

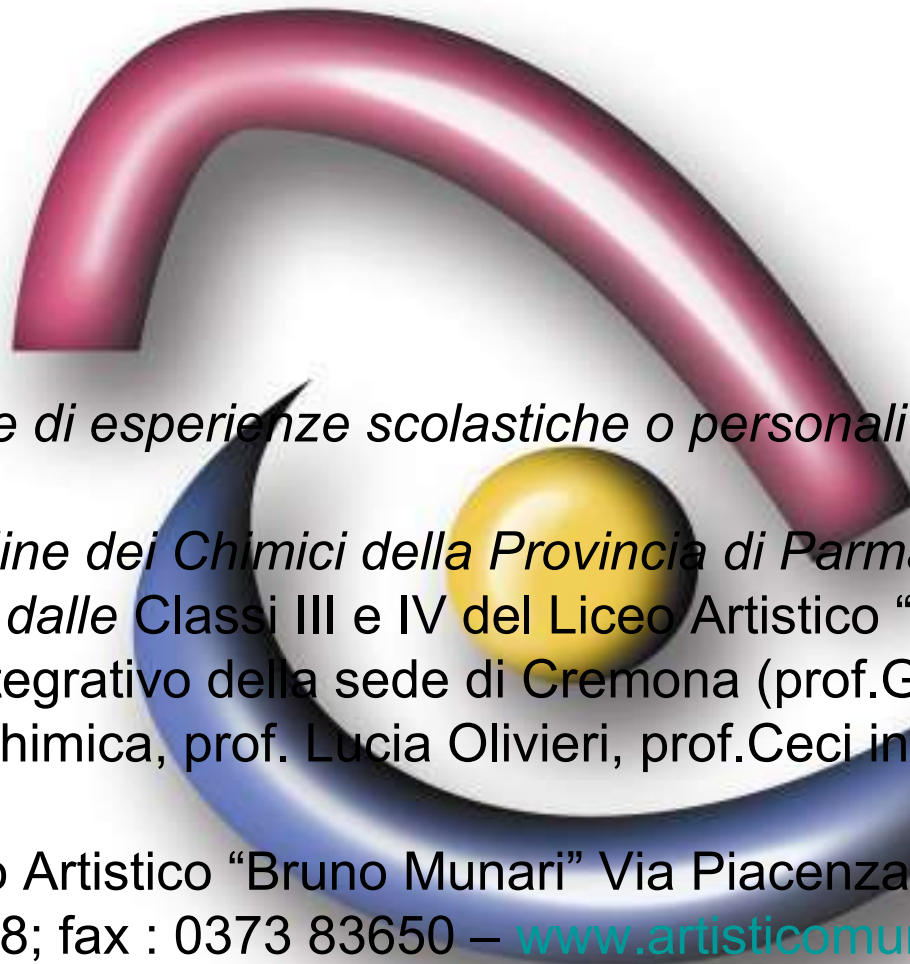
Partecipazione all'iniziativa:
LA CHIMICA ...SIAMO NOI -
PARMA 2010 :



*Quanto incide la Chimica nel nostro vissuto quotidiano? "NOI...
LA CHIMICA LA VEDIAMO COSI!"*

**Titolo: "La chimica sui muri "
Il quotidiano di studenti ed
insegnanti dell'Artistico:
il Liceo con la A maiuscola**





una collezione di esperienze scolastiche o personali legate alla Chimica.

inviato all'Ordine dei Chimici della Provincia di Parma (entro il 31 marzo) 2010. dalle Classi III e IV del Liceo Artistico "Munari" sede di Crema e V integrativo della sede di Cremona (prof.Giorgio Maggi ins. referente di Chimica, prof. Lucia Olivieri, prof.Ceci insegnanti di pittoriche;)

Scuola: Liceo Artistico "Bruno Munari" Via Piacenza – 26013 Crema
tel 0373 83458; fax : 0373 83650 – www.artisticomunari.it

Dirigente scolastico: Dott.Arch.Maria Luisa Carnini

Responsabile Progetto: prof.Giorgio Maggi (ins. Di Chimica)

Indirizzo:Via Piacenza-Città:Crema-Provincia:Cremona (CR)

I parte

tipologie d'affresco

Muro, luogo d'arte, metafora o paradosso per costringere la curiosità a guardare oltre?

- **La proposta parte dallo studio dell'affresco, dalla preparazione di pigmenti e mistiche alle più semplici analisi chimiche sino ad affrontare con entusiasmo aspetti della storia artistica del nostro territorio da Parma a Milano, attraverso Crema e Cremona.**
- **Dall'affresco la discussione fonde nel "vissuto" di studenti e prof. in un contesto di relazioni e di metodo che spaziano dall'Arte alla Musica con la ragionevole necessità di chiedere aiuto anche alle Scienze e alla Chimica.**

Il metodo nasce dalla osservazione:
gli affreschi del Correggio nel Duomo di
Parma che ...

...rappresentano
una
occasione
unica per
iniziare a
raccontare,
attraverso
suggerzioni,
la nostra
storia e le
nostre
tradizioni





...
**fascini
che si
rinnovano
nel
Duomo
di
Cremona**
...



...nel cenobitico monastero di San. Sigismondo...

- ...là dove Bernardino Campi (1566) dipinge un coro d'angeli ed una Santa Cecilia che ***“...tiene del Parmigianino e la Cupola del Correggio...”*** [31]





...e dove una sottovalutata tecnica a **quadratura**... **“non certo priva di invenzione ed abilità”** [32] afferma la perizia dei fratelli Natali nelle tecniche ad affresco. Scienza geometrica questa che, per il Vasari, rappresenta pittoricamente le forme architettoniche e che si avvale di **“paradossi per praticare la prospettiva senza saperlo ecc... Cognizioni necessarie ai pittori, scultori, architetti, ed a qualunque si diletta di disegno”** (Giulio Troili detto il Paradosso-1613-1685)

(nella foto un salone di Palazzo Magio Grasselli in Cremona aperto dal FAI e **illustrato da studenti dell'Artistico**: nel palazzo lavorarono quadraturisti come Giuseppe Natali (1654-1720) e decoratori ad affresco come Giovanni Manfredini (1730 -1790).

...in un curioso incontro nella sala
Pietro da Cemmo in Sant'Agostino a
Crema...



... al cenacolo vinciano a Milano

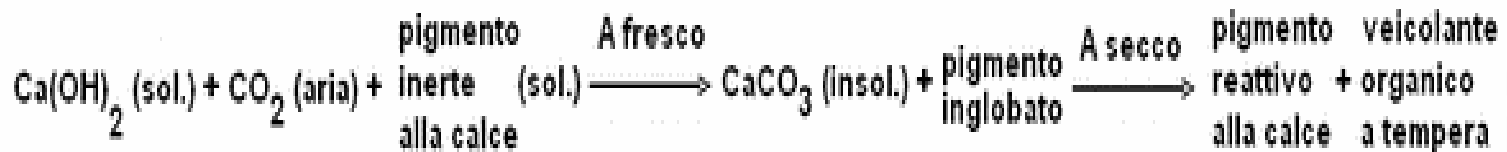
Dal “buon fresco” parmense, cremonese e cremasco, in diacronia e sincronia nel tempo, sino alle sperimentali tecniche miste di Leonardo con i suoi ritocchi, sovrapposizioni pittoriche e velature trasparenti, ma anche con le sue profonde ferite dovute a ridipinture, umidità, degrado di lacche organiche, ... bombardamenti, e ancor peggio restauri grossolani con oscure misture organiche degradabili.



Murale? Affresco ? A secco?

Pittura murale in cui i pigmenti si applicano sull'intonaco ancora umido ("a fresco") o a "buon fresco", per distinguerlo dal "fresco secco", realizzato sull'intonaco asciutto.

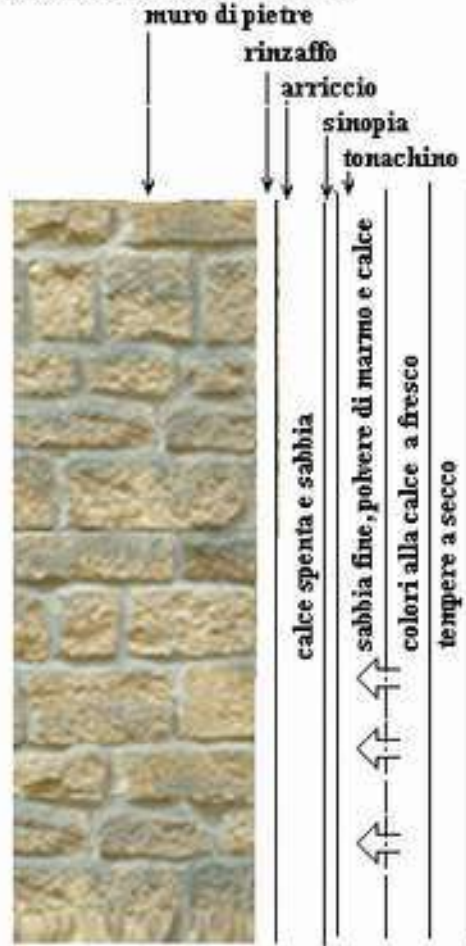
Chimicamente si sfrutta il fenomeno della **carbonatazione** che permette in ambiente umido di fissare alcuni pigmenti inerti alla calce sull'arriccio che, asciutto, potrà successivamente sostenere velature organiche con pigmenti che tendono a decolorare in ambiente alcalino.



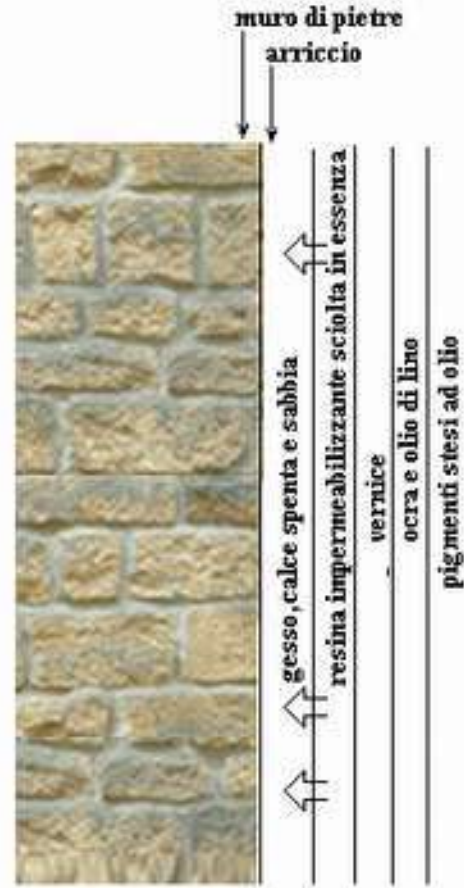
Nel rinascimento le due tecniche fondono in procedimenti diversi usati dai diversi artisti. Spesso congruenti sono le tecniche utilizzate sia a fresco che a secco in una continua sperimentazione che l'opera, a distanza di tempo, lascia individuare. Spesso artisti sperimentano tecniche promiscue con risultati non sempre soddisfacenti o discussi con opposte valutazioni

Una sintesi per capire...

