



## Miniere sulla Luna

È partita la corsa tra le aziende spaziali private  
per arrivare sul nostro satellite e sfruttarne le risorse

### Dossier oceani

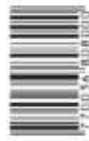
Nuove e inattese scoperte  
dagli abissi marini

### Cosmologia

I dati che mettono in crisi  
la nostra visione dell'universo

### Evoluzione

Il ruolo di alghe e batteri  
nelle estinzioni di massa



## Opere d'arte passate ai raggi X

**L**a *Flagellazione di Cristo* di Caravaggio, il corredo funerario di Kha (l'architetto dei grandi faraoni) e di sua moglie Merit, o i fregi pittorici della tomba di Filippo II di Macedonia, padre di Alessandro Magno. Con tecniche di *imaging* simili a quelle usate per fare diagnosi mediche e studiare il corpo umano in modo non invasivo, Francesco Paolo Romano riesce a far luce sui dettagli nascosti in straordinari capolavori della storia dell'arte, svelandone tecniche di produzione, caratteristiche dei materiali usati, eventuali ripensamenti dell'artista, interventi di restauro.

Fisico nucleare, Romano ha iniziato a occuparsi di tecnologie per i beni culturali durante il dottorato di ricerca, negli anni novanta, «quando queste metodiche erano appena in fase embrionale», e oggi dirige il laboratorio XRAYLab all'Istituto di scienze del patrimonio culturale del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR) di Catania. «Sviluppiamo tecnologie di imaging ai raggi X avanzate che mettiamo a servizio di archeologi, restauratori e storici dell'arte. La nostra è un'attività interdisciplinare a supporto della conoscenza, della conservazione e della valorizzazione del patrimonio».

### Parliamo di tecnologie innovative che si basano sulla fluorescenza a raggi X?

Sì, la fluorescenza a raggi X è il processo fisico alla base dei nostri strumenti d'indagine con cui focalizziamo, sulla superficie da analizzare, un fascio di raggi X molto piccolo, dell'ordine di qualche decina di micrometri, ed effettuiamo, tramite un sistema mecatronico, una scansione molto rapida. Riusciamo a operare a una velocità di circa dieci centimetri per secondo. Questo vuol dire che possiamo scansionare in breve tempo anche opere molto grandi. E, altro aspetto importante, riusciamo a produrre immagini ad altissima risoluzione in tempo reale: questo è molto utile per chi quelle opere deve studiarle o restaurarle, perché durante la scansione può subito verificare la validità dell'ipotesi di ricerca e valutare eventuali cambi di strategia.

### In questo modo riuscite a svelare informazioni nascoste nelle trame di dipinti e altre opere d'arte?

Esattamente. Noi non facciamo una semplice radiografia di una tela ma ne creiamo un'immagine multispettrale che consente di identificare gli elementi chimici e la loro distribuzione nell'opera: così, per esempio, è possibile ricavare informazioni sulla tavolozza dei pigmenti che l'artista ha usato e studiarne le tecniche pittoriche. Ma non solo: sfruttando il potere penetrante dei raggi X, possiamo vedere oltre ciò che appare sulla superficie visibile e co-



gliere, al di sotto dell'opera compiuta, quali sono stati i ripensamenti dell'artista, i disegni realizzati in corso d'opera, il processo artistico e creativo.

### Così potete anche risolvere eventuali dubbi in merito alla paternità di un'opera?

È ciò che abbiamo fatto analizzando la *Madonna della Gatta*. È un'opera la cui paternità è dibattuta: si pensa sia stata iniziata da Raffaello e conclusa da Giulio Romano, suo principale allievo. Ebbene, con la nostra tecnica abbiamo potuto comprendere meglio la sua genesi esecutiva, essendo riusciti a distinguere i diversi contributi dei due artisti alla realizzazione dell'opera, che è custodita al Museo di Capodimonte di Napoli. E possiamo anche identificare gli interventi di restauro che sono stati effettuati su



CHI È

FRANCESCO PAOLO ROMANO

È un ricercatore del CNR. All'Istituto di scienze del patrimonio culturale (ISPC-CNR) di Catania dirige XRAYLab: un laboratorio che si occupa di sviluppare tecnologie analitiche avanzate che fanno uso di raggi X per applicazioni di interesse

nelle scienze del patrimonio, uno dei nodi della piattaforma MOLAB dell'infrastruttura europea E-RIHS coordinata dal CNR.

