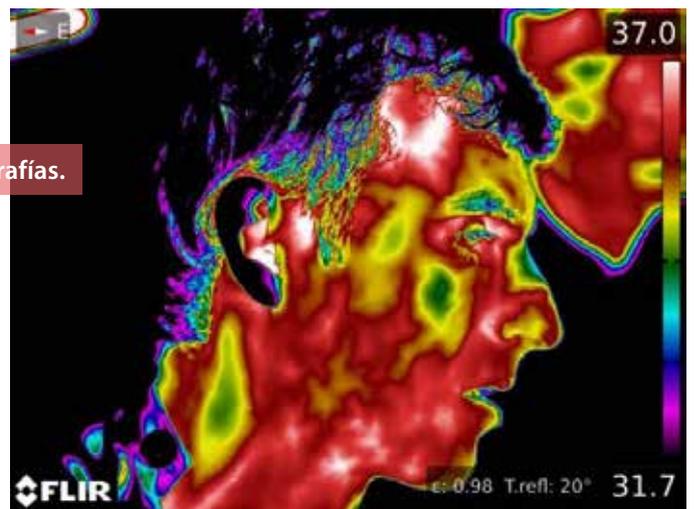


Termografías.



## TECNOLOGÍAS FOTÓNICAS Y DE IMAGEN APLICADAS AL SECTOR COSMÉTICO

En el siguiente artículo se repasan los sistemas basados en la fotónica con aplicación en la industria cosmética y se analizan sus ventajas frente a otros métodos de caracterización y estudio utilizados tradicionalmente.



ANTONIO CASTELO, SERGIO GARCÍA  
Y YAGO SÁNCHEZ

### División de Imagen y Fotónica en Álava Ingenieros

El sector cosmético ha estado siempre presente de una u otra forma en la historia de humanidad, y se ha convertido en uno de los mercados más importantes de la actualidad, tanto por volumen de negocio como por su impacto global en las sociedades de cada país del mundo. Desde tiempos inmemoriales, la preocupación del ser humano por su aspecto ha derivado en la utilización de productos para mejorar su presencia frente a nuestros semejantes. Tanto en el antiguo Egipto como en la época del Imperio Romano o durante el Renacimiento, las clases con un estatus social más alto utilizaban diversos elementos y sustancias

para cambiar su apariencia u ocultar defectos en su fisonomía. Con el paso de los años, el resto de la población ha podido acceder a este tipo de productos, aumentando y diversificando la oferta de sustancias cosméticas en el mercado.

Este fenómeno se ha visto ayudado por la sustitución paulatina de los métodos de fabricación artesanales por procesos más industrializados. Como ocurre en muchos otros sectores, esta tendencia va de la mano de un interés de los diferentes productores por la caracterización química y física de los diferentes componentes de sus cosméticos, con el fin de entender la funcionalidad de cada uno y poder alterarlos de forma individual para mejorar sus efectos, modificar sus propiedades o mejorar e incrementar la producción.

Además de este interés con fines productivos, la reciente preocupación por el

impacto de las distintas sustancias que nos rodean sobre el ser humano, ha derivado en una necesidad de estudiar más en detalle los efectos de una misma sustancia en diferentes individuos.

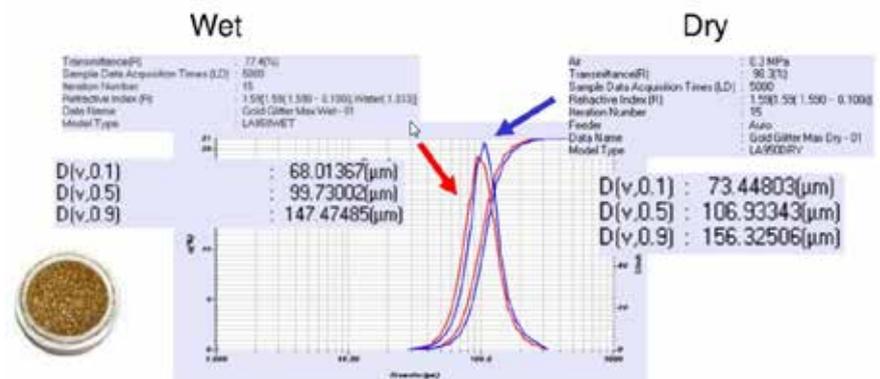
Las recientes e innovadoras técnicas de imagen y fotónica permiten complementar la información obtenida con los procesos de caracterización y estudio que se han usado tradicionalmente. Por un lado, cuentan con ventaja de realizar ensayos no destructivos del producto, así como analizar tejidos de los pacientes in vivo sin causar ningún tipo de daño. Además, el uso de estas tecnologías muestra detalles que permanecen ocultos a otras técnicas, y permite observar fenómenos y reacciones invisibles al ojo humano. En este artículo hacemos un repaso de algunas de las técnicas fotónicas y de visión más novedosas y que poseen un gran interés para el sector de la cosmética.

## MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN CON SISTEMAS MULTI E HIPERESPECTRALES

Las cámaras multiespectrales e hiperespectrales ofrecen datos del comportamiento espectral del material presente en la imagen. A diferencia de la espectroscopía tradicional, este tipo de cámaras aportan datos para una superficie bidimensional (X, Y) en las longitudes de onda (Z) de trabajo del detector incorporado. Mediante la medida de la reflectancia espectral (cada material tiene una firma espectral única) es posible no solo identificar un material, sino caracterizar sus propiedades y llevar a cabo una verificación de las mismas. Mediante la aportación de luz policromática previamente caracterizada al material objeto de estudio y la captura de la reflexión de esa misma luz, somos capaces de conocer si el compuesto principal se ha suministrado en las cantidades correctas, si existe algún contaminante o si hay presencia de objetos extraños "invisibles" al ojo humano, etc.

De la misma forma, este tipo de cámaras son de gran ayuda a la hora de estudiar coloraciones y pigmentaciones en la piel. Gracias a la elevada resolución espectral (<1nm) que ofrecen estas cámaras, es posible identificar melanomas que todavía no son visibles al ojo humano e identificar el tipo de afección en concreto. La gran ventaja de estas cámaras es que ofrecen información de superficies que pueden abarcar varios centímetros, permitiendo de esta forma identificar los límites de esa coloración/pigmentación de forma muy precisa.

Es importante remarcar el hecho de que es necesaria una caracterización espectral previa de los materiales que se vayan a analizar, de forma que se generen librerías con información que provenga de muestras "patrón" y se puedan establecer relaciones entre esas imágenes tomadas de muestras patrón y los casos reales de estudio.



**Tamaño de partícula en brillantina dorada en polvo. Comparación de las medidas realizadas por vías seca y húmeda en equipo LA-960 de HORIBA.**

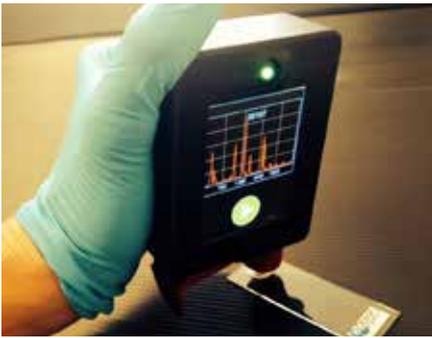
## TÉCNICAS FOTÓNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS TAMAÑOS DE PARTÍCULAS

Muchos productos cosméticos, como los lápices de labios, el maquillaje facial en polvo, las cremas solares o los productos hidratantes, contienen partículas muy pequeñas o consisten en emulsiones en las que pequeñas partículas o gotas se encuentran en suspensión en otro medio más o menos viscoso. Medir los tamaños de las partículas es un proceso fundamental para estudiar la validez de las diferentes materias primas que se pretenden utilizar en la fabricación de estas sustancias, así como para realizar un posterior control de calidad de los productos terminados (para asegurar que la distribución de tamaños de partículas es la que se pretende conseguir).

Los tamaños de las partículas presentes en este tipo de productos afectan, por un lado, al aspecto posterior que ofrezcan después de su aplicación. El color, el brillo y la textura que muestren sobre la piel son factores que dependen de la distribución del tamaño de las partículas en el producto final. Además, en el caso de cremas o emulsiones, la correcta penetración en la piel y las posibles propiedades abrasivas o exfoliantes que pueda tener una sustancia, se ven determinadas por los tamaños de las partículas presentes en su composición. Recientemente, la preocupación por el efecto de las nanopartículas

sobre la salud del ser humano hace que este tipo de medidas sean muy importantes para evaluar el posible riesgo que existe en el momento de la aplicación de un cosmético sobre la piel o de los trabajadores que manejan estos productos.

La medida de los tamaños de partículas en este tipo de productos se realiza por las técnicas de difracción láser y de dispersión estática de la luz. Ambas técnicas se basan en el comportamiento de la luz cuando incide sobre una partícula: se desvía del camino que llevaba originalmente. Esta desviación depende del tamaño de la partícula que se encuentre, tomando un ligero ángulo en el caso de partículas más pequeñas y llegando a reflejarse hacia atrás en el caso de partículas más grandes. La utilización de un conjunto de sensores para detectar esas desviaciones de la luz en torno a la zona de medida nos permitirá distinguir el tamaño de la partícula sobre la que está incidiendo la luz en cada instante. Para obtener la distribución completa de una muestra con partículas de muchos tamaños, se puede hacer circular la muestra por la zona de medida dispersa en un medio líquido o se puede hacer caer la muestra "seca" sobre la zona de impacto de la luz en forma de una fina lluvia de partículas. Este tipo de técnicas nos permiten estudiar también la estabilidad de suspensiones o emulsiones, para controlar que su estado y propiedades



**Análisis de muestra cosmética mediante un equipo Raman portátil. Para amplificación de la señal se procede a la utilización de un sustrato SERS. La señal obtenida es característica de material analizado.**

se mantienen con el paso del tiempo. En este caso, basta realizar un estudio similar aplicando un cierto voltaje a la muestra a medir, lo que provoca una circulación de las partículas dentro de la misma. De esta forma se obtiene el parámetro conocido como Potencial Z, que nos permite conocer la estabilidad de un producto.

