

APLICACIONES DE LA ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA. ANÁLISIS CON FINES JUDICIALES

Marisela P. Gutiérrez Franco*, Benjamín Ruiz Loyola**

El objetivo de este artículo es divulgar una aplicación específica de una de las herramientas analíticas más versátiles y sencillas de la actualidad, específicamente en el campo de la administración de justicia. Se espera con ello el contribuir a la difusión del conocimiento de esta herramienta, así como a la actualización de muchos de los lectores.

En este artículo hablaremos de algunas posibilidades que se tienen de aplicar la espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier al campo específico de la investigación judicial para la prevención de los delitos o, en su caso, el demostrar la culpabilidad (o inocencia) de quienes hayan sido inculcados de algún ilícito. No abundaremos en la tecnología de FTIR, más bien hablaremos de algunos tópicos en los cuales se ha encontrado que esta técnica ha resultado aplicable.

Uno de los problemas más agudos que enfrenta la investigación judicial es la identificación inequívoca de las pruebas que sustentan una acusación; de lo contrario, los acusados pueden recuperar su libertad por falta de pruebas. Ahora que en nuestro país se pretende garantizar los derechos humanos de aquellos inculcados de la comisión de un delito, se hace necesaria la capacitación de los cuerpos de policía y el poner en práctica nuevos métodos de investigación que permitan encontrar las pruebas necesarias para castigar a los delincuentes, dejando a salvo sus derechos como seres humanos.

Desde hace mucho tiempo, en el campo específico de los estupefacientes, se han utilizado métodos como el desarrollo de color, las pruebas de cristales, la cromatografía de gases, el UV y el IR, incluso el FTIR (Higgins *et al.*, 1988; Mills III, Price

y Robeson, 1982). Sin embargo, el problema que se tiene con estas técnicas es la dificultad para separar las complejas mezclas que se comercializan en las calles. Cada corte que se hace a un lote de cocaína base, por ejemplo, diluye su concentración y puede hacer más complicada la separación de la mezcla. "De hecho, en muchísimas ocasiones estas mezclas no se pueden separar por extracción, lo cual hace sumamente valiosa a la combinación de GC/Masas como un método rápido de separación e identificación de estas mezclas. Sin embargo, la espectroscopía IR puede requerirse para la distinción de isómeros o certificación de la identidad de alguna de las fracciones separadas" (Kempfert, 1988).

La técnica más empleada para esto ha sido el acoplamiento GC/FTIR. Ésta se ha utilizado con mucho acierto para la identificación de cocaína, seudococaína y metanfetamina, entre otras sustancias ilícitas y comercialmente disponibles.

Antes de que este acoplamiento de técnicas se aplicara al campo específico del narcotráfico, se le ha utilizado para la separación e identificación de mezclas complejas como las formadas por disolventes, compuestos petroquímicos, sabores y fragancias. En la identificación de drogas, se han logrado resolver por este método mezclas como, por ejemplo, las siguientes:

- a. Metanfetamina + fenmetrazina
+ butalbital + meperidina
+ benzfetamina + fenciclidina
+ cocaína.
- b. Lidocaína + dibucaína + procaína
+ cocaína.
- c. Cocaína + seudococaína.
- d. *N,N*-Dietil amida del ácido lisérgico (LSD) + *N*-metil, *N*-propil amida del ácido lisérgico (LAMPA).
- e. Amobarbital + fenobarbital
+ pentobarbital + secobarbital
+ butabarbital.

Se ha llegado a concluir que "la separación por GC y la obtención del espectro FTIR en fase de vapor es una técnica aceptable y valiosa para la separación, diferenciación e identificación de drogas de clases muy relacionadas, incluyendo isómeros geométricos" (Kempfert, 1988). También se ha mencionado que el uso de bibliotecas computarizadas almacenadas en la computadora asociada al aparato de FTIR y la capacidad de búsqueda y comparación entre la biblioteca y los espectros determinados de muestras reales, permiten llegar a proponer una identidad para sustancias desconocidas y verificar la identidad de compuestos de los cuales se presume puedan ser drogas (Mills III, Price y Roberson, 1982; Beauchaine, Peterman y Rosenthal, 1988). La sensibilidad del método varía para cada clase de droga y se requiere de 50 a 100 ng de muestra para tener un espectro confiable y preciso; esta cantidad no es excesiva si se considera que las dosis habituales de administración de las drogas rondan cerca de unos cuantos miligramos.

El empleo de esta técnica permitiría, en consecuencia, una adecuada identificación que permita acusar o levantar acusaciones con bases más firmes.

Por su parte, las técnicas de FTIR/microscopía (Beauchaine, Peterman y Rosenthal, 1988) han permitido no solamente el identificar drogas, también han ayudado a esclarecer la identidad y posible origen de fibras textiles, líquidos, etcétera. Como en el caso anterior, mucho del éxito del trabajo depende de la efectividad de la computadora asociada al FTIR y, principalmente, de la biblioteca de referencia que contenga. Diferentes bibliotecas de búsqueda son auxiliares en diferentes encargos. Por ejemplo, el Buró de Investigación de Georgia cuenta con una base de aproximadamente 1000 espectros de pintura automotriz para la identificación de rastros

*Depto. Química Analítica, Facultad de Química, UNAM.

