

TITOLO : L'affresco all' Artistico di Crema e premiazione all'Ordine dei Chimici di Parma

Insegnante coordinatore professor **Giorgio Maggi**

L'articolo è stato possibile per la collaborazione della professoressa Maria Luisa Carnini, dirigente scolastico del **Liceo Artistico Munari di Crema**, il professor **Maurizio Zurla**, la professoressa **Elena Ceci**, la professoressa **Lucia Olivieri**, gli studenti delle classi IV F e V F corso sperimentale "Catalogazione e Conservazione Beni Culturali"

Dalla preparazione in laboratorio ed osservazione della tradizione pittorica nostrana cremonese e lombarda sino al Cenacolo vinciano nel Refettorio in Santa Maria delle Grazie, alcuni studenti curiosi e forse un poco immodesti tentano di comprendere l' affresco, le tecniche miste su intonaco e i delicati e complessi interventi di restauro: entrare in punta di piedi in un contesto molto complesso per avvicinarsi alla "Green Chemistry sperimentale" del Rinascimento e, attraverso elementi tratti dalla letteratura ed esperienze dirette, approfondire teoria e prassi di tecniche antiche.

Le classi IV F e V F sperimentale del Liceo Artistico "Munari" di Crema indirizzo Catalogazione e Conservazione dei Beni Culturali, affrontano dunque un percorso didattico interdisciplinare che porterà ad avvicinarsi alla chimica e tecnica dell'affresco, alle problematiche del restauro ed interazioni chimico fisiche legate a scialbature, alla sovrapposizione di preparazioni, ridipinture e sporcizia (particellato atmosferico, nerofumo). sino all'analisi dei problemi di conservabilità dell'opera murale. Dunque un ambizioso progetto per affrontare il problema modulando la didattica della chimica con quella dell'insegnamento di discipline pittoriche rileggendo in chiave teorica i problemi immediati dell'operatore e del restauratore : una buona collaborazione tra artista e chimico nasce secondo noi dalla comunione degli obiettivi soprattutto sviscerando un argomento come questo in cui arte scienza e tecnologia sembrano accomunati dall'uso creativo e consapevole della "Chimica Verde" .

A FRESCO ED A SECCO : TEORIE A CONFRONTO

Le opere da noi osservate a confronto(tempera mista nel Cenacolo vinciano ed affreschi di manieristi cremonesi) datano in un intervallo di circa trent'anni a partire dalla fine del XV secolo .

L'intervento di Leonardo da Vinci, (1494-1498) in particolare dura per di 4 anni, non un affresco ma in realtà un dipinto eseguito a secco, tempera e olio, su due strati di preparazione con ulteriori sovrapposizioni sostenute da un supporto e non assorbite dall'intonaco: una operazione necessaria per migliorare l'accuratezza dei dettagli al punto da intervenire, nelle successive stratificazioni, con delicate velature all'aloè e lacca "*E se tu avessi finito un'opera con esso verde semplice e poi lo velassi sottilmente con esso aloè disciolto in acqua allora essa opera si farebbe di bellissimo colore...*". **[1]** geniali ed accurati interventi ma anche causa di maggior deterioramento nel tempo.

La storia del degrado (il dipinto criticato, già nei primi anni del '500, eccellentissimo pur se "*incomincia ad guastarsi*" per "*inadvertentia*" del maestro, è più tardi giudicato dal Vasari ridotto a "macchia" e valutato "in gran parte perduto " dal Moriggia già cent'anni dopo la sua realizzazione) e dei successivi restauri (sicuramente più di nove in 500 anni) si completa con interventi di salvaguardia e controllo del microclima sino agli ultimi molteplici e difficili interventi **[2]** di Pinin Brambilla Barcillon (1977-1999), coordinati dall'Istituto Centrale del Restauro e seguiti dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Milano. Secondo i restauratori che hanno realizzato più di 60 indagini scientifiche e monitoraggi, **[2]** Leonardo non utilizzò la tecnica dell'affresco, bensì eseguì una pittura mista a secco, usò dunque una tempera grassa a base di olio di lino e uovo su un intonaco trattato con una mestica proteico lipidica.

"Leonardo ha dipinto il muro come se si trattasse di una tavola lignea. Ha steso una preparazione sulla parete, e sopra vi ha applicato il colore: una metodologia certamente più adatta alla tavola che al muro", sostiene Pinin Brambilla in una intervista **[3]** che sembra

rileggere il Cennini [6] quando questi assicura " ed è vero che il colorire della tavola si fa proprio come ti mostrai a lavorare in fresco"

Tecniche miste erano conosciute e sperimentate nel rinascimento anche se spesso creavano problemi di conservabilità: il Vasari [4] recita "Ma bisogna guardarsi di non avere a ritoccarlo (l'intonaco) co' colori che abbiano colla di carnicci, o rosso d'uovo o gomma o draganti come fanno molti pittori; perchè, oltre che il muro non fa il suo corso di mostrare la chiarezza, vengono i colori apannati da quello ritoccar di sopra, e con poco spazio di tempo diventano neri. Però quegli che cercano lavorar in muro, lavorino virilmente a fresco, e non ritocchino a secco; perchè, oltre l'esser cosa vilissima, rende più corta la vita alle pitture, come in ogni altro luogo s'è detto." Lo stesso Vasari racconta come Ercole de' Roberti avesse eseguito la cappella Garganelli a Bologna impiegando addirittura dodici anni con tecniche a fresco e ritocchi a secco lasciandoci la certezza che nessun pittore si limitasse a dipingere semplicemente a "buon fresco" opere ritenute di pregio. (Le zone interessate da queste modalità operative presentano denaturazione del colore, degrado della pellicola pittorica con sollevamenti a scaglia e distacchi dell'intonachino).



Interessanti esempi a confronto si possono osservare in particolari del Cenacolo (Giuda Taddeo e Simone) e in un affresco di Bernardino Gatti detto il Soiaro (1529) raffigurante La Resurrezione (Cattedrale di Cremona):



Dunque due metodi di approccio alla pittura murale con evidenti riferimenti alle diverse compatibilità chimico fisiche di elementi apparentemente simili : Nella tecnica "a fresco" una superficie ("fresca" cioè che non è ancora essiccata) con reazione alcalina come l'intonaco a calce supporta una applicazione di pigmenti veicolati da acqua o da soluzioni alla calce e

parimenti nella pittura murale "a secco" l'intonaco accetta l'uso di tempere a base proteica o lipidica solo se esso stesso è stato precedentemente trattato con imprimitura chimicamente simile.

Spesso la tecnica a secco è costretta a sovrapporsi all'affresco per lavori di integrazione, di rifinitura e poter agevolare la stesura di pigmenti non resistenti all'alcalinità della calce (azzurrite, malachite, ecc.)

Nella pittura murale una buona imprimitura è necessaria per una opportuna base di lavoro ma anche indispensabile per impermeabilizzare il supporto spesso veicolo di umidità. Per il Vasari può essere colla calda e per il Cennini a base di oli siccativi e vernici; lo stesso Leonardo prepara i suoi supporti di tela e legno con colle ed olio di lino cotto e sui quali dipingerà con tempere opportunamente veicolate da estratti proteici d'uovo, latte e colla

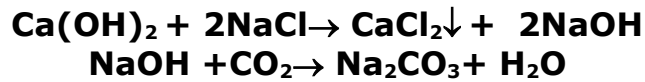
La sintesi del degrado dei leganti è riportata in letteratura (si sono affinate tecniche sofisticate di spettroscopia, spettrofotometria, spettrometria di massa e cromatografia): spesso indicativi sono la presenza di ossalati, nitrati, amminoacidi come idrossiprolina, metionina e lisina o ammidi derivati da gelatine, collagene e leganti proteici diversi ed acido azelaico proveniente da oli siccativi con insaturazioni in C9. Le diverse proporzioni di acido palmitico e stearico permettono ad attenti ricercatori di differenziare l'invecchiamento di prodotti contenenti acidi grassi poliinsaturi come oli vegetali e monoinsaturi provenienti ad esempio dal tuorlo d'uovo. La presenza di sostanze organiche è spesso dovuta anche all'uso di cere, caseina, colle animali o gomme utilizzate come indurenti, e fielle di bue, acqua lenta a base glicerica, miele necessari per ritardare il seccaggio delle tinte sovrapposte a tempera ed a velatura.

Un fenomeno legato al degrado è la cattiva impermeabilizzazione del supporto con l'evidenziarsi di umidità che può essere dovuta a capillarità dal pavimento, uso improprio del luogo, motivi antropici ma anche da infiltrazioni d'acqua dalla copertura che spesso hanno causato esfoliazioni, distacchi e fenomeni di produzione di patine biancastre per la formazione di un consistenti efflorescenze di sali carbonati.



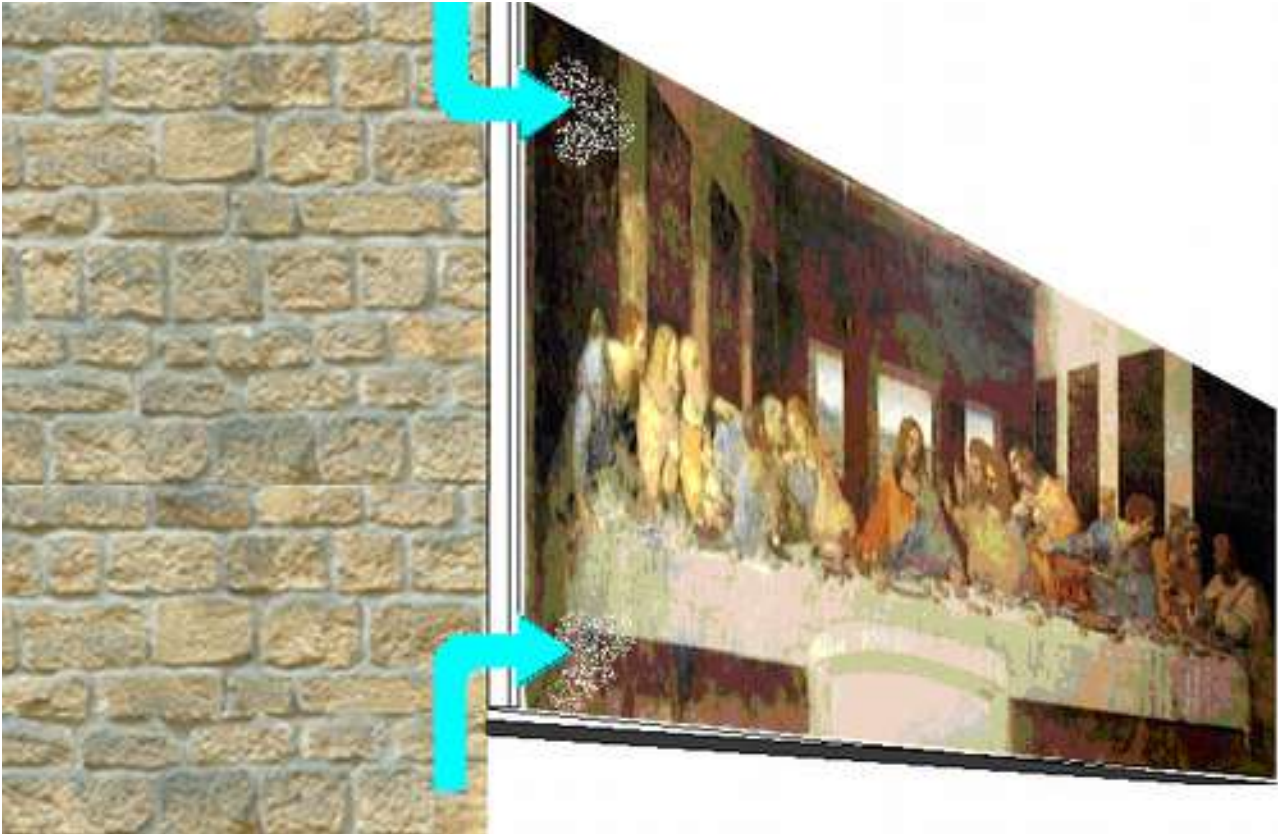
La deposizione del Pordenone 1522 – Cattedrale di Cremona