**ESPECTROSCOPIA RAMAN**

La espectroscopía Raman es otra técnica fotónica de alto interés en el sector de la cosmética, y que comparte el principio de las técnicas multi e hiperspectrales que ya hemos descrito anteriormente. En este caso, se trata de hacer incidir un haz láser a una longitud de onda (o color) concreto sobre una muestra, de forma que la sustancia sobre la que incide el haz emite a su vez una radiación conocida como Raman. Esta radiación Raman se puede mostrar como una curva espectral, que es característica y única para cada sustancia. Analizando la posición e intensidad de los picos se puede obtener información acerca de la concentración y pureza de los componentes del cosmético, de la presencia de contaminantes o adulterantes en el producto y de la uniformidad de la mezcla.

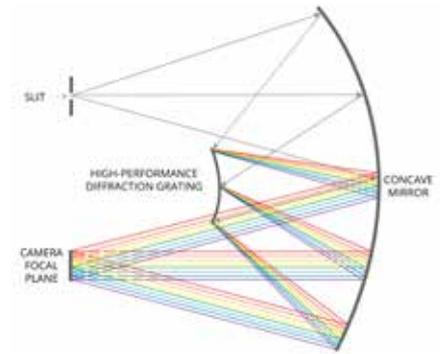
Existen actualmente sistemas portátiles que permiten realizar rápidos estudios de campo para comprobar composiciones o

detectar falsificaciones, pero cuentan con la desventaja de que su sensibilidad no es demasiado alta en el caso de tener que analizar pequeñas concentraciones de una sustancia. En estos casos, los microscopios Raman permiten enfocar toda la potencia del láser en zonas más pequeñas de la muestra y realizar análisis más en profundidad, incluso de los componentes que se encuentran en menor cantidad. En general, la desventaja de la técnica Raman es que requiere de cierto conocimiento previo a la hora de analizar nuevas sustancias y componentes, y exige una calibración previa con diferentes concentraciones de un elemento para poder entender a qué concentración equivale la señal que está recibiendo el equipo. Existen equipos comerciales con librerías de información de los principales componentes presentes en elementos médicos y cosméticos, pero en análisis de nuevas sustancias siempre corre el riesgo de que un componente en particular no haya visto reflejado anteriormente.

**OTRAS TÉCNICAS: TERMOGRAFÍA INFRARROJA, VISIÓN ARTIFICIAL...**

Los nuevos productos cosméticos se deben ensayar en diferentes medios antes de su lanzamiento, en ocasiones estos test se llevan a cabo sobre tejido vivo. Una de las formas más efectivas de comprobar los efectos sobre el tejido en el que se aplica el producto es la utilización de una cámara termográfica.

Estas cámaras permiten “ver” el calor ya que son capaces de captar la radiación infrarroja emitida por un cuerpo (cualquier elemento que esté por encima del cero absoluto emite radiación) y transformar dicha radiación captada en temperatura gracias a la relación directa que existe entre ambos parámetros. La extraordinaria sensibilidad térmica, es decir, a los pequeños cambios de temperatura que ofrecen estas cámaras, ayuda a prevenir ciertos efectos



**Imagen concéntrica.**

indeseados en un producto final. Esto significa que si por ejemplo, al testear una nueva crema sobre la mejilla ésta provoca una reacción alérgica (por pequeña e indolora que sea), esta será rápidamente detectada a través del pequeño cambio en la temperatura de la zona colindante.

Por su parte, las tecnologías y técnicas de visión artificial tienen una gran implantación en la producción de productos de la industria cosmética, ya sea en la fase de fabricación, envasado, etiquetado o empaquetado del producto final como en el control de calidad del proceso productivo en sí. Estos controles son si cabe aún más estrictos y necesarios en este sector, en el que por un lado el aspecto sanitario es muy relevante y por otro se requiere una gran calidad en el acabado final del producto, todo ello sin repercutir en los costes de producción, frecuencia de fabricación, etc.

Las tecnologías empleadas son muy diversas e incluyen cámaras matriciales y lineales de gran resolución, sensibilidad y/o velocidad, sistemas de iluminación, cámaras 3D y ToF (tiempo de vuelo), software de captura y análisis o cámaras inteligentes integradas.

En cuanto a las aplicaciones... ¡Son innumerables! Desde el control dimensional a la lectura de códigos de barra y etiquetas, pasando por la robótica, controles de estanqueidad, llenado, colorimetría, etc ■