

EL ANÁLISIS ESPECTRAL APLICADO A LA INVESTIGACIÓN DE DOCUMENTOS

María Guadalupe MARTÍNEZ FLORES*

El desarrollo de las ciencias forenses hoy día se ha visto beneficiado con el desarrollo tecnológico. En el campo de los documentos en particular, ha permitido que los nuevos avances tecnológicos se incorporen a los nuevos equipos de análisis documental, lo que ha dado por resultado la facilidad de visualización del estudio realizado, permitiendo además el guardar imágenes y someter el documento a un profundo estudio espectral a fin de detectar el rango de frecuencia de cada uno de los elementos de seguridad que lo constituyen, o bien realizar el estudio de los elementos que se le han adicionado al documento, como la escritura, sellos, hologramas, etcétera.

Es así que mediante un análisis espectral aplicado a la investigación y análisis documental es posible que el experto en documentoscopia determine:

- Autenticidad
- Falsedad
- Alteración
- Reconstrucción de textos

* Médica cirujana por la UNAM. Maestría en ciencias penales por el Inacipe y presidenta y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias Penales.

- Tintas
- Detección de sistemas de seguridad

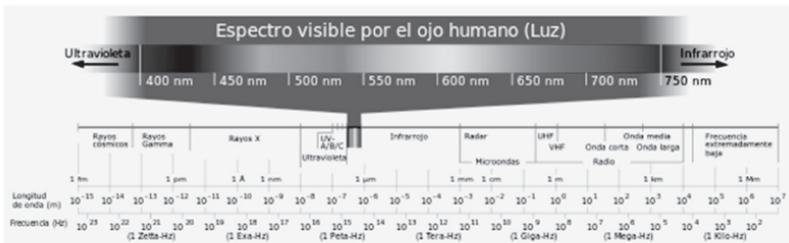
Para lo cual es importante conocer algunos pormenores de la luz que a continuación se mencionarán:

Se llama luz (del latín *lux, lucis*) a la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano.

En física, el término luz se usa en un sentido más amplio, e incluye el rango entero de radiación, conocido como el espectro electromagnético, mientras que la expresión luz visible denota la radiación en el espectro visible.

Espectro visible

Es la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir, y se le llama luz visible o simplemente luz. Un ojo humano responderá a longitudes de onda desde 400 a 700 nm, aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780 nm.



Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto, se denomina espectro electromagnético, o simplemente espectro, a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. La radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar. Los espectros se pueden observar

mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre este, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación

Infrarrojo (IR). Sus longitudes de onda van desde 1 mm hasta los 10-6 m, aproximadamente (frecuencias entre $3 \cdot 10^{11}$ y $3 \cdot 10^{14}$ Hz). Son emitidas por los cuerpos calientes, como las brasas de una chimenea. La mitad de la energía irradiada por el Sol son rayos infrarrojos.

Los colores del arcoíris:

Rojo	620 a 1000 nm
Naranja	590 a 620 nm
Amarillo	550 a 590 nm
Verde	490 a 550 nm
Azul	430 a 490 nm
Violeta	390 a 430 nm

Ultravioleta. Son radiaciones que se encuentran más allá del violeta. Sus longitudes de onda abarcan desde 390 nm hasta 1nm (frecuencias entre $7 \cdot 10^{14}$ y $3 \cdot 10^{17}$ Hz). Su energía es suficiente para romper enlaces químicos o producir ionizaciones.

La región ultravioleta del espectro solar se divide en tres partes: UV-A, que abarca el rango de 320 nm a 390 nm; UV-B, que va de 280 nm a 320 nm, y la denominada UV-C, que corresponde a las longitudes de onda inferiores a 280 nm.

Tomando en consideración que los actuales sistemas de seguridad de todo tipo de documentos están principalmente relacionados con las tintas con que se elaboran y dentro de ellas existe una gran diversidad que puede ser utilizada en diferentes partes del mismo o combinarse con otro sistema de seguridad, como los microtextos, tenemos como resultado que la gama es muy amplia, y que dependerá de la persona o institución que lo requiera, una vez definido el elemento o elementos de seguridad que requiere y el lugar o lugares del documento en el que serán colocados se elaborará y se guardará secrecía de su constitución.

