

---

## LABORATORI APERTI

XV settimana della cultura scientifica e tecnologica (14-20 marzo 2005)

---

### *Scienza e Arte: oltre la superficie pittorica*

#### **Introduzione**

Negli ultimi anni il legame tra arte e scienza è diventato sempre più importante; molte, infatti, sono le richieste che archeologi, architetti, restauratori, storici dell'arte e studiosi rivolgono ai metodi di indagine scientifica sulle opere d'arte.

E' così che è nata quella disciplina che prende il nome di **archeometria** nella quale competenze e metodologie, inizialmente impiegate in differenti campi della fisica applicata, si incontrano con la cultura umanistica.

Per quanto riguarda le opere architettoniche, per esempio, le richieste sono perlopiù volte a conoscere la struttura originaria e ad individuare gli interventi successivi fino all'assetto attuale.

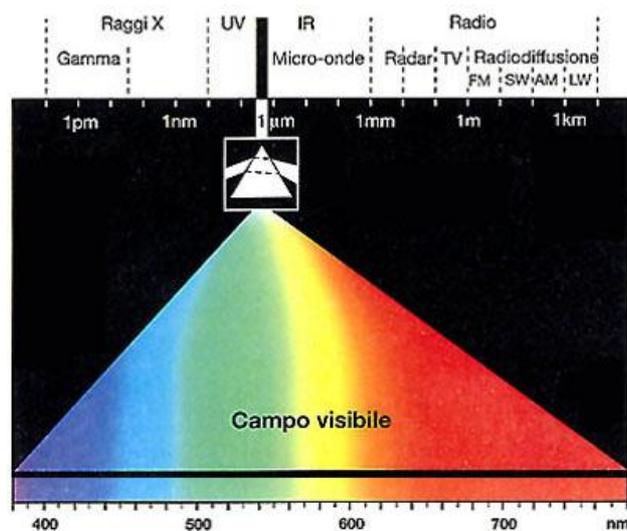
Se si tratta di dipinti o manoscritti, come nel nostro caso, le domande riguardano solitamente lo stato di conservazione, la composizione materiale e l'autenticazione.

Mentre ai quesiti riguardanti la autenticità e la datazione di un'opera sono prevalentemente dedicate le tecniche microanalitiche, chimiche e Nucleari, alle altre richieste possono dare soddisfacente risposta le tecniche *fisiche per immagini*.

Queste ultime sono tecniche che utilizzano le diverse proprietà della *radiazione elettromagnetica* per fornire informazioni sul manufatto, in modo assolutamente *non distruttivo*, sotto forma di immagini che possono essere raccolte e analizzate al computer.

#### **La radiazione elettromagnetica in breve**

Quella che comunemente viene chiamata luce visibile o semplicemente luce è la radiazione elettromagnetica che stimola l'occhio umano e che rende possibile la vista. Essa rappresenta soltanto una piccola porzione dell'intero campo della radiazione elettromagnetica.



**Figura 1: spettro elettromagnetico e, in evidenza, la banda del visibile**

Dal punto di vista ondulatorio le onde elettromagnetiche sono caratterizzate da parametri legati fra loro quali: la frequenza  $n$ , la lunghezza d'onda  $l$  e il periodo  $T$ . Nel vuoto la loro velocità di propagazione è  $c$  (300000 km/sec).

Le onde elettromagnetiche interagiscono con i manufatti pittorici in maniera diversa a seconda della lunghezza d'onda: su questa caratteristica

si basano le diverse tecniche di indagine, tra cui la *fluorescenza ultravioletta* e la *riflettografia infrarossa*.

Infatti la radiazione con lunghezza d'onda maggiore riesce a penetrare più in profondità dando informazioni sugli strati sottostanti; la radiazione con lunghezza d'onda minore, al contrario, fornisce informazioni sugli strati più superficiali.

### Struttura di un dipinto

Nella tradizione affermata in Europa dal Duecento in poi, un dipinto era costituito da vari strati sovrapposti di materiali diversi. Ogni strato contribuiva in modo specifico alla stabilità e alla resa cromatica dell'opera ultimata.