Non è infrequente in alcune opere murarie l'uso di acque di pozzo (spesso si trovano pozze salate in piena pianura Padana) contenenti cloruri nella preparazione della malte e cementi che possono provocare la formazione di idrati di calcio e contemporaneamente di carbonato di sodio e cloruro di calcio estremamente idrofili e deliquescenti



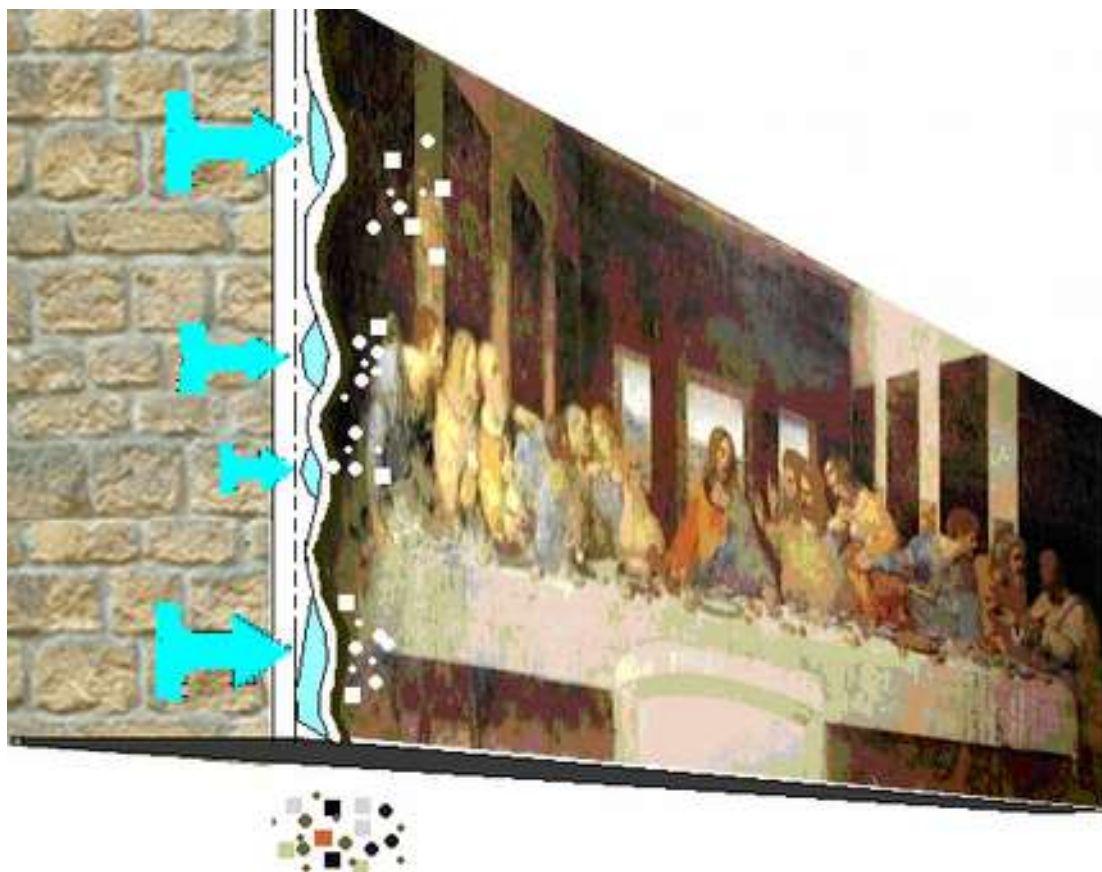
La ulteriore presenza di nitrati e la formazione di gelsi di idrossidi di alluminio influiscono nella complessità delle trasformazioni chimiche autoindotte dalle peculiari proprietà idrofile dei componenti di una malta preparata erroneamente.

(curiosa e apodittica è la prescrizione per un intonaco "resistente alle intemperie" letta su un ricettario [21]: acqua 8, calce 3, sal marino 1)



Può verificarsi anche, per effetto di una esagerata ventilazione, che il muro asciughi troppo in fretta non permettendo traspirazione ed essudazione lenta dei sali: essi depositandosi negli strati interni dell'arriccio o in prossimità della ultima preparazione possono creare ampie zone di decoesione con microcaduta delle campiture soprattutto se realizzate a secco. (il Vasari accenna anche alla possibilità che superficialmente la calce possa creare " una certa crosterella pel caldo, pel freddo, pel vento e pe' ghiacci, che muffa e macchia tutto il lavoro".)

Può verificarsi addirittura l'evento contrario dovuto alle condizioni ambientali della pianura spesso sommersa da umide nebbie. Da una lettera dell'abate Gallarati a Vittorio Emanuele II di Sardegna si legge: " in certe giornate in cui dominava lo scilocco (scirocco), vedevasi steso su di essa pittura l'umidità, come se vi fosse piovvinato sopra"



Anche elementi estranei al muro possono essere motivo di degrado:



Ricettari e formule tratte dalla copiosa letteratura ci avvertono dell'estrema complessità delle metodiche e formulazioni usate nelle pitture murali di pregio pur nel rispetto della semplicità delle procedure di base: ogni scuola possedeva certamente ricette originali che erano preparate inizialmente con l'aiuto degli allievi eseguendo la preparazione dell'intonaco (rinzaffo, arriccio, intonachino con percentuali variabili di sabbia silicea, polvere di marmo e calce) seguita da un disegno a sinopia o spolvero ed una successiva prima stesura con colori minerali o "morti" sui quali l'artista perfezionava l'opera con l'uso di lacche organiche velature e vernici finali (già i romani usavano coprire l'affresco con cera mescolata ad olio siccativo, spesso ad alcune decorazioni gotiche venivano applicati abbellimenti e punzonature realizzati con pigmenti mesticati a cera; in diversi affreschi del Cinquecento è dimostrata una mano di

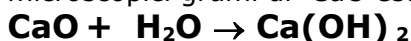
cera come vernice finale e parimenti contestata da chi fa riferimento ad antiche tecniche di restauro che avrebbero previsto interventi con mestiche collanti cerose).



Lavori ad affresco e tecnica mista eseguiti dai ragazzi sotto la guida del professor Maurizio Zurla

Nella basilica di S. Francesco ad Assisi (sec. XIII) ad esempio alcuni affreschi sono stati eseguiti semplicemente su un sottilissimo strato di malta stesa sulla pietra. A Santa Maria della Steccata a Parma, il Parmigianino sperimenta raffinate tecniche miste, Nel '600 si utilizzano colori veicolati dal misterioso "Liquor Silicum" (silicato potassico solubile chimicamente attivo sulla calce) di Glauber e già noto a Van Helmot. Nel caso specifico del cenacolo vinciano i responsabili dei restauri che si sono succeduti nel tempo hanno individuato come causa materiale del deterioramento la scarsa adesività del supporto/imprimitura con conseguente perdita di adesione, distacco e disgregazione con caduta dall'intonaco di tanti piccoli agglomerati colorati. Per i diversi restauri, succedutisi nel tempo, sono state adottate diverse strategie utilizzando consolidanti o collanti a base di resine ("fisare le scaglie di colore all'intonaco stendendovi sopra a pennello "beveroni di adesivi" [2], gommalacca decerata diluita in alcool ed iniettandovi dietro caseina e/o resine viniliche [2- pag.443][5], oli colle, [6] mastici (Leon Battista Alberti consiglia stesura a caldo con una mano di mastice sciolto in cera e olio come vernice protettiva) e cere ("zone colmate a base di cera" [7] ma anche ipotizzando formulazioni più moderne a base di silicati di etile, composti sintetici come resine epossidiche o miscele di copolimero acrilico a base di metacrilato di etile e metacrilato di metile o copolimeri silossanici acrilati diluiti in opportuni solventi.

I danni osservati possono essere dovuti presumibilmente ad una "fioritura a bottoni" detta anche "a bottaccioli" [8] laddove si sia usata calce "spenta" da poco ed in cui permangono microscopici grumi di CaO estremamente igroscopico:



ma anche, evidenti effluorescenze e subflorescenze saline possono essere prodotte dalla ricarbonatazione del carbonato di calcio degli intonaci.



(reazione di carbonatazione che spiega il processo di indurimento della calce da parte dell'anidride carbonica nell'aria in presenza umidità)

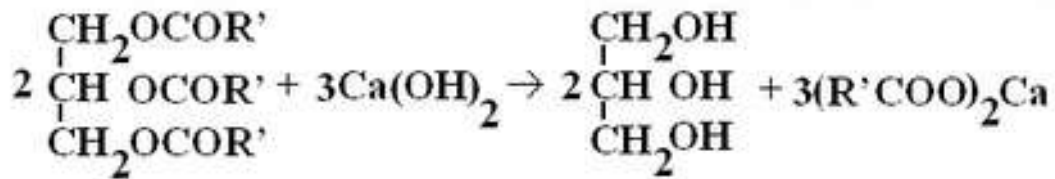
I cosiddetti grassello, latte di calce e acqua di calce sono le porzioni diluite e più o meno carbonatate del processo di idratazione dell'ossido di calcio.

La ulteriore presenza di CO₂ nell'umidità induce idratazione, solubilizzazione e ricristallizzazione del carbonato a bicarbonato e viceversa:

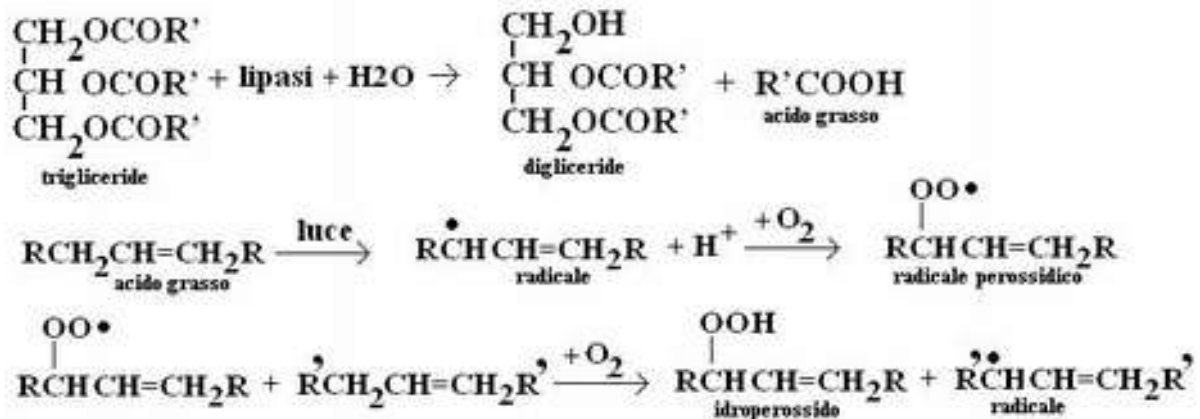


ma anche la carbonatazione della calce negli strati più interni che pur otturando i pori dell'arriccio, e dunque consolidando l'intera costruzione, mantengono instabili equilibri dinamici causa di imbianchimento del dipinto per la formazione di un consistente velo di sali per lo più carbonati ma anche precarietà di adesione dei pigmenti il cui colore è catturato e reso stabile dal reticolo cristallino del carbonato di calcio.

Un altro motivo di deterioramento è la preparazione dell'intonaco dell'opera vinciana con una mestica oleosa su una superficie che non abbia subito una sufficiente carbonatazione e dunque su una superficie a pH basico tale da favorire una saponificazione della componente lipidica.



Sia nell'ipotesi che il composto sia stato preparato volutamente [9] per la successiva stesura, sia che possa essersi formato per successive interazioni chimiche tra oli e supporto caustico è certo che successivamente alla formazione del sapone alcalino terroso è avvenuta una sua contrazione causa evidente del precoce deterioramento degli strati superiori di pigmento. Sono infatti possibili altre reazioni concomitanti di ossidazione enzimatica che aumentano la complessità del fenomeno di invecchiamento: tra queste il localizzarsi di zone acide e il formarsi di prodotti di irrancidimento caratterizzati dal gruppo carbonilico e carbossilico evidenziati dalla analisi strumentale, da AnV o TBA test..