TECNICA A FRESCO A SECCO



TECNICA AD OLIO SU MURO descritta dal Vasari e Vibert



TECNICA A CERA ripresa da Vitruvio



A fresco e a secco

- Le opere da noi osservate datano in un intervallo di massimo trent'anni a partire dalla fine del XV secolo :
abbiamo iniziato indagando **la tempera mista nel Cenacolo vinciano a confronto con affreschi di manieristi cremonesi** come il Gatti , l'Aleni, il Pordenone, il Parmigianino e il Correggio pressoché contemporanei.

esempi a confronto
si possono
osservare nel
Cenacolo di
Leonardo (part. a
sin. di Giuda
Taddeo e
Simone) e...



... in un affresco di Bernardino Gatti
detto il Soiaro (1529) raffigurante
La Resurrezione nella
Cattedrale di Cremona

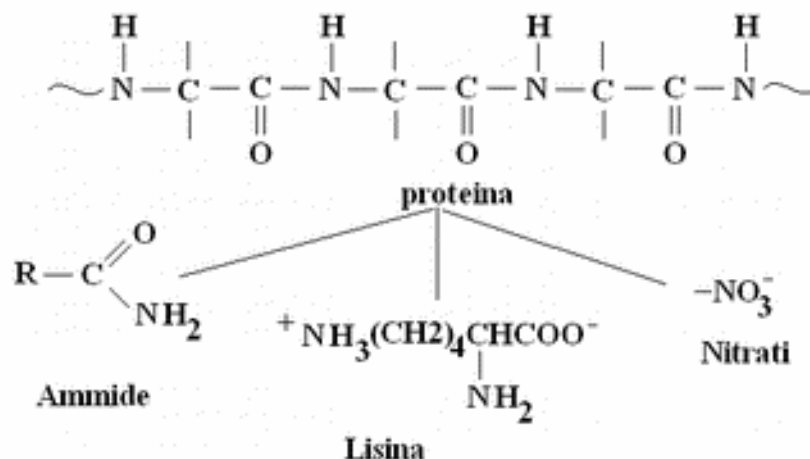
Cenacolo di Leonardo: una lunga storia di degrado e restauri

L'intervento di Leonardo da Vinci, [1] (1494-1498) nel refettorio di Santa Maria alle Grazie dura per di 4 anni, con tecniche a tempera e olio, su strati di preparazione e ulteriori sovrapposizioni su un fragile intonaco

La storia del degrado e dei continui restauri del dipinto di Leonardo 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.

Degrado delle sostanze proteiche

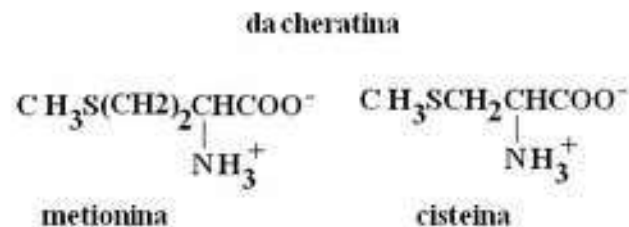
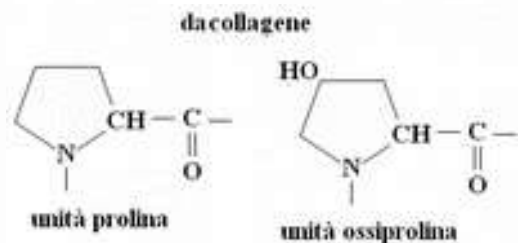
La sintesi del degrado dei leganti e dei pigmenti è riportata in letteratura [14] (si sono affinate tecniche sofisticate di spettroscopia, spettrofotometria, spettrometria di massa e cromatografia): spesso indicativi sono la presenza di prodotti di decomposizione (nitrati, amminoacidi come lisina o ammidi) delle proteine utilizzate come leganti proteici.



(Cennino Cennini (1370 – 1440) nel suo “Trattato di Pittura” accenna a tempere a **“rossume d’uovo”** adatte anche per muro ; 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 draganti come fanno molti pittori** Il Baldinucci nel suo “Vocabolario toscano dell’Arte del Disegno” (1681) ripropone antiche preparazioni con **“il rosso dell’uovo battuto ...fa una molto buona tempera per dipinger... e anche sopra muro asciutto”**.):

Degrado delle sostanze proteiche

Derivati proteici da scleroproteine come collagene (contenuto in tessuti connettivi), cheratina (derivata da corni, unghie, capelli) e loro derivati gelatinosi e genericamente colle, degradano a prolina, idrossiprolina, metionina e cisteina



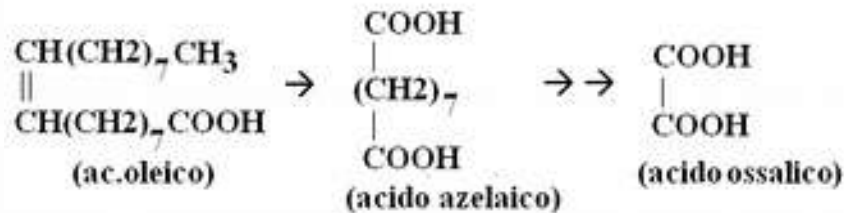
Piva [8] riprendendo antiche formulazioni sostiene che: ***“nella pittura ad affresco... oltremare... smaltino e nero non si possono dare nell’affresco se non misto a colla ovvero a dell’uovo oppure a siero di sangue...”*** e ciò anche a sottolineare come spesso tecniche miste siano state usate a completamento dell’affresco base.

da nel ciclo di affreschi *La leggenda della vera Croce* di Piero della Francesca (1452) si sono individuati nelle velature amminoacidi e acidi grassi indicativi della cosiddetta “tempera grassa”

Degrado degli oli, cere, caseina, colle, miele

...Negli affreschi di Altichiero da Zevio (1369-1384) in San Giovanni a Padova : si ritiene che il pittore **iniziasse a fresco e completasse a secco [27]** con pigmenti arricchiti con sostanze grasse e caseine, con un deperimento osservato nel tempo di adesione di alcuni colori

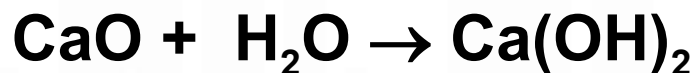
Successivamente alla polimerizzazione ossidativa degli acidi insaturi dell'olio (accentuata dall'effetto catalitico dimostrato dal comune uso di essenze terpeniche) si ha un lento degrado la cui analisi ha spesso evidenziato la presenza di acido azelaico ed ossalati [29]. La reazione è favorita dalla presenza di licheni e funghi.



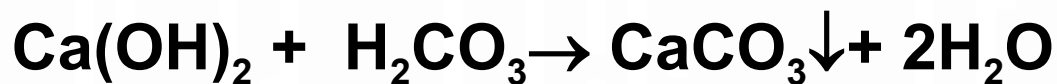
- Le diverse proporzioni di acido palmitico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ e stearico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ hanno permesso ad attenti ricercatori [14] di differenziare l'invecchiamento di prodotti contenenti oli vegetali, la cui composizione è caratteristica per le maggiori % di acidi grassi poliinsaturi o tuorlo d'uovo con maggior % di monoinsaturi. La individuazione di sostanze organiche varie si è spesso dimostrata derivante dall'uso di cere, caseina, colle animali o gomme utilizzate come indurenti, latte come agglutinante, e fielle di bue, acqua lenta a base glicerica, miele necessari per ritardare le seccaggini di tinte sovrapposte a tempera ed a velatura.

Degrado dell'intonaco, per idratazioni e ricristallizzazioni

La cosiddetta “fioritura a bottoni” o a “a bottaccioli” [8], individuata laddove si sia usata calce “spenta” da poco ed in cui permangono microscopici grumi di CaO estremamente igroscopico che gonfiano in escrescenze tondeggianti con acqua



L’“abrasione”: è fenomeno degenerante per l’uniformità della base pittorica se la carbonatazione avviene contemporaneamente alla ...



