

## La didattica per progetti nella scuola secondaria: caratterizzazione chimico fisica e consolidamento dello stucco forte veneziano

### Riassunto

Una collaborazione didattica scientifica fra il Corso Chimica dell'Istituto Tecnico Industriale Leonardo da Vinci di Firenze, il Centro Europeo di Venezia per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico e il Consorzio CSGI, con sede presso il Dipartimento di Chimica Fisica dell'Università di Firenze, ha permesso di caratterizzare dal punto di vista chimico fisico campioni di stucco forte veneziano preparati secondo le ricette della tradizione. Su questi campioni è stato individuato anche il tipo di degrado che hanno subito nell'ambiente lagunare dell'isola di San Servolo, dov'è situato il Centro Europeo.

Infine sono state testate dispersioni in alcool normal-propilico di nanoparticelle di idrossido di calcio, come materiale consolidante completamente compatibile con quello originale che costituisce lo stucco forte veneziano.

### Abstract

The didactic-scientific co-operation among Venice European Centre for the Trades and Professions of the Conservation of Architectural Heritage, a class of the three-years course for chemists of the Industrial Technical Institute "Leonardo da Vinci" in Florence and the Consortium CSGI at the Chemistry Department of the University of Florence, allowed to deeply study the physicochemical properties of a set of samples constituted of 'stucco forte' made according to the traditional techniques of the local trades.. The principal aim of this study was the stuccoes characterisation in relationship to the used materials and to their composition. Moreover, we investigated also the differential

degradation processes occurred on these stuccoes in the lagoon environment of the San Servolo Island where the European Centre is located. Finally, stable n-propyl alcohol dispersions of calcium hydroxide - lime - synthesised in the form of nanosized crystals were tested as possible protective material with complete physicochemical compatibility with the original materials of the stuccoes.

Il metodo dei progetti nella didattica [1] è stato introdotto da W.H. Kilpatrick [2] nel 1918 quando, recepita l'impostazione di Dewey sull'insegnamento come formazione della personalità dello studente, propose di impostare tutto il lavoro scolastico come percorso progettuale. Secondo Kilpatrick gli studenti sono chiamati a porsi problemi reali, a scegliere percorsi opportuni per risolverli e ad operare concretamente fino ad ottenere il risultato finale. In questo contesto la figura dell'insegnante esce dall'ambito strettamente disciplinare ed assume il ruolo più socratico, di consigliere-coordinatore del lavoro. Il metodo dei progetti, anche se non ha avuto il successo di altre proposte didattiche, non è stato mai del tutto dimenticato nell'arco del novecento ed altri pedagogisti vi si sono ispirati e lo hanno sviluppato. Anche la scuola italiana ha fatto un'interessante esperienza di didattica dei progetti [3]: dal 1994 negli Istituti Tecnici Industriali è stato introdotto un segmento curricolare definito Area di Progetto, che ha come unica condizione il vincolo temporale di non utilizzare più del 10% dell'orario delle discipline coinvolte. Per il resto lascia ampia libertà agli studenti e agli insegnanti nella scelta del progetto da sviluppare, nel numero delle discipline partecipanti, nella collaborazione con istituzioni esterne alla scuola, nello sviluppo temporale che può comprendere una o più annualità. La specializzazione Chimica dell'Istituto Tecnico Industriale "Leonardo da Vinci" di Firenze ha dedicato particolare attenzione al lavoro di Area di Proget-

ROSSELLA GRASSI<sup>1</sup>

LUIGI DEI<sup>2</sup>

RODRIGO GIORGI<sup>2</sup>

to fin dalla sua istituzione, privilegiando argomenti che aprissero nuovi orizzonti professionali per il Perito Chimico. Il lavoro qui presentato costituisce la seconda esperienza di progetto su restauro e conservazione di beni culturali sviluppato dagli studenti dell'ITI "Leonardo da Vinci" e tratta la caratterizzazione chimico fisica ed il consolidamento dello stucco forte veneziano.

### Scopo e fase iniziale del progetto

Per rappresentare una forte motivazione per gli studenti il progetto deve riguardare un bisogno reale chiaramente individuato. In questo caso la richiesta concreta è nata dal Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, che da anni desiderava caratterizzare da un punto di vista chimico fisico lo stucco forte veneziano usato in elementi decorativi e preparato secondo le antiche ricette della tradizione [4]. (foto 1) Lo stucco forte veneziano è un materiale a base di calce, sabbia e polvere finissima di marmo, usato per intonaci e decorazioni. Viene preparato per strati successivi, i primi solo con calce e sabbia e gli ultimi solo con calce e polvere di marmo. Ne risulta un materiale estremamente compatto e levigato, molto usato nelle decorazioni veneziane dal XVI al XIX secolo. (foto2) Altresì era desiderio del Centro valutare il degrado di questi stucchi in ambiente lagunare.

