

# Cherubini risorto con i raggi X

di Patrizia Caraveo

**A**llo Stanford linear acceleration laboratory (Slac) hanno imparato a sfruttare i raggi X prodotti dalla particelle accelerate a velocità prossime a quelle della luce quando i campi magnetici che governano la loro traiettoria le costringono a curvare. Per i fisici questa emissione è una fastidiosa perdita di energia delle particelle, ma il suo riutilizzo sta rivelandosi di grande interesse. I raggi X vengono focalizzati e concentrati in un fascetto più sottile di un capello che può essere utilizzato per studiare la composizione di materiali di ogni tipo. I raggi X, la cui energia può essere regolata a seconda delle necessità, bombardano gli atomi presenti nella frazione di capello che stanno illuminando e li "eccitano". Secondo un meccanismo fisico noto come fluorescenza, un fotone X del fascio cede energia a

## PIUME DI DINOSAURO

*La spettroscopia a raggi X è stata utilizzata anche per studiare i fossili dei dinosauri piumati: gli Archaeopteryx. In una decina di casi la fossilizzazione ha conservato l'impronta delle piume.*

*Dall'immagine stampata in negativo sulla roccia ci rendiamo conto che le piume sono identiche a quelle dei nostri volatili, tuttavia nulla sappiamo sul colore. Lo scan ai raggi X della piuma fossilizzata più antica che conosciamo rivela la presenza di pigmenti, di zolfo in composti organici e di minerali che dicono che si trattava di una piuma di colore chiaro con il bordo scuro.*

*Un messaggio conservato per 150 milioni di anni nella pietra che è stato confermato da un analogo studio su un esemplare completo di Archaeopteryx prestato a Stanford dal museo di Berlino. I dinosauri volanti erano colorati.*

uno degli elettroni che orbitano intorno al nucleo di un determinato elemento e gli dà la libertà di fuggire dall'attrazione elettrica del nucleo. Nella struttura atomica si viene così a creare un buco che viene prontamente riempito da uno degli elettroni più esterni che salta al livello più basso emettendo un fotone che porta via la differenza di energia tra il livello di partenza e quello di arrivo. L'energia del fotone emesso individua in modo inequivocabile l'elemento. Le righe emesse dal ferro sono diverse da quelle emesse dal carbonio o dallo zinco. Vedere una determinata riga significa avere trovato traccia di un determinato elemento. Più intensa è la riga, maggiore la quantità di quell'elemento presente.

Applicando questo principio, si possono fare "parlare" antichi manoscritti cancellati dal tempo o dagli uomini. La prima volta, alcuni anni fa, il metodo è stata applicato per ricostruire un testo di Archimede scritto da un amanuense nel X secolo, cancellato e grattato via due secoli dopo, per riutilizzare la pergamena per un libro di pre-



**MUSICA NASCOSTA** | Lo spartito della Medea che Luigi Cherubini (1760-1842) aveva cancellato con il nerofumo è ricomparso grazie a uno scan delle pagine con un fascio di raggi X

ghiere, e infine ricoperto da un falso dipinto medioevale all'inizio del '900.

La caccia al ferro presente in quello che restava dell'inchiostro dell'amanuense ha permesso di ricostruire il testo di Archimede sull'equilibrio dei solidi, scritto in greco corsivo, al quale erano state sovrapposte, fortunatamente scritte in modo perpendicolare, le righe del testo delle preghiere. La notizia di questo risultato ha ispirato un fan

di Luigi Cherubini che ho proposto di utilizzare lo stesso metodo per recuperare parte dello spartito di un'aria della Medea che lo stesso autore, forse indispettito dal poco successo riscosso della sua opera nella prima rappresentazione a Parigi nel 1797, aveva cancellato. Forse Cherubini cercava semplicemente di accorciare la composizione. Sta di fatto che non si era limitato a tirare una riga su quello che voleva eliminare, ave-

va coscientemente coperto tutto con uno spesso strato nerastro.

Lo spartito originale è stato portato Stanford e illuminato dal fascetto di raggi X punto per punto. Lo scan di ogni pagina ha richiesto 8 ore. Lo strumento per misurare i raggi X emessi per fluorescenza è stato tarato per cercare la riga del ferro, contenuto dell'inchiostro, e quella dello zinco, contenuto nel rigo musicale dello spartito. Mettendo un puntino rosso dove veniva rivelato del ferro e un puntino verde per lo zinco, è stato possibile ricostruire la pagina originale. In effetti, i ricercatori si sono trovati di fronte ad un nuovo problema perché i raggi X non fanno differenza fra il fronte e il retro della pagina, quindi l'immagine X sovrapponeva le due facciate. Cherubini è venuto in aiuto per risolvere l'ambiguità: nello scrivere le note, aveva l'abitudine di mettere l'asticella a destra, quindi asticella a destra, una facciata, asticella a sinistra, l'altra facciata. Così è stato possibile ricostruire il pezzo mancante dell'aria *Du trouble affreux qui me dévore* che può essere ascoltato [http://news.stanford.edu/news/2013/june/lost\\_music\\_recording.mp3](http://news.stanford.edu/news/2013/june/lost_music_recording.mp3)

Sarà contento Cherubini? Tutto sommato la decisione di nascondere accuratamente la sua musica l'aveva presa lui, mica un collega invidioso.