

## MICROSCOPIA ELECTRÓNICA ORIENTADA AL DESARROLLO DE COMPOSITES POLIMÉRICOS PARA FABRICACIÓN ADITIVA

De la Mata. M, Valencia Liñán. L.M, Herrera Collado. M, Molina. S.I.

Dto. de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química. Inorgánica., Instituto IMEYMAT, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz.

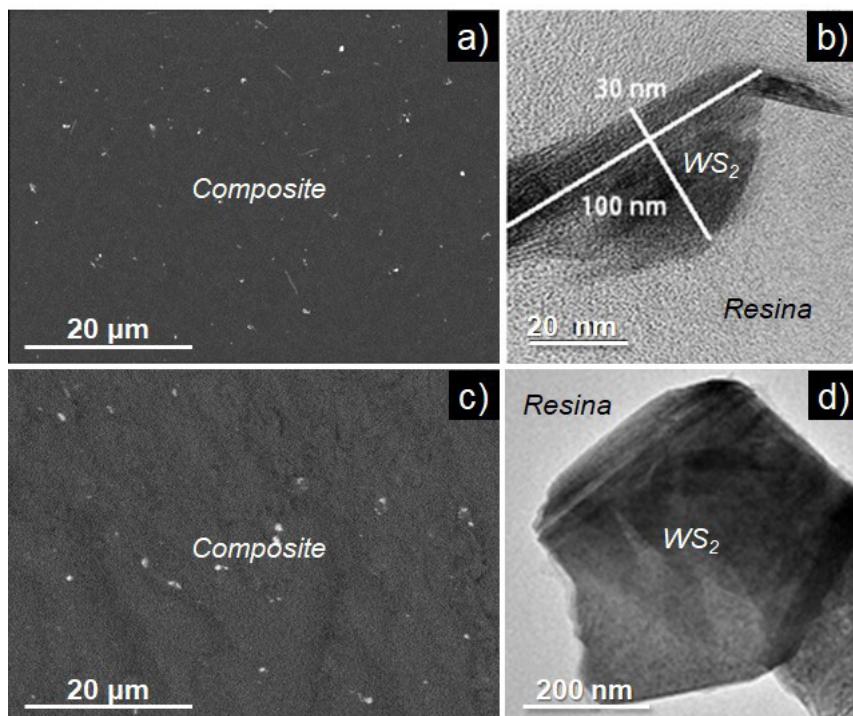
Una estrategia en auge para la obtención de nuevos materiales funcionales consiste en la combinación de diversas fases (una matriz y aditivos) para obtener un único sistema como material resultante, denominado composite.

Dentro del gran conjunto constituido por los composites (pueden combinarse materiales muy diversos para generar compuestos de distintas naturaleza), aquellos basados en matrices poliméricas son de especial interés dada su gran versatilidad, que adicionalmente posibilitan su procesado mediante técnicas de impresión 3D o fabricación aditiva (FA).

Mediante la aditivación de los polímeros (adición de otra fase –material- en menor proporción), pueden modificarse sus propiedades intrínsecas o añadir funcionalidades

adicionales, resultando en nuevos materiales poliméricos con características propias. En particular, pueden emplearse como aditivos, por ejemplo, materiales bidimensionales (2D), de gran interés científico y tecnológico en la actualidad, como lo son el grafeno o los dicalcogenuros de molibdeno y wolframio ( $MoX_2$  y  $WX_2$ , X=S, Se, Te).

En este proyecto, se han estudiado composites constituidos por matrices acrílicas (resina) fotopolímerizables, aptas para estereolitografía (SLA), aditivadas con nano hojas/nanoplacas de  $WS_2$ . La morfología y distribución de los aditivos dentro de los materiales compuestos tienen enormes repercusiones en el material resultante. En particular, las propiedades de las nano hojas/nanoplacas de  $WS_2$ , así como las del composite resultante se verán previsiblemente afectadas por el grosor de las nanoestructuras.



**Figura 1.** Imágenes del composite obtenido a partir de la exfoliación de  $WS_2$  comercial mediante sonicación en DMF durante 120 min (a-b) y sonicación directa en la resina (c-d). Se incluyen imágenes de SEM (a) y (c) con contraste composicional (las “partículas brillantes” se corresponden con la presencia de  $WS_2$ ) e imágenes de TEM (b) y (d) de los nanoaditivos ( $WS_2$ ) dentro de la matriz acrílica (resina).

## La morfología y distribución de los aditivos dentro de los materiales compuestos tienen enormes repercusiones en el material resultante.

turas, es decir, por el número de monocapas de material (el WS2 presenta una estructura 2D) apiladas axialmente, así como por su distribución/dispersión en la matriz. Por ello, un paso esencial en la síntesis del material supone la exfoliación del WS2 de partida, antes de la formación del composite.

Para analizar la microestructura de estos materiales, y poder establecer las correlaciones necesarias entre estos factores, empleamos técnicas de microscopía electrónica, que posibilitan la caracterización de los materiales con alta resolución. En nuestro caso concreto, los estudios realizados permiten evaluar y optimizar la exfoliación y distribución de estos aditivos tipo 2D, dentro de la matriz polimérica. En la figura se muestran imágenes de microscopía electrónica (microscopía electrónica de transmisión, TEM, y microscopía electrónica de barrido, SEM)

de composites obtenidos a partir de la exfoliación de WS2 mediante sonicación en dimetilformamida, DMF, (Fig. (a-b)) y mediante sonicación directa en la resina (Fig. (c-d)), donde pueden apreciarse los nanoaditivos (WS2) dentro de la matriz acrílica (resina) en ambos casos, evidenciando la posibilidad de evitar el empleo de disolventes externos.

En resumen, la ejecución del proyecto ha permitido contribuir al desarrollo de materiales poliméricos procesables mediante FA, obtenidos de la combinación de resinas con aditivos 2D (WS2). El proyecto se ha centrado en la optimización de la exfoliación y distribución de los aditivos, cruciales en las propiedades del composite, mediante la caracterización de los materiales con herramientas de microscopía electrónica, que permiten investigar la microestructura en gran detalle.



La Dra. María de la Mata se licenció en Química por la Universidad de Oviedo. Tras cursar estudios de Máster en Ciencia y Tecnología de Materiales en la Universidad Autónoma de Barcelona, realiza su tesis doctoral en el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), finalizada en 2015. Posteriormente, ha disfrutado de contratos posdoctorales en el Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (ICN2), en la Universidad de Lund (Suecia) y en la Universidad de Cádiz, donde actualmente es investigadora Juan de la Cierva Incorporación dentro del grupo de investigación Materiales y Nanotecnología para la Innovación (INNANOMAT, TEP946).