Il Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase CSGI (con sede presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze), che collabora a progetti formativi nel campo dei beni culturali con l'ITI "Leonardo da Vinci" da diversi anni, ha proposto di procedere ad analisi chimico fisiche di caratterizzazione e di valutazione del degrado e di sperimentare un nuovo metodo di consolidamento, già brevettato dal Consorzio, ma non

<sup>1</sup> Istituto Tecnico Industriale "Leonardo da Vinci", Firenze - [ros.grassi@tin.it](mailto:ros.grassi@tin.it)

<sup>2</sup> Consorzio CSGI & Dipartimento di Chimica, Università di Firenze - [dei@csgi.unifi.it](mailto:dei@csgi.unifi.it); [giorgi@csgi.unifi.it](mailto:giorgi@csgi.unifi.it)

Zona di attracco all'Isola di San Servolo dove è situato il Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia



Foto 1

ancora applicato a questo tipo di materiale. Dopo vari incontri fra insegnanti, studenti, rappresentanti del Centro di Venezia e del Consorzio CSGI, è stato configurato un vero e proprio progetto di ricerca in cui gli studenti si potevano inserire concretamente con attività di laboratorio e che costituiva, nel suo insieme, un percorso di crescita culturale e di formazione individuale alla risoluzione di problemi. Infatti un progetto di lavoro reale, benché correttamente programmato, non può prevedere gli esiti della ricerca, né le difficoltà da superare in corso d'opera, né i quesiti che si apriranno. Determinante nell'adozione del progetto è stata la valutazione che il percorso, pur costituendo un arricchimento extracurricolare, sarebbe stato comprensibile per gli studenti, dando loro la reale possibilità di partecipazione attiva in tutte le sue fasi.

#### Sviluppo del progetto

Importantissima è la fase di avvio alla tematica del progetto in cui gli insegnanti e gli esperti esterni introducono gli studenti al tema del progetto per offrire loro tutte le conoscenze per la conduzione e la valutazione critica degli stadi di lavoro. Per l'esecuzione del progetto gli studenti sono stati formati sulle origini dell'uso dello stucco forte veneziano, sul metodo di preparazione e le tecniche di lavorazione, sui motivi di degrado degli stucchi e di tutte le preparazioni a base di calce, sui metodi di consolidamento e restauro più comunemente impiegati fino ad oggi.

Ha completato la preparazione preliminare una visita al Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, situato sull'Isola di San Servolo nella laguna di Venezia, dove è stato possibile assistere alla preparazione dello stucco forte veneziano da parte degli allie-

Decorazioni a stucco forte presso il Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia



Foto 2

vi del Centro, parlare con i maestri artigiani che insegnano questa tecnica, interpellarli sulla qualità dei materiali usati e visionare manufatti decorativi in stucco forte.

#### Fase sperimentale

Durante la visita gli studenti hanno prelevato 8 campioni (indicati successivamente in tabella con le lettere da A ad H) di stucco forte da elementi decora-

ti stabili di nanofasi cristalline di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ha mostrato recentemente di conseguire buoni risultati sotto il profilo del consolidamento e protezione di manufatti a matrice carbonatica, rispettando in modo totale la compatibilità chimico-fisica coi materiali del substrato artistico-architettonico. Anche i due campioni di sabbia sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico fisico.



Foto 3

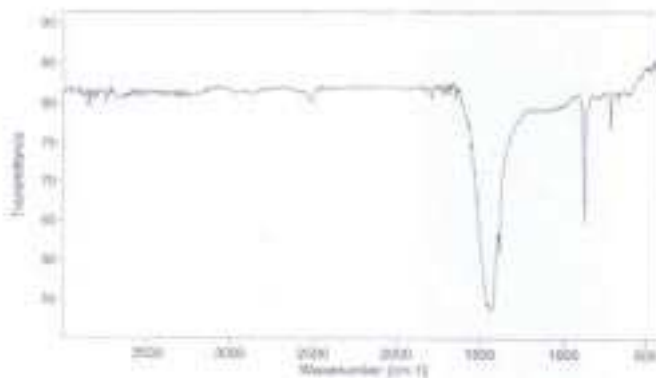
Studenti e docenti del Corso Chimica ITI "Leonardo da Vinci" di Firenze nei laboratori dell'Istituto nei quali vengono svolte le indagini chimico-fisiche sui campioni

Gli studenti hanno svolto la caratterizzazione chimico-fisica dei materiali, eseguita mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR), frazione carbonica secondo Dietrich-Frühling, gravimetria per la determinazione del residuo insolubile, volumetria secondo Mohr per la determinazione dei cloruri.