Por consiguiente, corresponde al experto en documentoscopia la localización y análisis de todos los elementos de seguridad que contenga el documento para determinar su autenticidad, alteración o falsificación. Para ello tendrá que someter el documento motivo de estudio a su análisis general y de laboratorio con el fin de detectar los diversos sistemas de seguridad que lo integran mediante la realización de un análisis espectral a través del cual puede observar.

Fibrillas

Como su nombre lo indica, son pequeñas fibrillas que se agregan cuando se está llevando a cabo la fabricación del papel seguridad, con el propósito de que queden en el tramado; por consiguiente, su distribución en el papel es aleatoria, son de diversos colores y pueden ser vistas a simple vista, o si se desea serán invisibles; sin embargo, se les puede adicionar una tinta para hacerlas fluorescentes ante un análisis espectral al someterlas a luz ultravioleta.

Planchetes

A diferencia de las fibrillas, que son elementos alargados, los planchetes son elementos redondeados o hexagonales que se adhieren al soporte del documento, generalmente posteriores al proceso de fabricación; en este caso presentan pequeñas salientes que se utilizan para ser adheridas al papel; sin embargo, si se desea también se pueden adicionar en el momento de la fabricación del papel para evitar su desprendimiento, ya que quedarán mezclados en su trama. Estos pueden ser de color visible a simple vista o invisibles; sin embargo, también se les puede agregar una tinta que los hará visibles a la luz ultravioleta, o bien una iridiscente, que le conferirá la propiedad de cambiar de color al movimiento.

Tinta ópticamente variable (OVI)

Denominada tinta OVI por sus siglas en el idioma inglés (*optical variable ink*), como su nombre lo indica, es una tinta que tiene la particularidad de cambiar de color dependiendo del ángulo de iluminación y de observación de la persona que tiene el documento.

Tinta sangrante

Este tipo de tinta es especial para detectar alteraciones de tipo borraduras que ocasionen daños al documento, especialmente las mecánicas, debido a que al realizar la impresión en el documento la tinta penetra y se adhiere al papel de manera profunda, de tal forma que cuando se lesiona la impresión que contiene este tipo de tinta de seguridad es muy notorio, porque está muy adherida en la masa del papel. Esta tinta también puede combinarse con otra fluorescencia, y al ser dañado el documento también se detectará por fluorescencia en el análisis espectral.

Tinta fugitiva

Al igual que la anterior, también es una tinta especial para la detección de alteraciones, ya que sus componentes impresos pueden sufrir cambios en su tonalidad o hasta llegar a desaparecer en el documento en el momento en que alguna persona desee alterar el documento utilizando disolventes o agua, lo cual será detectado por el experto tanto a simple vista y más detallado con el uso de aparatos específicos para el análisis espectral.

Microimpresiones

La mayoría de los documentos actuales cuentan como medida de seguridad con pequeños textos impresos en determinados

sitios del documento, pudiendo estar en más de un lugar y ser uno o varios los microtextos contenidos. El objetivo de ellos es que no sean visibles a simple vista, y que en su lugar solo veamos una línea. Generalmente los microtextos contienen datos relacionados con la institución o empresa que emite el documento o con los datos personales de a quien se le expide como un control de seguridad. Los microtextos, al ser analizados por el experto en documentoscopia con el equipo adecuado, serán revelados y determinarán la autenticidad o falsedad del documento o la identificación de la persona o impostor.

Diferenciación de tintas

Uno de los cuestionamientos que se presentan en los estudios documentales es el saber si un documento fue elaborado con una misma tinta, especialmente cuando esta es del mismo color y a simple vista se ve igual o con una mínima diferencia de color. Este tipo de documentos son sometidos a un análisis espectral, en donde se estudiará y obtendrá la frecuencia de la luz a la que reacciona cada una de las tintas que constituyen el documento, de tal manera que obtendrá los rangos para todo lo escrito y determinará si todo él fue elaborado con una misma tinta o bien si intervino en su elaboración más de una tinta de un mismo color, lo cual a simple vista aparenta ser una sola; sin embargo, sus componentes de elaboración son diferentes, y eso hará que su espectro sea diferente, y que solo en la luz visible al ojo humano de la apariencia de ser igual, el resultado del análisis espectral dará la conclusión al caso y determinará si es una sola tinta o son más, y qué partes pertenecen a cada una de ellas. Lo anterior se realiza sin necesidad de efectuar pruebas químicas en las que se requiere la mutilación de un pequeño segmento del documento o cualquier otra prueba destructiva y con un grado de confiabilidad total, dando así resolución a muchos casos judiciales.

