;
Maria Paola Negri, *L'alternanza scuola – lavoro*, in "Rassegna della Camera di Commercio, Industria e Artigianato, Cremona, anno 2007
Maria Paola Negri, *Alle origini della scienza: "La scuola gesuitica e la nascita della scienza moderna*, Convegno dell'Università Cattolica di Brescia, in "Vita Cattolica", ottobre 1988, Ed. Pizzorni, Cremona, p. 9.
Maria Paola Negri, *Il laboratorio didattico come supporto alla professionalità docente*, in AA.VV. , Documentazione e didattica della Storia, Provincia di Cremona, 2003, pp.5-12.
Tommaso d'Aquino: (Thomae Aquinatis) *Thesaurus Alchemiae secretissimus ad fratrem Reinaldum*; *Theatrum Chemicum*- Zetzner ed.1613- ed.1659 (da pseudoepigrafi, di poco successivi alla vita di Tommaso (1224-1274) ;
Pharmacopea Augustana (1652/3) (1734) ;
Pizzamiglio, Pierluigi *Gerardo da Cremona*, Cremona, Libreria del Convegno, 1992 ;
Poli Martino- *Il Trionfo degli acidi*- 1706 ;
Pérez, B. Vargas (1569) *De re metalica* ;
Quinti, G. (Les admirables secrets ...Venise 1711) ;

Reade, Charles. Cremona Violins... at the South Kensington Museum. 1873 ;
Sacconi, S. - I "Segreti" di Stradivari (Libreria del Convegno, Cremona, 1972 ;
Sangiorgio, Paolo- La farmacia descritta secondo i moderni principi di Lavoisier...1804 ;
The complete Luthier's library-Ed. Bologna.

Von Bohlen, Alex Friedrich Meyer Microanalysis of old violin varnishes by total reflection X-ray fluorescence *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, Volume 52, Issue 7, 1 July 1997, Pages 1053-1056* ; Von Bohlen, Staat h. ; Seifert I.; Analytical Letters -2000 ;

collezionemaggi: vedi musei confartigianato nel web

<http://moodle.itistorriani.it/course/category.php?id=7>

<http://moodle.itistorriani.it/course/info.php?id=13>

<http://opac.sbn.it/opacsbn/opaclib>

http://www.artisticomunari.it/dispense/programmi%20fino%20al%202007/lez_%20di%

http://www.chimici.it/cnc/fileadmin/rivista/2006/Chimico_Italiano-2-2006.pdf

http://www.slidefinder.net/v/vernici_per_liuteria_Una_ricerca/4342291

<http://www.collezionemaggi.altervista.org>