**Risultati delle analisi chimico-fisiche su uno dei campioni di stucco forte**

Campione H			
Descrizione Stucco forte rosa salmone			
Risultati delle analisi chimico fisiche			
pH	%Frazione carbonatica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl
Sospensione acquosa			
9,3	82 ± 2	19 ± 2	0,47 ± 0,04

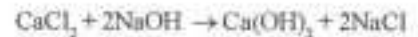
**Spettro FT - IR del campione H**



**Interpretazione:**

- Banda forte/larga (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) a 1450-1410 cm<sup>-1</sup>
- Banda media (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) a 880-850 cm<sup>-1</sup>
- Picco molto stretto caratteristico dei nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a circa 1385 cm<sup>-1</sup>.

(CaCl<sub>2</sub>) 0,2 M e una di idrossido di sodio (NaOH) 0,4 M in acqua bidistillata.



La sintesi è stata verificata seguendo due metodi diversi:

**Sintesi 1.** entrambe le soluzioni sono state riscaldate fino a 90-95°C su piastra scaldante e la soluzione di idrossido di sodio è stata versata rapidamente in quella di cloruro di calcio;

**Sintesi 2.** la soluzione di cloruro di calcio è stata riscaldata fino a 90-95°C su piastra scaldante e la soluzione di idrossido di sodio è stata aggiunta goccia a goccia tramite una buretta.

Al termine di ognuna delle sintesi il particolato è stato lasciato decantare per 24 ore e successivamente lavato per 10 volte con acqua bidistillata per eliminare il cloruro di sodio NaCl in soluzione. Dopo ogni lavaggio il solido veniva fatto decantare per un giorno ed il supernatante eliminato per aspirazione sotto vuoto.

La scomparsa dei cloruri è stata verificata mediante saggio analitico con nitrato d'argento AgNO<sub>3</sub>. Dopo l'ultimo lavaggio l'eccesso di acqua è stato aspirato e la restante sospensione acquosa essiccata su CaCl<sub>2</sub> anidra sottovuoto fino ad un rapporto (Ca(OH)<sub>2</sub>) / acqua di circa 0,82. Questo è il tipico rapporto (Ca(OH)<sub>2</sub>) / acqua del grassello commerciale.

**Tabella riassuntiva: composizione dei campioni di stucco forte analizzati**

Campione	%frazione carbonica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl	Campione	%frazione carbonica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl
A	99 ± 1	< 1 %	0,18 ± 0,04	E	68 ± 2	30 ± 2	0,53 ± 0,04
B	84 ± 2	14 ± 1	0,15 ± 0,03	F	64 ± 1	32 ± 3	0,39 ± 0,04
C	60 ± 2	43 ± 1	0,65 ± 0,06	G	75 ± 2	24 ± 2	0,19 ± 0,04
D	72 ± 2	27 ± 2	0,24 ± 0,03	H	82 ± 2	19 ± 2	0,47 ± 0,04
Sabbia grossa	17 ± 1	82 ± 2	n-m	Sabbia fine	10 ± 1	89 ± 2	n-m

Gli alunni hanno poi assistito alle analisi di microscopia elettronica a scansione (SEM) con microanalisi EDX. Inoltre gli studenti hanno sintetizzato nanofasi cristalline di Ca(OH)<sub>2</sub> in accordo alla letteratura e preparato le loro dispersioni in alcool n-propilico.

**Preparazione e Verifica dimensioni particelle**

Le nanoparticelle di idrossido di calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) sintetizzate per preparare le dispersioni in isopropanolo sono state ottenute unendo volumi uguali di due soluzioni, una di cloruro di calcio

Questa pasta è stata successivamente dispersa in isopropanolo ad una concentrazione di 1,15 g di miscuglio Ca(OH)<sub>2</sub>/acqua per 100 cm<sup>3</sup> di isopropanolo ed omogeneizzata per 10' con un emulsificatore IKA Labortechnik mod. 25Basic.

Le foto seguenti mostrano le dimensioni delle particelle in dispersione attraverso la microscopia elettronica SEM.



Barra 1000 nm  
Sintesi 1

Le dimensioni delle particelle oscillano fra 70 e 600 nm. Si nota in alto a sinistra un aggregato di notevoli dimensioni.



