

» INTERVISTA**LABEC: ECCELLENZA MONDIALE NELLE
TECNICHE NUCLEARI PER I BENI
CULTURALI E L'AMBIENTE**

*Intervista a massimo Chiari, direttore del LABEC
(Laboratorio per l'Ambiente e i Beni Culturali)*

Il LABEC (Laboratorio per l'Ambiente e i Beni Culturali) dell'INFN, con sede al Polo Scientifico dell'Università di Firenze, a Sesto Fiorentino, è un laboratorio di tecniche nucleari applicate allo studio dei beni culturali e dell'ambiente che è riuscito a conquistare nel corso degli anni un ruolo di leadership mondiale in questo settore, lavorando in contatto con prestigiose istituzioni nazionali e internazionali. Oltre a essere già il cuore della rete INFN dedicata ai beni culturali, CHNet, il LABEC, assieme alle Sezioni INFN di Genova e Firenze, entrerà a far parte di una Joint Research Unit (JRU) denominata Actris-Italia (Aerosols, Clouds and Trace gases Research Infrastructure), con l'obiettivo di creare una rete italiana di rilevanza nazionale e internazionale dedicata all'osservazione e allo studio di atmosfera, inquinamento e cambiamenti climatici.

Inoltre, è da anni il laboratorio di riferimento per la formazione di giovani ricercatori e ricercatrici provenienti da paesi in via di sviluppo sull'utilizzo delle tecniche di analisi nucleari con acceleratori attraverso programmi supportati dalla IAEA, l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica.

Ci siamo fatti raccontare dal suo direttore, Massimo Chiari, quali sono le principali ricerche di cui si occupano e come sono evolute le attività del LABEC nel corso degli anni.

Quali sono i principali filoni di attività del LABEC?

Il laboratorio LABEC è stato istituito nel 2003, in stretta collaborazione fra la sezione INFN di Firenze e l'Università, principalmente per applicazioni delle tecniche di analisi nucleari con acceleratori nell'ambito dei beni culturali e dell'ambiente, come il nome stesso suggerisce. L'interesse del laboratorio è comunque rivolto anche ad applicazioni di queste tecniche in altri settori, in particolare a test di rivelatori, a studi di geologia, di scienze dei materiali, di scienza forense e sul danneggiamento

» INTERVISTA

da radiazione. Il LABEC svolge così un'estesa attività di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie nucleari applicative, attività finanziata dall'INFN, attraverso la Commissione Scientifica Nazionale 5, grazie alla quale mantiene ai massimi livelli internazionali queste ricerche interdisciplinari.

Quali analisi vengono eseguite al LABEC?

Le attività del LABEC sono gestite dal gruppo di fisica nucleare applicata della Sezione INFN di Firenze e del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università, gruppo che si è dedicato allo sviluppo delle applicazioni delle tecniche nucleari fin dalla metà degli anni '80, utilizzando al tempo un acceleratore elettrostatico Van de Graaff, all'epoca nella storica sede di Arcetri, dove ora si trova il Centro Nazionale dell'INFN *Galileo Galilei Institute* (GGI). Adesso lo strumento principale del LABEC è un moderno acceleratore elettrostatico Tandem da 3 MV di tensione di terminale, utilizzato per misure di *Ion Beam Analysis* (IBA, per analizzare in maniera assolutamente non distruttiva, né in alcun modo danneggiante, la composizione di un campione), e di *Accelerator Mass Spectrometry* (AMS, per misurare l'abbondanza relativa di isotopi rari). Ma, oltre che dall'acceleratore, il LABEC è costituito anche da diverse *facility* ancillari, quali il laboratorio per la preparazione dei campioni per misure AMS, il laboratorio dedicato alla ricerca sul particolato atmosferico e i laboratori di sviluppo dell'elettronica, dei rivelatori e di test dei componenti per ultra-alto vuoto. Queste *facility* attualmente sono gestite da undici persone strutturate tra ricercatori, tecnologi e tecnici, sia personale INFN che universitario, e le attività vengono portate avanti anche grazie al fondamentale contributo di assegnisti di ricerca, dottorandi e borsisti

Quali tecniche utilizzate per i beni culturali?

La conoscenza della composizione dei materiali nel settore dei beni culturali è di grande interesse per storici dell'arte, restauratori, archeologi. In questo campo gli esperti si avvalgono sempre più spesso di tecniche di analisi totalmente non distruttive e non invasive, che vengono utilizzate sia allo scopo di approfondire la conoscenza delle opere d'arte e dei materiali utilizzati, sia in fase di analisi preliminare al restauro e agli interventi conservativi.

