

La ricerca dei residui

Luci (fioche) e ombre (profonde) di

Relazionando sulle comunicazioni del congresso di Taormina, emerge lo stato, non propriamente ottimale, in cui versa questo importante settore della balistica forense, dal quale spesso dipendono gli esiti di importanti dibattimenti e la posizione processuale di parecchie persone

di **MARCO MORIN**

Dal 19 al 23 ottobre si è svolto a Taormina il 21° congresso della Società Italiana di Microscopia Elettronica. Nell'ambito dei lavori scientifici particolare interesse ha destato la sessione biologica e criminalistica, presieduta dai professori G. Pasquinelli e C. Scala e tenutasi il giorno conclusivo. Per la parte criminalistica l'argomento su cui si è accentuata l'attenzione dei relatori e dei partecipanti è stata la ricerca e l'identificazione dei residui di sparo.

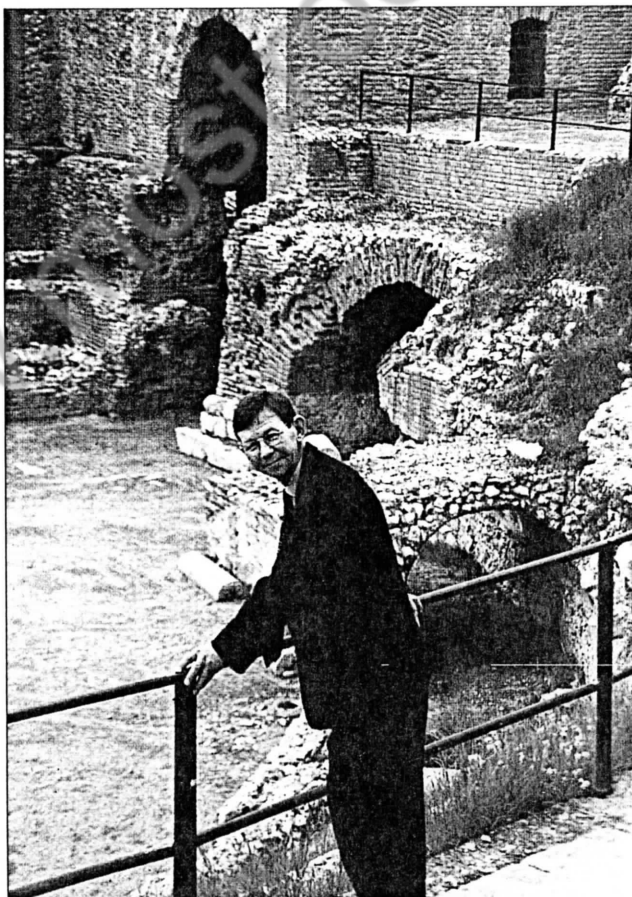
Il relatore più atteso era Robin Keeley,

uno degli scienziati più noti dei celebri laboratori londinesi del *Forensic Science Service* (già *Metropolitan Police Forensic Science Laboratory*): nella sua articolata e avvincente relazione il dottor Keeley ha illustrato alcuni metodi di utilizzo criminalistico della microscopia elettronica a scansione. Ha innanzitutto mostrato la possibilità di rinvenimento di impronte digitali su carta. La carta viene prima trattata con una soluzione di nitrato d'argento e poi, una volta asciutta, viene montata su apposito portaoggetti e inserita nel microscopio. Le impronte eventualmente presenti appaiono con una chiarezza straordinaria, sono visibili anche i pori, e così si possono ottenere fotografie nitidissime per le successive comparazioni.

Poi ha esposto alcuni casi esemplari.

Dopo la cremazione di una donna, morta dopo due mesi di sofferenza intervallata da miglioramenti verificatisi durante alcuni ricoveri ospedalieri, prese corpo il sospetto che fosse stata avvelenata. Un certo numero di capelli recuperati dal pettine della presunta vittima vennero esaminati con il microscopio elettronico e analizzati topograficamente con la microsonda a dispersione di energia. Si poté accertare la presenza di arsenico a concentrazione variabile e, secondo i tempi di crescita dei capelli stessi e le date delle ospedalizzazioni, fu possibile individuare le date in cui il veleno venne somministrato.