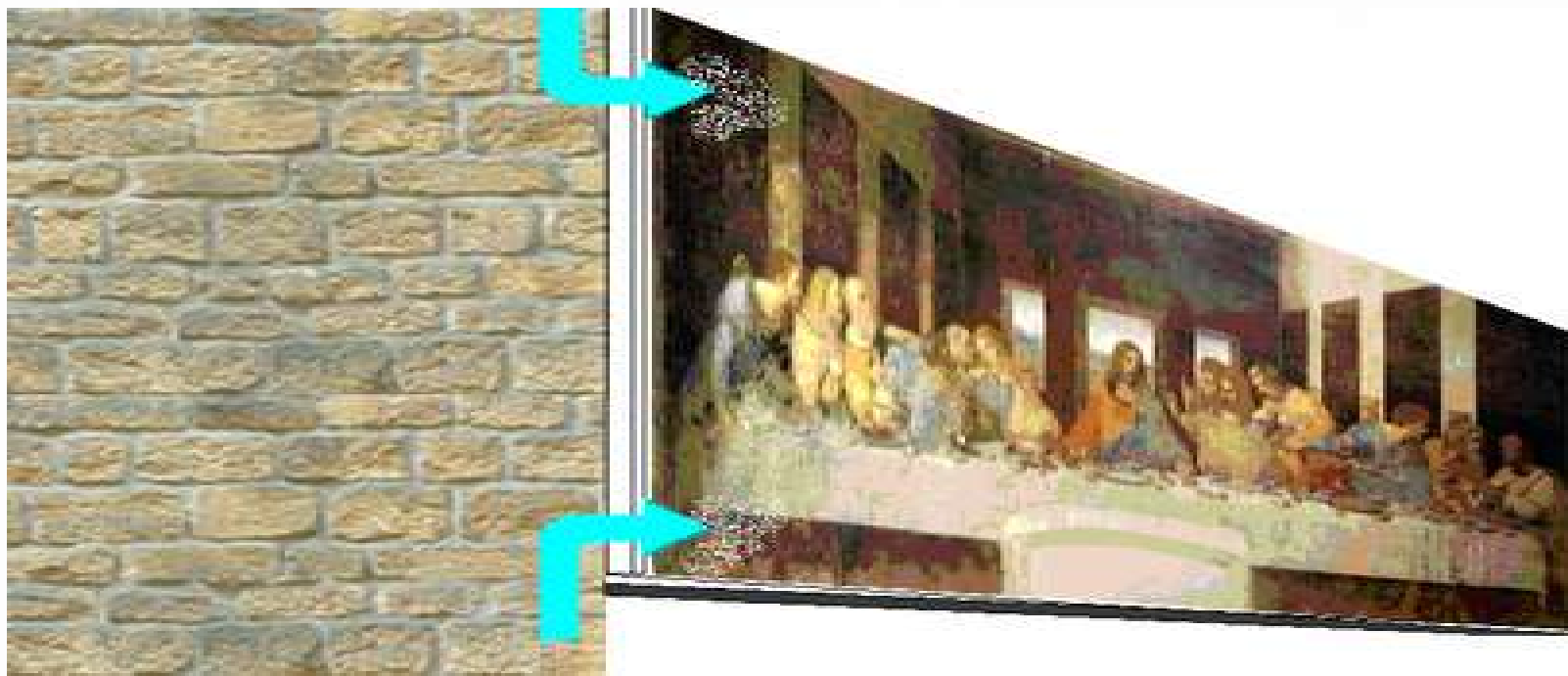
... ricristallizzazione dell'intonaco



La deposizione del Pordenone 1522 – Cattedrale di Cremona

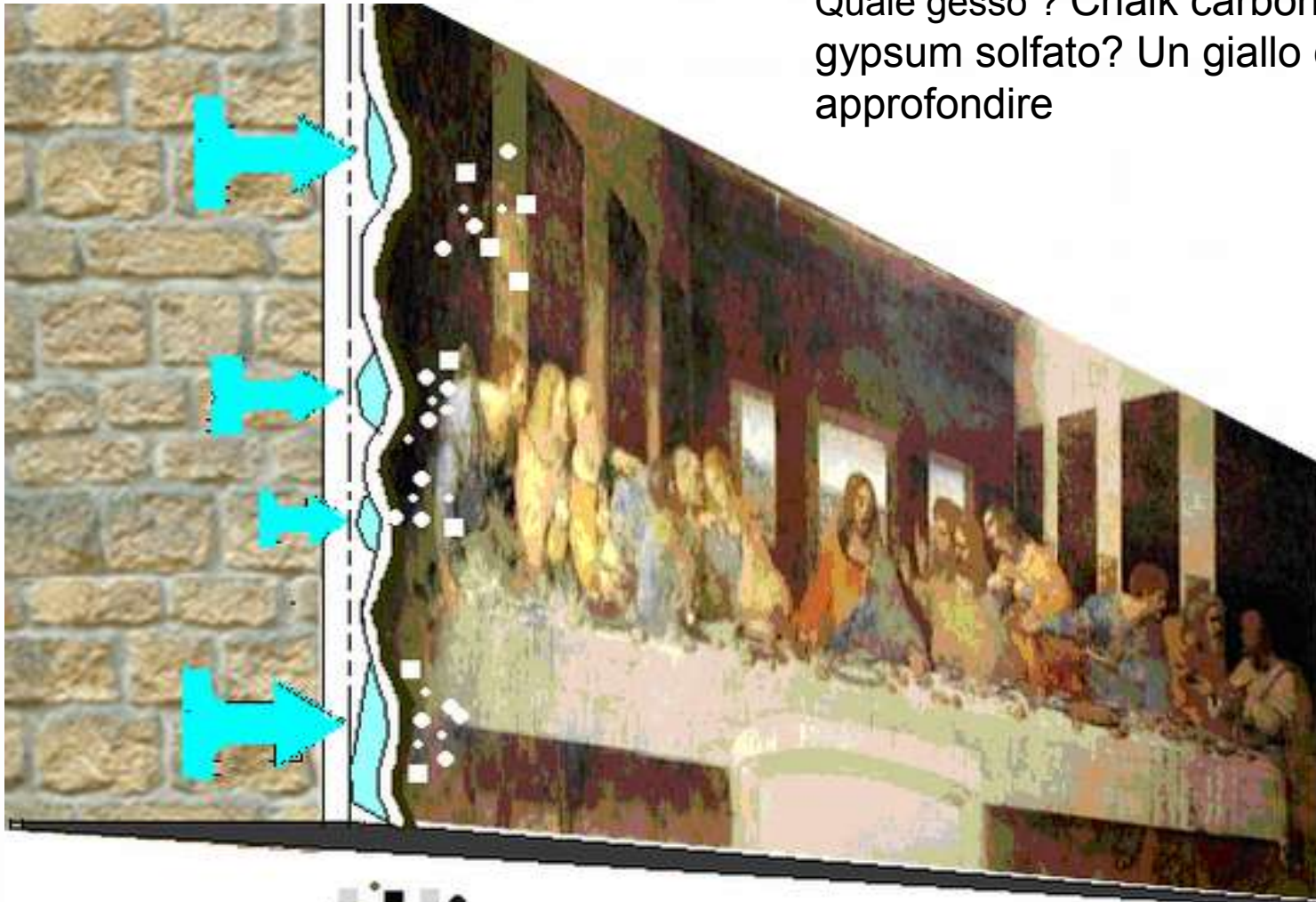
Degrado dell'intonaco, arriccio e tonachino su gesso

Se per una stesura a tempera si utilizzasse una base di latte di calce a scialbo non ben asciutta o un arriccio preparato con una formulazione a base di gesso (sostanza che subisce il fenomeno della presa attraverso l'idratazione) su un supporto non perfettamente asciutto, avverrebbe che il biidrato, presentando una struttura fibrosa con reticoli a strati alternati ed acquisendo acqua di cristallizzazione, potrebbe rigonfiare e nel tempo produrre sfaldabilità (esfoliazione a strati, disgregazione sabbiosa ed alveolizzazione).



Ipotesi di degrado da efflorescenze umide, rigonfiamenti e cristallizzazioni di sali sulla cosiddetta “parete fredda” nel Cenacolo vinciano; a tratti si verificano prosciughi dovuti al fatto che il muro assorbendo in parte l’olio dei colori rende il pigmento sbiadito e disgregabile. Le microfessure in superficie creano fenomeni di diffusione della luce con il risultato di mostrare zone imbiancate [35].

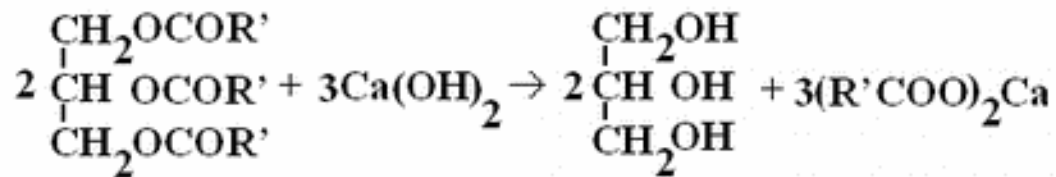
Quale gesso ? Chalk carbonato o gypsum solfato? Un giallo chimico da approfondire





Degrado dell'intonaco nell'opera vinciana, arriccio e tonachino per modificazioni di pH

Un altro motivo di deterioramento di dipinti a tempera mista su muro è la frettolosa preparazione dell'intonaco a pH basico (dunque non completamente carbonatato) con una mestica oleosa tale da favorire una **saponificazione** della componente lipidica



Piva [8] trascrive una ricetta suggerita da Badouin (La Fresque -Paris) per veicolare i colori su muri umidi: ***“si getta calce viva...in acqua e mentre ribolle ci si versa...olio di lino ... tale ricetta era nota anche in grecia dove usavasi imbibire di olio di lino l'intonaco appena messo e lisciato, quindi vi si dipingeva sopra...”***

Saponificazione involontaria?

Sia nell'ipotesi che il composto sia stato preparato volutamente [9] [25] 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.

Saponificazione: esempi di ricette

Fenomeni chimici di saponificazione di esteri come oli ma anche cere e resine con reattivi alcalini e successivamente metallici sono alla base delle tecniche di fissazione del colore

La ricetta del Requeno si può facilmente spiegare ipotizzando una prima blanda reazione con sapone caustico e successivamente interazioni tra sapone alcalino di cera (solubile) e idrossidi metallici con formazione del pigmento insolubile.

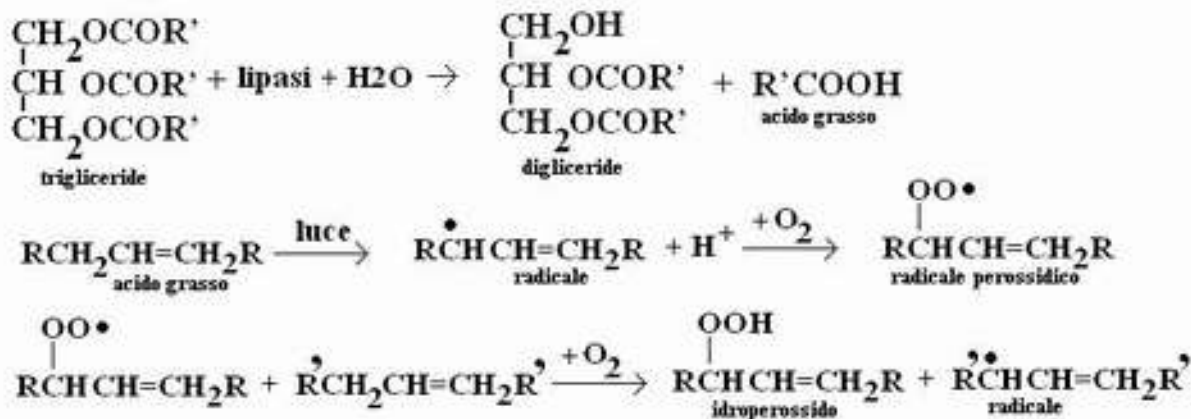
“Scaldai entro una pignatta un poco d’acqua naturale, entro la quale gettai... sapone e...cera;... restò la cera che...può stemperarsi nell’acqua fresca e naturale e mischiarsi con tutti i colori ; terminata che fu la pittura l’avvicinai ad un gran foco pel rovescio del dipinto... il colorito dopo l’abbruciamento comparve assai più bello...” [37]

Dal Libro dei colori- sec XV un esempio di saponificazione alcalina e successiva precipitazione:(dal Libro dei colori): lacca colorata da aggiungere alla vernice.

“A fare lacha Recipe libra una de gomma, la quale porai in liscia fortissima fin che bolla et lassala disfare bene. Poi habi tre zayne d’acqua tepida in la quale sia doi oncie de alumi de rocho; ma prima mecti l’aqua in una concola grande et de sopra buterai la liscia bulita, et lassa stare cuscì doi dì. Poi tolli una zaina et piglia questa gomma et aqua e liscia et polla a colare in una sachecta de tela et lassa uscire fora et la lacha romarà al fondo”

Degrado enzimatico nell'opera vinciana

Sono anche possibili altre reazioni concomitanti di ossidazione enzimatica (dovute alla proliferazione di muffe e batteri in ambiente umido nelle intercapedini delle crettature): tra queste il formarsi di prodotti di invecchiamento ed irrancidimento.



Perossidazioni e produzione incontrollata di enzimi litici inducono fenomeni di decoesione con microcaduta delle campiture soprattutto se realizzate a secco. (dovute a” **una certa crosterella pel caldo, pel freddo, pel vento e pe' ghiacci, che muffa e macchia tutto il lavoro**”[4].; e 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**”)

blackening e crosslinking

Cosiddette croste nere che attualmente possono formarsi sulle superfici esposte ad idrocarburi di gas di scarico delle auto (fenomeno del cosiddetto **blackening** riferito in [13]) moltiplicano pesantemente il fenomeno.