Un arriccio preparato con una formulazione a base di gesso avrebbe interessato chimicamente il fenomeno di idratazione detto della presa:

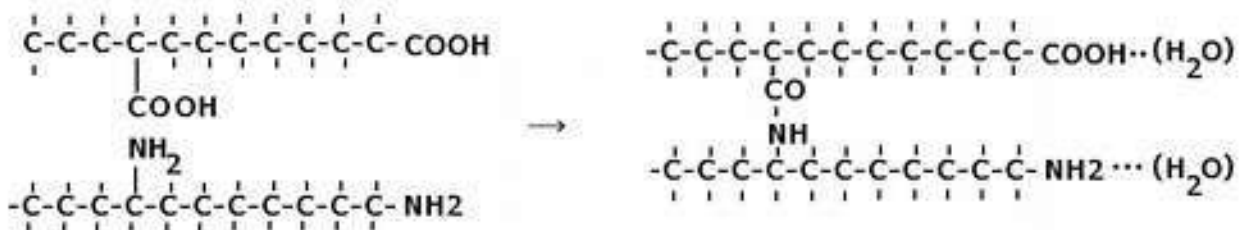


E successivamente il biidrato riformatosi e presentando una struttura fibrosa con reticoli a strati alternati avrebbe acquisito acqua di cristallizzazione: la facilità di perdere e riacquistare acqua dell'intonaco contribuisce nel tempo alla sua sfaldabilità e l'artista interviene aggiungendo colla e gelatine per aumentarne la durezza.

(Il gesso può subire esfoliazione a strati, disgregazione sabbiosa ed alveolizzazione)

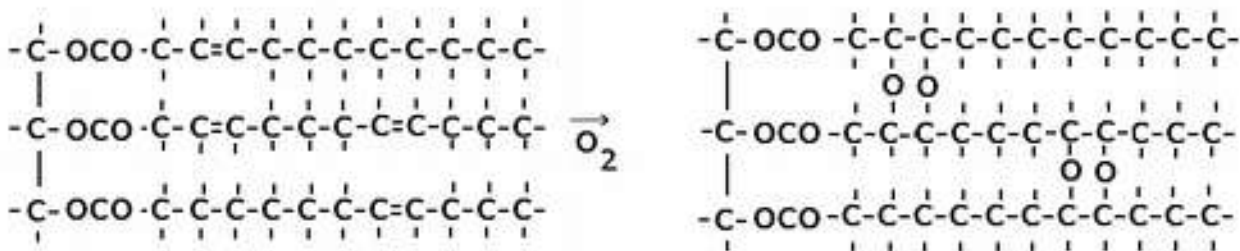
Una ulteriore variabile nella stabilità del supporto è la ossidazione delle proteine e perossidazione e successiva polimerizzazione degli oli siccativi: la presenza di gruppi amminici ed acidi sia negli amminoacidi che nelle proteine e di insaturazioni negli acidi grassi permette di comprendere il meccanismo di reazione di "indurimento" della imprimitura di base del supporto.

Polimerizzazione per condensazione della proteina e riferimento alle proprietà idrofile dei gruppi acidi ed amminici che possono interagire con l'umidità del supporto, gonfiare e favorire attacchi di muffe e batteri



Polimerizzazione per ossidazione dell'olio siccativo: per la natura degli oli usati in arte come l'olio di lino, il film inglobando "gliceridi allo stato liquido... ha caratteristiche di resistenza

coesione ed elasticità che giustificano pienamente l'impiego così diffuso che ne è stato fatto storicamente nelle tecniche pittoriche" [10]



La contemporanea presenza di oli siccativi e proteine fa supporre reazioni cosiddette di crosslinking con formazione di complesse strutture colloidali con struttura micellare o a membrana.

La letteratura sul Cenacolo affascina per le supposizioni e le contraddizioni che si confrontano: la sostanza untuosa della preparazione proviene dallo stesso Leonardo oppure dalla cosiddetta ripulitura dell'intera parete con olio avvenuta nel 1770? "Leonardo dipinse a tempera forte su due strati di gesso? È stata individuata la presenza di miscele di vernice e acquaragia, colla di pesce e resina e non a olio come si sarebbe supposto? (come si afferma con risoluta sicurezza in una guida turistica di assoluto prestigio) [11]

La letteratura antica riporta formulazioni estremamente interessanti per la pittura sul muro e probabilmente conosciute e sperimentate da Leonardo: Cennino Cennini (1370 – 1440) nel suo "Trattato di Pittura" accenna a tempere a "rossume d'uovo" adatte anche per muro; Il Baldinucci nel suo "Vocabolario toscano dell'Arte del Disegno" (1681) ripropone antiche preparazioni con "il rosso dell'uovo battuto al quale poi si aggiunge il lattisiccio del fico...fa una molto buona tempera per dipinger... e anche sopra muro asciutto". Sicuramente una buona base per la stesura di colori che non sono facilmente veicolabili con acqua ma necessitano di un veicolo organico a tempera [8]): "nella pittura ad affresco... oltremare... smaltino e nero non si può dare nell'affresco se non misto a colla ovvero a dell'uovo oppure a siero di sangue..."ovviamente dato " a secco".

L'uso di impregnanti a base organica è altresì giustificabile per impedire la interazione tra l'intonaco a reazione alcalina ed il chimismo dei pigmenti e loro veicolanti: è nota la reazione del piombo contenuto nella biacca (ma anche nel minio e nel giallino) che passa da Pb^{2+} a Pb^{4+} con formazione di composti di ossidazione scuri. La reazione sembra avvenire per la presenza di umidità e leganti "magri" come la calce (il controllo del microclima dell'ambiente può essere determinante per prevenire reazioni biochimiche ma anche insospettate interazioni tra reagenti inorganici): il fatto che sia stata dimostrata [12] [2] la presenza di biacca nell'ultimo strato di intonaco del cenacolo vinciano e che questa non si sia ossidata (come in Cimabue nella basilica di S. Francesco ad Assisi) fa presumere una buona impermeabilizzazione senza elementi di contatto tra ossidi carbonati di calcio e piombo presumibilmente ottenuta con una mestica grassa e proteica all'olio di lino ed uovo (si suppone che Leonardo nel Cenacolo usasse biacca mescolata all'azzurrite per formare la base a cui sovrapporre l'oltremare.)

Un ulteriore motivo di degrado è osservabile nelle cosiddette croste nere (strati non omogenei, essenzialmente costituite da solfato di calcio biidrato (gesso) e da particelle di origine atmosferica) che si formano sulle superfici esposte ad idrocarburi di gas di scarico delle auto (fenomeno del cosiddetto blackening riferito [13] ed all'umidità ambientale o indotta che tende a gonfiare ad esfoliare permettendo la proliferazione di muffe)

L'aria inquinata innesca le reazioni di "solfatazione":



La reazione è altresì catalizzata da ossidi metallici che successivamente partecipano alla reazione redox:



[9 pag.185]

due fenomeni che spiegano sia la modificazione del colore di ocre che la trasformazione del carbonato di calcio delle pietre calcaree in solfiti e solfati di calcio per contatto con inquinanti come anidride solforosa e solforica.

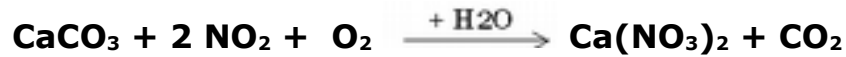


In presenza di acqua la reazione è più evidente



Acido e anidride solforico attraverso dei meccanismi di "deposizione secca", di "termoforesi" di "effetto Stefan" e di "deposizione umida" possono depositarsi sotto forma di aerosol sulla superficie dell'intonaco generando, nelle aree umide la formazione delle "croste nere" di gesso e inquinanti carboniosi.

L'aria inquinata innesca altresì le reazioni di "nitratazione" da idratazione di ossidi di azoto e successivo doppio scambio con carbonati:



(i sali nitrati spesso si ritrovano come prodotto di essudazione di "mattoni già nitrosi" [2-pag 443]

Umidità, impurezze veicolanti inadeguati, e contaminanti sono colpevoli della ricristallizzazione della azzurrite **blu** o chessylite $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ in malachite **verde** $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$

(l'azzurrite è il lapis armenius di Plinio altrimenti detto azzurro d'Alemagna o Bergblau, noto a Dürer ; utilizzata comunemente per affrescare i soffitti simboleggiando l'azzurro cupo del cielo è spesso ed irrimediabilmente degradata a verde spento) Nella pittura a fresco l'azzurrite annerisce, (forse anche per la presenza di impurezze di ferro che ossidandosi ingialliscono oppure per le caratteristiche del medium : *"solo gli azzurri temperavano con colla di carnicci; perché la giallezza dell'uovo gli faceva diventar verdi"*) [4] per cui si è sempre avuta

l'accortezza di stenderla a tempera su base di sinopia e morellone (sinopia e nero di vite). (I Sali di Cu , tra questi ad esempio il verdeggris, possono annerire altresì in presenza di solfuri). Il miglior pigmento è comunque sempre l'oltremare naturale derivato dalla macinazione del lapislazzuli ($\text{Na}_8\text{Ca}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{SO}_4 \cdot \text{S} \cdot \text{Cl})_2$) mentre il Cennini consiglia di usare indaco (Blu indiano) su muro in sostituzione dell'azzurrite ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$), questo colorante organico poco resistente alla calce è stato individuato nel Cenacolo vinciano

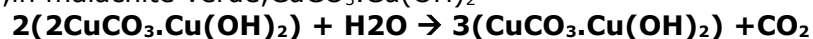
La presenza in alcuni affreschi (Assisi, Basilica di San Francesco, Padova, Cappella degli Scrovegni) di paratacamite, clinoatacamite $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ e Brochantite $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ testimoniano il lento degrado della azzurrite indotto da inquinanti e fenomeni di solfatazione. [14]



Soffitti in cui il colore del cielo a fresco, originariamente forse azzurro o azzurro verdastro, sbiadisce nell'attuale verde:

due le ipotesi :

azzurrite blu o chessylite ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) che ricristallizza e decarbonata , complice il tempo e l'umidità, in malachite verde, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$



oppure un esempio di sofisticazione ante litteram della azzurrite con il cosiddetto blu bice o blue Verditer (carbonato basico rameico impuro per la presenza di bornite contenente zolfo e ferro ;) molto più economico dell'azzurrite perché instabile: il suo colore infatti tende a

passare da azzurro a verde per l'ingiallimento del ferro che ossidandosi passa da ione ferroso nero a ferrico giallo terroso. L'azzurrite è il lapis armenius di Plinio e nel Medioevo è conosciuta come azzurro d'Alemagna e il cosiddetto Bergblau era noto a Dürer. Un antichissimo pigmento poco conosciuto nel rinascimento ma stabile nell'affresco è il cosiddetto Bleu egiziano o fritta egizia ($\text{CaO} \cdot \text{CuO} \cdot 4\text{SiO}_2$) spesso preparato in bottega (*artificiato per alchimia*) fondendo assieme quarzo, rame e calcite e macinato con diverse pezzature per ottenere sfumature diverse: per la stesura, il pigmento veniva veicolato con latte di calce [22]



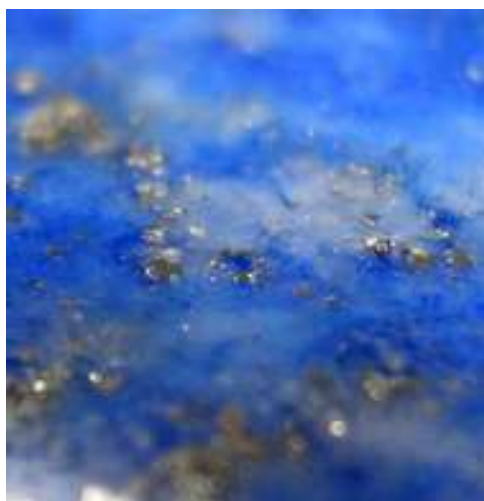
lasurite o lapislazzuli



azzurrite



malachite



Il blu era altrimenti ottenuto con Lapislazzuli di diversa composizione tra i quali la lazurite, essenzialmente un solfosilicato di sodio e alluminio, di formula chimica $3\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}_3$; il suo colore varia da un intenso azzurro-blu al blu-verdastro; è traslucido, ha lucentezza vetrosa e risente meno delle aggressioni del tempo; dato il suo alto costo molto raramente veniva utilizzato per i fondi

Lapislazzuli o azzurrite erano spesso stesi su basi come lo smaltino a tempera o morellone (2 parti di sinopia e una parte di nero vegetale) sia per impermeabilizzare lo strato colorato dalle interazioni chimiche del muro caustico, sia per evidenziare colori più o meno accesi: su smaltino l'azzurrite appare azzurra (affreschi di Leonardo al Castello Sforzesco a Mi [23]) mentre su morellone appare di un blu intenso. (le varietà di colore dal più scuro al più chiaro erano anche ottenute con macinazioni diverse). Esempi sono quelli delle vesti in azzurrite del Redentore di B. Boccaccino nell'abside della Cattedrale di Cremona e il Cristo nell'Ultima Cena, di Tommaso Aleni del 1508 in San Sigismondo, interessanti se posti a confronto con il Cristo Leonardesco precedente di una decina d'anni.