Al LABEC applichiamo le tecniche IBA, ovvero di analisi con fasci di ioni, allo studio dei materiali nel campo dei beni culturali. Le tecniche di analisi con fasci di ioni sono tecniche efficienti per lo studio quantitativo della composizione di materiali di interesse in modo non distruttivo e non invasivo. I campioni da analizzare sono utilizzati come bersagli per un fascio di ioni accelerati (principalmente protoni e particelle α) prodotto da acceleratori di particelle di bassa energia e la loro composizione e il profilo di concentrazione degli strati superficiali vengono misurati analizzando in energia i prodotti

» INTERVISTA

dell'interazione (particelle cariche, raggi X, raggi γ). Una peculiarità delle misure IBA che effettuiamo al LABEC è l'impiego di fasci di ioni estratti in atmosfera: una tecnica introdotta proprio dal gruppo di fisica nucleare applicata di Firenze, e poi divenuta uno standard a livello internazionale. Esistono varie tecniche IBA e ognuna presenta dei punti di forza peculiari, ma anche delle limitazioni, e fornisce informazioni spesso complementari sulla composizione, quindi l'uso sinergico di più tecniche IBA, che oggi viene chiamata misura "Total IBA", che noi effettuiamo al LABEC, permette di fornire un'informazione esaustiva sulle caratteristiche del campione. L'installazione dell'acceleratore Tandem e della nuova linea di misura per l'AMS, la spettrometria di massa con acceleratore, ha stimolato fin da subito l'interesse delle comunità di archeologi, restauratori e geologi riguardo la possibilità di fare datazioni con il ^{14}C . Negli anni, questa attività è divenuta una componente molto importante di tutto il cosiddetto tempo-macchina del LABEC.

Al LABEC avete analizzato veri e propri capolavori dell'arte e della cultura...

Sì, con le tecniche IBA al LABEC sono stati analizzati, solo per citare i casi più famosi, il noto dipinto "Ritratto Trivulzio" di Antonello da Messina, capolavori di Leonardo, Mantegna, Vasari, oggetti considerati reliquie di San Francesco, gli inchiostri del papiro di Artemidoro.

Ovviamente non tutte le opere possiamo analizzarle al LABEC, ad esempio opere inamovibili quali pitture murali o altre opere di grandi dimensioni o particolarmente delicate per le quali è sconsigliato lo spostamento e il trasporto in laboratorio. Quindi, per accrescere il potenziale applicativo del laboratorio, oltre alle tecniche che richiedono l'uso dell'acceleratore, abbiamo sviluppato nell'ambito di CHNet, la rete INFN dedicata ai beni culturali, anche tecniche di analisi di materiali con strumentazione portatile, ad esempio uno scanner XRF (*X-Ray Fluorescence*), che consentono misure in situ

Avete anche eseguito una particolare analisi su un dipinto attribuito a Fernand Léger, che ha permesso di accertare la sua non autenticità.

Sì, negli ultimi anni l'attività di datazione al LABEC si è andata concentrando anche su periodi recenti, sfruttando il particolare andamento della concentrazione di radiocarbonio in atmosfera a partire dal 1955 (il cosiddetto *Bomb Peak*) per risolvere problemi di autenticazione di opere di arte moderna e contemporanea. Infatti, in seguito ai numerosi test condotti su armi nucleari in atmosfera a partire dalla fine della Seconda guerra mondiale, la concentrazione di ^{14}C è aumentata repentinamente, tanto che in soli dieci anni, fra il 1955 e il 1965, è praticamente raddoppiata. Successivamente, a partire dal 1965, in seguito al Trattato di Non Proliferazione, la concentrazione di radiocarbonio è

» INTERVISTA

cominciata nuovamente a diminuire, soprattutto per effetto della diluizione del carbonio nei diversi serbatoi terrestri, primi fra tutti gli oceani. In questi anni, quindi, la concentrazione di ^{14}C varia molto da anno ad anno, permettendo datazioni anche molto precise, utili ad esempio per smascherare un falso. Sfruttando tale effetto, al LABEC abbiamo, appunto, datato un dipinto attribuito al pittore Fernand Legér, misurando la concentrazione di radiocarbonio in un frammento della tela e mettendo poi i risultati in relazione con il *Bomb Peak*. Grazie a questa comparazione, sfruttata per la prima volta per valutare l'autenticità di un quadro, si è concluso con assoluta certezza che la tela su cui è stato dipinto il quadro è posteriore al 1959, dunque successiva di almeno 4 anni alla morte del pittore francese, avvenuta nel 1955.