Laureato in fisica all'Università di Catania, ha svolto il dottorato di ricerca ai Laboratori nazionali

del Sud dell'Istituto nazionale di fisica nucleare.

Nell'ambito della sua attività scientifica, ha partecipato in Italia e all'estero a campagne di studio di importanti opere del passato e ha avviato collaborazioni scientifiche con numerosi musei.



**Da Napoli a Torino.**

Qui accanto Romano di fronte alla *Flagellazione di Cristo*, opera di Caravaggio al Museo di Capodimonte di Napoli.

Sopra, con frammenti del cosiddetto «papiro erotico-satirico» del Museo egizio di Torino.

un'opera, potendo distinguere i pigmenti originali da quelli usati successivamente. Si tratta di analisi complesse che oggi riusciamo a ottimizzare anche grazie all'intelligenza artificiale (IA).

**Perché?**

Innanzitutto perché la mole di dati che produciamo è enorme. Con una scansione tipica abbiamo un'immagine di alcune decine di mega *pixel*: quindi diversi milioni di spettri da analizzare. Farlo usando le tecniche convenzionali è laborioso e lungo: può richiedere ore, se non giorni. Mentre grazie all'intelligenza artificiale possiamo ottenere un risultato anche migliore in pochi secondi. Insomma l'IA accelera il nostro lavoro di analisi. Ma non solo: lo potenza. Ci consente infatti di far meglio luce sulla mole enorme di dati che produciamo e trovare dei *pattern*, degli elementi som-

mersi nell'immagine che sarebbe altrimenti difficile trovare con un'analisi convenzionale.

**Il vostro è un laboratorio mobile: questo significa che l'opera d'arte da analizzare non deve spostarsi dal museo?**

Il nostro laboratorio usa strumentazione mobile: quindi non è l'opera che si sposta dal museo o dal sito archeologico, ma siamo noi che portiamo gli strumenti dove servono per effettuare la nostra diagnostica non invasiva. E il vantaggio è immenso. Innanzitutto non tutte le opere si possono spostare e portare in laboratorio: si pensi per esempio agli affreschi. Inoltre, in ogni caso trasferire un'opera è un'operazione complessa, delicata e onerosa: richiede un enorme sforzo burocratico, la stipula di assicurazioni... In questo modo semplifichiamo il tutto.

**Come laboratorio mobile lavorate in rete con altri laboratori?**

XRAYLab è un laboratorio che al momento coinvolge quattro ricercatori, due dottorandi di ricerca e cinque post-doc. Io e il mio gruppo lavoriamo nell'ambito della piattaforma MOLAB che mette in rete strumentazione scientifica mobile all'avanguardia di diversi laboratori di ricerca, italiani ed europei. È una piattaforma dell'infrastruttura europea di ricerca per la scienza e la tecnologia dei beni culturali E-RIHS, che è coordinata dal CNR e che mette a sistema laboratori di ricerca, centri di restauro, musei e altre strutture per poter svolgere ricerca di eccellenza. In pratica, tramite un processo di valutazione, vengono selezionati i progetti scientifici che possono avvalersi delle nostre tecniche analitiche avanzate per lo studio e la conservazione del patrimonio culturale.

**Ora in quali progetti siete coinvolti?**

In Italia abbiamo una forte collaborazione con il Museo di Capodimonte di Napoli: abbiamo studiato opere di Caravaggio e le opere di Raffaello e della sua bottega. Quest'ultimo è stato uno studio molto interessante che ha permesso di capire come è evoluto nel tempo il lavoro del grande maestro del Rinascimento. Collaboriamo con il Museo egizio di Torino: studiamo il corredo funerario della tomba di Kha e Merit, che è estremamente interessante dal punto di vista archeologico perché è stata scoperta integra, come è stata realizzata in epoca predinastica, intorno al 1400 a.C.

**Prossime sfide?**

Una campagna in Grecia per lo studio dei fregi pittorici della tomba di Filippo II di Macedonia.