Barra 500nm  
Sintesi 2

Si osservano particelle più piccole rispetto alla sintesi 1 (fino a 30 - 40 nm).

È interessante notare che la sintesi 2 produce particelle in cui l'effetto di agglomerazione fra le subunità nanometriche è molto ridotto. Questo è dovuto alla diversa cinetica di formazione: nella sintesi 1 le particelle si formano tutte contemporaneamente con formazione molto probabile di aggregati policristallini. Nella sintesi 2 le particelle si formano in momenti diversi via via che cade la goccia di NaOH e l'effetto di agglomerazione viene parzialmente inibito.

Le dispersioni così ottenute sono state applicate sulle superfici degli stucchi mediante due tecniche: a pennello e a *spray*. Gli stucchi sono stati sottoposti a microscopia elettronica SEM prima del trattamento e dopo 15 giorni dalla stesura della dispersione di idrossido di calcio.

Micrografia SEM in sezione ortogonale di stucco prima e dopo il trattamento con dispersione applicata a pennello



Prima del trattamento



Dopo il trattamento

Barra = 20 micrometri

### Conclusioni scientifiche

La caratterizzazione chimico-fisica degli stucchi forti veneziani ha messo in luce che la composizione dei medesimi è in accordo alle 'ricette' delle 'tecniche tradizionali', mostrando che 5-10 anni di invecchiamento naturale all'aperto non hanno prodotto modificazioni significative da un punto di vista chimico-composizionale. Il degrado che si è verificato nell'ambiente lagunare dell'Isola di San Servolo presso Venezia nel corso di questi 5-10

anni si è manifestato con una modestissima contaminazione da cloruri e da tracce di nitrati. Questi ultimi agenti del degrado, per altro, risultano essere presenti solo in un campione, mentre i cloruri mostrano diffusione omogenea nell'ambito degli stucchi analizzati. Il degrado da solfatazione è risultato assolutamente irrilevante.

Sono state messe a punto dispersioni stabili di nanoparticelle di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in alcool isopropilico con l'obiettivo di verificarne proprietà di protezione per le

superfici degli stucchi, realizzando così l'obiettivo di produrre un materiale conservativo a massima compatibilità chimico-fisica con il substrato originario. Le prove di verifica del reale manifestarsi di uno strato protettivo esterno grazie alle sopradette dispersioni su manufatti di stucco provenienti dai Cantieri del Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico, valutate mediante microscopia SEM e microriflettanza FTIR, hanno fornito un esito positivo ed incoraggiante.

### Conclusioni didattiche

Il bilancio di questa esperienza formativa non è meno importante dei soddisfacenti risultati scientifici ottenuti. Seguire un progetto di questo tipo richiede sicuramente un'organizzazione abbastanza lontana da quella scolastica perché i tempi di attuazione di un lavoro che risponde a bisogni reali difficilmente possono essere scanditi dal suono della campanella. Tuttavia lo sforzo organizzativo è ripagato dalla consapevolezza che gli studenti hanno un interesse spontaneo per questa attività, sviluppano senso di responsabilità nel lavoro di gruppo che si riflette anche in un maggior impegno individuale, migliorano le loro competenze professionali sia come conoscenze che come abilità, operano per rispettare gli impegni assunti con i committenti esterni, si adoperano per esporre i contenuti in forma convincente. Hanno inoltre una motivazione importante che li spinge ad usare le nuove tecnologie informatiche per reperire materiale di studio via rete, per presentare il lavoro attraverso programmi opportuni, per costruire l'ipertesto conclusivo che raccoglierà tutto il materiale prodotto e costituirà un mezzo di divulgazione dell'esperienza.

L'ipertesto che descrive tutta l'attività di progetto, costruito dagli studenti della 5ª Chimica 2002 dell'ITI-IPIA Leonardo da Vinci di Firenze, è consultabile sul sito della scuola:

[http://www.usr.toscana.it/WS\\_FTIF015006/](http://www.usr.toscana.it/WS_FTIF015006/)

### Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare l'Arch. Carlo Cesari, Direttore del Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, la Restauratrice Greta Schonhan, docente del Centro Europeo, la Dott.ssa Rita Traversi, Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Firenze, per il loro importante contri-

Quebuto alla realizzazione del progetto. Un particolare ringraziamento va agli studenti della 5<sup>a</sup> Chimica a.s. 2001-2002 dell'ITI-IPSIA Leonardo da Vinci che con entusiasmo ed impegno hanno sviluppato il progetto.