Cristo Redentore di
B. Boccaccino



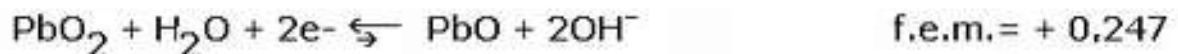
Cristo di Leonardo



Cristo di Tommaso Aleni del 1508

La tradizione del restauro degli affreschi del XVIII sec. ci tramanda purtroppo tecniche di sovrapposizioni di blu di Prussia per ravvivare il colore ma che con il tempo hanno creato macchie di colore sbiadite per la denaturazione chimica dovuta a contatto con la calce.

Si ritiene che Leonardo abbia utilizzato Orpimento arso (cioè calcinato) rosso/giallastro a base di solfuri di As (tende a decomporsi e sbiadire in presenza di umidità e a scurire in presenza di Pb e Cu favorendo la formazione di rispettivi ossidi e solfuri), Cinabro rosso o vermiglione a base di solfuro di Hg, già citato da Teofilo (XII sec.) come componente degli incarnati a fresco venne spesso usato nell'affresco anche se tende a ricristallizzare nella forma metacinnabarite che è nera ed è chimicamente incompatibile con sali di piombo e rame (per la formazione di solfuri). Disparate modificazioni chimiche del supporto potrebbero anche essere spiegate in presenza di umidità, ambiente alcalino e ricco di ossigeno e inquinanti con le semireazioni redox che fanno presumere il generarsi e rigenerarsi di potenziali elettrodi. ad esempio dalle due semireazioni:



Il Bianco di piombo ed il minio subiscono questo processo ossidativo in ambiente basico con denaturazione evidente del colore originario che annerisce, come in alcuni affreschi del Cimabue

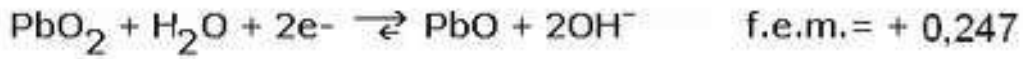
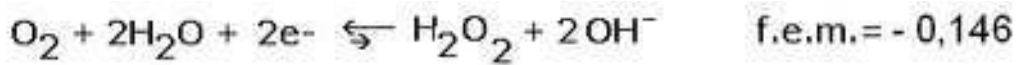


(Affreschi di Cimabue con evidenti tracce di ossidazione della Basilica Superiore di Assisi)

(una curiosa possibilità di recupero è stata suggerita proponendo la reazione redox
 $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Pb}^{++} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)

[10- pag 327]

o più verosimilmente...



L'uso di pigmenti a base di As, Pb , Hg e Cu su un supporto umido come l'intonaco potrebbe favorire dunque inopportune interazioni ossidative:

("Rosso è un colore che si chiama minio, il quale è artificiato per alchimia. Questo colore è solo buono a lavorare in tavola, chè se l'adoperi in muro, come vede l'aria subito diventa nero, e perde suo colore...Rosso è un colore che si chiama cinabro, ...stando all'aria vien nero quando è lavorato e messo in muro...Giallo è un color che si chiama orpimento... in muro... però che viene negro come vede l'aria") [6] La presenza di solfuri in pigmenti come rosso cadmio

(CdS), cinabro (HgS), Realgar e Orpimento (As_2S_3) è poco compatibile evidentemente con Sali di rame (verderame e terre verdi) ed acetoarseniti come i verdi smeraldo ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), veronese (CuAs_2O_4), di Parigi ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$), verdegris ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$)

Anche le ocre ed gli ossidi a base di Ferro e di piombo possono essere influenzati dalla presenza dello ione solfuro con formazione dei rispettivi Sali (CuS, PbS e FeS sono neri) Egualmente le resine di supporto usate nella preparazione di lacche trasparenti (esempio la lacca di garanza) possono denaturare per un processo di saponificazione dovuto all'ambiente basico del supporto calcareo.

La dimostrata presenza [2] nel Cenacolo vinciano di bianco di piombo, ocre rosse, cinabro, minio, lacche, giallo di piombo e stagno e acetato basico di rame, spesso in commistione con leganti proteici ed oleosi, induce a sospettare della delicatezza e della complessità degli equilibri chimici dell'opera e della loro facile modificazione per influenze esterne.



Abbiamo tentato una ricostruzione di una stratigrafia che mostri la sovrapposizione di azzurri e pigmenti diversi, chimicamente compatibili, veicolati da opportuno medium su una preparazione impermeabile a reagenti alcalini.

A FRESCO ED A SECCO : IN PRATICA

I ragazzi del Liceo Artistico affiancati dalla professoressa Lucia Olivieri, docente di discipline artistiche, affrontano la pratica dell' affresco studiando Leonardo ma scegliendo di riprodurre un'opera moderna: Sacro e profano, amor divino e umano, per sollecitare congruenze artistiche : Devozione celeste, Archè ed Eros possono egualmente essere rappresentate in arte così come paradossalmente pari dignità dovrebbero possedere la khymeia del Naturale che "fonde" costantemente in un "transnaturale" tecnologico in continua evoluzione. (il lavoro è di Federica Schiavini e Chiara Milanese VF)

Desiderando continuare una tradizione pittorica che trova nell'armonia dei colori e delle forme la sua naturale essenza, si è scelto dunque di rappresentare alcuni particolari del *Fregio di Beethoven*, affrescato nel Palazzo della secessione di Vienna da Gustav Klimt nel 1902 e ispirato alla IX sinfonia di Beethoven.



Il particolare che abbiamo riprodotto riguarda la parte di fregio relativa ai *Poteri Ostili*, che rappresenta il gigante Typhoeus, le Tre Gorgoni sue figlie (la Malattia, la Pazzia, la Morte), la Sensualità, la Depravazione, l'Immoralità e l'Angoscia Rosicante. In particolare le figure che ritratte sono la Sensualità, e la Depravazione dipinte rispettivamente da Federica Schiavini e Chiara Milanese



Materiali impiegati

- Il supporto utilizzato per simulare l'affresco è costituito dal celion, materiale edile usato come isolante e costituito da paglia pressata;
- I colori sono stati ottenuti dagli stessi pigmenti usati per la tempera, preventivamente mescolati con acqua;
- Altri materiali usati sono stati la calce spenta, due tipi diversi di sabbia silicea (una più fine dell'altra) e polvere di marmo rosa.



Preparazione dell' arricciato

La calce spenta viene presa dal secchio con una cazzuola, posta in un altro secchio e schiacciata in modo da renderla un composto omogeneo; viene poi aggiunta la sabbia silicea più grossolana e il tutto mescolato, per essere poi posto sul supporto preventivamente inumidito con una spugna affinché l'intonaco faccia presa il più possibile.



Spalmando l'arricciato con la cazzuola si deve premere con forza, evitando così che una volta asciutto si stacchi.



Disegno preparatorio



Il disegno è stato riportato a mano libera su un foglio di carta da spolvero e poi bucato lungo i contorni con una punta metallica. La carta da spolvero si è dimostrata essere troppo morbida e spessa per questo tipo di impiego: poggiando il foglio sull'arricciato per riportarvi il disegno, i fori si richiudevano non permettendo alla polvere rossa di passare.



Il disegno è allora stato rifatto su un foglio di carta da lucido, molto più robusta della carta da spolvero: infatti i fori fatti sono rimasti aperti e il pigmento steso con un pennello morbido si è trasferito sul supporto. I punti sono poi stati uniti con un secondo pennello leggermente imbevuto d'acqua, delineando così i contorni del disegno.



Preparazione dei colori



Le terre sono state diluite, poco alla volta e mescolando, con dell'acqua fino a che non si è ottenuta un composto omogeneo senza grumi; la consistenza effettiva di ogni colore è poi diversa per ognuno, a seconda del tipo di pigmento: per esempio la densità di un'ocra è maggiore di quella di un giallo di cromo. Tutti i colori, formati in vasetti di vetro con chiusura ermetica, sono poi stati etichettati per evitare equivoci.

Preparazione dell'intonaco



L'intonaco è sempre a base di calce e sabbia silicea; in questa fase la sabbia è quella fine, all'impasto viene aggiunta la polvere di marmo (rosa) e il composto viene lavorato sia con la

cazzuola sia manualmente per evitare grumi di calce, che porterebbero il colore steso su di essi schiarirsi notevolmente.



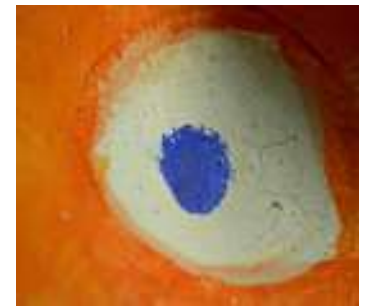
Prima di stenderlo si bagna l'arricciato con una spugna e dell'acqua per favorire la presa tra i suoi materiali; si stende rapidamente premendo con la cazzuola e poi si lisciano eventuali dislivelli con un pennello imbevuto d'acqua, stendendo possibili ammassi di materiale.



Il disegno preparatorio è riportato per incisione, attraverso una punta metallica passata sui contorni, che in questo modo rimarranno visibili. Poi si può iniziare a dipingere.



Nota Bene Se si ripassa troppe volte con del nuovo colore su una porzione di affresco già dipinto si rischia che l'intonaco si crepi!



