

Dra. MARGARITA H. DE BOSE

LA LUZ ULTRAVIOLETA FILTRADA

Y SU APLICACION EN LAS

INVESTIGACIONES JURIDICAS E HISTORICAS



LA PLATA

1935

Dra. MARGARITA H. DE BOSE

Profesora del Instituto de Física de la Universidad Nacional
de La Plata

LA LUZ ULTRAVIOLETA FILTRADA
Y SU APLICACION EN LAS
INVESTIGACIONES JURIDICAS E HISTORICAS



CONFERENCIA PRONUNCIADA
EN LA SOCIEDAD DE HISTORIA ARGENTINA,
BUENOS AIRES, 16 DE SEPTIEMBRE
DE 1935

LA PLATA
OLIVIERI Y DOMINGUEZ
Calle 4, 42 y 43
1935

**Queda hecho el depó-
sito que marca la Ley
Impreso el día 17 de Octubre
de 1935.**

LA LUZ ULTRAVIOLETA FILTRADA Y SU APLICACION EN LAS INVESTIGACIONES JURIDICAS E HISTORICAS

Antes de entrar al tema especial anunciado, diré algunas palabras en general sobre las radiaciones que llenan el espacio, y cuya existencia es indispensable para la vida orgánica sobre la tierra.

Cuando se habla de radiaciones, pensamos primeramente en la luz visible, a veces también en el calor. Pero el espacio está siempre, y en todas partes lleno de radiaciones, para las cuales no tenemos "receptor", y que sin embargo son perfectamente de la misma clase como la luz visible, porque todas estas radiaciones son ondas eléctricas, y representan un campo electro-magnético alternado.

Se caracteriza una oscilación electro-magnética por medio de su longitud de onda, que es el camino recorrido por la radiación durante un período.

Si ordenamos las radiaciones conocidas según el tamaño decreciente de su longitud de onda, obtendremos la lista siguiente: *ondas eléctricas, rayos infrarojos, luz visible, luz ultravioleta, rayos X, rayos gama y radiaciones cósmicas.*

La longitud de onda de una *radiación eléctrica* depende del tamaño del transmisor. Se ha calculado que la longitud de onda de oscilaciones, transmitidas por medio del sol, alcanzarían a dos millones de kilómetros de largo. Se conocen ondas eléctricas desde una longitud de onda de 30 kilómetros hasta tres milésimos [$\frac{3}{1000}$; $3 \cdot 10^{-3}$] partes de un centímetro.

Los rayos *infrarojos* tienen su origen en los movimientos de los átomos dentro de las moléculas; se les conoce desde una longitud de onda de cuatro centésimos [$\frac{1}{100}$; 4.10^{-2}] hasta setenta y siete milionésimas [$\frac{77}{1000000}$; 77.10^{-6}] partes de un centímetro.

La luz *visible*, así como los rayos *ultravioletas*, y los rayos *X*, se emiten, cuando los electrones cambian su posición dentro del átomo.

Los rayos *gama* son emitidos de las sustancias radioactivas durante su desintegración.

En cuanto al origen de la *radiación cósmica*, divergen todavía las opiniones.

Para estas cinco últimas clases de oscilaciones se usa la unidad "Angstrom". Un Angstrom [A] es la cien milionésima [$\frac{1}{10000000}$; 1.10^{-8}] parte de un centímetro.

Las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre siete mil setecientos A [7700 A] y cuatro mil A [4000 A]; las de la luz ultravioleta entre los tres mil novecientos A [3900 A] y cien Angstrom [100 A].

El tamaño de las longitudes de onda de los rayos X, de los rayos gama, y de la radiación cósmica es, a pesar de la unidad pequeña en la cual se expresa, casi incomprensiblemente ínfima.

Enfrente de este mundo de movimiento, de dimensiones tan variadas como innumerables, encontramos un mundo de materia compuesto de partículas muy pequeñas llamadas *átomos* y *moléculas* y correspondientes en su diversidad, a las variedades de las múltiples oscilaciones.

He aquí el punto de partida para el análisis por medio de los rayos ultravioletas filtrados.