Robin Keeley ha poi parlato dello studio effettuato sui residui metallici della bomba fatta scoppiare circa quindici anni or sono a Brighton, nel corso del congresso del Partito Conservatore. L'esame al microscopio elettronico permise di riconoscere i pezzi che erano apparte-



Robin Keeley durante una visita al teatro greco di Taormina.

dello sparo:

un metodo non sempre ben impiegato



Claudio Gentile durante il suo interessante intervento.

nuti all'involucro dell'ordigno e questo grazie alla presenza di una caratteristica vaiolatura superficiale (*pitting*) causata dall'onda di detonazione.

Ma l'impiego più generalizzato del SEM in criminalistica è certamente la ricerca e l'individuazione dei residui dello sparo. Il dottor Keeley, in particolare, ha ribadito le strette precauzioni, anche interpretative, che devono essere sempre osservate nella ricerca dei residui di sparo. Se dette precauzioni fossero applicate anche in Italia, come sarebbe necessario, è certo che molte indagini avrebbero esiti ben diversi.

È poi intervenuto Claudio Gentile, del dipartimento di Fisica dell'Università di Messina e ben noto nel ristrettissimo campo degli specialisti del settore. Come ha fatto in passato a Brescia, in occasione dell'undicesimo e del dodicesimo convegno nazionale di studio sulla disciplina delle armi, il professor Gentile ha esordito illustrando la fallimentare situazione italiana. Riteniamo interessante riportare qui di seguito alcuni dei passi più significativi della sua relazione.

Attualmente nel nostro Paese il settore criminalistico, affidato a tecnici di varia estrazione, si dibatte in uno stato confusionale ormai fisiologico nel quale sembra impossibile portare ordine a causa delle enormi resistenze che ciascuna componente della Giustizia e dell'attività professionale, privata e non, esercitano contro ogni ipotesi di razionalizzazione. Inevitabilmente ciò ha condotto a una dequalificazione irresponsabile degli operatori con conseguente scadimento qualitativo del prodotto finale.

I settori di intervento si vanno sempre più affollando di sedicenti esperti che, lungi dal fornire un valido aiuto alla giustizia e scoperta un'attività rivelatasi piacevolmente lucrosa, contribuiscono attivamente a rendere poco credibili, se non del tutto inaffidabili, metodi di indagine scientifica che, nei Paesi civili in cui vengono correttamente impiegati, hanno dato e danno eccellenti risultati nella ricerca della verità.

La frequentazione delle aule di giustizia consente di prendere facilmente coscienza del bassissimo livello tecnico-scientifico degli operatori accreditati e della qualità dei loro elaborati.

Rammentiamo brevemente alcune semplici informazioni relative alla ricerca dei residui dello sparo.

La ricerca dei CDR (*cartridge discharge residue*) è un'indagine scientifica tesa alla individuazione e successiva analisi chimico-fisica di particelle, eventualmente presenti nei prelievi opportunamente effettuati su persone indiziate di reato, derivanti dalla deflagrazione delle miscele di innesco impiegate nelle cartucce esplose in occasione della consumazione del reato stesso. È dimostrato che dette particelle posseggono granulometria, morfologia e composizione caratteristiche a tal punto da poter essere considerate indicatori univoci dell'avvenuto sparo di un'arma e quindi non confondibili con qualsiasi altro particolato proveniente da diversa attività umana o comunque presente in natura.

I settori della scienza ufficiale che si occupano di tali problematiche da oltre vent'anni hanno fornito e imposto rigidi protocolli ormai ampiamente consolidati e universalmente accettati, ai quali ogni operatore deve rigorosamente attenersi sia nella fase di prelievo che nella successiva ricerca e analisi. È ovvio che il discostarsi da tali protocolli in una qualsiasi fase dell'indagine non può che determinare la nullità scientifica della ricerca. Assumiamo sinteticamente:

- la presenza di residui dello sparo nei prelievi effettuati all'indiziato non è prova che questi abbia sparato un'arma e men che mai che ciò possa essersi verificato in una particolare occasione;

- dopo tre o quattro ore dal fatto è scientificamente dimostrato che è pressoché impossibile rinvenire ancora residui dello sparo anche sulle mani di chi certamente ha fatto fuoco, e tale semplice asserto deriva ed è suffragato da rigorosi, specifici e incontestati studi sui tempi di ritenzione dei residui dello sparo sulla cute delle mani di soggetti che abbiano certamente sparato un'arma;

- poiché nulla si crea e nulla si distrugge è possibile ipotizzare un collegamento fra l'individuazione di un residuo dello sparo e un particolare evento, e ciò sempre in via puramente indiziaria, se e solo è dimostrata la compatibilità fra la composizione di questo e quella dei residui prodotti dagli inneschi con cui risultano apparecchiate le cartucce impiegate per l'evento per cui si indaga.

