

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE NANOFLUIDOS FORMADOS POR NANOPARTÍCULAS DE Fe_3O_4 EN PROPILENGLICOL



Heredia Carla, Janyistabro Carla y Mariano Alejandra



Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería. IITCI. CONICET-UNCo. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400. (8300). alejandra.mariano@fain.uncoma.edu.ar

Motivación

La transferencia de calor por convección es uno de los fenómenos térmicos más investigados en nanofluidos relevantes para una serie de aplicaciones en ingeniería. Los nanofluidos son un nuevo tipo de fluido de transferencia de calor diseñado mediante una suspensión uniforme y estable de partículas de tamaño nanométrico en líquidos. Los resultados encontrados en la bibliografía acerca de los cambios en las propiedades térmicas y de transporte de un fluido, debidos a la adición de nanopartículas, proponen el potencial uso de los nanofluidos como sustituto de los fluidos de intercambio de calor convencionales [1,2,3]. Debido a la mejora observada en la conductividad térmica (k), se espera que los nanofluidos proporcionen coeficientes de transferencia de calor por convección mejorados. Esto se debe principalmente a la mayor conductividad térmica de los sólidos respecto a los fluidos no metálicos.

Las propiedades termofísicas de los nanofluidos se pueden determinar en forma teórica utilizando fórmulas generales derivadas de una mezcla de dos fases, las cuales dependen de la fracción volumétrica de la nanopartícula (ϕ) en el fluido [4].

El presente trabajo forma parte de un estudio realizado sobre nanofluidos formados por nanopartículas de magnetita (MNPs) en propilenglicol (PG) en el que se midió la conductividad térmica de suspensiones de dicho sistema a diferentes concentraciones de nanopartículas.

Resultados y Conclusiones

Las MNPs utilizadas para este trabajo se trataron de nanopartículas comerciales las cuales fueron caracterizadas por Microscopía de Transmisión Electrónica (TEM). En la Fig. 1 se muestra una imagen TEM, en la misma se puede observar que presentan una textura similar, con formas ligeramente redondeadas, cuadradas y rectangulares. La medida (tomando la longitud más larga) y el conteo de las partículas de la Fig. 1 se realizó haciendo uso de un programa llamado *ImageJ*, obteniéndose la representación estadística mostrada en la Fig. 2. En la misma puede observarse que los tamaños de las MNPs oscilan entre 15 y 75 nm, predominantemente entre 25 y 35 nm, y con un valor medio de 31 nm.

Las suspensiones de MNPs en PG de concentraciones: 0,5, 2 y 15 %, se realizaron haciendo uso de un sonicador Bandelin Sonopuls HD 2200, a las cuales se le aplicaron varios ciclos de sonicación durante 2 minutos, a una potencia de 20 % con 1 minuto de espera entre cada ciclo.

Por espectroscopía UV-Vis se analizó la estabilidad de las suspensiones de MNPs en PG (Fe_3O_4 /PG) a temperatura ambiente utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25. La medición de absorbancia en el tiempo se realizó a una longitud de onda que asegurara una elevada y constante absorción ($\lambda=324$ nm). Los resultados obtenidos para una dilución (0,01 %) de la suspensión al 0,05 % mostraron, al cabo de 21 h de medida, una caída en los valores de absorbancia de un 38 % respecto de su valor inicial (Fig. 3).

Las medidas de conductividad térmica del PG puro y de las suspensiones de MNPs (Fe_3O_4 /PG) se realizaron a 20 °C haciendo uso de un Analizador de Propiedades Térmicas KD2 Pro, el cual cuenta con un sensor KS-1 (Fig. 4). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. Los valores de conductividad fueron registrados a los 10 minutos de preparada la muestra y con una precisión de $\pm 0,001$ W/m.K.

En la Tabla 1 y en la Fig. 5 se puede ver que la conductividad térmica aumenta con la concentración de MNPs para las dos concentraciones más altas, no observándose una variación significativa en el valor de la conductividad térmica para la concentración más baja de nanopartículas respecto a la del fluido puro.

Adicionalmente, se aplicaron los modelos de Maxwell [5] y Turian [6] para la predicción de las conductividades térmicas. Para valores bajos de concentración, la conductividad térmica medida experimentalmente concuerda con los valores predichos por las correlaciones de Maxwell y Turian (Fig. 5). Sin embargo, para el mayor valor de concentración se puede observar una mayor discrepancia, lo que resulta concordante con la falta de estabilidad de las suspensiones.