De la vida diaria se conoce muy bien el análisis por medio de radiaciones. Toda dueña de casa aprecia la calidad de la *leche* por su *color*. Cuando es gorda, tiene un color amarillento, mientras la leche sin gordura o tal vez diluida con agua, presenta un color azulado. O bien, dos muestras de un *cereal*: el périto en trigos distinguirá a simple vista, si es trigo de una u otra especie.

Del mismo modo, el comerciante en tejidos, sin otra prueba que una inspección visual, rechaza ó acepta un género de seda ó de seda artificial.

Estos, y numerosos otros casos se presentan, como ya he dicho, a la luz visible, ó sea en las oscilaciones de 7700 a 4000 Angstrom, que nuestros ojos distinguen por el "color" que presentan. Estas oscilaciones pueden ser despertadas por la luz del *sol* ó por la luz de una *lámpara*, ó una

vola, siempre que la radiación pueda influir sobre las moléculas ó átomos del cuerpo a investigarse.

También es una experiencia de dominio público, que los colores de un cuerpo, sea por ejemplo una flor, ó un pedazo de género, cambian con la clase de luz con la cual se le ilumina. Las señoras llevan la madeja de una lana que eligieron para terminar su labor ya iniciada, hasta la puerta de la tienda para asegurarse bajo la luz natural, que su color sea el mismo como el de la muestra que llevaron.

En estos ejemplos, y en cualquier otro que podría citar de la vida diaria, se trata de la influencia *global* de la luz empleada, de la influencia de todo el conjunto de radiaciones, contenido en la luz que se empleó. Cuando predomina la influencia de cierta oscilación, podemos decir (con la verdad relativa que rige en nuestro mundo) que esta flor es roja, y aquella amarilla. Para un *análisis*, es decir para un procedimiento que permita hacer una *distinción motivada* entre sustancias diferentes, es necesario usar luz de oscilaciones conocidas, porque sinó, será imposible determinar qué radiación ha dado origen a la luz de luminescencia observada.

Para un análisis riguroso es pues indispensable: que *entren* oscilaciones conocidas, y que el resultado de su influencia en las partículas de la sustancia, ó sea la luz *emitida*, se reciba de modo, que se puede identificar las oscilaciones que ella representa.

El proceso físico debería ser el siguiente: una oscilación, determinada por el número de unidades Angstrom, entra en el cuerpo a observarse. Esta oscilación despierta en cierta clase de partículas del cuerpo otra oscilación de la misma o mayor longitud de onda, que a su vez, — emitida de la superficie del cuerpo, se recibe por medio de la vista, ó por la placa fotográfica. Naturalmente no se puede trabajar con tanta precisión, sino en investigaciones altamente científicas, pero ya la noción de cómo debe procederse, hace, que se haya desarrollado un método tan sencillo como práctico para el análisis por medio de la luz ultravioleta filtrada.

En resumen: el método se basa en la iluminación del cuerpo ó de la sustancia que se quiera analizar, con rayos ultravioletas de una longitud de onda *definida*, lo que se logra dejando pasar la luz por un filtro adecuado, que absorbe todas las radiaciones con excepción de las que hemos elegido para hacer el análisis.

El cuerpo iluminado emitirá a su vez radiaciones, correspondientes al efecto de la luz incidente sobre sus partículas, y a nuestros ojos llegará esta luz de luminescencia y ninguna otra.

Se designa pues con el nombre de “Análisis por luminescencia en luz ultravioleta filtrada” este procedimiento.

El ilustre físico norteamericano R. W. Wood (1) indicó por primera vez 1903 la preparación de filtros, transparentes para los rayos ultravioletas que quedan absorbidos por cualquier vidrio común. Entre los médicos se entiende todavía hoy por un “filtro de Wood”, un filtro que permite el pasaje de estos rayos ultravioletas.

En 1910 publicó el físico alemán H. Lehmann (2) un trabajo sobre “filtros transparentes para la luz ultravioleta”; en el cual demostró que muchas sustancias emiten luz visible, si se las ilumina con rayos ultravioletas (cuidando bien que sea suprimida toda luz visible que acompañe a dichos rayos invisibles).