Professionalità per non sbagliare

Si tenga infine conto che la strumentazione, relativamente complessa, impiegata per la ricerca, il microscopio elettronico a scansione dotato di microanalisi a dispersione di energia X, per quanto raffinata, non fornisce altro che un dato bruto che va comunque accuratamente valutato e interpretato dall'esperto che nel far ciò dovrà tenere in conto le particolari condizioni al contorno del caso in esame e, mai e poi mai, un qualunque operatore potrà considerare come valido risultato finale il semplice dato strumentale, che da solo è privo di qualsiasi significato.

Queste semplicissime condizioni di base, che devono essere sempre rispettate, sembrerebbero non essere state a tutt'oggi ben comprese dalla quasi totalità degli operatori italiani, istituzionali e non. Già la semplice inosservanza di tali procedure è responsabile nella quasi totalità dei gravissimi errori verificatisi in azioni penali purtroppo spesso fondate esclusivamente su responsi in materia di residui dello sparo.

L'analisi di una casistica sufficientemente estesa, che si riferisce all'ultimo decennio, ci consente di individuare tipologie che ricorrono costantemente in tutti i casi esaminati, pertanto gli errori commessi dagli operatori possono essere riuniti in due gruppi principali di appartenenza:

A - La media dei tempi intercorrenti fra il prelievo e l'evento criminoso per cui si indaga è attestata fra le otto e le nove ore. In tali condizioni qualsiasi laboratorio serio non procederebbe neppure alle analisi poiché, per quanto prima detto, un risultato di negatività non sarebbe di alcuna utilità perché non potrebbe essere considerato assolutorio in quanto oltre i tempi limite scientificamente accertati la possibilità che residui dello sparo possano essere ancora rinvenuti è praticamente nulla. Di contro una positività non potrebbe che essere ascritta a fenomeni di inquinamento specifico accidentale sempre possibile, specie se si tengono nel dovuto conto le condizioni di fermo, trasferimento e permanenza su mezzi e in locali di polizia che per necessità di cose non possono essere considerati, quantomeno a priori, non inquinati da residui dello sparo. In tale deprecabile eventualità ben difficilmente il consulente del P.M. chiarirà spontaneamente i termini della questione e così l'onere della prova si ribalterà inevitabilmente a carico della difesa che avrà i suoi problemi per chiarire la circostanza.

B - È frequentissimo poi il caso in cui le composizioni asseritamente riscontrate come tipiche di veri residui dello sparo non sono affatto tali. Si tenga presente che non è sufficiente che una particella contenga piombo, antimonio e bario o soltanto antimonio e bario per essere un residuo univocamente indicativo dello sparo. Questi elementi devono essere rappresentati nello spettro analitico dai picchi più significativi e quindi essere i costituenti principali della particella. La presenza di altri elementi è ammissibile solo per determinate specie e solo se in ben precisi rapporti proporzionali rigidamente protocollati. Una volta accertate tali condizioni si dovrà verificare la compatibilità della composizione trovata con quella propria del munizionamento impiegato nell'evento criminoso.

L'aneddoto del promezio

Non pensiamo certo che queste brevi note possano essere sufficienti a esaurire un argomento ben più complesso, tuttavia riteniamo di aver fornito ai laici, che in questa occasione rappresentano la maggior componente del nostro uditorio, elementi sufficienti per la comprensione dei casi reali che adesso esporremo.

È una perla di Calabria quel caso in cui un libero professionista consulente del P.M. ritrovò, a suo dire, un discreto numero di residui dello sparo nei prelievi effettuati sulle mani di un indagato di duplice omicidio.

Ovviamente, a seguito di tali risultanze, il malcapitato fu rinviato a giudizio. Il consulente della difesa fece tuttavia notare alla Corte che lo spettro analitico di una particella, asserita residuo univoco dello sparo, conteneva un picco indicativo del promezio, elemento del tutto assente sulla Terra e che era stato in precedenza osservato solo negli spettri di emissione di alcune stelle della nostra galassia.