Crettature e consistenza dell'intonaco

**Prima
giornata**



**Seconda
giornata**



**Terza
giornata**



Osservazione e discussione dei risultati ottenuti

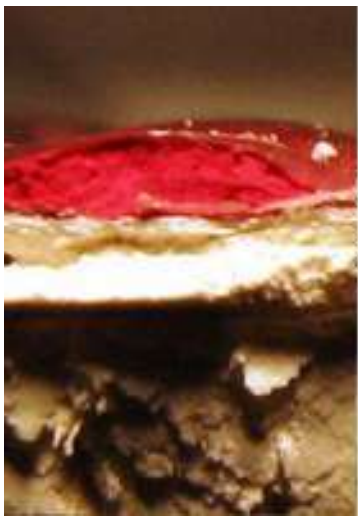
L'esperienza fatta è stata discussa stimando criticamente il lavoro attraverso valutazioni soggettive e sperimentali

A FRESCO ED A SECCO :

OSSERVAZIONI ED ANALISI... "VERDI" IN UN LABORATORIO SCOLASTICO:

Un laboratorio didattico è necessariamente un laboratorio facilmente riproducibile da un allievo in uno studio casalingo: si sono volutamente trascurate tecniche di indagine diagnostica complesse che vanno sicuramente delegate a laboratori specializzati. Un laboratorio attrezzato a sperimentazioni più sofisticate richiederebbe il rispetto di una normativa specifica (legge 626) sulla sicurezza

1) abbiamo privilegiato indagini microscopiche su sezione sottile o cross section e stereomicroscopiche per individuare stratificazioni interessanti sia di tipo organico che inorganico per fotografarle e rielaborarle al computer

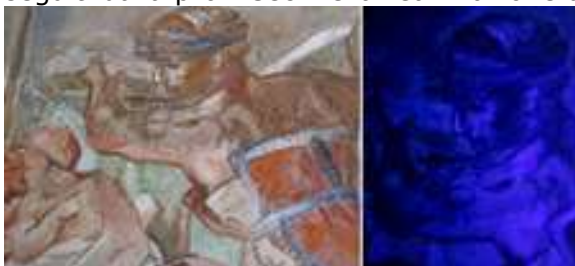


vernice trasparente
 colore
 strato di biacca e collante
 tonachino a
 pasta di marmo
 base



abbiamo
 riprodotto ed
 osservato
 colore velato
 da
 strati di
 sporizia che
 riempiono
 anche
 cretature
 profonde

2) L'osservazione dei dipinti con UV e IR ci ha permesso di evidenziare sovrapposizioni, aree di impaintings, errori di stesura e valutare empiricamente pigmenti e leganti (i ragazzi sono seguiti dalla prof. Ceci nella realizzazione della parte grafica e pittorica)



Una sovrapposizione di nuovo colore sul naso è evidenziato in UV con una zona di colore scuro



Una stesura del colore non uniforme che faccia emergere fluorescenza dalla preparazione a biacca, ovvero...



polvere, sporcizia o corpi estranei sono ben evidenziati da particolari emissioni fluorescenti.

Colorazioni empiriche e soggettive delle fluorescenze osservate alla luce di Wood

BLU/ Bianco Blu /leggero/ celeste/	albumina umore di baco da seta gomma arabica e orichicco (gomma di ciliegio)
Bruno/ rosso mattone/cannella	Bianco di Titanio allume di rocca cera al litargirio ;calce ossido ferrico ;pomice ;propoli ;Acido acetico
Marrone chiaro	Biacca o cerussa appena stesa
Bianco	Biacca in olio (con il tempo si forma linoleato di Pb che è molto fluorescente)
Bianco giallastro	Bianco di Zn ;miele ;sandracca; olio di lino ;olio di noce ;cera chiara d'api
Giallo	cera gialla d'api ;curcuma
Rosso arancione	alizarina colore ;olio d'oliva
Rosso arancione+ intenso	Carminio/Cinabro e vermiglione
grigio	resina cotta ;silicati alcalini
Giallo verdastro	essenza di trementina

3) L'osservazione delle proprietà solventi di varie miscele (acqua, alcool, alcool benzilico, ammoniaca, essenze, acetone, acetato di etile, diluente alla nitro, idrossidi svernicianti, acido citrico, EDTA, tensioattivi) ci ha permesso di elaborare competenze nell'uso di solventi. Sono stati analizzati i comportamenti di diluenti e solventi polari ed apolari, chelanti, surfactanti, emulsioni magre a base di solventi lipofili (idrocarburi) e acqua deionizzata, ed emulsioni grasse (acqua in solvente apolare) ma anche formulazioni in cui la cera è stata utilizzata come dispersione acquosa veicolo di tensioattivi anionici a pH modificabile. Le sperimentazioni avevano l'obiettivo di individuare metodi di rimozione di uno strato superficiale con un opportuno solvente senza che questo interagisse con gli strati sottostanti. Rimozione fisica dunque ma anche chimica osservando come può avvenire la desolfatazione di una superficie con carbonato di ammonio e successiva reazione con bario idrossido.

4) Semplici determinazioni di tipo qualitativo sono state :

a) osservazione dell'ambiente acido /alcalino sull'intonaco verificato con misure successive di pH: la completa carbonatazione si riconosce alla scomparsa della alcalinità mediante fenolftaleina. (l'esperienza è base per una discussione interessante sulle caratteristiche degli indicatori e loro pH di viraggio)

b) determinazione della sostanza calcarea con un calcimetro autocostruito per misurare la quantità di CO₂ che si forma per reazione di un campione di intonaco a base calcarea e acido.

C) accertamento della presenza di adesivi e leganti a base di amido: l'aggiunta di una soluzione di iodio in ioduro di potassio è rilevata da intensa colorazione azzurra

D) accertamento della presenza di leganti pittorici basati su oli siccativi è rilevata aggiungendo reattivi noti come l'*oil red*, il *sudan black*.



E) Reazione delle proteine : albume cotto trattato con soluzione di solfato di rame e successivamente con di idrossido di sodio, diventa violetto ; albume cotto trattato con soluzione diluita di HNO₃ e successivamente con ammoniaca, diventa rosa ;

F) accertamento della presenza di leganti pittorici a base di proteine è svelata per aggiunta di reattivi noti come nero d'amido, fucsina, rosso ponceau. con ninidrina

G) accertamento della capacità di un campione di imbibizione d'acqua

H) l'osservazione di precipitati variamente colorati da soluzioni di sali inorganici trattati con alcali e per gorgogliamento di H₂S e CO₂ ottenuto semplicemente per azione acida rispettivamente su solfuro (ricavato da sintesi diretta tra limatura di ferro e zolfo in polvere) e carbonato. (le rispettive equazioni di reazione sono state discusse in classe)

	Cu ²⁺	Cd ²⁺	Hg ²⁺	Co ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cr ³⁺	Zn ²⁺
OH ⁻	blu	bianco	giallo	rosso	verde	marrone	bianco	bianco
CO ₃ ²⁻	blu	bianco	rosso	viola	verde	rosso	verde	bianco
S ²⁻	nero	giallo	nero	nero	nero	nero	verde	bianco

ANALISI CON IL LUXMETRO : Spesso nella pittura del Rinascimento (e non solo) si usava migliorare gli incarnati, (ma anche le rocce, i verdi ed azzurri della natura) con le cosiddette velature ottenute con pigmenti cristallini e trasparenti in forma chimica di lacca e sovrapposti al dipinto con medium resinosi, oli siccativi, o colle e veicolanti proteici.



IPOTESI DI LAVORO

Studiare pigmenti e lacche trasparenti o semitrasparenti organizzando misure di spessori che la luce attraversa e misure corrispondenti di intensità luminosa; elaborare un grafico che li rappresenta individuando le proprietà dei diversi pigmenti usati

MATERIALE NECESSARIO ALL'ESPERIMENTO

- un luxmetro
- una sorgente di luce laser montata su un supporto
- vetrini trasparenti; un supporto per luxmetro
- un banco ottico,

PROCEDIMENTO

1. discutere le istruzioni e modalità di funzionamento del Luxmetro facendo semplici osservazioni in classe
2. preparare i diversi vetrini trasparenti in modo che sia possibile analizzare sovrapposizioni di una, due, tre mani di pigmento
3. Per evitare che ci siano luci riflesse, si ricopre con tela nera gli strumenti di misura e si oscura l'ambiente di lavoro
4. Posizionare il luxmetro a circa ½ metro davanti alla lastrina "pulita" per misurare l'intensità luminosa della luce che si trasmette attraverso il vetrino per fissare uno standard di lettura ;
5. Posizionare il luxmetro a circa ½ metro davanti al vetrino "trattato" per misurare l'intensità luminosa della luce che si trasmette attraverso il campione ed effettuare la nuova lettura ;
6. Raccogliere i dati in Excel per rielaborarli in grafico.

Misura intensità (lux) soluzione di lacca di Robbia					
	Vetrino standard	Vetrino 1	Vetrino 2	Vetrino 3	Vetrino 4
valori medi					
Misura intensità (lux) soluzione di verde Aloe					
	Vetrino standard	Vetrino 1	Vetrino 2	Vetrino 3	Vetrino 4

Valori medi					

DISCUSSIONE

- Elaborare un grafico
- Valutare l'errore di misura, discutendo su variabili dipendenti ed indipendenti
- Chiarire l'andamento dell'esperimento individuando proporzionalità inversa o diretta nell'evoluzione delle variabili
- Rileggere il significato di osservazione empirica valutandolo all'interno di un metodo di indagine scientifica
- Elaborare un semplice modello d'uso del prodotto "a velare" per successive ipotesi di preparazione e di stesura

La successiva prova sperimentale è stata elaborata ponendo come variabile indipendente uno stesso vetrino e misurando tabularmente e graficamente le variazioni di intensità luminosa spostando la sorgente di luce a distanze variabili e note.

Lo stesso vetrino è stato osservato e la stessa intensità luminosa misurata in luce visibile, UV e IR ottenendo dati oggettivi a confronto sulla diverso comportamento di pigmenti a diverso grado di invecchiamento

ANALISI CON UNA SEMPLICE MACCHINA FOTOGRAFICA TRASFORMATA PER L'OCCASIONE IN...COLORIMETRO

Alcune macchine fotografiche possiedono l'opportunità di scegliere filtri ad un ragionevole range di lunghezza d'onda, ciò ci ha consentito di leggere il nostro lavoro osservando oggettivamente le diverse distribuzioni di colore; un successivo esperimento sarà quello di creare standard di colore partendo da composizioni di colore chimicamente definite per empiriche determinazioni di qualità.



analisi di colore
con camera
Canon PC115II
selezionata modalità
"my color"
con filtro



analisi di colore
con camera
Canon PC115II
selezionata modalità
"my color"
con filtro



analisi di colore
con camera
Canon PC115II
selezionata modalità
"my color"
con filtro



analisi di colore
con camera
Canon PC115II
selezionata modalità
"my color"
con filtro

Bibliografia

- [1] Leonardo da Vinci – Scritti – Trattato della Pittura – Scritti Letterari – Scritti Scientifici – pagg 67 -109 – 203 – 348)
- [2] (Brambilla Barcilon Pinin –Pietro Marani -Leonardo : L’Ultima Cena – Electa 1999; [2] Gallone Galassi – Analisi di campioni di intonaco e di colore dell’Ultima Cena di Leonardo da Vinci e delle lunette soprastanti;
- [2] H. Kühn – Bericht über die naturwissenschaftliche Untersuchungen der Malerei des Mailänder Abendmahls)
- [3] “Manuela Evangelista I vent’anni dell’Ultima Cena”)
- [4](Giorgio Vasari, “Le vite de’ più eccellenti pittori, scultori et architettori” - Firenze 1550)
- [5]F. Wittgens, Restauro del Cenacolo in Leonardo – Saggi e ricerche a cura del Comitato Nazionale per le onoranze a Leonardo da Vinci nel quinto centenario della nascita, Roma 1954
- [6]Cennino Cennini – Trattato di Pittura – manoscritto -1370 – 1440))
- [7]Brambilla Barcillon Pinin – Il Cenacolo di Leonardo in Santa Maria delle Grazie – Storia, condizioni, problemi- Milano 1985
- [8] Piva- Manuale pratico di tecnica pittorica
- [9]Campanella-Casoli-Colombini-Marini-Matteini-Migneco-Montenero-Nodari-Piccioli-PlossiZappalà – Portalone – Russo – Sammartino ; Chimica per l’Arte – Zanichelli
- [10] Chimica del Restauro - Matteini-Moles
- [11]Guida d’Italia. Milano, Touring Club Italiano, Milano1998
- [12]Rai International 2001
- [13]Elisabetta Soglio -Smog sul cenacolo- Pm10 triplicato”Corriere della Sera 26 ottobre 2007
- [14]Pier Paolo Lottici, Danilo Bersani, Gianni Antonioli Antonella Casoli, Carla Violante Marcello Castrichini Lucia Fornari Schianchi “Indagini fisiche e chimiche sui dipinti murali del Parmigianino e dell’Anselmi nella chiesa abbaziale di San Giovanni evangelista a Parma
- [15]Matteini, Mauro. Ossidazione della biacca in pitture murali - Metodi proposti per la riconversione del pigmento ossidato. In: Atti del convegno sul restauro delle opere d’ arte. Firenze, 2-7 novembre 1976. Redazione a cura di Anna Maria Giusti. Firenze, Edizioni Polistampa, 1981, vol. I, pp. 257-269, tavv. vol II, pp. 527-529. [affreschi, degrado e pulitura]
- [16]O. Doria GLI AFFRESCHI DI VILLA IMPERIALE DI TERRALBA A GENOVA. L'USO DELLA BIACCA, SUOI PROCESSI DI DETERIORAMENTO E APPLICAZIONE DELLE METODOLOGIE DI RICONVERSIONE. (Atti del Convegno "Scienza e Beni Culturali" "Sulle Pitture Murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi" Bressanone 2005)...
- [17]Giovannoni, Matteini, Moles Studies in conservation n° 35 del 1990 15-20
Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting
- [18] Matteini, Mauro and Moles, A. The reconversion of oxidized white lead in mural paintings: a control after a five year period.
- [19] ICOM Committee for Conservation 6th triennial meeting: Ottawa, 21-25 September 1981: preprints. International Council of Museums (1981),
- [20] Pierangela Formaggini- capocantiere dell’equipe diretta da Brambilla Pinin Barcilon-conferenza – mercoledì 2 aprile 2008 - Pizzighettone
- [21] Valerio Gherzi- Nuovo ricettario industriale -1944 - pag 900
- [22] Ann.Mus.Civ.Rovereto – F.Finotti-F.Zandonai- I colori degli affreschi della villa romana di Isera
- [23]Renato Mancina –L’esame scientifico delle opere d’arte e il loro restauro-volI- pag 125