Lo más importante en el método sería entonces, la preparación de filtros convenientes. Sin embargo, si nos fijamos en el hecho, que los estudios y publicaciones, basados en este nuevo método, aparecieron en intervalos muy largos y en escaso número, (3) se entiende, que (aún cuando se

1) R. W. Wood, Für ultraviolettes Licht durchlässige Strahlenfilter und ihre Anwendung in der Spektro-photographie (Filtros transparentes para la luz ultravioleta, y su aplicación en el espectro-fotografía). (1903).

2) H. Lehmann, Ueber ein Filter für ultraviolette Strahlen und seine Anwendung. (Sobre un filtro para rayos ultravioletas y su aplicación). (1910).

3) Desde el año 1910 hasta 1925 no conosco más que 24 trabajos sobre el tema, de los cuales citaré algunos.

H. Lehmann, Lumineszenz-analyse mittels der U. V. Filterlampe (Análisis de luminescencia por medio de la U. V. lámpara). (1912).

O. Wolf, Zur Lumineszenz-Analyse (Sobre análisis de luminescencia). (1912).

E. Engelhardt, Lumineszenz-Erscheinungen im ultravioletten Licht (Los fenómenos de luminescencia en luz ultravioleta). (1912).

R. Wasicky, Das Fluoreszenz-mikroskop in der Pharmakognosie (El microscopio de fluorescencia en la farmacognosia). (1913).

O. Monte, Die ultraviolette Strahlen in der Photographie (Los rayos ultravioletas en la fotografía). (1913).

H. Lehmann, Das Lumineszenz-mikroskop, seine Grundlagen und seine Anwendungen (El microscopio de luminescencia, su teoría y su aplicación). (1914).

R. Heller, Eine neue optische Methode zur Auffindung von Spermaspuren (Un nuevo método óptico para la investigación de rastros de esperma). (1915).

O. Klemm, Fluoreszenz-erscheinungen im Pflanzenreich (Los fenómenos de fluorescencia en el reino de la plata). (1917).

admite un paréntesis durante la guerra mundial) todavía debe haber existido otro motivo para impedir su inmediata aplicación, hasta el año 1925 en adelante.

Parece que no fué solamente la dificultad en la preparación de los filtros, sino también la falta de una fuente de luz adecuada, rica en rayos ultravioletas, y de fácil manejo. *Teóricamente* no tiene importancia el origen de los rayos ultravioletas. Se los puede tomar de la luz del sol, ó de cualquier lámpara de arco.

Pero *prácticamente* no llega aplicarse un método técnicocientífico, hasta tanto el instrumental sea de fácil manejo, y de aplicación segura en manos expertas. No hay duda, que la introducción del “análisis de luminescencia en luz ultravioleta filtrada” en los laboratorios de la ciencia é industria, sigue el desarrollo de la fabricación de las lámparas de cuarzo con mercurio, cuya luz es tan rica en rayos ultravioletas, y cuyo uso se divulgó tanto en el último decenio en la medicina.

Naturalmente se prepararon también filtros, formados por numerosas combinaciones de sustancias orgánicas é inorgánicas; ya sea en solución, ó distribuídas en gelatina. También se fabricaron numerosas clases de filtros de vidrio oscuro en los establecimientos más ilustres para productos de esta índole.

Como ya he dicho arriba se puede teóricamente utilizar como fuente de luz ultravioleta cualquier radiación que contiene estos rayos. El espectro del sol, que es visible hasta casi 3900 Angstrom, se continúa en el terreno de los rayos invisibles hasta la longitud de onda de 2900 Angstrom; el intervalo entre 3100 Angstrom y 2900 Angstrom es la parte más importante del espectro solar, porque son estos los rayos que condicionan la vida orgánica sobre la tierra.

El arco de luz de las lámparas de cuarzo con mercurio emite rayos invisibles hasta 2400 Angstrom. Para nuestro uso analítico, se filtra la luz de la lámpara de cuarzo por un vidrio oscuro, que retiene toda la luz visible, y la mayor parte de los rayos infrarojos, pero que deja pasar los rayos ultravioletas más fuertes de las longitudes de onda: 3660, 3150 y 2530 Angstrom.

