

# NANOFLUIDOS BASADOS EN NANOMATERIALES 2D.

Aguilar-Sánchez, T, Alcántara-Puerto, R, Gómez-Villarejo, R, Navas-Pineda, J.

Equipo de investigación Simulación, Caracterización y Evolución de Materiales, Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz.

La transferencia de calor presenta muchas aplicaciones en la industria con el objetivo de incrementar o disminuir la temperatura. Recientes avances en nanotecnología han permitido el desarrollo de una nueva categoría de fluidos, denominados nanofluidos, que consisten en una dispersión coloidal de nanomateriales en un fluido base, mejorando las propiedades térmicas del mismo. De ahí que tengan un amplio rango de utilidades en industria, como en generación térmica, transporte de calor y microelectrónica.

Uno de los primeros estudios sobre nanofluidos mostró un 40% de mejora en la conductividad térmica de etilenglicol con una pequeña carga de Cu (0.3% vol.). Posteriormente, numerosos estudios teóricos y experimentales se han llevado a cabo sobre la conductividad térmica de nanofluidos empleando una gran variedad de nanomateriales tales

sados en nanomateriales 2D, los cuales debido a la morfología que presentan pueden generar suspensiones coloidales de buena estabilidad física, disminuyendo los procesos de aglomeración y sedimentación.

A su vez, muchos de estos materiales, como grafeno, nitruro de boro, o calcogenuros metálicos, muestran interesantes propiedades térmicas, como alta conductividad térmica, lo cual los hace especialmente interesantes para ser incorporados en suspensiones coloidales con aplicaciones en procesos de transferencia de calor.

Dentro del IMEYMAT se están desarrollando nanofluidos basados en calcogenuros metálicos, por ejemplo, usando  $\text{MoSe}_2$ . Mediante una técnica de exfoliación en fase líquida se consigue la formación de nanoláminas de  $\text{MoSe}_2$  en

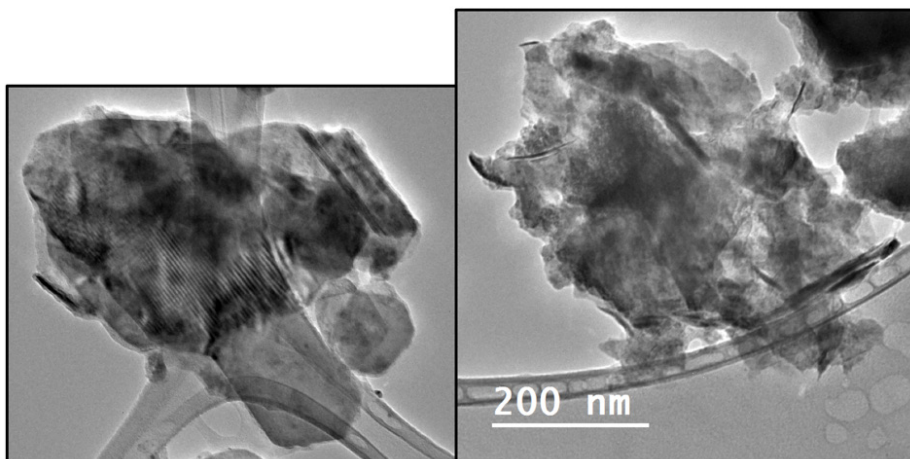


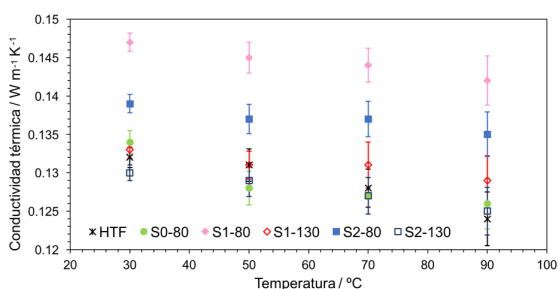
Figura 1. Imágenes de nanoláminas de  $\text{MoSe}_2$  obtenidas mediante microscopía electrónica de transmisión.

como metales (Cu, Ag, Au, Fe y Al), óxidos semiconductores ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  y  $\text{SnO}_2$ ), óxidos cerámicos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{ZnO}$  y  $\text{CeO}_2$ ), formas alotrópicas del carbono (nanotubos de carbono, nanodiamantes, grafeno o nanohojas de óxido de grafeno). A su vez, otro de los principales hitos a conseguir en este tipo de sistemas es obtener nanofluidos que sean estables en el tiempo, tanto desde un punto de vista químico como físico. En este sentido, una de las opciones que se plantean es la preparación de nanofluidos ba-

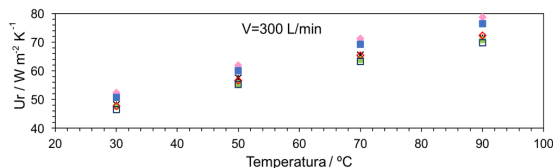
un fluido transferente de calor típicamente empleado en plantas de energía solar de concentración, que es la mezcla eutéctica de bifenilo y bifenil éter, tal y como se muestra en la Figura 1.

Así, se han preparado y analizados varios nanofluidos en diversas condiciones. Todos los nanofluidos son suspensiones coloidales de alta estabilidad y poseen propiedades térmicas mejoradas. La Figura 2 muestra valores de conducti-

*“estos nanofluidos son prometedores para su uso como fluidos transferentes de calor en diversos sectores industriales”*



**Figura 2.** Valores de conductividad térmica de los nanofluidos preparados.



**Figura 3.** Valores de  $U_r$ , que estima la eficiencia de los nanofluidos, para una velocidad de flujo de 300 L min<sup>-1</sup>.

vidad térmica, comparándolas con el fluido empleado, y se observan mejoras que alcanzan el 15%.

A su vez, es posible analizar la eficiencia de estos nanofluidos en aplicaciones reales considerando condiciones de operación y calculando diversos parámetros como el parámetro  $U_r$  que da idea de la producción de energía útil, que es inversamente proporcional a la pérdida de energía térmica, y por tanto ofrece información de la eficiencia de los nanofluidos, considerando diversas propiedades como conductividad térmica, capacidad calorífica, densidad y viscosidad. La Figura 3 muestra a valores de este parámetro

para los nanofluidos preparados comparando con un fluido transferente de calor típico (HTF) para una velocidad de flujo de 300 L min<sup>-1</sup>.

Por tanto, estos nanofluidos son prometedores para su uso como fluidos transferentes de calor en diversos sectores industriales.



El Dr. Javier Navas se licenció en Química en 1998 por la Universidad de Cádiz, donde también realizó su doctorado sobre materiales porosos en el Departamento de Química Física, en 2004. Desde 2007 es profesor en dicho departamento y realiza actividades de investigación sobre nanomateriales con aplicaciones en energía solar. Actualmente, trabaja en el diseño de nanomateriales avanzados para la preparación de nanofluidos con aplicaciones en energía solar de concentración. Así como en la caracterización y análisis de propiedades térmicas y ópticas desde un punto de vista experimental y teórico.