Periodico di Informazione
dei Chimici Italiani
www.chimici.it

Anno XIX n. 4-2008

IL CHIMICO ITALIANO

**LA CHIMICA E LA SCUOLA:
una questione di cultura**

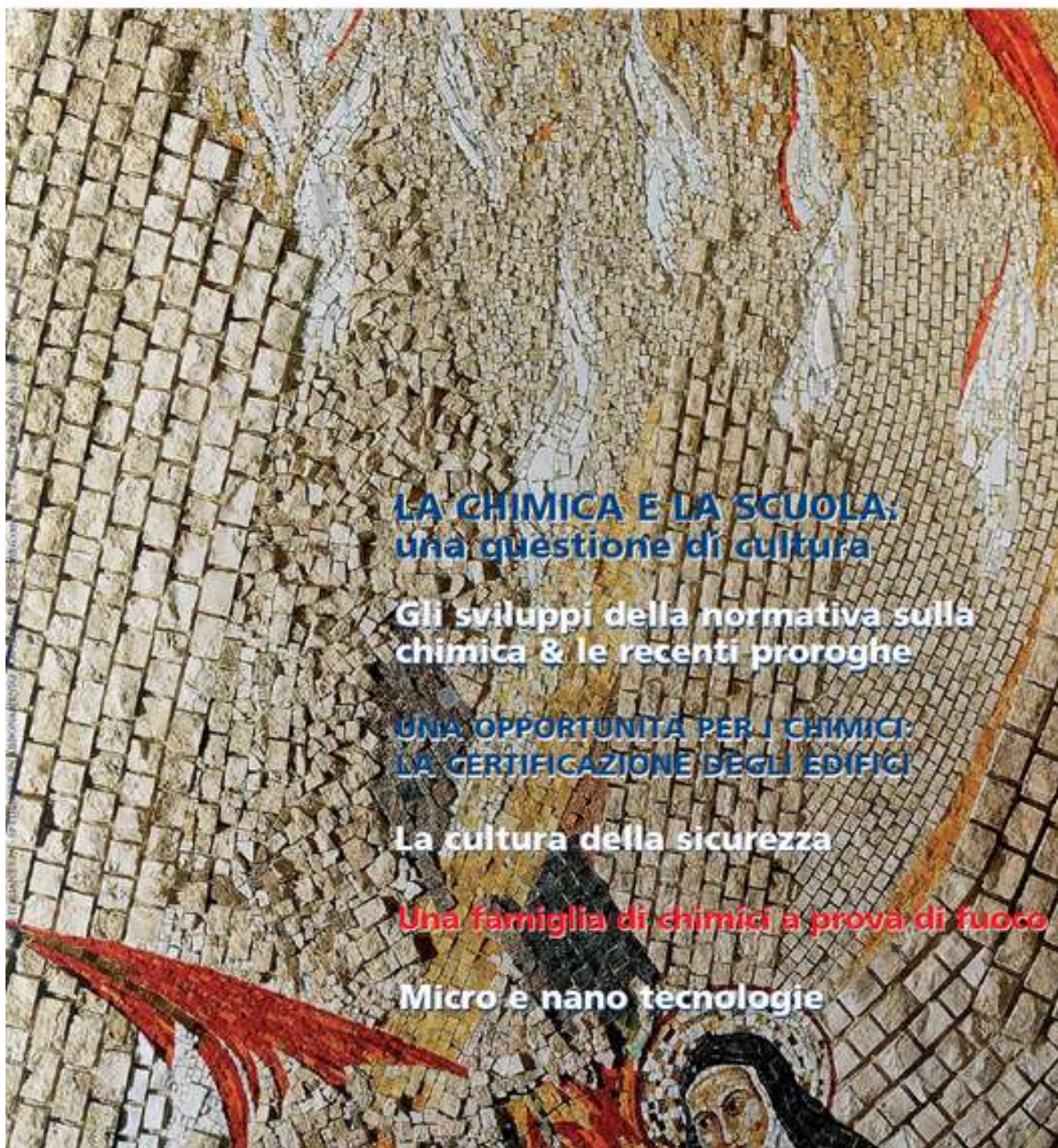
**Gli sviluppi della normativa sulla
chimica & le recenti proroghe**

**UNA OPPORTUNITÀ PER I CHIMICI:
LA CERTIFICAZIONE DEGLI EDIFICI**

La cultura della sicurezza

Una famiglia di chimici a prova di fuoco

Micro e nano tecnologie





Chimica dell'affresco ed una proposta di laboratorio Chimico didattico al liceo

di Giorgio Maggi¹

¹ Via XXV Aprile 26 - Castelverde (Cremona) - tel. 0372 471472
giorgio.maggi@statalecremona.it
Insegnante dell'Ordine provinciale del Chimico di Cremona e insegnante di Chimica al Liceo Artistico "Munari" di Crema e Cremona

Riassunto: Il lavoro raccoglie una serie di esperienze didattiche di Chimica attraverso il laboratorio d'arte dell'affresco. Dunque: *"dalla contemplazione alla osservazione, dalla sperimentazione alla applicazione, questa è anche la Chimica, quasi un connubio di Scienze ed Arte al servizio della umanità"* dice Antonio Rizzoni nel suo puntuale Editoriale [1]. Da una originale esperienza interdisciplinare al Liceo Artistico Munari di Crema nasce dal ragazzo l'idea di costruire un semplice laboratorio di analisi che possa essere divulgato e riprodotto... a casa del neo-artista e che possa essere supporto didattico applicativo stesso a validare l'importanza della diagnostica scientifica del prodotto d'arte. **Parole chiave:** didattica, laboratorio, tempera ed affresco, diagnostica e restauro

Extended Abstract: This essay sums up a series of didactic experiences to talk about Chemistry through an Art laboratory of the "fresco". Therefore: "from the contemplation to the observation, from the experimentation to the application, this is also the Chemistry, a harmony of Science and Art to the service of the humanity" it says Antonio Rizzoni in his punctual Editorial [1]. From an original interdisciplinary experience, at the Liceo Artistico "Munari" of Crema, it same students developed the idea to build a simple laboratory of analysis that can be divulged and reproduced... at the young-artist' home and that can be a didactic support to validate the importance of the diagnostic science of the artistic product.

Dalla preparazione in laboratorio ed osservazione della tradizione pittorica nostrana cremonese e lombarda sino al Cenacolo vinciano nel Refettorio in Santa Maria delle Grazie, alcuni studenti, curiosi e forse futuri chimici creativi, esaminano l'affresco, le tecniche miste su intonaco, i delicati e complessi interventi di restauro e propongono semplici tecniche analitiche. Le classi IV, V e VI sperimentale del Liceo Artistico "Munari" di Crema indirizzato Catalogazione e Conservazione dei Beni Culturali, affrontano dunque un percorso didattico interdisciplinare che porterà ad avvicinarsi alla tecnica e Chimica dell'affresco, all'analisi delle interazioni chimico fisiche dei materiali sino alle problematiche del restauro ed ai problemi di conservabilità dell'opera murale. Le opere da noi osservate e, per quanto possibile studiate, datano in un intervallo di circa due secoli (XV e XVI sec.): siamo partiti indagando opere cremonesi "a fresco" di B. Bembo sino ai Campi (Cremona vanta notevoli esempi artistici dal tardo gotico al rinascimento) sino a tentare confronti con le esperienze di tecniche miste ("a secco") di Leonardo da Vinci^[2] (1494-1498) nel refettorio di Santa Maria alle Grazie a Milano. Secondo i restauratori che hanno realizzato decine di indagini scientifiche e monitoraggio^[2] molti artisti e lo stesso Leonardo utilizzarono spesso tempera grassa su muro a base di olio di lino e uovo su un intonaco trattato con una masticca proteica lipidica, forse nel tentativo di perfezionare metodi che il Vasari^[4] così descrive: *"Ma bisogna guardarsi di non avere a ritoccarlo (l'intonaco) co' colori che abbiano colla di carnicci, o rosso d'uovo o gomma o draganti come fanno molti pittori"* (spesso si dipingeva a tempera su "scialbo" costituito da latte di calce misto a sostanze proteiche, dopo che l'intonaco "a fresco" si era asciugato perfettamente.). Cennino Cennini (1370-1440) accenna a tempera a *"rossume d'uovo"* adatte anche per muro, il Baldinucci (1681) ripropone *"il rosso dell'uovo ... per dipinger... sopra muro asciutto"* soprattutto quando si usino colori come^[5]: *"altremare... smaltino e nero non si può dare nell'affresco se non misto a colla ovvero a dell'uovo oppure a siero di sangue..."*

Tecniche complesse spesso anche anticipatrici di degrado, come riportato in letteratura (si sono affinate tecniche di indagine in spettroscopia, spettrofotometria, spettrometria di massa e cromatografia): la presenza di ossalati, nitrati, amminocidi come idrossiprolina, metionina e lisina o ammidi derivati da gelatine, collagene è stata determinante per accertare l'uso di leganti proteici diversi. Le diverse proporzioni di acido azelaico, acido palmitico e stearico permettono ad attenti ricercatori di differenziare la degenerazione organica di prodotti contenenti acidi grassi polinsaturi di natura vegetale da monoinsaturi di provenienza animale (le complesse formulazioni mostrano la presenza di cere, caseina, colle animali o gomme, fele di bue, glicerina, e miele). L'indagine Chimica ha evidenziato un degrado cosiddetto fisiologico da invecchiamento spesso associato a patologie congenite e indotte. Un fenomeno appariscente è la cattiva impermeabilizzazione del supporto con l'evidenziarsi di umidità e produzione di patine biancastre per la formazione di consistenti efflorescenze di sali di diversa natura Chimica (carbonati, nitrati, ma anche solfati e cloruri...). Può verificarsi anche, per effetto di una esagerata ventilazione, che il muro asciughi troppo in fretta non permettendo traspirazione ed essudazione lenta dei sali, formazioni di muffe e fenomeni di esfoliazione, decoesione con microcaduta delle campiture soprattutto se realizzate a secco (*"una certa crostocella per calda, per fredda, per vento e per ghiacci, che muffa e macchia tutto il lavoro"*^[6]). Può avvenire addirittura l'evento contrario dovuto alle condizioni ambientali della pittura spesso sommersa da umide nebbie. Da una lettera dell'abate Gallarati a Vittorio Emanuele II di Sardegna si legge: *"in certe giornate in cui dominava lo sciocco (sciocco), vedevasi steso su di essa pittura l'umidità, come se vi fosse piovviginato sopra"*. La ulteriore presenza di CO₂ nell'umidità induce idratazione, solubilizzazione e ricristallizzazione del carbonato a bicarbonato e viceversa. Un ulteriore motivo di degrado è osservabile nelle cosiddette croste nere (strati non omogenei, essenzialmente costituite da solfato di calcio bi-