Para los ojos del investigador parece pues, que no pasa ninguna luz por el filtro que cubre la lámpara de cuarzo, porque sus ojos no pueden verla, pero en seguida que se coloca un objeto bajo esta luz invisible, éste se hará visible por la emisión de su luz de luminescencia, característica para cada sustancia.

El análisis de luminescencia ofrece una ventaja muy apreciable por su acción puramente óptica, cuando se trata de objetos que no pueden ser examinados por medio de procesos químicos — como documentos, (4) billetes de banco, (5) valores fiscales (6), etc. Es decir simplemente por medio de la vista (utilizando los procedimientos técnicos correspondientes), se puede analizar un objeto, *sin alterarlo*, (y hasta sin tocarlo) en lo más mínimo.

Esta ventaja evidente, significa un gran progreso para las ciencias analíticas, y el método se ha divulgado en los últimos años en forma asombrosa. La bibliografía del análisis de luminescencia que conozco, suma en los últimos 10 años más que 800 libros y folletos, y abarca los temas más variados, como lo son: el análisis de sustancias orgánicas é inorgánicas; el análisis de minerales y joyas; de productos farmacéuticos; de sustancias alimenticias de toda índole. También se aplica en investigaciones biológicas y en medicina. Además se ha usado ampliamente este método en la técnica é industrias, como ser, en la fabricación de papel, de lacre, de colores y tintas; en la industria textil, del caucho, del cemento, del petróleo, y del azúcar. Se le ha usado además para examinar cuadros y objetos de arte, etc.

En el dominio de la medicina legal y de la criminología se puede, sin exageración, decir que el método de análisis de luminescencia en la luz ultravioleta filtrada se ha hecho indispensable, como también muy especialmente en la investigación de cualquier clase de documentos, cartas, mapas, etc., en bibliotecas y archivos.

Ya en 1925 antes del perfeccionamiento de la lámpara de cuarzo con mercurio, se encuentran publicaciones sobre la aplicación de métodos físico-químicos, y muy especialmente los de fluorescencia en la medicina legal.

4) *C. J. van Ledden Hulsebosc*, *Moderne Dokumenten-Untersuchung* (Investigación moderna de documentos). (1923).

5) *E. Glimm und H. Schroeder*, *Nachweis von Banknoten-fälschungen durch ultraviolette Strahlen* (Comprobación de falsificaciones de billetes de banco por medio de los rayos ultravioletas). (1928).

6) *W. Scheffer und P. Müller*, *Neue Anwendung der Quarzlampe in der Kriminalistik* (Aplicación moderna de la lámpara de cuarzo en la criminología). (1927).

(7) Desde el año 1926, se publican en número creciente investigaciones sobre el uso de los rayos ultravioletas filtrados en medicina legal y la criminología. (8) Se siguen rápidamente las publicaciones de los investigadores más ilustres en este campo, ligados a los Tribunales de Berlín, Amsterdam, London, París y otras grandes ciudades. Y todos coinciden en su opinión: que el método tiene un *valor único* para el descubrimiento de toda clase de falsificaciones, fraudes y estafas.

Sustancias colorantes, ú objetos teñidos que no pueden identificarse en la luz del día, se diferencian fácilmente bajo la lámpara de análisis. (9)

7) *H. Fischer*, Die physikalische Chemie in der gerichtlichen Medizin und in der Toxicologie mit specieller Berücksichtigung der Spektrographie und der Fluoreszenz-metoden (La físico-química en la medicina legal y la toxicología, considerando especialmente la espectrografía, y los métodos de fluorescencia). (1925).

8) *C. J. van Ledden Hulsebosch*, Verwendung der ultravioletten Strahlen in der Kriminalistik (Aplicación de los rayos ultravioletas en la criminología). (1926).

Rubner, Ultraviolette Strahlen und unsichtbare Geheimschriften (Rayos ultravioletas, y escrituras secretas invisibles). (1926).

F. Wiethold, Die Bedeutung der Analysen-quarz-lampe für die gericht-ärztliche Technik (La importancia de la lámpara de análisis de cuarzo para la técnica de la medicina legal). (1926).

H. Türkel, Die ultraviolette Strahlung in der modernen Kriminalistik (la radiación ultravioleta en la criminología moderna). (1926).

Bein und H. J. Braun, Quarz-lampen Analyse (Análisis por medio de la lámpara de cuarzo). (1928).

