

**MARTA CASTILLEJO**

Instituto Rocasolano C.S.I.C.

# **DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO LÁSER PARA LA LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN DE PINTURAS ARTÍSTICAS**

## **INTRODUCCIÓN**

En este proyecto, aprobado por la U.E., participamos mi colega Margarita Martín y yo misma del Departamento de Química láser del Instituto de Química-Física Rocasolano del C.S.I.C.

En primer lugar hablaré, brevemente, de los fundamentos de la utilización del láser para la restauración de pinturas artísticas, tema completamente distinto del que se ha venido hablando esta tarde con relación a la piedra.

En segundo lugar, hablaré del proyecto en sí, de cuales son los participantes, los objetivos y la metodología de trabajo.

### **FUNDAMENTOS DE UTILIZACIÓN.**

Una pintura artística es un sistema compuesto por un conjunto de capas, cada una de ellas formada por materiales distintos y con propiedades distintas. Tendríamos un lienzo, como soporte, a continuación la preparación, una capa que contendría pigmentos, una suma de capas con barnices y luego la suciedad.

Lo que nosotros buscamos a la hora de restaurar la superficie sería eliminar las capas más externas, sin dañar las más internas.

La interacción del láser con los materiales que existen en la superficie se realizaría sobre la base de tres mecanismos distintos:

- Mecanismos de tipo fotoquímico, en los cuales el láser induce una fotodescomposición selectiva, o lo que es lo mismo, una ruptura de enlaces químicos en las moléculas que componen el material bajo tratamiento.
- También incide térmicamente sobre el material, simplemente calentándolo y produciendo vaporización de dicho material.
- Finalmente, un mecanismo de tipo fotomecánico en el cual, el hecho de que los distintos materiales tengan coeficientes de expansión térmica diferentes daría lugar a la creación de ondas de choque que provocarían, la eyección del material a eliminar.

Estos tres procesos pueden estar participando simultáneamente en el momento de la limpieza y la contribución relativa estaría determinada por las condiciones experimentales en las que se trabaja. Dichas condiciones dependerían de cómo se está focalizando el láser, que cantidad de energía se aplica por pulso, cual es la longitud de onda, cuanto duran los pulsos, etc. También influye la atmósfera en la que se esté trabajando, si es una atmósfera de aire o bajo un determinado gas, y por supuesto las características del material que recibe el tratamiento.

### **INTERACCIÓN CON SUPERFICIES PICTÓRICAS.**

Para la limpieza de pinturas artísticas, eliminación de barnices oxidados y repintes, son requeridos láseres en la región del U.V. del espectro, por debajo de los 300 nm. Con el fin de maximizar los efectos de tipo fotoquímico y minimizar los de tipo térmico, que lo que harían sería quemar los materiales de la obra de arte.

En el caso de la limpieza de pinturas artísticas, el tipo de proceso que se establece es un proceso de **fotoablación** de las capas superficiales. La luz U.V. que incide sobre el material lo que hace es producir una ruptura fotoquímica de los enlaces moleculares presentes en el medio, con mínimos efectos térmicos y una onda expansiva que eyecciona el material; a este proceso se le denomina fotoablación.

La ventaja que tiene el láser es que proporciona una gran resolución y, seleccionando adecuadamente los parámetros del mismo, es posible eliminar capas superficiales muy finas, desde de 0,1 a 1 micra por pulso láser.

El láser, en el caso de las pinturas artísticas, no sólo sirve como elemento de limpieza, sino también como técnica de control y diagnóstico de dicho proceso.

Las técnicas empleadas para llevar a cabo el seguimiento de los procesos de limpieza con láser son las que se vienen denominando de tipo **espectroscópico**.

Concretamente voy a hablar de dos, la técnica **LIBS** y la técnica **LIF**, ambas basadas en un análisis de los colores que contienen las emisiones inducidas por el láser en los materiales.

- La técnica **LIF**, acrónimo de **Fluorescencia Inducida por Láser**, se basa en la realización de análisis espectrales de la fluorescencia de los materiales pictóricos, siendo dicha fluorescencia inducida por el láser. Esto nos permite obtener información sobre la estructura molecular de los compuestos.
- En el caso de la técnica **LIBS** se trabaja con láseres de mayor densidad de energía, con lo cual se genera un plasma de emisión que contiene compuestos de tipo atómico y molecular. De esta manera obtenemos información sobre los componentes últimos del material bajo estudio. En concreto nos da información de materiales atómicos y, en algunos casos, de fragmentos moleculares de la muestra.