- 113) **Gianni, Carlo.** - *Avanzi, Andrea Cappi, Dana Vanni, Massimo Carrara, Luca Pignatelli*. Scienze e tecniche pittoriche e materiche nei dipinti murali del Rinascimento e dell'Umanesimo: una chimica abilitata al suo Servizio antropologico. Roma.
- 114) **Morini, Mauro.** - *Deduzione della natura in pitture murali. Mito e ipotesi per la ricostruzione del pigmento in colorito. In: Atti del convegno sul restauro delle opere d'arte. (Genova, 2-7 novembre 1976. Relazione a cura di Anna Maria Giusti, Genova, Istituto Regionale IRI, n. 1). (Cp. 167-186, tav. 147-151, pp. 157-164).* (Gallerie, dipinti e pitture).
- 115) **U. Lora.** - *Di affreschi di villa imperiale il risultato finora. Una delle famose, una prova di il decoramento e applicazione della metallurgia di ricostituzione. (Atti del Congresso "Scienze e Beni Culturali", Villa Farnesina, Roma, 1980). (Cp. 167-186, tav. 147-151, pp. 157-164).* (Gallerie, dipinti e pitture).
- 116) **Gianni, Carlo.** - *Mauro Morini. Studio in colorito. (n. 40, 1981, pp. 145-146).* (Gallerie, dipinti e pitture).
- 117) **Morini, Mauro.** - *Mauro Morini. Studio in colorito. (n. 40, 1981, pp. 145-146).* (Gallerie, dipinti e pitture).
- 118) **ICOM Committee for Conservation (9th general meeting).** - *Prague, 1979. Texts, 1980. Reports, International Council of Museums (1981).*
- 119) **Luigi Giusti.** - *Scienze restoriche. (Indice, n. 1, 1974, pag. 100).*
- 120) **Avanzi, Andrea.** - *Il Chimico Scultore - I Chimici - L'Avanzi - I Colori. (Atti del convegno sulla chimica pittorica).*
- 121) **Luigi Giusti.** - *Scienze restoriche. (Indice, n. 1, 1974, pag. 100).*
- 122) **Luigi Giusti.** - *Scienze restoriche. (Indice, n. 1, 1974, pag. 100).*

singolo e una parte di nero vegetale) sia per impennebbiare lo strato colorito dalle iniezioni chimiche del muro cospicuo, sia per evidenziare colori più o meno accesi su sfondi scuri. Si sono appresi alcuni affreschi di Leonardo al Castello Sforzesco a Milano^[23] mentre sul modello appare di un fuso invernale (le varietà di colore dal più scuro al più chiaro erano anche orientate con macchie diverse). Esenti sono quelli dei fondi di affreschi attribuiti al Bramante ed al De Ferrari de Pavia che sembrano annunciare la prova di colore delle sedi in avanzi del Rinascimento. Il Rinascimento nell'abside della Cattedrale di Cremona e il Cristo nell'Ulivo Cava, di Torricchio-Aleri del 1511 di San Sigismondo. La tradizione del restauro degli affreschi compiuti nel XIII sec. si tramanda purtroppo tecnica di sovrapposizioni di blu di Prussia per soverchiare il colore ma che nel tempo hanno creato macchie di colori sbiaditi per la denaturazione chimica dovuta a contatto con la calce. Si ritiene che i restanti, per i colori della gamma del rosso, abbia utilizzato Copernico (oro giallo cobaltato) a base di solfati di Fe, Ombro-rosso o vermiglione a base di solfati di Hg, anche se questo tende a non stabilire in la forma metallica che è nera ed è chimicamente incompatibile con sali di piombo e rame per la formazione di solfati. L'aspetto modificazioni chimiche del supporto potrebbero anche essere sciolte in presenza di anidride, ambiente acido e ricco di ossigeno e inquinanti. Il Resto di piombo ed il minio subiscono questo processo ossidativo in ambiente acido con denaturazione evidente del colore originale che ante oggi, come in alcuni affreschi del Quattrocento^[24-195]. L'uso di pigmenti a base di As, Pb, Hg, Cu, Fe su un supporto acido non l'intorno potrebbe fornire dunque inopportune iniezioni ossidative (*Il Rosso è un colore che si chiama minio, il quale è ossidato per nichelato. Questo colore è solo buono a lavorare in tavola, che se l'adopero in muro, come vede l'aria subito diventa nero, e perde suo colore. Rosso è un colore che si chiama cinabro... stando all'aria vien nero quando è lavorato e messo in muro... però che viene negro come vede l'aria*)^[25]. I ragazzi del Liceo Artistico affiancati dai docenti di discipline artistiche, affrontano la pratica dell'affresco individuando il supporto, preparando colori da pigmenti naturali, con, con calcinate, accostando la qualità di colore, solida e granulazione diversa e polvere di marmo rosso e perfezionando quindi il progetto con opportune

esposizioni chimiche. L'esperienza fatta è stata discussa alla presenza dell'insegnante di Chimica e d'Arte stimolando criticamente il lavoro attraverso valutazioni soggettive e sperimentali. Si è successivamente proceduto al: 1) tagli microscopici su sezione sottile o cross section e stereomicroscopiche per individuare stratificazioni interessanti sia di dipingimento che inesperto per fotografare e trasferire al computer; 2) Osservazione dei dipinti con UV e IR ha permesso di evidenziare sovrapposizioni, aree di inquinamento, colori di riserva e colorazioni empiricamente pigmenti e leganti all'incasso, altri (lumetro e valutazione digitale del colore); 3) l'osservazione delle proprietà solubili di varie miscele (acqua deionizzata, alcool, alcool fenilico, ammoniaca, essenze, acetone, acetato di etile, diluente alla nitro, idrossido di sodio, acido citrico, EDTA, metacrilati) ha permesso di stabilire competenze nell'uso di solventi, migliori determinazioni di tipo qualitativo sono state: a) osservazione dell'ambiente acido/alcalino sul fuso con l'uso di misure successive di pH; b) completa carbonatazione si riconosce alla scomparsa delle alcalinità mediante fenolftaleina (l'esperienza è base per una discussione interessante sulle caratteristiche degli indicatori e loro pH di viraggio); c) determinazione della sostanza calcarea con un colorimetro autocostruito per misurare la quantità di CO₂ che si forma per reazione di un campione di intonaco a base calcarea e acido; d) accertamento della presenza di acidi e leganti a base di anidride con una soluzione di iodio in ioduro di potassio; e) accertamento della presenza di leganti (altonio basati su oli saturati) e rilevato utilizzando reattivi noti come l'ol'ol'ol' (il acqua bicare); f) isolare delle proteine con reattivi specifici come il latte di latte, nero d'animale, la curia, rosso porososo con nitrato adottando metodiche standard; g) accertamento della presenza di imbricazioni di umidità di campioni preparati su base diversa permeabilità.

Ritornamenti

L'articolo è stato realizzato con il sostegno della professoressa Maria Luisa Carini, Dirigente Scolastico e Preside del Liceo Artistico Murini di Cremona, e del professor di ornato e decoro Bona Costi, Elisabetta Barberi, Domenico Buffalo, Mario Ceriani, Angelo Cristoforo, Gianni Macchi, Luca Olivieri, Federico Pignatelli, Mario Antonietta Rossi, Adriano Rosoni, Maurizio Zurla, e gli studenti delle classi M, MC e MF corso sperimentale "Catalogazione e Conservazione Beni Culturali anno 2007-2008".



drato (gesso) e da particelle carboniose che si depositano sulle superfici esposte ad idrocarburi di gas di scarico delle auto (blackening^[13]). L'aria, inquinata da anidride solforosa e solforica, innesca le reazioni di "solfatazione" del supporto pittorico: la reazione è catalizzata da microaggregati di carbonio ed ossidi metallici che successivamente partecipano alla reazione redox^[9 pag 185] inducendo la modificazione del colore delle ocre e la trasformazione del carbonato delle pietre calcaree in solfiti e solfati di calcio. L'aria inquinata innesca altresì le reazioni di "nitratazione" da idratazione di ossidi di azoto e successivo doppio scambio con carbonati: i sali nitrati spesso si ritrovano come prodotto di essudazione di "mattoni già nitrati"^[2- pag 443]. Un altro motivo di deterioramento è la presunta preparazione dell'intonaco dell'opera vaticana con una mestica oleosa su una superficie a pH alcalino tale da favorire una saponificazione della componente lipidica. Sia nell'ipotesi che il composto sia stato preparato volutamente^[9] per la successiva stesura, sia che possa essersi formato per successive interazioni chimiche tra oli e supporto caustico è certo che, successivamente alla formazione del sapone alcalino terroso, è avvenuto irrancidimento e una sua contrazione con precoce deterioramento degli strati superiori di pigmento. Un ariccio preparato con formulazioni diverse subisce comunque il fenomeno di carbonatazione e idratazione detto della presa e poiché l'acqua di cristallizzazione contribuisce nel tempo alla sfaldabilità dell'intonaco (esfoliazione a strati, disgregazione sabbiosa ed alveolizzazione), l'artista interviene aggiungendo colle e gelatine per tentare di aumentarne la compattezza. Una ulteriore variabile nella stabilità del supporto è la ossidazione delle proteine, perossidazione e successiva polimerizzazione degli oli siccativi: la presenza di gruppi amminici ed acidi sia negli amminoacidi che nelle proteine e di insaturazioni negli acidi grassi permette di comprendere il meccanismo di reazione di "indurimento"^[10] della imprimitura di base del supporto (la contemporanea presenza di oli siccativi e proteine fa supporre reazioni cosiddette di crosslinking con formazione di complesse strutture colloidali con struttura micellare o a membrana che possono interagire con l'umidità del supporto, gonfiare e favorire attacchi di muffe e batteri). L'uso di impregnanti a base organica è altresì giustificabile per impedire la interazione tra l'intonaco a reazione alcalina ed il chimismo dei pigmenti e loro veicolanti: è nota la reazione del

piombo contenuto nella biacca (ma anche nel minio e nel giallolino) che passa da Pb^{2+} a Pb^{4+} con formazione di composti di ossidazione scuri. La reazione sembra avvenire per la presenza di umidità e leganti "magn" come la calce. Umidità, impurezze veicolanti inadeguati, e contaminanti sono colpevoli della ricristallizzazione della azzurrite blu o chesylite $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ in malachite verde $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (l'azzurrite è il lapis armenius di Plinio altrimenti detto azzurro d'Alvernagna o Bergblau, noto a Dürer; utilizzata comunemente per affrescare i soffitti simboleggiando l'azzurro cupo del cielo è spesso ed irrimediabilmente degradata a verde spento). Nella pittura a fresco l'azzurrite annerisce (forse anche per la presenza di impurezze di ferro che ossidandosi ingialliscono oppure per le caratteristiche del medium: "solo gli azzurri temperavano con colla di carnicci; perché la giallezza dell'uovo gli faceva diventar verdi"^[4]), per cui si è sempre avuta l'accortezza di stenderla a tempera su base di sinopia e morellone (sinopia e nero di vite). I Sali di Cu, tra questi ad esempio il verdegris, possono annerire altresì in presenza di solfuri. Il miglior pigmento è comunque sempre l'oltremare naturale derivato dalla macinazione del lapislazzuli ($Na_8Ca_8[Al_6Si_6O_{24}](SO_4 \cdot S \cdot Cl)_2$) mentre il Cennini consiglia di usare indaco (Biu indiano) su muro in sostituzione dell'azzurrite ($2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$), questo colorante organico poco resistente alla calce è stato individuato nel Cenacolo vaticano. La presenza in alcuni affreschi (Assisi, Basilica di San Francesco, Padova, Cappella degli Scrovegni) di paratacamite, clinoptacumite $CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$ e Brochantite $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$ testimoniano il lento degrado della azzurrite indotto da inquinanti e fenomeni di solfatazione^[14]. Soffitti in cui il colore del cielo a fresco, originariamente forse azzurro o verdastro azzurro, sbiadisce nel verde. Diverse le ipotesi: azzurrite blu o chesylite ($2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) che ricristallizza e decarbonata, complice il tempo e l'umidità, in malachite verde, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ oppure un esempio di sofisticazione ante litteram della azzurrite con il cosiddetto blu bice o blue Verditer (carbonato basico rameico impuro per la presenza di bomite contenente zolfo e ferro) molto più economico dell'azzurrite^[22]. Spesso il colore poco costoso serviva da base per l'ultima stesura di azzurrite e della dispendiosa lazurite (lapislazzuli $3NaAlSi_3O_8 \cdot Na_2S$). Lapislazzuli o azzurrite erano spesso stesi su basi come lo smaltino a tempera o morellone (2 parti di