R. Gassul, Ueber den analytischen Wert der filtrierten ultravioletten (sogenannte Woodschen) Strahlen für Kriminalistik, Biologie und Medizin (sobre el valor analítico de los rayos ultravioletas (asi llamados "rayos de Wood") para la criminología, biología, y medicina). (1928).

A. Brüning, Entlastung des Beschuldigten durch wissenschaftliche Nachprüfung seiner Aussage (Descargo del acusado por revisión científica de su testimonio). (1931).

E. Jürgens, Photographische Aufnahmen im Ultraviolett und Ultrarot (Fotografía en luz ultravioleta, e infraroja). (1931).

C. A. Mitchell, Wissenschaftliche Beweisführung in kriminellen Fällen mit Hilfe von Schrift-stücken (Comprobación científica en casos criminales por medio de documentos manuscritos). (1932).

9) *A. Eimer, L. Widenmayer, und A. Stols*, Zur Möglichkeit der Beurteilung organischer Farbstoffe im Dunkelfelde der Analysenquarz-lampe (Sobre la posibilidad de distinguir las sustancias colorantes orgánicas en el campo visual oscuro de la lámpara de cuarzo para análisis). (1926).

Las diversas clases de papel, se distinguen sin dificultad, lo que significa que todo objeto, fabricado en base de papel, como ser: documentos, cartas, billetes de banco, etc., podrá ser reconocido en cuanto a su identidad por medio de los rayos ultravioletas filtrados. (10)

Imitaciones y falsificaciones, se distinguen fácilmente bajo la lámpara. La probabilidad que un billete de banco legítimo y uno imitado, emitan idéntica luz de luminescencia en todas sus partes, es igual al uno al infinito ($1 : \infty$). Habrá siempre una diferencia en uno ó varios lugares, por la diferente composición del papel, por la mayor o menor nitidez de la filigana, de la marca de agua, ó por la variación de los colores y sus tonalidades. (11)

Para cualquier clase de sellos y timbres vale lo arriba indicado, y los coleccionistas y comerciantes en timbres postales aprovechan ampliamente la facilidad que brinda este método para constatar las falsificaciones, é imitaciones que se presentan. (12)

En documentos y cartas se comprueba sin dificultad donde se haya borrado la escritura, (13) lo cual tiene la misma importancia para pleitos judiciales como para investigaciones históricas; y quiero decir aquí algunas palabras sobre el particular.

10) *W. M. Münziger*, Ueber die Lichtempfindlichkeit von Nitro-cellulose-schichten (Acerca la sensibilidad para luz de la nitrocelulosa). (1932).

11) *E. Bayle* und *H. George*, Schutz vor Fälschung von Geldscheinen, Schecks und dergleichen (Protección contra las falsificaciones de billetes de banco, giros, etc.). (1926).

D. J. Block, Herstellung von Papier für Schecks, Banknoten usw, (Fabricación de papel para giros, billetes de banco, etc.). (1928).

12) *O. Stiner*, Die Quarz-lampe als Mittel zur Erkennung von Fälschungen und Verfälschungen (La lámpara de cuarzo como medio para reconocer imitaciones y falsificaciones). (1927).

W. H. S. Chearin, Philatelistik und Fluoreszenz (Filatelia y fluorescencia). (1930).

A. Kufferath, Ein bedeutender Fortschritt in der Bestrahlungstechnik für den Briefmarken-sammler (Un adelanto en la técnica del análisis por radiaciones, para el filatelista). (1934).

13) *R. Mellet* und *M. A. Bischoff*, Anwendung der Färbemethode zum Sichtbarmachen von entfernten Schriften (La aplicación del teñido para hacer visible escrituras borradas). (1925).

(*C. A. Mitchell*, Tinten und ultraviolettes Licht (Tintas y la luz ultravioleta). (1930).

Toda nuestra vida moderna se halla basada en una forma muy especial, en la función que desempeña el papel. Desde la leyes más supremas, hasta el boleto con cual justificamos nuestra presencia en un tranvía rige lo escrito sobre una materia tan efimera como lo es el papel, los actos de nuestra vida.