Quali analisi di impatto ambientale vengono realizzate al LABEC?

Ci occupiamo da diversi anni dello studio della composizione e delle sorgenti delle polveri fini presenti in atmosfera: particolato atmosferico o aerosol. Nonostante le esigue concentrazioni in aria, il particolato ha importanti effetti sia sulla salute umana, con l'inalazione di sostanze dannose, sia sull'ambiente, con l'alterazione delle proprietà ottiche e l'influenza sul clima. Questi effetti dipendono da proprietà quali la dimensione delle particelle, la composizione chimica, le proprietà ottiche e le concentrazioni in aria e, a loro volta, queste proprietà sono legate alle sorgenti di emissione. In particolare, la misura della composizione chimica unita all'utilizzo di modelli statistici permette di individuare le fonti di inquinamento e quantificarne l'impatto. Le tecniche di analisi con fasci di ioni hanno dimostrato di poter fornire informazioni preziose, in particolare per l'analisi quantitativa ad alta sensibilità di elementi traccianti di specifiche componenti del particolato atmosferico, come aerosol marino, polvere minerale, solfati, o sorgenti emissive, come combustione di biomassa, emissioni biogeniche, combustione di olii pesanti, inceneritori, traffico ed emissioni industriali. Al LABEC abbiamo sviluppato metodi di indagine specifici, capaci di determinare la composizione elementare delle polveri sottili in poche decine di secondi, elaborando centinaia di dati ogni giorno, rendendo il laboratorio un centro di riferimento internazionale per questo tipo di analisi. Tali tecniche si possono applicare anche all'analisi di campioni di polveri sottili raccolti con elevata risoluzione temporale, sulla scala delle ore, in grado, ad esempio, di monitorare sorgenti di emissione degli inquinanti rapidamente mutevoli come quelle industriali. Inoltre, l'analisi con tecniche IBA - grazie all'elevata sensibilità ma soprattutto al fatto che, non essendo necessario alcun pre-trattamento del campione, riduce le possibilità di inquinare il campione - si dimostra particolarmente indicata per lo studio del particolato atmosferico in luoghi "remoti" come l'Artide e l'Antartide, ovvero non direttamente colpiti da sorgenti di tipo antropico, con lo scopo di studiare gli aerosol di origine naturale (polvere

» INTERVISTA

minerale e aerosol marino), e i trasporti di particolato a lunga distanza. Nelle regioni polari gli studi riguardano sia il campionamento e l'analisi del particolato atmosferico attualmente presente in queste aree, considerate le più sensibili ai cambiamenti climatici, sia l'analisi di campioni estratti da carote di ghiaccio e di sedimento marino.

Il progetto europeo AIRUSE, cui il LABEC ha dato un contributo determinante è stato recentemente premiato come miglior progetto del programma LIFE+ 2016-2017, nella categoria *green city*.

AIRUSE è un progetto che ha avuto l'obiettivo di identificare le sorgenti del particolato atmosferico, di testare alcune misure di mitigazione e di suggerire efficaci strategie per ridurre il particolato nelle città del Sud Europa, dove la scarsità di precipitazioni, rispetto al Nord, fa sì che l'atmosfera non si ripulisca e che le particelle rimangano a lungo in sospensione. Per tre anni è stato campionato e analizzato con tecniche chimico-fisiche il particolato atmosferico di Atene, Barcellona, Porto, Milano e Firenze. I risultati ottenuti indicano che le principali fonti dell'inquinamento atmosferico sono, oltre alle più ovvie come il traffico o le industrie, anche le emissioni portuali e navali, le opere edilizie, la polvere locale o proveniente dal Sahara, lo spray marino, le attività legate all'agricoltura e all'allevamento, le combustioni (in particolare di biomasse). Inoltre, emerge chiaramente che una parte delle polveri (aerosol secondario) si forma in atmosfera a partire da inquinanti di tipo gassoso, emessi anche a notevole distanza dal sito di campionamento. In particolare, non è a tutti noto che anche la combustione di biomassa è una fonte importante di particolato, ad esempio a Firenze e a Milano, ma non a Barcellona, dove il riscaldamento residenziale alimentato a biomasse è assente. Nei periodi di maggiore inquinamento questa sorgente dà un contributo paragonabile a quello del traffico. I risultati del progetto sono riassunti in una pubblicazione dal titolo "Misure per migliorare la qualità dell'aria in ambito urbano". ■