Textos no visibles

En los casos de textos escritos a mano, en los que por el paso del tiempo y por su mala conservación ya no es visible a simple vista el contenido de los mismos, la posibilidad de hacerlos visibles nuevamente es mediante la utilización de otras frecuencias de espectro de luz, que permitirá hacerlas visibles al ojo humano. Es por ello que el experto utilizará un equipo de análisis espectral, ya que con un buen estudio es posible reaparecer los textos que se han perdido y que serán fijados fotográficamente o mediante imágenes digitales como evidencia del contenido de ese documento.

Textos tachados o repasados

Cuando un documento es tachado dolosamente para borrar su contenido o parte de él con una pluma del mismo color o de diferente color, es posible, mediante el uso del equipo de análisis espectral, recuperar el texto que fue borrado a pesar de que a simple vista no sea visible. Lo mismo sucede con un documento al cual se repasó el texto o la firma. Es posible mediante un buen estudio conocer el texto o firma original y conocer los repasos o adiciones que se realizaron al documento. Lo anterior, utilizando diversos filtros y frecuencias de luz para analizar la reacción de cada uno de ellos en el espectro, y determinar así las frecuencias de cada tinta, lo que las hará visibles en ese momento y las diferenciará de las demás.

Hilo de seguridad

Tradicionalmente, el hilo de seguridad era, como su nombre lo indica, un hilo compuesto de varias hebras, al que se le adicionaban tintas que no son visibles a simple vista; sin embargo, si son sometidos a una luz ultravioleta presentará fluorescencia. La variedad en ellos va desde los ya descritos hasta los metalizados. En

su elaboración se les puede incluir microtextos, o lecturas mecanizadas; también pueden ser cosidos al documento y visible, oculto a simple vista o aventanillado; es decir, es visible en algunas partes y en otras se oculta en el documento. Debido a ello, debe ser analizado con mucho cuidado y detalladamente utilizando diferentes frecuencias de espectros a fin de poder detectar todos sus elementos de seguridad que lo componen.

Lectura mecanizada

Se trata de información que se desea almacenar en el interior de lo que a simple vista se ve como unas líneas de diferente grosor, y en los espacios en blanco que comúnmente conocemos como código de barras, mismo que al ser analizado con el equipo adecuado permitirá hacer visible la información contenida.

Síntesis del trabajo

Debido a la falsificación frecuente de diversos documentos de identidad, pagarés, tarjetas de crédito, cheques, títulos universitarios, etcétera, las instituciones y las empresas se han visto en la necesidad de mejorar sus documentos, lo cual ha generado el desarrollo de diversos sistemas de seguridad, para evitar la falsificación, mismos que se pueden encontrar en la elaboración del papel, en la impresión de sus diseños, en las tintas que utilizan y en los elementos que se le adicionan, como los hologramas, kinegramas, etcétera.

A la par con este mejoramiento se han desarrollado las metodologías y técnicas periciales, con la finalidad de capacitar a los expertos en documentoscopia en el conocimiento de los sistemas de seguridad, y al mismo tiempo en el uso de tecnología que permita detectar aquellos que no son visibles al ojo humano por la longitud de onda que se utiliza, o bien porque el mismo sistema así lo requiere. El análisis espectral al que deben ser sometidos todos los documentos de estudio brinda una gran utilidad a

los expertos, ya que permite la visualización de los sistemas de seguridad que lo integran, logrando así determinar si se trata de un documento auténtico o falso. La importancia de este análisis es que se hace en poco tiempo y, sobre todo, que no es destructivo, ya que únicamente se basa en el estudio espectral de los componentes de un sistema de seguridad que se le adicionó para evitar su falsificación, siendo hoy día una de las técnicas más avanzadas en este tipo de análisis pericial.