Ora, appurato che l'imputato non aveva frequentazioni interstellari, e non essendo spiegabile la presenza del promezio in munizionamento terrestre la Corte ritenne opportuno affidare una perizia degli stub in discussione a un laboratorio istituzionale. I risultati sconfessarono del tutto l'operato del consulente del P.M. e l'imputato andò assolto.

Dopo aver così puntualizzato i gravi pericoli che corrono coloro che, per loro sfortuna, vengono sottoposti a questo tipo di indagine, Gentile ha dato il resoconto di un interessante caso relativo alla presenza di residui così detti ibridi. Mentre l'esperto della difesa aveva sostenuto che la presenza di stagno in residui contenenti piombo, bario e antimonio, trovati sulle mani dell'imputato e dalla difesa indicati come provenienti dallo sparo di una pistola calibro 8 mm a salve, era giusti-

ficabile dalla composizione dell'ottone del bossolo (ottone che poteva contenere al massimo lo 0,05% di stagno: tesi pertanto scientificamente inqualificabile e del tutto peregrina) il Gentile, nominato successivamente perito dalla Corte di Assise, volle andare a fondo del problema. Un accorto esame dei residui rilasciati dagli inneschi con cui erano allestite le cartucce impiegate per l'omicidio e un nuovo esame degli stub prelevati all'imputato consentì di dimostrare che si era in presenza di un caso in cui si

era determinata la formazione di residui ibridi originati dallo sparo successivo di cartucce dotate di inneschi di composizione diversa, caso questo non frequente ma ampiamente documentato in letteratura.

Il colonnello dei Carabinieri dottor Vincenzo Cendamo, già direttore del Sottocentro Carabinieri Investigazioni Scientifiche di Messina, ha riferito di un interessante caso che riguardava il sistema di metallizzazione delle superfici di prelievo. Ricordiamo come dette superfici,



Il colonnello Vincenzo Cendamo.

formate da un pezzo di nastro biadesivo, per poter essere esaminate al SEM devono essere rese conduttrici all'elettricità. Il sistema più usato prevede l'impiego di uno sputter coater, apparecchio che sfruttando un campo elettrico in ambiente rarefatto di gas argon fa deporre sul campione uno strato sottilissimo di oro/palladio; con la medesima apparecchiatura è possibile deporre carbonio per evaporazione. Esistono anche bombolette spray che contengono grafite micronizzata sotto pressione e che permettono una semplice e rapida metallizzazione. Ma questo sistema, come vedremo, non è assolutamente adatto per i prelievi di residui di sparo.

Il caso era, apparentemente, molto semplice. A una persona, sospettata di aver usato un'arma da fuoco, vennero effettuati i prelievi con il consueto kit. Il Pubblico Ministero che seguiva il caso affidò a un suo consulente la ricerca di eventuali residui di sparo. Costui - che era, udite udite, lo stesso individuo che aveva trovato il promezzo nel caso illustrato dal professor Gentile - sottopose i due portaoggetti (stub) alla metallizzazione con la bomboletta spray e nella successiva ricerca al SEM individuò una particella residuo dello sparo (a base di piombo, antimonio e bario) su ognuno. Tale risultato fu contestato dalla difesa, il cui consulente sostenne:

- l'inefficacia della metallizzazione con lo spray;

- un possibile effetto di agglomerazione meccanica causata da dardo pressorio nebulizzante dei solventi dello spray con la conseguente formazione di pseudo particelle residui dello sparo.

Il perito nominato dalla Corte, lo stesso Cendamo, affrontò il problema in modo globale. Innanzitutto risottopose a esame i due prelievi, uno dopo averlo nuovamente metallizzato in maniera corretta, l'altro lasciandolo nello stato in cui era. Poté rilevare danni superficiali probabilmente dovuti a una tensione di lavoro troppo elevata nella precedente indagine ma non riuscì a notare alcun residuo di sparo.

Nelle sue conclusioni sottolineò la completa inadeguatezza del sistema di metallizzazione usato dal consulente del Pubblico Ministero ma contemporaneamente dimostrò l'assoluta inconsistenza della seconda censura della difesa.