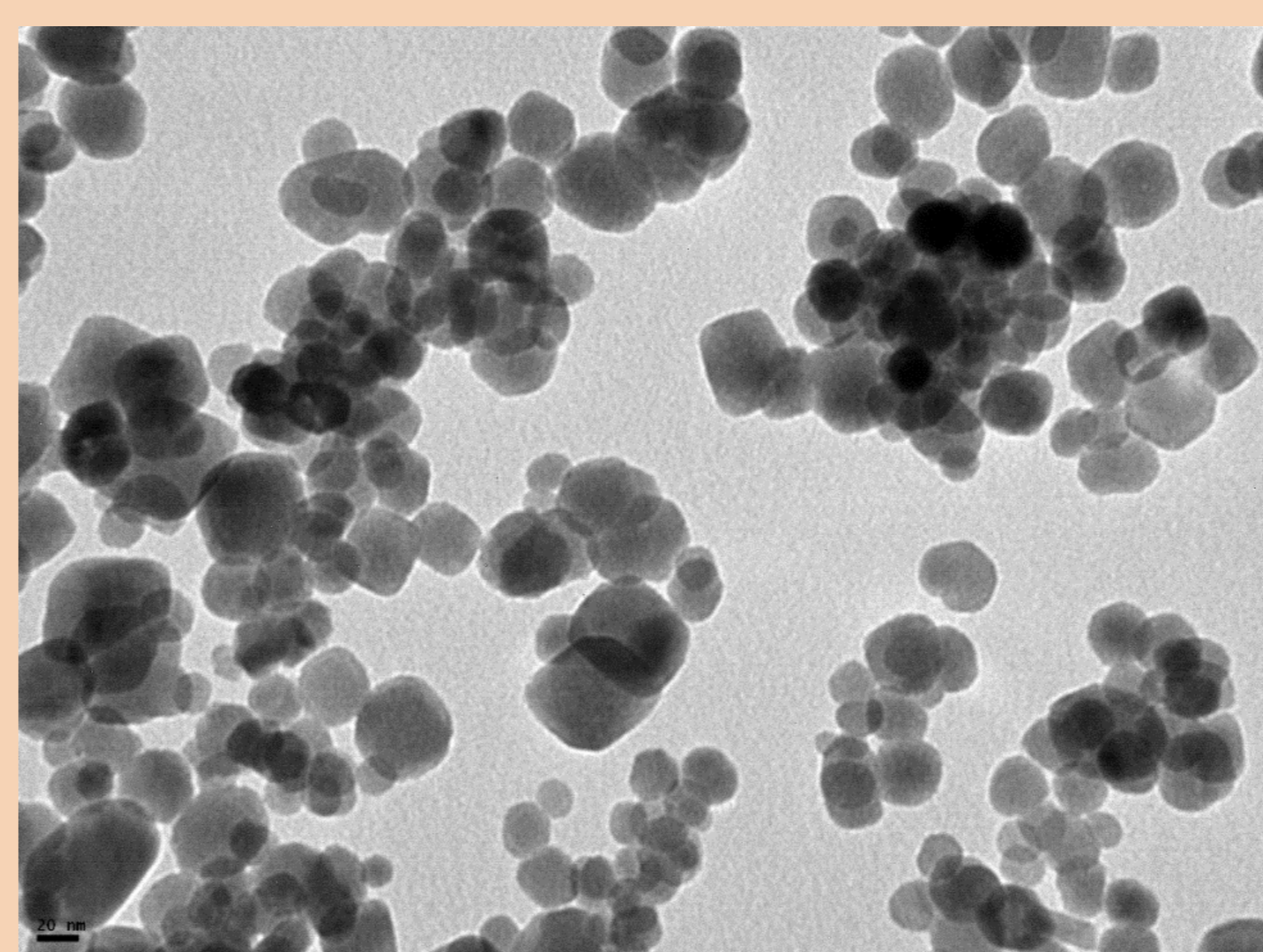


Fig. 1. Imagen TEM de MNPs utilizadas en el presente trabajo (escala 20 nm).