Un trabajo científico desarrollado durante cinco años en Creta ha demostrado que la limpieza con láser de superficies pictóricas puede realizarse de forma controlada, utilizando esta técnica que os he relatado. Es una herramienta que se emplea simultáneamente al proceso de limpieza.

Estas técnicas funcionan de la siguiente manera:

- Tenemos una muestra y la emisión del plasma se induce focalizando, mediante una lente de luz de un láser **testímero** que es un láser U.V. La emisión del plasma de ablación creado en la muestra se recoge por medio de una fibra óptica, que se encarga de enviar la señal luminosa a un **espectrógrafo**, que es un aparato que resuelve espectralmente dicha emisión, dándonos información de los distintos colores que contiene dicha emisión. Entonces la luz que atraviesa el espectrógrafo se lleva a un **analizador multicanal**, que nos da, en un solo disparo de láser el espectro completo de la pluma de emisión.
- De esta manera obtenemos una información estratigráfica de los diferentes pigmentos que están presentes en la muestra.

## PROYECTO.

Es un proyecto cooperativo financiado por la U.E. que consiste en:

- Un láser U.V. de estímero que opera a la longitud de onda de 248 nm. ; se emplea para la eliminación de barnices envejecidos y repintes en obra pictórica.
- Consta de un brazo óptico articulado que conduce la luz del láser hasta una mesa donde se situaría la obra.
- Dicha mesa está provista de un mecanismo que permite un movimiento horizontal y vertical automatizado, de alta precisión.
- El brazo óptico incorpora espejos, con una configuración similar a la de un periscopio.
- El área de trabajo del que vamos a disponer es de, más o menos, 3 m<sup>2</sup>.
- Un sistema de control automático mediante la técnica LIBS como herramienta analítica. De esta manera a la vez que el láser está produciendo ablación de las capas más externas, se está tomando una muestra de esa pluma de ablación a cada disparo del láser. Es un método de control para evitar el incidir en capas no deseadas, como por ejemplo en aquellos pigmentos que se encuentren debajo del barniz a eliminar.

- Esta estación de trabajo va equipada con un sistema que avisa cuando se producen cambios de intensidad de determinadas líneas, permitiendo al operario paralizar el trabajo.

## **PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.**

Centros de investigación.

Empresas.

Entidades que pueden llegar a ser usuarios de esta estación de trabajo.

La coordinación es llevada a cabo por una empresa holandesa.

Colabora un instituto portugués, otro holandés, griego y el nuestro.

## **OBJETIVOS.**

- Puesta a punto de una nueva herramienta de restauración, basada por entero en la técnica láser.
- Obtener información sobre puntos cruciales a la hora de convencer a los usuarios sobre los beneficios de dicha técnica.
- Definición sobre dónde la limpieza láser puede ser inocua.
- Evaluación de los cambios moleculares a nivel interacción láser-materia, que ocasionen la irradiación láser sobre los materiales pictóricos en los distintos regímenes térmicos y fotoquímicos.

## DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO LÁSER...

- Evaluación de tipo mecánico que el proceso de ablación puede inducir en los materiales.
- Validar, a través del proyecto, la técnica LIBS como técnica adecuada para controlar el proceso de limpieza.



## METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo estos objetivos se pondrá a punto la metodología aquí esquematizada.

1. Los estudios se van a realizar con muestras modelo, porque son estudios que van a ser cooperativos, donde van a participar instituciones diversas y necesitamos una normalización de nuestras condiciones de experimentación.
2. Se utilizarán muestras modelo que serán muestras compuestas de varias capas de materiales, hasta tres capas, y que tratarán de ser una simulación de un sistema pictórico.
3. Sobre ellas se realizarán una serie de estudios, de **dosimetría U.V.**, es decir, queremos medir que cantidad de radiación se transmite a las capas internas y cuales son los efectos que causan las radiaciones U.V., efectos que pueden ser de tipo fotoquímico sobre las capas más internas. Con ello queremos decir que no solamente estamos eliminando material mediante la ablación, sino que hay una emisión de luz U.V. que se puede transmitir a capas más internas y como consecuencia de ello puede producir efectos de ruptura en los enlaces de las moléculas, efectos de cambios ópticos en los materiales residuales, como por ejemplo, cambios de color y efectos fotomecánicos.
4. Se realizará asimismo una evaluación de la técnica LIBS.

**5.** Desarrollo y evaluación de la estación de limpieza láser.