Con appropriati calcoli e idonea sperimentazione calcolò il valore di efflusso in circa 3 metri/secondo. *Secondo la scala del vento dell'ammiraglio Beaufort una velocità compresa fra 1,6 e 3,3 m/s è denominata brezza leggera e il suo effetto è quello di far "muovere le foglie". Velocità molto bassa e certamente non in grado di provocare gli inconvenienti indicati dal consulente di parte.*

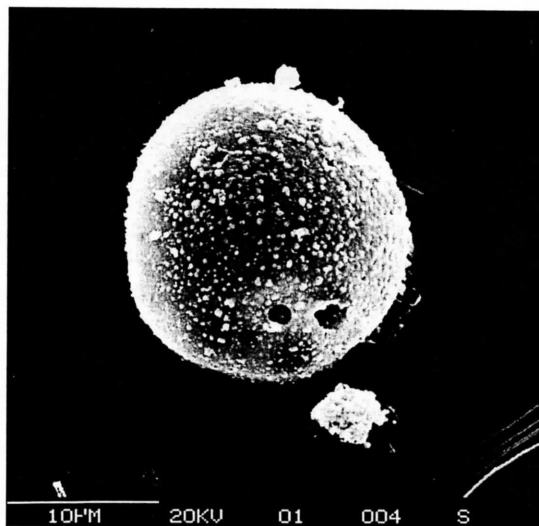
In altre parole aveva sbagliato sia il consulente del Pubblico Ministero sia quello della difesa: in definitiva non erano rilevabili residui di sparo, autentici o prodotti per aggregazione meccanica che fossero.

La quarta relazione, quella di chi scrive, trattava del ritrovamento certamente anomalo di ben sei residui su undici in un'area limitatissima della superficie di prelievo (un quadrato dal lato di circa un decimo di millimetro). Impiegando la statistica è stato possibile dimostrare che vi era una probabilità su quarantanovemila che una seconda particella si deponesse nel quadrato su cui vi era già una prima particella. La probabilità che sei particelle finissero nel medesimo quadrato era poi pari a $1,6820 \times 10^{-29}$, una probabilità talmente remota da non poter essere presa seriamente in considerazione. Questo fenomeno di raggruppamento, che trova unica spiegazione in una contaminazione specifica per contatto, era sfuggito sia al consulente del Pubblico Ministero sia al perito nominato dalla Corte. Circostanza questa che ha suggerito quanto di seguito esposto.

Quale preparazione e quali conoscenze?

Il microscopio elettronico a scansione dotato di microsonda analitica a dispersione di energia rappresenta un prezioso strumento nel settore delle indagini criminalistiche. La sua utilizzazione per la ricerca e l'identificazione dei residui dello sparo ha reso possibile un decisivo progresso rispetto a tutte le tecniche precedentemente usate.

Appare però evidente che se l'impiego di tale apparecchiatura di norma non presenta alcuna difficoltà - nell'industria di produzione dei semiconduttori il microscopio viene utilizzato dagli stessi operai - la corretta interpretazione dei risultati presuppone sempre una solida preparazione specifica. Non solo. Per lo scienziato forense che si specializza nel settore dei residui dello sparo, condizione necessaria, ma di certo non sufficiente, per affrontare seriamente la materia è la buona conoscenza teorica e pratica delle armi, delle munizioni e dei feno-



Una particella residuo di sparo fotografata in elettroni secondari al microscopio elettronico a scansione.

meni legati allo sparo. È poi indispensabile possedere tutte le nozioni necessarie di fisica, chimica, matematica, metallurgia e merceologia: più approfondite saranno queste nozioni, più facile sarà affrontare con successo i mille e uno problemi che si presentano nel corso

Alcuni cenni sui residui dello sparo e sulla loro ricerca

Sepolto, speriamo definitivamente, l'inattendibile guanto di paraffina oggi viene prevalentemente impiegato per la ricerca e l'identificazione dei residui dello sparo il complesso formato da un microscopio elettronico a scansione (acronimo internazionale SEM, Scanning Electron Microscope) e da uno spettrometro a dispersione di energia (acronimo internazionale EDX).