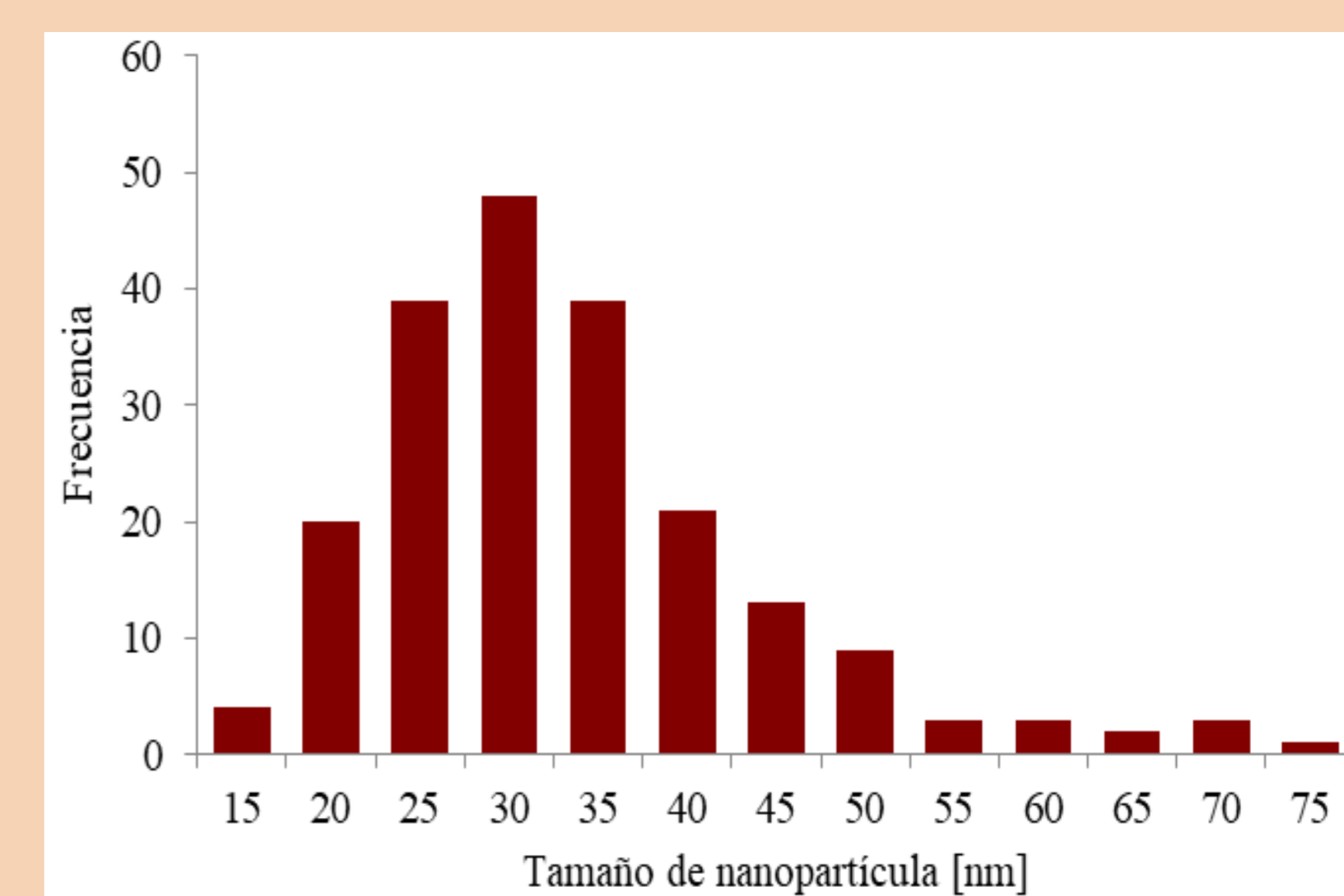


Fig. 2. Distribución de tamaños MNPs

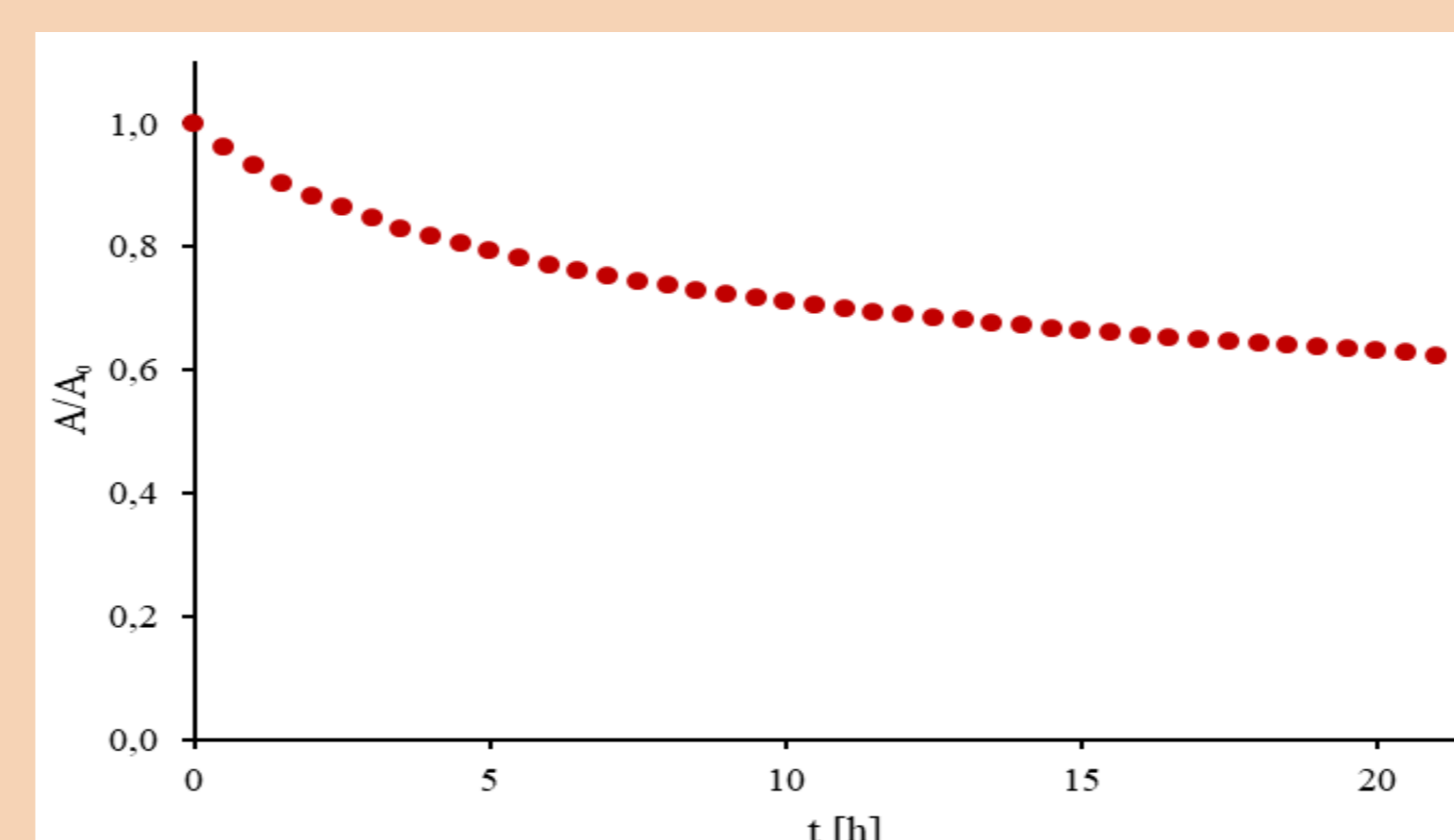


Fig. 3. Absorbancia relativa a su valor máximo en función del tiempo Fe_3O_4 /PG.



Fig. 4. Montaje utilizado para medir la conductividad térmica.

Tabla 1. Conductividad térmica para Fe_3O_4 /PG a 20 °C.

wt%	ϕ	k (W/m.K)	Δk_{rel} %
0,0	0,0000	0,201	-
0,5	0,0010	0,200	-
2,0	0,0041	0,203	1,00
15,0	0,0340	0,208	3,48