La *firma* de un hombre, vale más que su *palabra*. Se puede, llamando a Dios como testigo, negar lo que se ha hecho, pero negar su firma, trazada con tinta sobre un pedazo de papel, y debidamente verificada, es imposible.

Papel, y lo que está escrito sobre él, tiene pues una importancia enorme en nuestra vida actual, y por eso es muy necesario que exista un método para verificar todo aquello que pudiera dar lugar a duda.

En la física se han hecho esfuerzos heroicas, para medir sin error una unidad de longitud, *el metro*. Por fin se determinó, llamar “metro” a la longitud de cierta barra de metal, conservada con todas precauciones en París; pero, para tener la seguridad de que se podría reproducir exactamente la longitud de ese *metro tipo*, en caso de ser destruido, se le comparó con la longitud de onda de cierta línea espectral, porque, longitudes de ondas son *constantes de la naturaleza*, y absolutamente invariables.

Del mismo modo es necesario recurrir a algo invariable para identificar papel y todo lo que toca a este punto, y este “algo” invariable es la luz de luminescencia que emiten los objetos, iluminados con luz ultravioleta filtrada.

En la mayor parte de los casos basta la observación visual de la luz emitida. Cuando hubiera duda sobre la identidad de dos radiaciones, se puede recurrir a su descomposición espectral. (14).

Además se puede hacer “resurgir” escrituras desvanecidas, por estar “lavadas”, ó bien por las influencias del tiempo ó de la humedad. En los archivos de cualquier índole, existen bastantes papeles, donde la escritura ha desaparecido, y como ahora tenemos el remedio para hacerla resurgir de nuevo, me parece un problema muy atractivo, investigarlos bajo la luz de la lámpara de cuarzo.

14) *W. Fabrikant*, Die Abhängigkeit der Fluoreszenz-intensität von der Wellenlänge der anregenden Strahlung (La dependencia de la intensidad de la fluorescencia respecto de la longitud de onda de la radiación excitante). (1933).

Chr. Winther, Ueber eine einfache Methode zur absoluten Messung von sichtbarer und ultravioletter Strahlung (Sobre un método sencillo para la medición exacta de radiaciones visibles y ultravioletas). (1913).

El análisis de luminescencia será también útil en la investigación de cualquier alteración ó violación de correspondencia. (15) Se puede verificar si una carta fué abierta y cerrada nuevamente, por medio de la luminescencia diferente de su goma ó lacre original, comparada con la que se usó para cerrarla. En casos de espionaje, escrituras secretas, correspondencia de presos, etc., se tiene hoy el medio para descubrirlas con toda seguridad, sin que se pueda luego decir que el objeto haya sido analizado. (16)

No he entrado en consideraciones más detalladas en cuanto a la aplicación de este método a las investigaciones históricas, porque entendí que su inmediata aplicación está en los Tribunales, por ser, como ya he dicho, rápido y seguro.

De esto se sigue, que la mayor parte de la literatura correspondiente, surgió de la investigación de documentos y objetos, presentados como prueba en diversos pleitos, que se tramitaban ante los Tribunales europeos.

Después de la conferencia se exhibió la lámpara más moderna de análisis por luminescencia: el "*Ultravisor*", (construída en Alemania por los *Sendlinger Optische Glaswerke*, Berlín), demostrando cómo se puede distinguir con facilidad cualquier tipo de papel, goma, tintas secretas, etc.

15) *O. Mezger*, Untersuchungen an Schriftstücken und Briefumschlägen (Investigación de documentos y sobres). (1920).

16) *G. Buhtz*, Eine Gefangene-geheimschrift mit einem verordneten Medikament (Una escritura secreta hecha con un remedio prescripto). (1926).

C. J. van Ledden Hulsebosch, Die Unterscheidung frischer Tintenschrift (La distinción de escritura con tinta fresca). (1927).

B. Langen, Geheim-schrift und unsichtbare Schrift (Escritura secreta y escritura invisible). (1930).

S. Türkel und *J. Daimer*, Geheimtinten (Tintas secretas). (1931).

EL ULTRAVISOR

se halla en venta en el Laboratorio

"R. W. Wood"

La Plata, Calle 1 N° 1267

U. T. Rocha 1463