I principi su cui si basa questo tipo di ricerca sono i seguenti. La miscela d'innesco delle munizioni contiene, in generale, elementi pesanti che sublimandosi nella prima fase dello sparo, subito dopo solidificano transitando per la fase liquida e formando particelle in maggioranza sferiche e di diametro ridottissimo (da una frazione di micron a 1/10 di mm). Queste particelle, che possono contenere uno o più degli elementi della miscela, fuoriescono dall'arma insieme ai gas di deflagrazione e si vanno a deporre su quanto si trova nei pressi dell'arma stessa, mani del tiratore comprese. Effettuando entro breve tempo un apposito prelievo con superficie adesiva, è possibile catturare le eventuali particelle presenti e sottoporle a identificazione. Partendo dal presupposto che l'innesco di gran parte delle cartucce oggi in uso contiene stivato di piombo, solfuro di antimonio e nitrato di bario, si è accertato che particelle contenenti contemporaneamente piombo, antimonio e bario possono provenire da uno sparo.

Le particelle che si formano possono

contenere piombo, antimonio e bario, oppure antimonio e bario, oppure piombo e antimonio, oppure piombo e bario. Le prime due composizioni sono generalmente considerate caratteristiche per residui di sparo, anche se per la seconda sono stati recentemente sollevati motivi dubbi.

Insieme a questi elementi possono esserne presenti altri, elencati con precisione; la presenza di altri esclude invece che la particella in questione sia un residuo di sparo.

Diamo ora una necessariamente succinta descrizione di come avviene la ricerca di queste particelle. Innanzitutto risulta necessario effettuare sulle mani dell'indiziato il prelievo utilizzando una superficie adesiva. Generalmente si usa un kit composto da due supporti rigidi su cui è fissato un pezzo di nastro biadesivo: con la parte adesiva di ciascuno dei due supporti si tocca più volte la superficie di una singola mano. Questa operazione deve essere effettuata il più presto possibile: prelievi effettuati dopo tre ore possono fornire risultati del tutto errati.

Le superfici di prelievo vengono rese conduttrici all'elettricità mediante il deposito di un sottilissimo strato di carbonio: gli *stub* vengono poi inseriti nell'apposita camera portaoggetti del microscopio e sottoposti a esame. Grazie a un apposito programma il complesso viene pilotato da un sistema computerizzato che effettua automaticamente la ricerca - le particelle "pesanti" vengono analizzate mediante una microsonda a dispersione di energia - e che memorizza le coordinate di quelle sospette. L'o-

peratore poi controlla le singole particelle sospette esaminandone la morfologia e la struttura e ripetendo l'analisi elementare.

Naturalmente è anche possibile eseguire tutta la ricerca "manuale", senza cioè l'ausilio del sistema computerizzato. In entrambi i casi vengono sottoposti ad analisi qualitativa tutte le particelle che appaiono brillanti al rilevatore di elettroni retrodiffusi, segnale questo che indica la presenza prevalente di elementi pesanti, a elevato peso atomico.

Se nello spettro analitico risulteranno presenti piombo, antimonio e bario in concentrazioni sufficientemente elevate insieme a soli altri pochi e ben determinati elementi, è possibile affermare che la particella è un residuo dello sparo. Ma, ovviamente, non è mai possibile stabilire se la persona a cui il prelievo è stato effettuato ha sparato o è stata solo vittima di una contaminazione specifica (contatto anche involontario con persona od oggetto inquinati di residui).

A differenza di quanto si ritiene in Italia, il ritrovamento di residui di sparo non è mai una prova: può viceversa essere un utilissimo indizio per gli investigatori.

La corretta ricerca dei residui di sparo è ovviamente molto più complessa e articolata di quanto sopra brevemente illustrato. Esistono precisi controlli che regolano le operazioni di prelievo e l'interpretazione dei risultati strumentali, protocolli che nelle Nazioni più avanzate vengono rigorosamente osservati.

delle indagini. Altrettanto indispensabile è avere un'idea relativa all'utilizzazione della statistica nell'interpretazione dei risultati.