#### Riferimenti bibliografici

- [1] *La didattica per progetti*, (a cura di F. Quartapelle), Franco Angeli Milano, **1999**.  
 [2] W. H. Kilpatrick *I fondamenti del metodo* La Nuova Italia Firenze, **1962**.  
 [3] F. De Bartolomeis, *Lavorare per progetti* La Nuova Italia Firenze, **1989**.  
 [4] Poksinska, *The technology of ancient mortars as a basis for contemporary*

*reconstruction of historical plasters and stuccoes*, Proceedings of the 1995 LCP Congress on Preservation of Cultural Heritage, Montreux, **24-29 September 1995**, Lausanne, 1996, pp. 649-656.  
 [5] R. Giorgi, L. Dei, P. Baglioni, *A New method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol*, Studies in Conservation, 45, **2000**, 154.

## OLIMPIADI DELLA CHIMICA

### Successo della rappresentativa Italiana alle Olimpiadi della Chimica

MARIO ANASTASIA (\*)

La trentacinquesima Olimpiade della Chimica si è appena conclusa in Atene e la delegazione Italiana è tornata in Patria orgogliosa del buon risultato conseguito: due medaglie d'argento, una di bronzo e un diploma di merito, premio quest'ultimo conferito a tutti coloro che risolvono almeno un esercizio in modo esatto in ogni sua parte. Le medaglie d'argento sono state conferite a **Riccardo Balzan** (86,81 punti) della Regione Veneto e a **Gabriele Rosi** (83,56 punti) della Regione Toscana. La medaglia di bronzo è andata ad **Alessandro Livieri** (69, 29 punti) della Regione Piemonte e il Diploma di Merito a **Matteo Battisti** (58,86 punti) della Regione Trentino Alto Adige. Matteo, in verità, ha risolto in modo completo e corretto ben due problemi. La rappresentativa è raggianti per il risultato ottenuto, ma, nel profondo del cuore, mentor e atleti avvertono l'amarezza per aver mancato l'oro con Balzan per soli 1,03 punti, infatti il Tailandese che precedeva il nostro campione e ha conquistato la Medaglia d'Oro ha realizzato 87,83 punti.

I risultati lusinghieri sono certo anche frutto di un'indovinata strategia di preparazione. Infatti, gli argomenti trattati durante le lezioni intensive d'allenamento a Pavia erano stati selezionati dopo un attento studio che ha coinvolto anche il sottoscritto e il Prof Pietro Allevi. Dopo aver ricostruito e studiato il Curriculum dei Componenti il Comitato Scientifico Greco ci eravamo convinti che alcuni argomenti sarebbero stati quasi obbligatori per un'Olimpiade Greca. Si era pensato a Socrate e alla sua cicuta e si erano predisposte dispense intensive sugli alcaloidi e sui

metodi iniziali e più recenti per dimostrare la struttura. Analoghe lezioni intensive si erano programmate sui flavoni, sugli antociani e sui componenti dell'olio d'oliva. I nostri giovani eroi conoscevano bene l'NMR del protone e del carbonio e sapevano districarsi nel calcolo delle strutture dei cristalli e nella datazione con <sup>14</sup>C dei reperti archeologici. Il loro studio intensivo ha

loro di emergere, come avrebbero potuto con una più ardua selezione. Così alcuni di loro hanno persino sottovalutato gli esercizi e si sono permessi anche alcune incredibili distrazioni. Ad esempio, dopo aver riconosciuto ben 6 strutture all'NMR, hanno dimenticato di riportare la molteplicità dei segnali, ritenendola superflua, tanto era scontata la sua assegnazione!



ricordato al sottoscritto quello di chi si preparava alla libera docenza, agli albori dell'NMR. I temi previsti, in verità, non sono comparsi come tali, ma la cultura acquisita dai ragazzi allenati è comunque servita per la soluzione dei quesiti proposti. Insomma, i nostri campioni erano pronti a rispondere a quesiti ben più difficili di quelli proposti. Purtroppo però, le loro conoscenze sono state livellate dagli esercizi di media difficoltà che non hanno premiato la loro bravura e non hanno consentito

I giovani allenatori di Pavia, tutti Ricercatori con laurea cum laude, avevano ben preparato gli allievi, portandoli in sintonia con l'entusiasmo a tratti esagerato dei maestri. Gli olimpionici erano stati anche istruiti nella parte sperimentale, così che qualche piccolo trucco appreso negli allenamenti pratici è servito nella prova pratica. Tutti erano anche pronti a eseguire sintesi ben più complesse di quella ricevuta come prova e sapevano riconoscere fenoli polisostituiti, glicosidi e gruppi

(\*) Responsabile Nazionale dei Giochi e delle Olimpiadi della Chimica