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Enciclopedia del n°56-2007 del Chimico Italiano*
- [2] *L'UOMO IN VITO - Scritti - Trattato della Pittura - Scritti Letterari - Scritti Scientifici - pagg. 67-109-203-348* (Bianchi Baccini Pisa - Piero Marini - Leonardo: L'Ultima Cena - Electa 1999; Gualco Quatt - Analisi di campioni di intonaco e di colore dell'Ultima Cena di Leonardo da Vinci e delle lunette soprastanti; Pierangela Formaggi - capitanerie dell'equipe diretta da Bombilla Pinin Barolon - conferenza - mercoledì 2 aprile 2008 - Pizzighetone)
- [3] H. KÖNIG - Bericht über die naturwissenschaftliche Untersuchungen der Malerei des Mailänder Abendmahls
- [4] *MASSA (vaticana) vent'anni dell'Ultima Cena*
- [5] (Gaston WAGI, "Le vite de" più eccellenti pittori, scultori et architettori" - Firenze 1550)
- [6] E. WITKOWSKI, Restauro del Cenacolo in Leonardo - Saggi e ricerche a cura del Comitato Nazionale per le onoranze a Leonardo da Vinci nel quinto centenario della nascita, Roma 1964
- [7] *OSWALD OSWALD - Trattato di Pittura - manoscritto - 1370-1440*
- [8] *Bianchi Baccini Pisa - Il Cenacolo di Leonardo in Santa Maria delle Grazie - Storia, condizioni, problemi - Milano 1985*
- [9] *Pisa - Manuale pratico di tecnica pittorica*
- [10] *CAMERLONI-CASATI-CASOMBERO-MARINI-MATTIOLI-MONICO-MONTANARI-NEBARI-PICCOLI-POZZI-ZAPPALÀ-POSTALONI-ROSSI-SERRAVALLO - Chimica per l'Arte - Zanichelli*
- [11] *MATTIOLI-MOLLI - Chimica del Restauro*
- [12] *GUIDA ITALIA - Milano, Touring Club Italiano, Milano 1998*
- [13] *RA Internazionale 2001*
- [14] *ESPOSITO SOSTI - Saggi sul cenacolo - Pin 10 triplicato "Corriere della Sera 26 ottobre 2007*
- [15] *Pisa - Pisa - Lincei, DMSO*



BIRAN, GIANNI ANTONIO, ANTONELLA CECI, CARLA VOLANT, MARCELLO OZZI, LUCA FORNARI, SCIANCHI "Indagini fisiche e chimiche sui dipinti murali del Parmigianino e dell'Avanzi nella chiesa abbaziale di San Giovanni evangelista a Parma"

[15] MARIANI, MAURO, Ossidazione della biacca in pitture murali - Metodi proposti per la riconversione del pigmento ossidato. In: Atti del convegno sul restauro delle opere d'arte. Firenze, 2-7 novembre 1976. Redazione a cura di Anna Maria Giusti. Firenze, Edizioni Polistampa, 1981, vol. 1, pp. 257-269, tavv. vol II, pp. 527-529 [affreschi, degrado e pulitura]

[16] D. Dosa (Gli affreschi di villa imperiale di terralba a Genova l'uso della biacca, suoi processi di deterioramento e applicazione delle metodologie di riconversione (Atti del Convegno "Scienza e Beni Culturali" "Sulle Pitture Murali Riflessioni, Conoscenze, Interventi" Bressanone 2005)

[17] GIOVANNI, MARINO, Mural Studies in conservation n° 35 del 1990 15-20. Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting

[18] MARIANI, MAURO AND MARIANI, A. The reconversion of oxidized white lead in mural paintings: a control after a five year period

[19] ICOM Committee for Conservation 8th triennial meeting. Ottawa, 21-25 September 1981: preprints. International Council of Museums (1981)

[21] VILASIO DIETRI - Nuovo ricettario industriale - 1944 - pag 900

[22] ANTONIO, GIANNI ANTONIO - Effetti - FZANONNI - I colori degli affreschi della villa romana di Isola

[23] GIOVANNI MARINO - L'esame scientifico delle opere d'arte e il loro restauro - vol. I - pag 125

sinopia e una parte di nero vegetale) sia per impermeabilizzare lo strato colorato dalle interazioni chimiche del muro caustico, sia per evidenziare colori più o meno accesi: su smaltino l'azzurrite appare azzurra (affreschi di Leonardo al Castello Sforzesco a Milano^[23]) mentre su morellone appare di un blu intenso (le varietà di colore dal più scuro al più chiaro erano anche ottenute con macinazioni diverse). Esempi sono quelli dei fondi di affreschi attribuiti al Bembo ed al De Ferrari de Pavia che sembrano annunciare la purezza di colore delle vesti in azzurrite del Redentore di B. Boccaccio nell'abside della Cattedrale di Cremona e il Cristo nell'Ultima Cena, di Tommaso Aleni del 1508 in San Sigismondo. La tradizione del restauro degli affreschi compiuti nel XVIII sec. ci tramanda purtroppo tecniche di sovrapposizioni di blu di Prussia per ravvivare il colore ma che con il tempo hanno creato macchie di colore sbiadite per la denaturazione chimica dovuta a contatto con la calce. Si ritiene che Leonardo, per i colori della gamma del rosso, abbia utilizzato Orpimento arso (cioè calcinato) a base di solfuri di As, Cinabro rosso o vermiglione a base di solfuro di Hg, anche se questo tende a ricristallizzare nella forma metacinnabarite che è nera ed è chimicamente incompatibile con sali di piombo e rame per la formazione di solfuri. Disparate modificazioni chimiche del supporto potrebbero anche essere spiegate in presenza di umidità, ambiente alcalino e ricco di ossigeno e inquinanti. Il Bianco di piombo ed il minio subiscono questo processo ossidativo in ambiente basico con denaturazione evidente del colore originario che annerisce, come in alcuni affreschi del Cimabue^[10-pag 327]. L'uso di pigmenti a base di As, Pt, Hg, Cu, Fe su un supporto umido come lintonaco potrebbe favorire dunque inopportune interazioni ossidative (**"Rosso è un colore che si chiama minio, il quale è artificiato per alchimia. Questo colore è solo buono a lavorare in tavola, ché se l'adoperi in muro, come vede l'aria subito diventa nero, e perde suo colore... Rosso è un colore che si chiama cinabro, ...stando all'aria vien nero quando è lavorato e messo in muro... Giallo è un color che si chiama orpimento... in muro... però che viene negro come vede l'aria"**)^[6]. I ragazzi del Liceo Artistico affiancati dai docenti di discipline artistiche, affrontano la pratica dell'affresco individuando il supporto, preparando colori da pigmenti naturali, ocre, terre calcinate, accertando la qualità di calce, sabbia a granulazione diversa e polvere di marmo rosa e perfezionando quindi il progetto con opportune

equazioni chimiche. L'esperienza fatta è stata discussa alla presenza dell'insegnante di Chimica e d'Arte stimando criticamente il lavoro attraverso valutazioni soggettive e sperimentali. Si è successivamente proceduto a: 1) indagini microscopiche su sezione sottile o cross section e stereomicroscopiche per individuare stratificazioni interessanti sia di tipo organico che inorganico per fotografarle e rielaborarle al computer; 2) l'osservazione dei dipinti con UV e IR ha permesso di evidenziare sovrapposizioni, aree di impaintings, errori di stesura e valutare empiricamente pigmenti e leganti utilizzando altresì luxmetro e valutazione digitale del colore; 3) l'osservazione delle proprietà solventi di varie miscele (acqua deionizzata, alcool, alcool benzilico, ammoniacca, essenze, acetone, acetato di etile, diluente alla nitro, idrossidi svernicianti, acido citrico, EDTA, tensioattivi) ha permesso di elaborare competenze nell'uso di solventi. Semplici determinazioni di tipo qualitativo sono state: a) osservazione dell'ambiente acido/alcalino sull'intonaco verificato con misure successive di pH: la completa carbonatazione si riconosce alla scomparsa della alcalinità mediante fenoltaleina (l'esperienza è base per una discussione interessante sulle caratteristiche degli indicatori e loro pH di viraggio); b) determinazione della sostanza calcarea con un calcimetro autoconstruito per misurare la quantità di CO₂ che si forma per reazione di un campione di intonaco a base calcarea e acido; c) accertamento della presenza di adesivi e leganti a base di amido con una soluzione di iodio in ioduro di potassio; d) accertamento della presenza di leganti pittorici basati su oli siccativi è rilevata utilizzando reattivi noti come l'oil red, il sudan black; e) reazione delle proteine con reattivi specifici come solfato di rame, nero d'amido, fucsina, rossoponceau con ninidrina adottando metodiche standard; g) accertamento della capacità di imbibizione d'umidità di campioni preparati su basi a diversa permeabilità.

RINGRAZIAMENTI

L'articolo è stato realizzato con il sostegno della professoressa Maria Luisa Carnini, Dirigente Scolastico e Preside del Liceo Artistico Munari di Crema, e dei professori di ornato e disegno: Elena Ceci, Elisabetta Barbieri, Domenico Bulfaro, Ivano Ceriani, Angelo Coletto, Gianni Macalli, Lucia Olivieri, Federico Pagliarini, Maria Antonietta Rossi, Adriano Rossoni, Maurizio Zurlo, e gli studenti delle classi IVF, IV C e VF corso sperimentale "Catalogazione e Conservazione Beni Culturali" anno 2007-2008.

**Lezione-concerto all'Iis
Applaudito il Polifonico**

**Progetto legato a terra e a storia
'Il filo di Arianna'
L'Iis Torriani
premiato a Sulò**

IL CHIMICO ITALIANO

**Silicati e vetro solubile
nella tradizione
dei liutai cremonesi**

IL CHIMICO ITALIANO

CRISTALLINA, suono delicato della «Arianna»



Il «Filo di Arianna» premiata con l'«Inno» alla città di Sulò

Il progetto «Filo di Arianna» è stato premiato a Sulò, in provincia di Asti, per aver realizzato un'opera di grande valore culturale e artistico.



Lavorare in questo settore è un lavoro impegnativo e richiede una grande dedizione e passione. La tradizione dei liutai cremonesi è un patrimonio culturale che deve essere preservato e tramandato.

IL FILO DI ARIANNA
Arte come Identità Culturale
7a Edizione - Selezione 2010

tes

Il prof. Giuseppe Maggi ed i suoi studenti hanno ottenuto la collaborazione del prof. Gianni Marzulli della Accademia Carrara di Bergamo e del prof. Mario Maggi, musicista, per creare all'interno del passato una cultura.

Alle presentazioni hanno partecipato le classi VA e VB Liceo Scientifico Tecnologico dell'IS "Torriani" di Cremona che raccogliendo la preziosa esperienza dei esperti del Liceo artistico, hanno lavorato con entusiasmo al progetto.

CⁿS

Cremona aderisce al Réseau Polifoni

Il Réseau Polifoni è un progetto europeo che promuove la cooperazione tra istituzioni culturali e artistiche di diverse nazioni.

Vernici per liutai questione di chimica

CRODAWA

La chimica è fondamentale per la produzione di vernici di alta qualità che proteggono e valorizzano gli strumenti musicali.