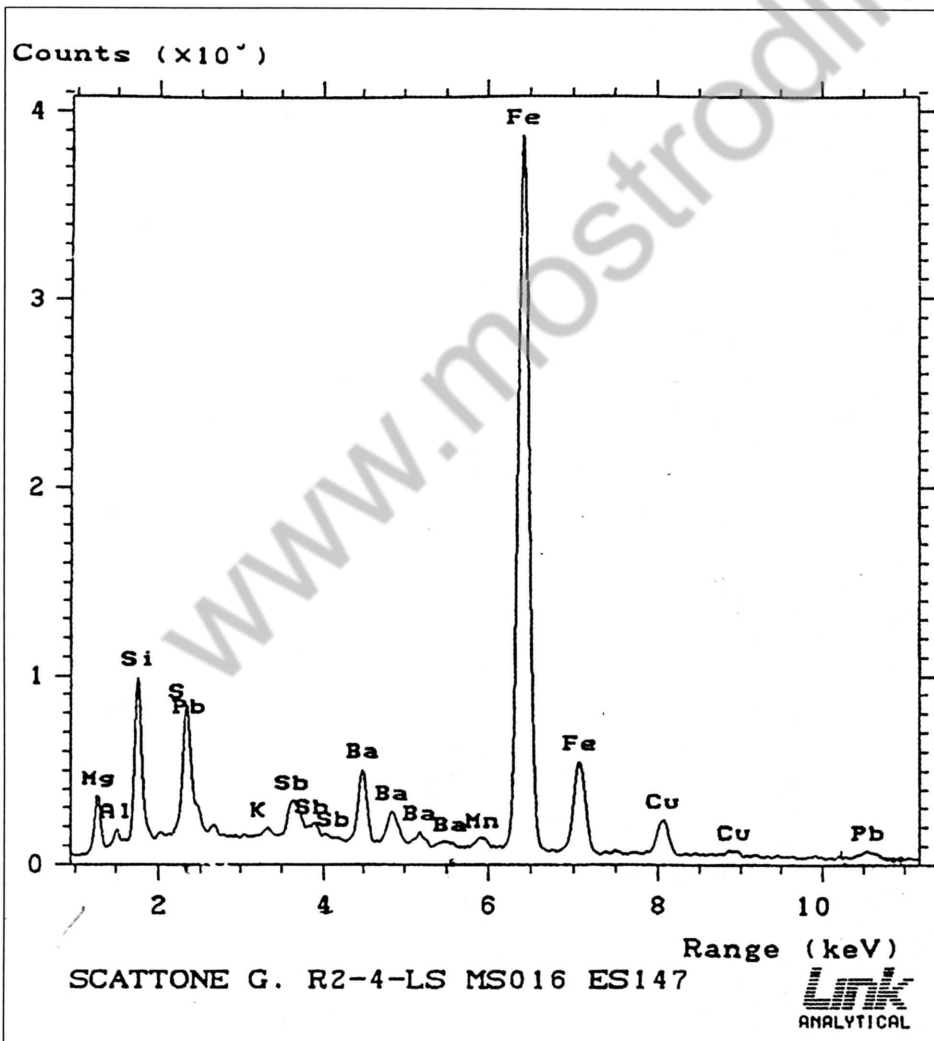
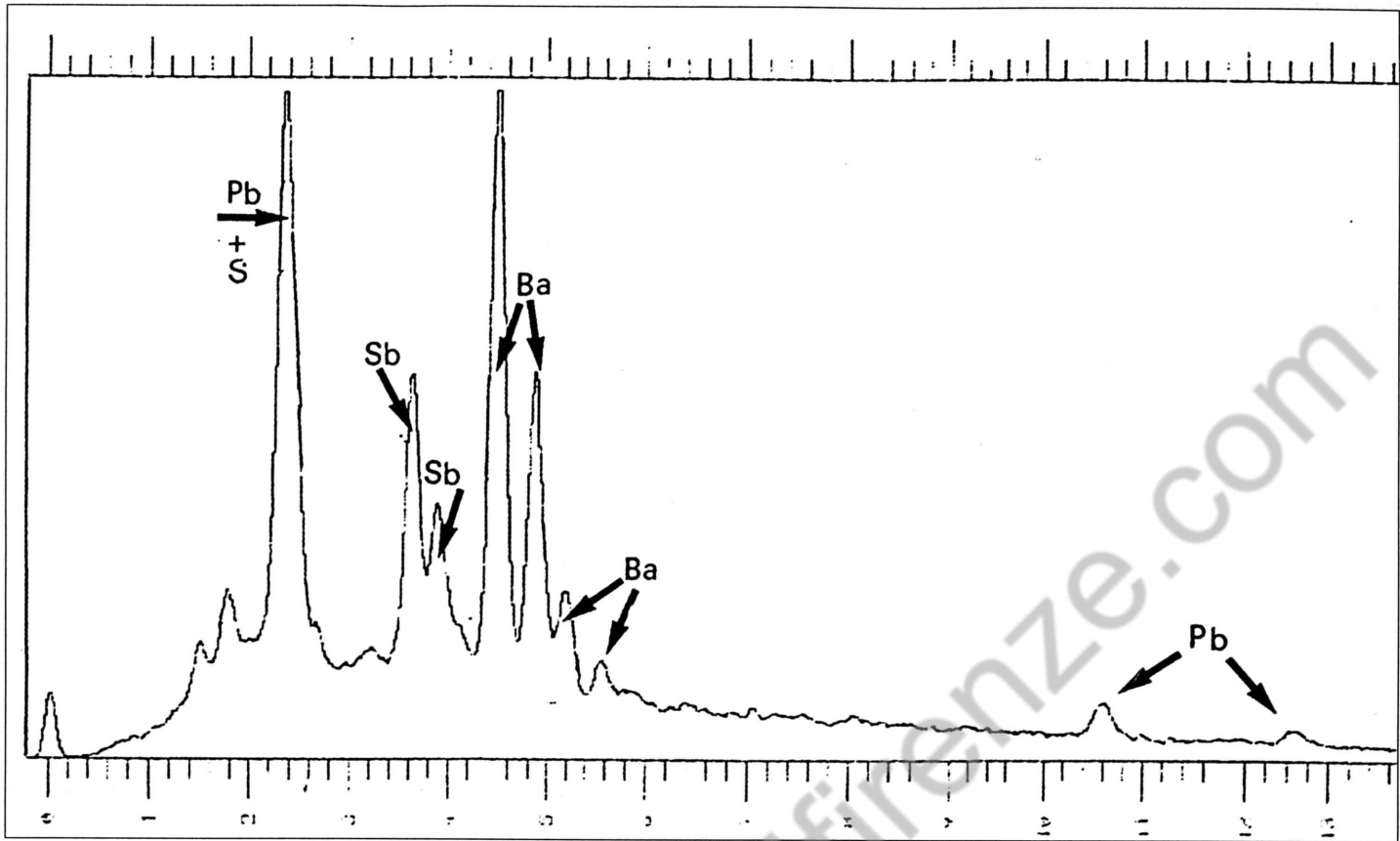
Indispensabile poi, se si desidera operare a un livello qualitativo superiore, è una non superficiale conoscenza della filosofia della scienza e, in particolare, dell'epistemologia: solo così sarà possibile valutare correttamente il metodo scientifico che deve caratterizzare ogni tipo di ricerca e i risultati strumentali ottenuti. Una grande dose di umiltà e la costante consapevolezza che il proprio operato può influire in modo determi-