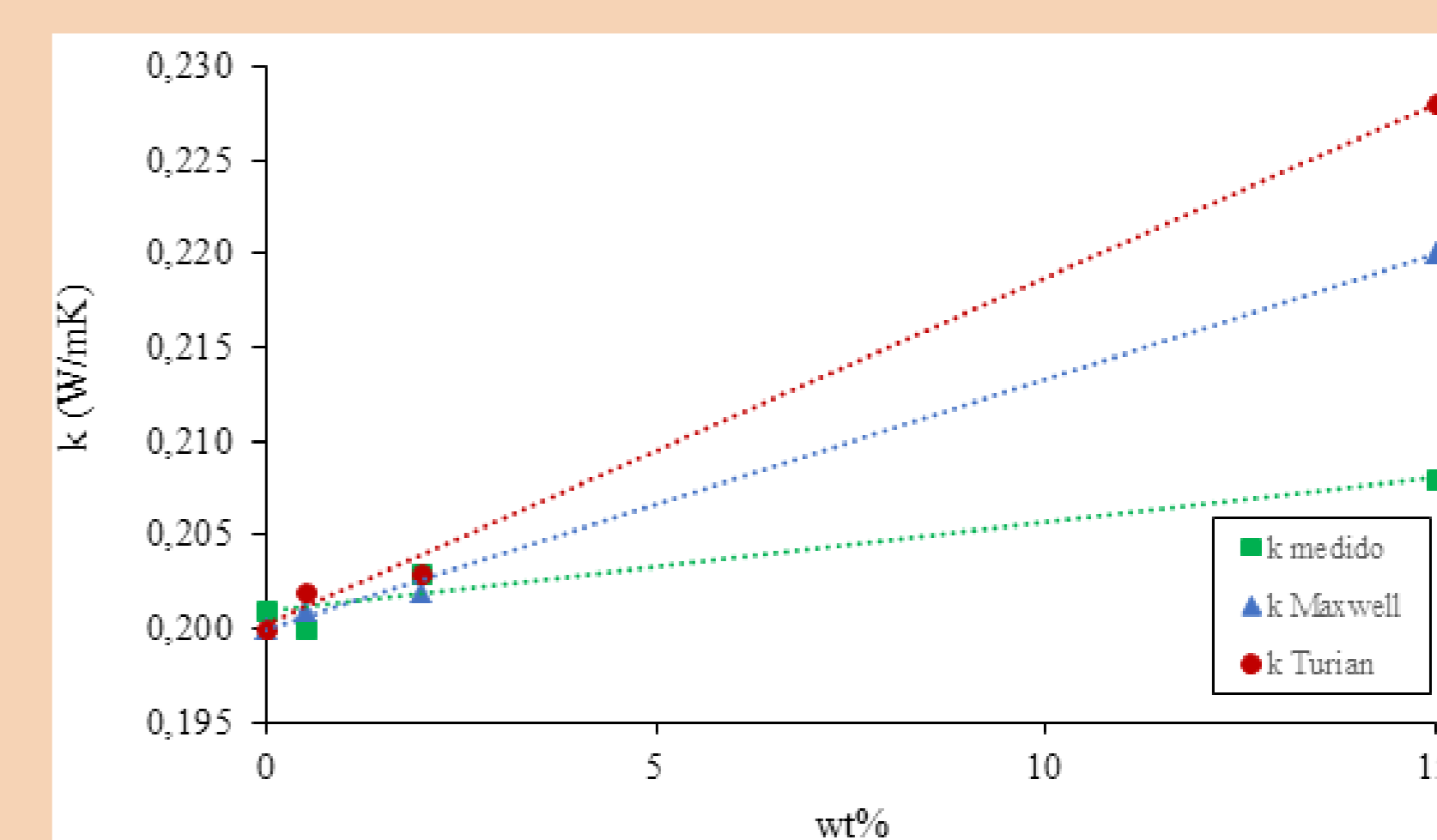


Fig. 5. Conductividad térmica experimental en función del wt% para Fe_3O_4 /PG a 20 °C. Predicción por modelos de Maxwell y Turian.

Referencias

- [1] Kakaç S. y col, *Int. J. Heat Mass Transfer*, **2009**, 52, 3187-3196.
- [2] Farajollahi B., Etemad S.G., & Hojjat M. Heat transfer of nanofluids in a shell and tube heat exchanger. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, **2010**, 53, 12-17.
- [3] Huminc G. y col., *Renewable Sustainable Energy Rev.*, **2012**, 16, 5625-5638.
- [4] Javadi, F. S., Sadeghipour, S., Saidur, R., Boroumand Jazi, G., Rahmati, B., Elias, M. M., & Sohel, M. R. The effects of nanofluid on thermophysical properties and heat transfer characteristics of a plate heat exchanger. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, **2013**, 44, 58-63.
- [5] Maxwell J. C. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Oxford Univ. Clarendon Press, UK, **1981**.
- [6] Turian R. M., Sung D.-J., & Hsu F.-L. *Fuel*, **1991**, 70 (10), 1157-1172.