**Depto. Química Orgánica, Facultad de Química, UNAM.

Recibido: 10 de enero de 1993

Aceptado: 10 de mayo de 1993.

de pintura en casos en los que intervengan automóviles y en los que la identificación de la pintura permita tomar decisiones acertadas. La Universidad de Michigan construye una base similar para identificación de fibras. En ambos casos, la preparación de la muestra se reduce al simple hecho de enfocar el haz de radiación infrarroja cuando se utiliza microscopía infrarroja. Los aditamentos ópticos de la sección de microscopía, tales como los polarizadores, permiten una adecuada diferenciación visual de los materiales en estudio, al ayudar a una más sencilla determinación de aquellas áreas que puedan analizarse por FTIR, eliminando los procesos de separación tanto físicos como químicos, procesos que son a la vez tediosos y consumidores de tiempo en ocasiones muy valioso y escaso. Las muestras en polvo, que debían ser disueltas en KBr o suspendidas en nujol, ahora pueden ser analizadas con esta técnica mixta lo cual brinda mayor seguridad en el espectro, así como una investigación más fácil y rápida.

Con esta técnica ha sido posible identificar, sin lugar a dudas, cocaína (en forma de clorhidrato) rebajada con el monosacárido inositol, utilizado para diluir (rebajar o cortar) la cocaína pura, obteniéndose el espectro de ambas sustancias sin necesidad de preparación, solamente con colocar un poco de la mezcla en una ventana de bromuro de potasio y enfocar a la parte amorfa (cocaína) o al cristal más regular (inositol), sin destruir la evidencia. Esto permite ahorro de tiempo, una mayor exactitud en la identificación y la conservación de la muestra problema tal cual se obtiene de las fuentes originales, a fin de que no se alegue manipulación y/o adulteración por parte de las autoridades.

Como ejemplo de lo anterior, tenemos en la figura 1 el espectro que se obtiene de una mezcla de inositol y cocaína (cocaína rebajada o cortada), mediante la técnica de pastilla en bromuro de potasio. No sería posible el afirmar categóricamente que se trata de uno o de otro. Si la misma muestra se coloca en el aparato FTIR/microscopio y se enfoca a la parte cristalina, se obtiene el espectro que se muestra en la figura 2, correspondiendo inequívocamente al inositol; si se enfoca al polvo amorfo, se obtiene el espectro que se muestra en la figura 3, identificándolo como cocaína. La muestra

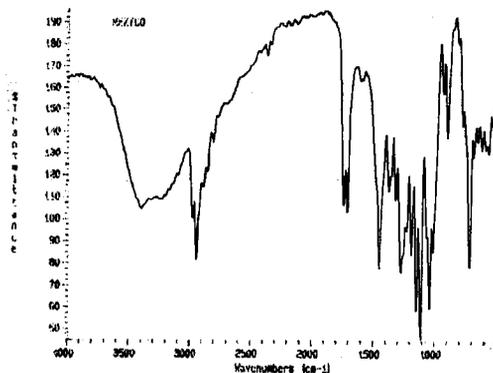


Figura 1.

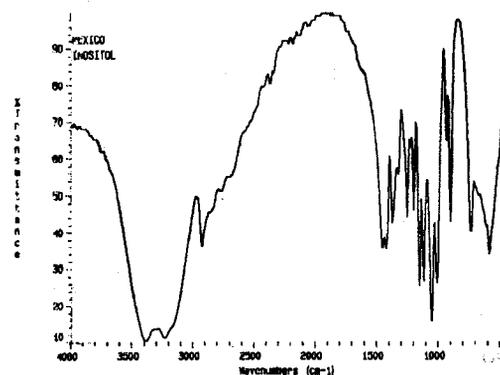


Figura 2.

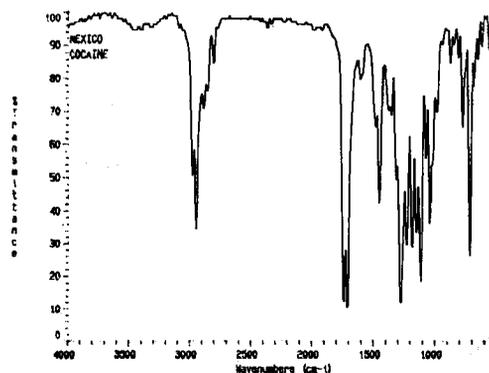


Figura 3.

no ha sido alterada, quedando disponible como prueba judicial, en tanto que los componentes han sido identificados a satisfacción.

También ha sido posible el identificar el tipo de pintura y su origen, a partir de un fragmento de 100 x 25 mm obtenido de un automóvil. De igual manera, sin que se tengan completas las bibliotecas para uso judicial, se está trabajando con fibras textiles y polímeros. Por ejemplo, esta técnica permitiría el identificar el origen del poliuretano de una balata de frenos automotrices que fallara dando lugar a un siniestro, para deslindar responsabilidades en términos de las aseguradoras.

A medida que se desarrollen más estas aplicaciones, el uso de FTIR se volverá más

frecuente y rutinario. Las técnicas mixtas, como las mencionadas aquí, cada día serán más comunes y dejarán de ser una idea de programa de televisión o de película. 

BIBLIOGRAFÍA

- Beauchaine, J. P., Peterman, J. W. and Rosenthal, R. J. Applications of FTIR/Microscopy in Forensic Analysis, *Mikrochim. Acta [Wien]* **1**, 133-8, 1988.
- Higgins, G., Jackson, J.V., Fox, R.H., Curry, A.S., Leach, H., Daghish, C., Chapman, D.I., Moss, M.S., Stevens, H. M., Clark, E.G.C. and Smith, R.L., *Isolation and Identification of Drugs*. E.G.C. Clark, Ed., The Pharmaceutical Press, London, 1988.
- Kempfert, K. Forensic Drug Analysis by GC/FTIR, *Applied Spectroscopy* **42**[5], 845-9 (1988).
- Mills III, T., Price, W. N. and Roberson, J.C. *Instrumental Data for Drug Analysis*, B.A.J. Fisher, Ed. Elsevier, New York, 1982 (2 v.)