Una ulteriore variabile nella stabilità del supporto è la policondensazione delle proteine, perossidazione e successiva polimerizzazione di trigliceridi siccativi ricchi di insaturazioni: reazioni cosiddette di **crosslinking** fanno presumere formazione di complesse strutture colloidali con struttura micellare o a membrana e ponti di ossigeno; inoltre 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]

Degrado da inquinamento ambientale

...già nel 1641... ...Carlo Natali, a cui è affidato il restauro degli affreschi della Cattedrale di Cremona, avverte il problema della scarsa resistenza dei colori sovrapposti “a secco” [26]

L'aria inquinata innesca inoltre reazioni di “solfatazione” e “nitratazione” da idratazione di anidridi solforose, solforiche e ossidi di azoto e successivo doppio scambio con carbonati: (i sali nitrati spesso si ritrovano anche come prodotto di essudazione di “mattoni già nitrosi” [2-pag 443]) con conseguenze ad esempio di decolorazione di pigmenti come l'oltremare e lapislazzuli [25]

I transetti del Duomo di Cremona presentavano prima del restauro tutte le caratteristiche negative della umidità associata a solfatazioni e nitrificazioni e le soluzioni sono state proposte dall'Opificio delle Pietre dure di Firenze.

La degenerazione della materia a fresco sembra seguire paradossalmente quella degli alimenti: tipiche idrolisi ed ossidazioni di lipidi, protidi e glucidi avvengono contemporaneamente ad agglomerazioni proteiche, ricristallizzazioni, adsorbimenti e deadsorbimenti, doppi scambi... quasi una disperata richiesta di aiuto al Chimico perché soccorra nell'individuare strategie a **...conservar freschezza.**

Restauro ...un difficile approccio all'arte che non può trascurare la Chimica

Il restauro di alcuni stupendi affreschi di Giulio Campi in **Santa Margherita** a Cremona ha reso possibile lo studio di un recupero estremamente avveduto su materiale "strappato" in precedenza e destinato ad un degrado irrimediabile .

lo "strappo" che consiste nel disgiungere la pellicola più superficiale del dipinto si distingue "distacco" che consiste nell' asportare un buon residuo di intonaco. (Lo strappo permette di sviluppare una maggiore superficie di azione ma comporta alterazioni delle tonalità e della tessitura dell'opera soprattutto in presenza di umidità che, favorendo estrazione e cristallizzazione di **nitrat**i, impedisce la presa della colla [25])



Tecniche chimico fisiche di consolidamento

l'artista interviene aggiungendo leganti per aumentarne la durezza. Per i diversi restauri, succedutisi nel tempo, sono state adottate diverse strategie utilizzando consolidanti o collanti a base di resine (***“fissare 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 .

Già nel '600 si utilizzano sostanze veicolanti a base del misterioso “Liquor Silicum” (silicato potassico solubile chimicamente attivo sulla calce) di Glauber e già noto a Van Helmot.

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]) spesso utilizzate nell’ottocento con esperimenti di pittura all’encausto (Il Requeno [37] fa riferimento al pittore Giovanni Motta Viadanese, cremonese di adozione e ***“artefice del vantaggioso e facile Metodo degli encausti”***). Anche in questo caso il fenomeno della saponificazione delle cere in ambiente alcalino o alcalino terroso o in presenza di metalli base di pigmenti influirà sulle future modificazioni del supporto pittorico.

Chimica: scienza di metodo che non trascura esperienze...

Quanti problemi sono nati nel restauro per improprie applicazioni di acqua di calce, carbonato d'ammonio, l'AB 57 e addirittura il laser...! ma anche uso di consolidanti a base di caseinato di calcio, resine acriliche e viniliche, Paraloid, idrossido di Bario, alluminato di calcio.

Una conoscenza del prodotto di pulizia e di consolidamento e delle interazioni colore tra pigmenti alla calce e velature "a secco" ha reso possibile interventi mirati in condizioni assolutamente irripetibili.

Si sono ipotizzate formulazioni più moderne a base di silicati d'etile, composti sintetici come resine anioniche, epossidiche o miscele di copolimero acrilico a base di metacrilato di etile e metacrilato di metile o copolimeri silossanici acrilati diluiti in opportuni solventi.

...esprime dubbi o certezze discutibili...



..E' assurdo il timore che i restauratori pulendo l' affresco di Michelangelo portino via anche le velature o i pentimenti dipinti dall' artista in un secondo momento, dice Giovanni Urbani (già direttore dell' Istituto centrale del restauro a Roma) a proposito della Sistina, la **carbonatazione della calce**, cioè la reazione chimica che rende i colori dell' affresco insolubili in acqua è un processo lentissimo, che si protrae per sei-otto mesi. Alla fine di tale processo gli eventuali pentimenti, o finiture dell' artista comunque eseguite, e persino la polvere che si è depositata nel frattempo acquisiscono una resistenza all' acqua quasi pari a quella dei sottostanti colori a affresco. Inoltre col tempo sulla superficie dipinta affiora un reticolo fittissimo di sali di calcio che formano una specie di armatura cristallina entro cui rimane imprigionato tutto ciò che si deposita sulla superficie affrescata.

...ne modula le applicazioni facendole proprie

...Restituire l'aspetto originario, "restituire l'antico splendore" delle opere non è compito degli interventi di restauro che deve mantenere finalità di salvaguardia e difesa

Il cosiddetto "**restauro conservativo**" rientra nelle competenze di coloro (storici dell'arte, restauratori, esperti di diagnostica, di chimica e di fisica applicate ai beni culturali); che meglio conoscono le tecniche artistiche e il comportamento dei materiali e dei pigmenti. [34]

Il parte colori dell'affresco

Colori tradizionali per affresco: una sintesi

Per la presenza del supporto caustico dell'intonaco alcuni pigmenti contenenti metalli pesanti (Hg, Pb, Cr,As...), lacche organiche e molecole a reazione acida come il blu di Prussia, possono denaturare con evidenti viraggi di colore.

Un ambiente acido (dovuto ad esempio alla presenza di conservanti come ac.acetico) distrugge il blu oltremare costituito da silicato d'alluminio e solfuro di sodio

La presenza di solfuri (Oro musivo SnS_2 , realgar As_2S_2 ,orpimento As_2S_3 , cinabro HgS , rosso e giallo di Cd, Cinabro d'antimonio ossisolfuro di Sb,...) impedisce la mescolanza con i colori a base di piombo

I colori alla calce sono principalmente derivati da ossidi o sali di Ca per i bianchi, di Fe per i verdi, rossi e bruni, Fe,Cd,Mn per i gialli e Co,Cu per gli azzurri.

Degrado e denaturazione del colore azzurro

Umidità, impurezze, veicolanti inadeguati, inquinamento ambientale e contaminanti sono colpevoli della ricristallizzazione della azzurrite blu o chessylite $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ in malachite verde $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (l'azzurrite è il lapis armenius di Plinio altrimenti detto azzurro d'Alemagna (o "azzurro della magna" perché fino alla metà del' 1600 proveniva dai paesi tedeschi) o Bergblau, noto a Dürer ; utilizzata comunemente (anche impura perché parzialmente decarbonatata) per affrescare i soffitti possiede colorazioni diverse dall'azzurro al verde azzurro.

In particolari condizioni è possibile la contemporanea trasformazione di azzurrite in paratacamite verde (cloruro basico di rame) o tenorite nera (ossido di rame)

La tradizione del restauro degli affreschi del XVIII sec, ci tramanda tecniche di sovrapposizioni indaco (Blu indiano) in sostituzione dell'azzurrite ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), questo colorante organico poco resistente alla calce è stato individuato nel Cenacolo vinciano; purtroppo spesso mestiche a base di blu di Prussia per ravvivare il colore hanno creato nel tempo macchie di colore sbiadite per la denaturazione chimica dovuta al supporto alcalino terroso (vedi alcuni affreschi della **Cattedrale** di Cremona).



lazurite o lapislazzuli



azzurite



malachite



Azzurrite impura di malachite

Da un cielo azzurro a verde nel Soffitto del matroneo nella Cattedrale di Cremona

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 (su smaltino l'azzurrite appare azzurra [23] mentre su morellone, composto da sinopia e nero di vite, appare di un blu intenso.) (I Sali di Cu , tra questi ad esempio il verdegris, possono annerire altresì in presenza di gas solfidrici).



Osservando la crocifissione del Pordenone...

“...la veste della Madonna, originariamente azzurra (smaltino) o i manti verdi (malachite) di San Giovanni e della pia donna al momento restauro si presentavano completamente neri...”

(Guido Botticelli)



La veste della figura nella deposizione del Pordenone mostra l'usura del tempo negli azzurri applicati a tempera rispetto agli altri colori fissati a fresco.



La veste della figura femminile nella trasfigurazione del Campi in Santa Margherita mostra anch'essa l'usura dell'azzurro dipinto su base rosata.



...le pitture (di Stefano Fiorentino in Chiaravalle) sono state condotte sia su intonaco fresco che su intonaco asciutto...in alcuni casi cadute le superfici riprese a secco, appare un disegno a pennello rossiccio sull'intonaco... come nota Sandrina Bandera (Arturo Carlo Quintavalle Corriere 05.03.10)



Rosso morello, morellone o pavonazzo di ferro come preparazione all'azzurro ?

La presenza di anione solfato nel cosiddetto morello potrebbe interferire per idrolisi reagendo con il calcio presente nell'intonaco, produrre gesso che per successiva idratazione e aumento del volume molare potrebbe influire sullo strato di pigmento sovrapposto. L'ipotesi che nasce nella discussione in classe è necessariamente da verificare

Osservando in San Sigismondo gli “occhi chiari” nell’affresco dell’adultera di C. Boccaccino, nella Cena in casa del Fariseo e nella Madonna ai piedi di Cristo di A.Campi ...

...”si è voluto ritenere che l’artista sopprime la magia della pupilla volendo, dicesi, confondere chi asseriva che il sentimento, il fascino di tali figure risiedeva solo nella pupilla” [31] ...

Più semplicemente studiosi del settore hanno appurato cadute di colore della pupilla aggiunte dall’artista a secco e quindi più deteriorabili nel tempo



Lapislazzuli

Il miglior pigmento è comunque sempre l'oltremare naturale derivato dalla macinazione del lapislazzuli, roccia proveniente dal Badakhshan (Afghanistan) mentre azzurrite è alla base del colore delle vesti del Redentore di B. Boccaccino (1506) nell'abside della Cattedrale di Cremona e il Cristo nel Cenacolo di Leonardo e di Tommaso Aleni (1508) in San Sigismondo.