nante sulla vita del prossimo sono infine le doti che non dovrebbero mancare a coloro che svolgono questo genere di indagini.

Considerando la situazione attuale non rimane che sperare in un deciso miglioramento qualitativo del settore, auspicabilmente monitorato da un servizio internazionale di controllo della qualità.

Nel corso del successivo dibattito è stato accennato all'omicidio di Marta Russo, avvenuto a Roma alcuni mesi or sono, e alla perizia ese-

guita per la ricerca di residui sugli abiti e nelle borse degli indiziati. La relazione peritale contiene infatti alcuni errori che confermano la disinvoltura con cui questo genere di indagini scientifiche vengono troppo spesso svolte. E per non esacerbare gli animi si preferì non affrontare i risultati indicati, risultati che ora possiamo con certezza affermare essere sbagliati. A solo titolo di esempio riportiamo lo spettro analitico di una particella erroneamente indicata come certo residuo di sparo. La particella non può essere un residuo dello sparo per le seguenti ragioni:



Spettro analitico di una particella residuo di sparo.

Omicidio Marta Russo:
spettro analitico di una particella trovata su un giubbotto di uno degli indiziati.

1. La presenza di manganese, del tutto vietata;
 2. La presenza di antimonio solo in tracce;
 3. La preponderante presenza di ferro.
- Secondo quanto indicato da Robin Keeley, la particella in questione proviene dalla frenatura di un'automobile ed è quindi di un genere ubiquitario. Giunti a questo punto non ci rimane che auspicare o l'abolizione per legge del sistema oppure un assoluto adeguamento alle migliori normative internazionali da parte di laboratori ed "esperti" italiani. E questo abbinato a un serio e stretto controllo di qualità. □