Il *supporto* era costituito da tavole di legno incollate tra loro e sostenute da rinforzi a incastro. Talvolta, veniva incollato, sulla superficie destinata a ricevere il colore, un sottile tessuto per ammortizzare i movimenti che avrebbero potuto compromettere l'integrità del dipinto. L'uso della tela risale al XV secolo. La sua maggiore stabilità fece sì che essa sostituisse gradualmente la tavola lignea.

Uno strato di *preparazione* veniva steso sul supporto per poter applicare il colore in modo uniforme. Per molti secoli venne usata una miscela di gesso e colla animale; era applicata a strati: il primo, a contatto col legno, era più grossolano, quelli via più superficiali erano più fini e stesi con maggiore cura.

Lo strato finale della preparazione, l'*imprimitura* costituiva lo sfondo del dipinto e su di esso veniva effettuato il *disegno preparatorio*.

I colori erano preparati per la maggior parte macinando terre colorate o tritmando minerali (malachite, cinabro, etc), ma anche impiegando coloranti organici di natura vegetale o animale (porpora) o preparati artificiali (bianco di calce, verde rame). Per consentire la stesura e la durezza sul quadro i colori dovevano poi essere mescolati ad un *legante* o *medium*. Quest'ultimo era di origine animale (rosso d'

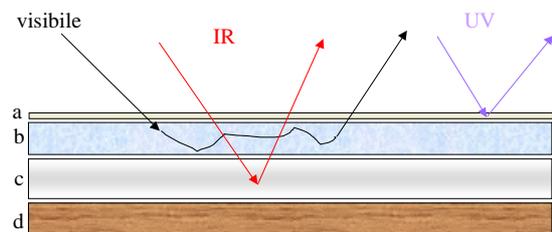
uovo in base acquosa per la tempera) o vegetale (oli vegetali per la pittura ad olio).

Infine la *vernice*, costituita da resine naturali, era applicata su tutta la superficie del dipinto con funzione protettiva.

Per quanto riguarda i dipinti contemporanei, non è possibile individuare degli schemi o dei canoni di redazione assoluti. Le tecniche di composizione e i materiali stessi sono molteplici e variano come libera espressione dell'artista.

Questa struttura a strati sovrapposti fa sì che, all'interno del dipinto, la radiazione luminosa si propaghi con diverse modalità: la radiazione che non è riflessa dalla vernice penetra nello strato del dipinto e va incontro a fenomeni di *diffusione (scattering)* e *assorbimento*.

In generale, si ha che all'aumentare della lunghezza d'onda aumenta l'assorbimento; al contrario, al diminuire della lunghezza d'onda aumenta il fenomeno di scattering.



**Figura 2: interazione della radiazione luminosa con una superficie pittorica. a) vernice, b) strato pittorico, c) preparazione, d) supporto**

Come diretta conseguenza si ha che: la radiazione ultravioletta (UV) è maggiormente diffusa dagli strati superficiali e non penetra in profondità, mentre la radiazione infrarossa (IR) è meno diffusa e, per questo, riesce a raggiungere gli strati più profondi del dipinto.

### Indagini in fluorescenza UV.

L'osservazione in UV trova largo impiego come metodo di indagine diagnostica nel campo dei beni culturali. Questa tecnica permette di valutare lo stato di conservazione, e di discriminare tra le vernici e i pigmenti di un

dipinto, anche quando questi appaiono indistinguibili ad occhio nudo. Inoltre è anche utile qualora si voglia esaltare e rendere più leggibili scritte sbiadite dal tempo su documenti e manoscritti antichi. I suoi vantaggi sono quelli di essere un metodo non invasivo e dalla risposta immediata. La sua realizzazione è pratica e semplice: basta disporre di una lampada di Wood e oscurare l'ambiente di lavoro.

Quando un'opera viene irraggiata con una radiazione di lunghezza d'onda compresa nella regione dell'ultravioletto, tale radiazione viene in parte riflessa e in parte assorbita dagli strati superficiali. Parte dell'energia assorbita viene quindi riemessa nuovamente per fluorescenza nella banda del visibile (400-700 nm).