“è di quel turchino di lapislazzuli, così costoso ma resistente al tempo; il qual colore nei contratti i committenti il più delle volte prescrivevano quasi a superficie e talvolta anche come peso in polvere da adoperarsi” [31]

Recenti indagini all'Università di New York, Pratt Institute e Museo Metropolitan di Art. indicano che l'aluminosilicato base dell'Ultramarine si separa rilasciando molecole di zolfo con viraggio misurabile del colore [36].



Degrado e denaturazione del colore rosso inorganico

La presenza di solfuri in pigmenti come rosso cadmio (CdS), cinabro (HgS), Realgar e Orpimento (As₂S₃) è poco compatibile evidentemente con Sali di rame (verderame e terre verdi) ed acetoarseniti come i verdi smeraldo (Cu(CH₃COO)₂·3Cu(AsO₂) · 2H₂O), veronese (CuAs₂O₄), di Parigi (Cu(CH₃COO)₂· Cu(AsO₂)₂), verdegris (Cu(CH₃COO)₂ ·2Cu(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). ***“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 cinabrio, ... 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].

Il cinabro rosso a struttura esagonale tende al grigio per la formazione di metacinnabarite cubica ma anche al bianco per la presenza di umidità con formazione di calomelano Hg₂Cl₂

Il Realgar rosso aranciato tende a ricristallizzare in pararealgar giallo

Degrado e denaturazione del colore rosso organico

Eguualmente 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 (la biacca usata come base ma anche come "lumeggiante"), 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.

Interazioni chimiche da prevenire

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:



lapislazzuli

azzurrite

base organica

*colore stratificato
preparazione oleosa
a gesso/biacca
(Solfati e carbonati)*

*preparazione
a calce*

Il Piombo e Il Cimabue

è nota la reazione del piombo contenuto nella biacca (ma anche nel minio e nel giallolino) che passa da

Pb^{2+} a Pb^{4+} (plattnerite)

con formazione di composti di ossidazione marrone scuro. Una delle possibili spiegazioni potrebbe essere espresso dalle due semireazioni redox

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 a reazione solfidrica)

il fatto è ampiamente dimostrato [12] [2] [10- pag 327] in Cimabue nella basilica di S. Francesco ad



Viraggi di colore nei pigmenti per ossidazione e nei coloranti per modificazioni di pH nelle pubblicazioni di due chimici poco conosciuti

Le specificità chimiche dei Sali di Pb e la preparazione dei colori sono note a

L. V. Brugnatelli (1793) il quale, in “Annali di Chimica e Storia naturale”, sostiene che **“l’encausto di piombo grigio** ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ bianco con impurezze di PbO_2) ... **può combinarsi a nuova dose di termossigeno ... e passare dal grigio al color giallo** (PbO) ... **e si tenga tanto tempo al fuoco che si converta in... encausto di piombo rosso o minio”** (Pb_3O_4) e tali proprietà evolvono nel tempo con ulteriore ossidazione a PbO_2 . (il minio può virare anche al bianco in ambiente riducente)

Delaval (1779) tra i primi si pone il problema di metodo nello studio della modificazione chimica dei colori e ne affida la divulgazione al lombardo Fromond [27] **Il cinabro può considerarsi come incapace di essere alterato e distrutto dagli altri colori...**

Ad una soluzione di potassa ...aggiunsi ...vitriolo verde... filtrai e aggiunsi... infusione di galle...che produsse immediatamente un color rosso bellissimo

Ad una soluzione di vitriolo verde... aggiunsi... infusione di galle...che produsse azzurro

I fiori rossi ne’ quali non vedesi una qualche mescolanza di azzurro...in infusione per aggiunta di alcali (produce) paonazzo, violato, azzurro e verde... gli stessi cangiamenti seguono nei colori dei legni rossi: i legni del brasile e del campecchio ritornano mediante gli alcali al color porporino, e per mezzo degli acidi al giallo

Dallo studio di un chimico, importante e sconosciuto ai più, sono nate libere discussioni tra studenti e insegnanti

sulle proprietà di gruppi coloranti **cromofori ed auxocromi**...sul viraggio di colore di alcuni particolari **indicatori di pH** estratti dai fiori...

sulle proprietà dei sali ferrosi di reagire con ac gallico (prodotto della idratazione di ac.gallotannico contenuto nelle galle) per formare **gallato di ferro** base degli inchiostri storicamente più famosi (usati con sicurezza da Leonardo, Bach , Rembrandt and Van Gogh),

Sulle proprietà di pigmenti inorganici sottoposti al degrado ossidativo e alle interazioni

III parte laboratorio d'affresco e di diagnostica

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 partendo da Leonardo ma scegliendo di riprodurre un'opera moderna: Sacro e profano, amor divino e umano, per sollecitare congruenze e sincretismi artistici: 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. 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.



Materiali impiegati e progettazione:

Il supporto utilizzato per simulare l'affresco è costituito dal celion, (materiale edile)

I colori sono stati ottenuti da pigmenti naturali, ocre, terre calcinate.

Altri materiali usati sono stati la calce, sabbia a granulazione diversa e polvere di marmo rosa.

Si è proceduto quindi alla: Preparazione dell'arricciato; disegno, colore, intonaco

Si è proceduto quindi alla:
Preparazione dell' arricciato;



...del disegno preparatorio e
spolvero;



... della preparazione dei colori;



... della preparazione dell'intonaco



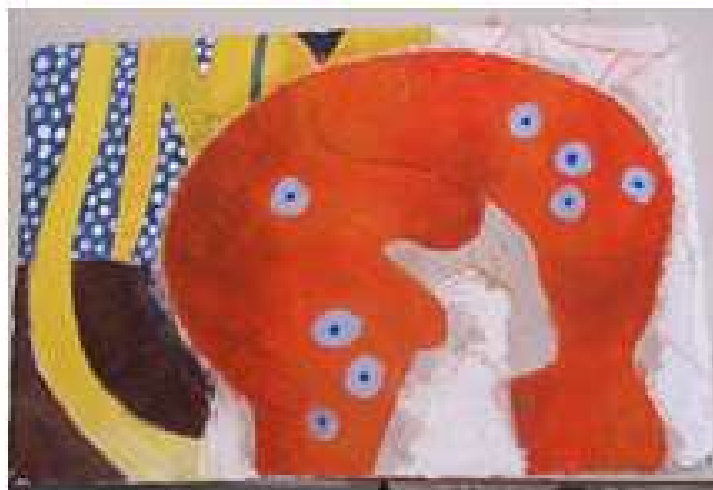
osservazione e discussione dei risultati ottenuti.

L'esperienza fatta è stata discussa con gli insegnanti di Chimica e d'Arte stimando criticamente il lavoro attraverso sintesi delle "giornate" operative e valutazioni soggettive e sperimentali .

Prima giornata



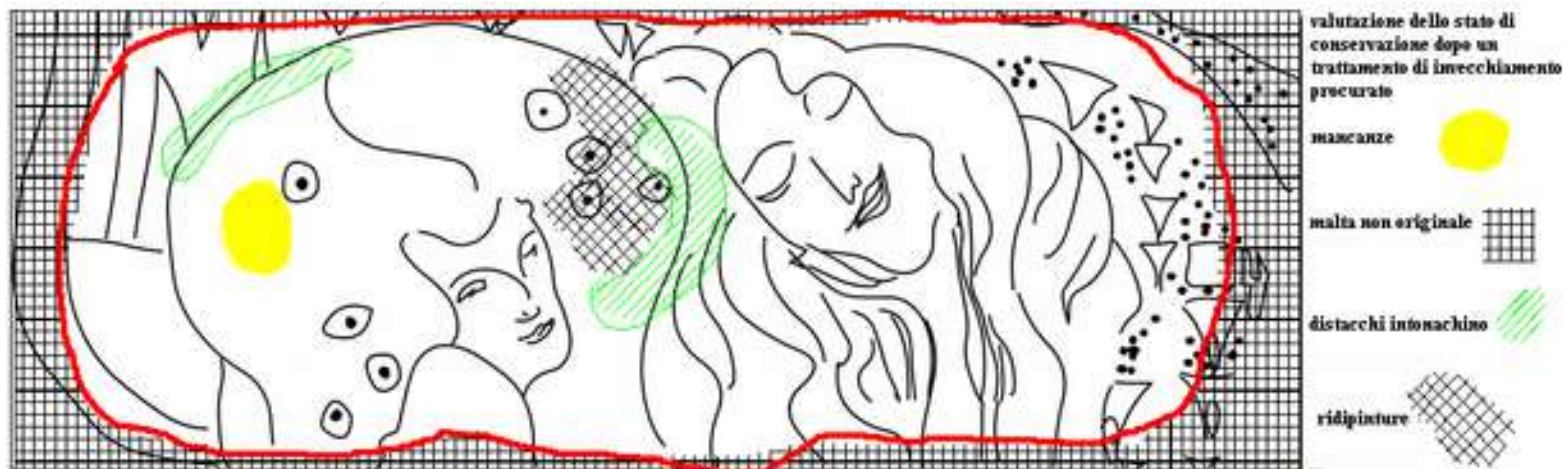
Seconda giornata



Terza giornata



Analisi dell'affresco nella elaborazione iniziale e nel successivo procurato invecchiamento



Un ulteriore esperimento nasce con la contestualizzazione del modello artistico : Lavori ad affresco e tecnica mista sono stati eseguiti dai ragazzi sotto la guida del professor Maurizio Zurla



Osservazione delle crettature e della consistenza dell'intonaco



A FRESCO ED A SECCO: dalle OSSERVAZIONI all' ANALISI

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 inoltre un laboratorio attrezzato a sperimentazioni più sofisticate richiederebbe il rispetto di una normativa specifica (legge 626) sulla sicurezza

Le nostre osservazioni sono state fatte con:

Indagini macro-microscopiche

Indagini alla luce di Wood e IR

Analisi al luxmetro :

Analisi con una semplice macchina fotografica trasformata per l'occasione in...colorimetro

Valutazioni di tipo chimico-fisico sulle proprietà solventi

Test microchimici

(tecniche di microscopia FTIR e SEM e indagine a raggi X sono state studiate con visite programmate in laboratori specializzati)

Indagini macroscopiche

- una semplice macrofotografia può individuare sovrapposizioni di colore su cretture o crepe preesistenti:



Indagini microscopiche

una valutazione al microscopio su sezione sottile o cross section può servire ad individuare stratificazioni interessanti sia di tipo organico che inorganico per fotografarle e rielaborarle al computer: tecniche miste “a fresco” ed “a secco” sono state sperimentate per osservarne modificazioni ed interazioni.





*vernice trasparente
colore*

*strato di biacca e collante
tonachino a
pasta di marmo*

base



*abbiamo
riprodotto ed
osservato
colore velato
da
strati di
sporcizia che
riempiono
anche
cretture
profonde*

Indagini alla luce di Wood e IR

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. Una sovrapposizione di nuovo colore 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 presenza di polvere, sporcizia o corpi estranei sono tutti ben evidenziati da particolari emissioni fluorescenti. Osservazioni empiriche e soggettive delle fluorescenze osservate alla luce di Wood su provini preparati all'occorrenza, hanno messo in evidenza colorazioni dal blu celeste per albumine e gomme al bianco splendente delle biacche agli aranciati delle lacche rosse ed oli sino ai grigiastri di resine e silicati.



Una sovrapposizione (ma anche una raschiatura o caduta) 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.

L'osservazione UV dunque valuta il generico accumulo di pigmentato o ossidato mentre l'IR migliora la individuazione delle parti nascoste del dipinto (in figura si può osservare all'UV l'emissione dal cappello di Pinocchio colorato con un evidenziatore e la sottrazione di fluorescenza dalla scritta PINO realizzata con un bianchetto; all'IR Pinocchio appare disegnato su una preparazione base fatta con giornali)



immagine ai raggi UV



immagine ai raggi IR

Analisi al luxmetro :

Spesso nella pittura del Rinascimento (e non solo) si usava migliorare gli incarnati, (ma anche le vesti, 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. Ombre e luci apparivano più o meno brillanti per l'uso selettivo di oli e latte di calce. L'utilizzo del luxmetro, una sorta di esposimetro, ci ha permesso di studiare la trasparenza di pigmenti e lacche organizzando misure di spessori che la luce attraversa e misure corrispondenti di intensità luminosa; elaborare un grafico che li rappresenta individuando le proprietà del diverso pigmento usato (corpulentus/grasso coprente;translucidus/ trasparente; infectivus / tintorio e penetrante).



Analisi con una semplice macchina fotografica trasformata per l'occasione in...colorimetro

Alcune macchine fotografiche digitali possiedono l'opportunità di scegliere filtri ad un ragionevole range di lunghezza d'onda (es. funzione "mycolor" in Canon), ciò ci ha consentito di leggere il nostro lavoro osservando oggettivamente le diverse distribuzioni di colore; un successivo esperimento è stato quello di creare standard di colore partendo da composizioni chimicamente definite. Sfruttando appositi programmi di grafica al computer stiamo oggettivando i colori osservati, sia in addizione (RGB) che in sottrazione (CMJK) di luce, creando tabelle base per analisi di confronto con pigmenti del mercato e codici colore HEX del computer basato su valori esadecimali.



analisi di colore
con camera
Canon PC1156
selezionata mod
"my color"
con filtro

RGB: 115,108,9
CMYK: 42,42,95,8
HEX: #736C09



analisi di colore
con camera
Canon PC1156
selezionata modale
"my color"
con filtro

RGB: 113,32,22
CMYK: 42,90,89,15
HEX: #712016



analisi di colore
con camera
Canon PC1156
selezionata mod
"my color"
con filtro

RGB: 150,35,29
CMYK: 24,91,89,3
HEX: #94221C



analisi di colore
con camera
Canon PC1156
selezionata mod
"my color"
con filtro

RGB: 61,18,19
CMYK: 62,72,73,60
HEX: #3D1213

Diagnostica chimica sull'intonaco

(proposta per il laboratorio didattico)

Qualità chimica delle malte e presenza di sali solubili

Individuazione della solfatazione superficiale;

Natura chimica delle sostanze organiche : amidi, oli, proteine

Proprietà di solventi e coadiuvanti nelle tecniche di restauro

Test microchimici

- osservazione dell'ambiente acido /alcalino sull'intonaco verificato con misure successive di pH: la completa carbonatazione si riconosce dalla diminuzione del valore di pH alcalino con fenolftaleina. (l'esperienza è base per una discussione interessante sulle caratteristiche degli indicatori e loro pH di viraggio)
- 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.
- 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
- accertamento della presenza di leganti pittorici basati su oli siccativi è rilevata aggiungendo reattivi noti come l' *oil red*, il *sudan black*
- 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 ; l'accertamento della presenza di leganti pittorici a base di proteine è svelata per aggiunta di reattivi noti come nero d'amido, fucsina, rosso ponceau. o con ninidrina
- Accertamento della capacità di un campione di imbibire acqua

Test microchimici su pigmenti

- Osservazione di precipitati variamente colorati da soluzioni di sali inorganici trattati con alcali e per gorgogliamento di H_2S e CO_2 : l'azzurrite riscaldata in alcali a contatto con le basi annerisce, il blu di Prussia calcinato diventa rosso, in acido ossalico colora la soluzione; il Blu Oltremare Naturale e Lapislazzuli è facilmente alterabile in acidi assumendo tonalità grigio-blu, in acido ossalico odora di uova marce.

Test microchimici osservati al microscopio

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



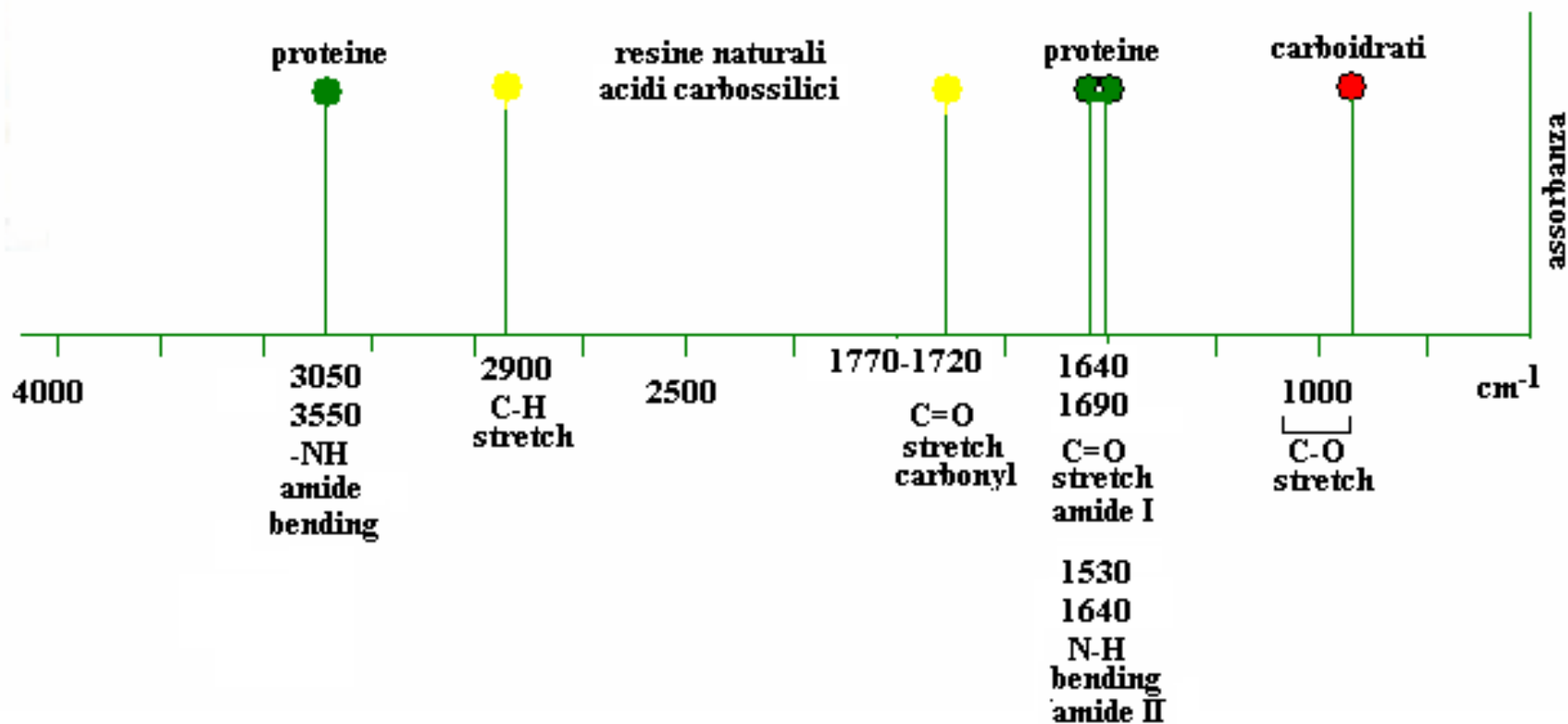
accertamento della presenza di leganti pittorici basati su oli siccativi è rilevata aggiungendo reattivi noti come l' *oil red*, il *sudan black*.



Valutazioni di tipo chimico-fisico sulle proprietà solventi

- L'osservazione delle proprietà solventi di varie miscele (acqua, dispersioni acquose di esteri ac. acrilico, alcool, alcool benzilico, ammoniaca, essenze, acetone, acetato di etile, diluente alla nitro, idrossidi svernicianti, acido citrico, EDTA, tensioattivi, calce in isopropanolo,) ci ha permesso di elaborare competenze nell'uso di solventi ma anche di affinare un razionale teorico sull'uso di solventi polari ed apolari.

Da una sintesi di analisi all'IR un grafico illustra spunti di identificazione elementare



IV parte affresco : simbiosi di
alchimia e musica

Affresco e alchimia nella nostra pianura

Da studi su affreschi nascono osservazioni ed ipotesi verso oggetti artistici che caratterizzarono ed ancora rappresentano eccellenze nel nostro territorio: affascinante è il tema della riscoperta di modelli alchemici caratterizzanti il periodo della “maniera”, contemporanei alla “Santa Inquisizione” e per questo spesso relegati a misteriose forme rituali. Il Parmigianino (1503-1540), **parmigiano di nascita ma adottato anche dai cremonesi**, può rappresentare uno straordinario modello di artista e chimico-alchimista spesso incompreso nei suoi sincretismi artistico-scientifici. Molti hanno voluto approfondire la simbologia alchemica legata al tema della *Madonna dal collo lungo*, delle Vergini Sagge e Stolto negli affreschi della Steccata (1531-1535), e della *saletta di Diana e Atteone* nella Rocca di Fontanellato. L'ipotesi di alcuni studiosi [24] è che il pittore si sia avvicinato “ ***all'alchimia, et pensando in breve arricchirne, tentava di congelare il Mercurio... La qual pazzia fu cagione...in malissimo disordine della vita e dell'animo si condusse***” come sostiene il Vasari, ma per un desiderio di capire ed approfondire i molteplici problemi legati alla preparazione di pigmenti, lacche e vernici adatte ai supporti più diversi come raccomandava il contemporaneo Paracelso (1493 – 1541).