Figura 3: particolare di un dipinto del seicento in luce visibile



Figura 4: lo stesso particolare ripreso in fluorescenza ultravioletta

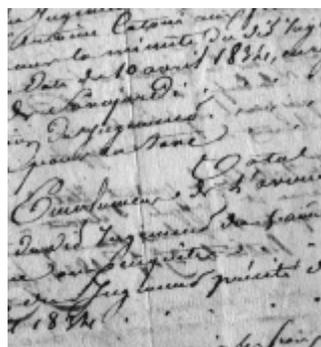
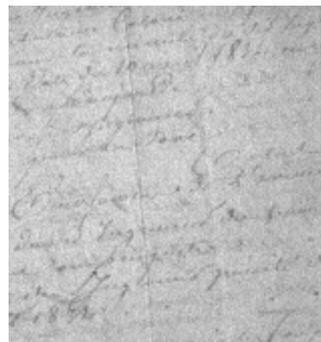
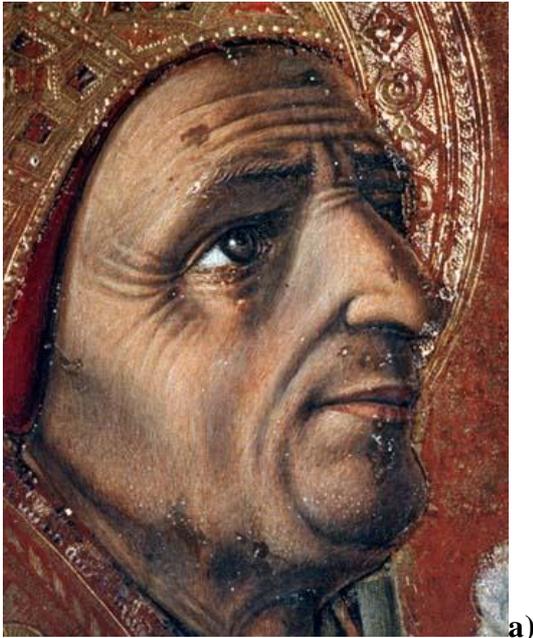


Figura 5: Ripresa in luce visibile (a) e in fluorescenza UV (b) di una scritta su un antico documento. L'inchiostro ormai sbiadito è penetrato all'interno della carta e viene messo in risalto dalla fluorescenza della carta stessa

### Indagini in infrarosso

Con questa tecnica non distruttiva è possibile «sbirciare attraverso» gli strati più superficiali del dipinto per vedere ciò che si cela sotto di essi. La radiazione del vicino infrarosso, infatti, riesce ad attraversare i materiali che costituiscono il film pittorico e viene riflessa e diffusa dagli strati sottostanti. In questo modo è possibile vedere ciò che non si vede ad occhio nudo. E' molto frequente osservare il disegno preparatorio nei dipinti del Rinascimento italiano quando esso era realizzato in carboncino su imprimitura chiara. Nel Seicento, con l'adozione dello sfondo scuro, lo scarso contrasto con quest'ultimo rende di solito invisibile il disegno. Tuttavia è possibile scoprire eventuali *pentimenti* dell'artista nella redazione dell'opera.

Le figure seguenti mostrano alcuni dipinti nel visibile e all'infrarosso ed evidenziano la presenza dei disegni sottostanti.



a)



b)

**Figura 6: foto a colori di dipinto su tavola e stesso particolare all'infrarosso**



a)



b)

**Figura 7: foto in bianco e nero e riflettogramma dello stesso particolare**

### Attività di laboratorio

In laboratorio gli studenti potranno analizzare dei dipinti a disposizione che nascondono un disegno sottostante. Saranno invitati ad acquisire immagini dei dipinti con una telecamera a CCD equipaggiata tra l'altro con filtri che lasciano passare solo la radiazione infrarossa. A questo punto potranno salvare le immagini su un PC collegato alla telecamera ed elaborarle per esaltare eventuali particolari significativi.

Per la tecnica di fluorescenza UV avranno a disposizione lampade apposite con le quali verificare la fluorescenza di diversi pigmenti su una tavola campione. In più saranno mostrati esempi specifici per far comprendere meglio il fenomeno della fluorescenza e come esso possa servire per far risaltare scritte ormai sbiadite e poco visibili ad occhio nudo.