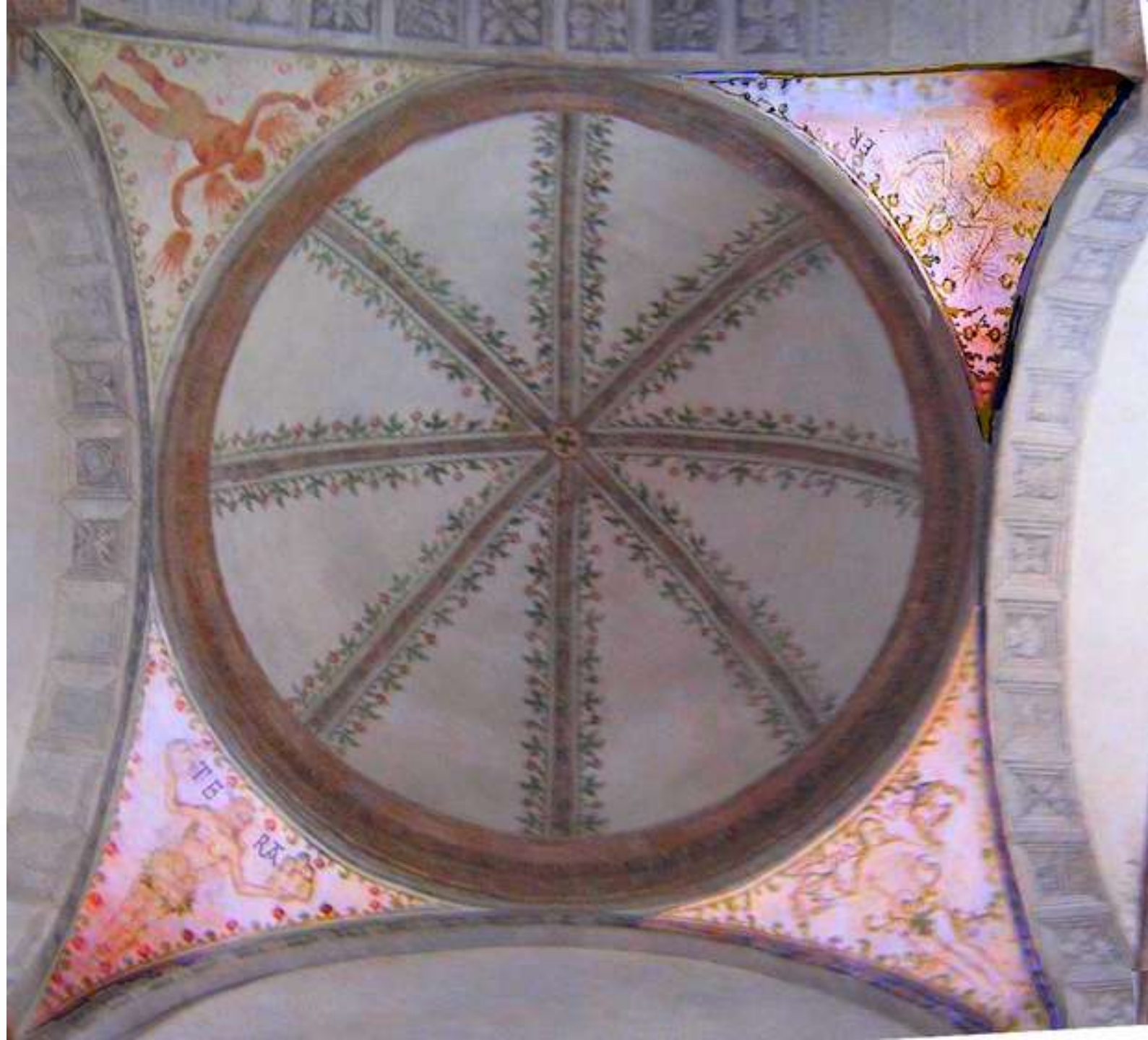
“Sui dipinti murali eseguiti dal Parmigianino sono state impiegate tecniche pittoriche che possiamo definire miste: sono state utilizzate sia la pittura a fresco, sia la pittura con tempere proteiche (uovo), sia la pittura con tempere grasse per la presenza di uovo e olio di lino” [14]



... da accurate indagini [14] il Parmigianino usava pigmenti inorganici a base di...

- **Ferro, Mercurio , Piombo per i rossi, rosa e gialli** (Ematite Fe_2O_3 , Goethite FeOOH , Vermiglione o Cinabro HgS , Minio Pb_3O_4)
- **Calcio e piombo per i bianchi** (Calcite, Gesso, Cerussa o bianco di piombo $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$)
- **Rame, Ferro e Piombo per i verdi** (Malachite $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; Brocantite $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$)
- **Rame, Alluminio, solfo per gli azzurri** (Azzurrite $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; Lazurite o Lapislazzuli $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{S}_n$)

Affresco e alchimia in San Lorenzo a Cremona



Affresco e musica nella nostra pianura

- Dallo studio di alcuni affreschi che decorano lesene e lunette in luoghi sacri di Cremona, del cremonese e del parmense nasce l'idea negli studenti del Liceo Artistico di avvicinarsi alla Scienza della costruzione degli strumenti musicali.
- La liuteria ebbe di questi territori il massimo del suo splendore nel periodo Barocco e rinasce oggi con l'entusiasmo di tanti che hanno dedicato l'intera vita a questo scopo^[32].



Musica di
lironi, liuti, arpe
e viole da
gamba nelle
lunette
affrescate dai
Campi in San
Sigismondo e
Sant'Abbondio
a Cremona





Restauri recenti in Santa Margherita a Cremona

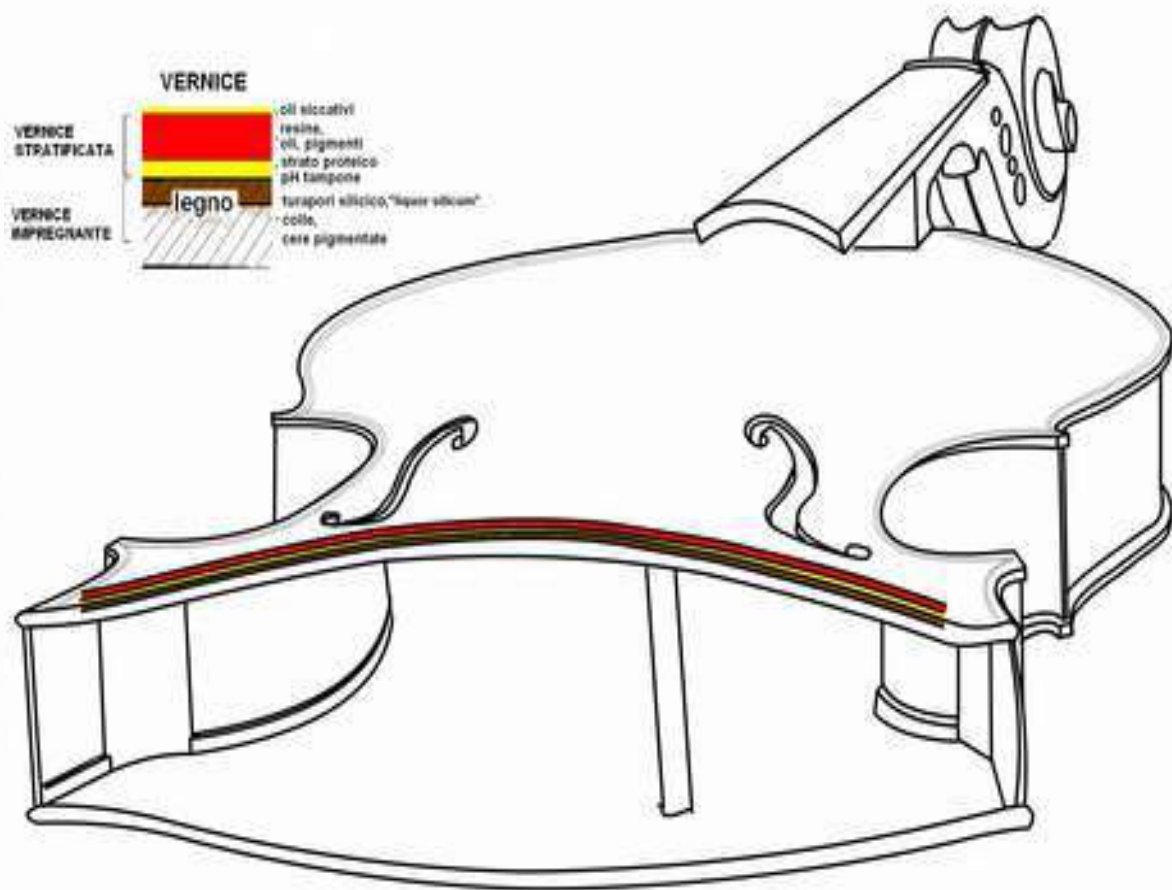




Musica di
cetre,ghironde,
cromorni e viole
da gamba, nelle
lesene
affrescate dai
Campi, dal
Natali e
Pordenone



Chimica e musica nella diagnostica degli strumenti musicali



Per concludere

- Nuove idee, nuove ricerche, nuove opinioni, un nuovo metodo per una didattica del laboratorio artistico e del laboratorio tecnologico dell'arte che necessariamente deve avvalersi della **Chimica** per affrontare la novità della riforma scolastica (vedi rif. Gelmini), : ...metafore di muri da valorizzare, dipingere, analizzare e se necessario **RIANIMARE** in **una didattica che, per comunicare, spesso si affida al gioco ed al paradosso**. Complici i fantasmi di Mendeleiev e Kekulé, sino alle geometrie isotattiche di Natta, le cupole di Fuller e le sculture da viaggio del nostro Munari, la scuola si prepara al rinnovamento..

Osservare il l'opera degli artisti per capirne la chimica.

- Dalla preparazione in laboratorio ed osservazione della tradizione pittorica nostrana cremonese e parmigiana sino al Cenacolo vinciano nel Refettorio in Santa Maria delle Grazie a Milano, alcuni studenti curiosi (futuri e determinati artisti e scienziati) tentano di comprendere la tecnica "a buon fresco", e "a fresco secco", le maniere miste su intonaco, le diverse graniture e punzonature, le delicate sovratempere su scialbi selettivi, e complessi interventi di restauro e propongono semplici tecniche analitiche.
- **Nasce l'idea della lezione in classe in cui studenti insegnanti e genitori sviluppano il tema elaborato sul territorio, in classe e attraverso ricerche specifiche**



Aprile/Maggio 2010
Pomeriggi di Arte e Scienze in
classe

L'a fresco, l'a secco, l'olio nella pittura
murale

Liceo **Artistico "Bruno Munari"** Via Piacenza – 26013 Crema
tel 0373 83458; fax : 0373 83650 – www.artisticomunari.it
appunti di **Chimica per l'Arte: Giorgio Maggi**



Bibliografia

- [0] "Disposizioni per la razionalizzazione ed accorpamento delle classi di concorso a cattedre e a posti di insegnamento, ai sensi dell'articolo 64, comma 4, lettera a), del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133"
- [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; Pierangela Formaggini- capocantiere dell'equipe diretta da Brambilla Pinin Barcilon- conferenza – mercoledì 2 aprile 2008 - Pizzighettone
- [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 Barcilon 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),
- [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-voll- pag 125
- [24]J. Van Lennep, *Art et alchimie*, Bruxelles 1971, e soprattutto il più recente J. Van Lennep, *Alchimie*, Bruxelles 1984;
- [25] Matteini Moles- La chimica del restauro –Nardini Editore
- [26]atti di congregazione -1625-1642
- [27] "RICERCHE SPERIMENTALI SULLE CAGIONI DEL CANGIAMENTO DI COLORE NE' CORPI OPACHI, E COLORATI. ... DEL SIG. EDUARDO DELAVAL, MEMBRO DELLA S. R. DI LONDRA TRASPORTATE IN ITALIANO DA GIO. FRANC. FROMOND MILANO, IMP. MONISTERO DI S. AMBROGIO MAGG., 1779
- [28] G.Cricco,F.Di teodoro- Itinerario nell'arte Zanichelli
- [29] PULITURA DEGLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA BRANCACCI Giuseppe Pizzigoni (Syremont, Milano), Sabino Giovannoni (OPD, Firenze), Paolo L. Parrini (Syremont, Milano)
- [30]do Achille Bonazzi –Univ. Di Parma - articoli e scritti vari
- [31]Giuseppe Galeati- La chiesa di san Sigismondo-Flli Bergonzi Cremona 1913
- [32]Franco Voltini, la Chiesa di San Sigismondo a Cremona
- [33] Repubblica — 21 marzo 1987 pagina 19 sezione: CRONACA DANIELA PASTI
- [34] *Testo della Presentazione del Sottosegretario Danielle Mazzonis "Giotto com'era - Il colore perduto delle Storie di San Francesco nella Basilica di Assisi" (edito da De Luca), promosso dal Sacro Convento di San Francesco, dall'Istituto Centrale per il Restauro e dall'ENEA.*
- [35]Groen 1993
- [36] Del al di et di Federico. 2006
- [37] Vincenzo Requeno – saggi sul ristabilimento della antica arte de' greci e romani pittori
- Prof. Giorgio Maggi. ; " Chimica e misteri nelle vernici cremonesi per liuteria" Il Chimico Italiano" giugno 2006; "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 ; Elia Santoro, Giorgio Maggi "Viole da Gamba e da Braccio tra le figure sacre delle chiese di Cremona" Editrice Turris (1982); prossima pubblicazione : "Marginal notes on the Turpentine:from unusual congruences in the chemical nature of magistral and varnishing recipes, "timidly" ab origine."

prof. Mario Maggi – insegnante di viola e violino alla scuola internaz di Liuteria di Cremona;musicista, organologo e collezionista; appunti personali, articoli e scritti vari.



IL CHIMICO ITALIANO

Periodico di Informazione dei Chimici Italiani • www.chimici.it • Anno XXI n. 3 - 2010



EDITORIALE

Tariffe minime fu giusta
In...liberizzazione?

DAY CMC

Stati Generali
delle Professioni
Insegnamento della Chimica

Accredia Ente Unico
Regolamento CE sull'oceno
Progetto "Chimico
digitale"

Ramtech Expo 2010

dagli ORDINI

La chimica siamo noi,
Parma 2010

dagli ISCRITTI

Dopo il Sistril,
il dramma del Mud

IL CHIMICO FORENSE

Il caso 4*

ORDINE DEI CHIMICI DELLA PROVINCIA DI PARMA
LA CHIMICA SIAMO NOI... 2010



LA CHIMICA SIAMO NOI...





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**

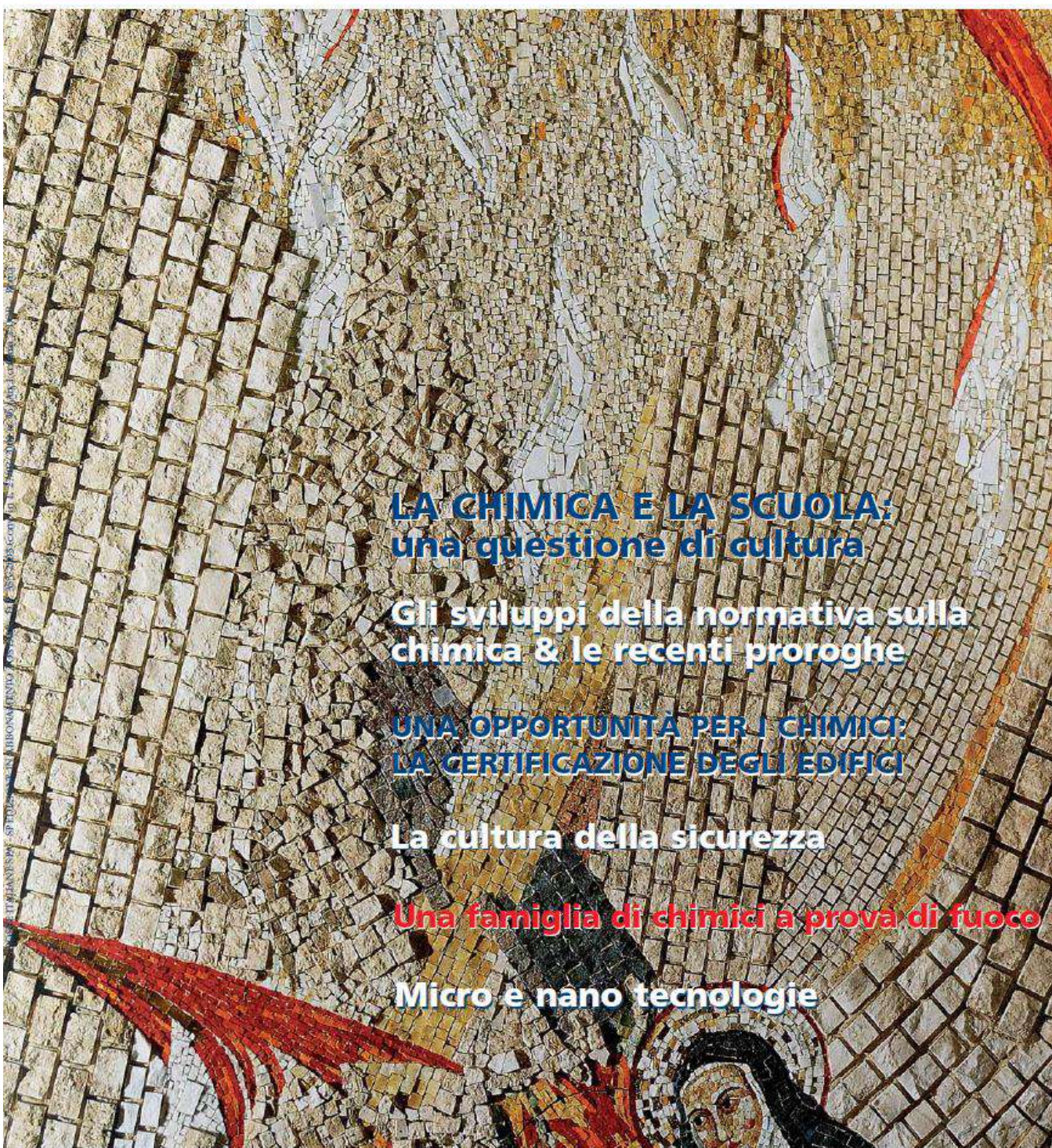
**Gli sviluppi della normativa sulla
chimica & le recenti proroghe**

**UNA OPPORTUNITA' 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@istruzione.it (consigliere dell'Ordine provinciale dei Chimici 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 consubio di Scienza ed Arte al servizio della umanità* dice Antonio Rizzo nel suo puntuale Editoriale^[1]. Da una originale esperienza interdisciplinare al Liceo Artistico Munari di Crema nasce dai ragazzi 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 inteso a valorizzare 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 Rizzo 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-artists' home and that can be a didactic support to valorise 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 indirizzo 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 tempere grasse su muro a base di olio di lino e uovo su un intonaco trattato con ura mistica proteico lipidica, forse nel tentativo di perfezionare metodi che il Vasari^[4] così descrive **"Ma bisogna guardarsi di non avere a ritoccarlo (l'intonaco) coi 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 tempere 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^[8]: **"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, amminoacidi 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 poliinsaturi di natura vegetale da monoinsaturi di provenienza animale (le complesse formulazioni mostrano la presenza di cere, caseina, colle animali o gomme, fielle 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 crasterella pel caldo, pel freddo, pel vento e pe' ghiacci, che muffa e macchia tutto il lavoro"**^[4]). Può avvenire 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 scirocco (scirocco), 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-



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] inducendone 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 nitrosi"^[2-pag 443]. Un altro motivo di deterioramento è la presunta preparazione dell'intonaco dell'opera vinciana 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 arriccio 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 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. Umidità, impurezze veicolanti inadeguati, e contaminanti sono colpevoli della ricristallizzazione della azzurrite blu o chessylite $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ in malachite verde $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (l'azzurrite è il lapis armenius di Plinio altrimenti detto azzurro d'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 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 (Blu 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 vinciano. La presenza in alcuni affreschi (Assisi, Basilica di San Francesco, Padova, Cappella degli Scrovegni) di paratacamite, clinocatacamite $CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$ e Brocantite $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$ 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 chessylite ($2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) 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 bornite 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 $3NaAlSiO_4 \cdot Na_2S$). Lapislazzuli o azzurrite erano spesso stesi su basi come lo smaltino a tempera o morellone (2 parti di

BIBLIOGRAFIA

- [1] EDITORIALE del n°5/6-2007 del Chimico Italiano
- [2] LEONARDO DA VINCI - Scritti - Trattato della Pittura - Scritti Letterari - Scritti Scientifici - pagg. 67-109-203-348 (BRAMBILLA BARCILON PININ - PIETRO MARANI - Leonardo: L'Ultima Cena - Electa 1999; GALLONE GALASSI - Analisi di campioni di intonaco e di colore dell'Ultima Cena di Leonardo da Vinci e delle lunette soprastanti; Pierangela Formaggini - capocantiere dell'equipe diretta da Brambilla Pinin Barcilon - conferenza - mercoledì 2 aprile 2008 - Pizzighettone)
- [2] H. KOHN - 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. WITTIGENS, 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 BARCILON 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-PICCIOLO-PLOSSI ZAPPALÀ-PORTALONE-RUSSO-SAMMARTINO; Chimica per l'Arte - Zanichelli
- [10] MATTEINI-MOLES Chimica del Restauro
- [11] GUIDA D'ITALIA. Milano, Touring Club Italiano, Milano 1998
- [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 abbatiale 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] D. 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)

[21] VALERIO GHERSI- Nuovo ricettario industriale -1944 - pag 900

[22] ANN.MUS.CIV.ROVERETO - E.FINOTTI - F.ZANDONAI - I colori degli affreschi della villa romana di Isera

[23] RENATO MANCIA - 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 Papia che sembrano annunciare la purezza di colore 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. 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 annarisce, come in alcuni affreschi del Cimabue^[10-pag 327]. L'uso di pigmenti a base di As, Pb, Hg, Cu, Fe 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, 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, ammoniaca, 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 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 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, rosso ponceau 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 Zurla, e gli studenti delle classi IVF, IVC e VF corso sperimentale "Catalogazione e Conservazione Beni Culturali" anno 2007-2008