

# Secuencia de crecimiento y caracterización por EDXS Y DE de nanopartículas inducidas con un haz de electrones

Rodríguez-Hernández J. H.<sup>[1]</sup>, García-Bórquez A.<sup>[1]</sup>,  
Del Angel-Vicente P.<sup>[2]</sup>, Montoya-De La Fuente J. A.<sup>[2]</sup>,

[1] Departamento de Ciencia de los Materiales, ESFM-IPN, UPALM, 07738 México D. F.

[2] Programa de Ingeniería Molecular, IMP, Eje Lázaro Cárdenas 152, 07730 México D. F.  
[jhrh@ymail.com](mailto:jhrh@ymail.com)

## RESUMEN

La radiación electrónica puede provocar cambios importantes en un material cristalino sólido dependiendo de la energía y dosis de irradiación<sup>[1-3]</sup> así como naturaleza y temperatura de la muestra irradiada.

Observaciones *in situ* del efecto de la irradiación con electrones han sido escasamente reportadas en la literatura, sobre todo en catalizadores. En este estudio se reporta la formación de partículas nanométricas de Ni inducidas por la irradiación de aglomerados de NiO soportados sobre zirconia-ceria.

El sistema empleado fue preparado por el método de sol-gel, y para la observación de la muestra en el microscopio electrónico de transmisión, MET, se utilizó una rejilla de cobre, la cual contiene una película delgada de colodión y otra de carbón amorfo.

La irradiación con electrones del sistema Ni/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> fue realizada y observada *in situ* en un MET<sup>[4,5]</sup> a 100 kV.

Al concentrar el haz de electrones, mediante la 2ª lente condensadora a un diámetro del orden de micras por unos cuantos segundos, sobre aglomerados del sistema en estudio, se generan partículas muy finas alrededor de él. Estas tienen inicialmente un tamaño del orden de nanómetros, si la irradiación se prolonga por varios minutos, las partículas aumentan su tamaño.

Se discuten los posibles fenómenos físicos involucrados así como sus aplicaciones analíticas.

El aglomerado identificado como A en la figura 1 fue irradiado con el haz de electrones, generándose alrededor de éste partículas de Ni después de 10 minutos de irradiación continua. Un detalle que se observa de estas nuevas partículas, es que van aumentando de tamaño de acuerdo al tiempo de exposición con el haz de electrones. A los 30 minutos, figura 2, se observa claramente una diferencia con la zona irradiada a los 10 minutos.

El crecimiento de las partículas de Ni se lleva a cabo de manera lenta y paulatina. Este fenómeno puede interpretarse como el desprendimiento de átomos de Ni del aglomerado, los cuales debido a la energía cinética que les imprimen

los electrones se “mueven” lentamente sobre el carbón amorfo, desplazándolos y alejándolos debido al continuo bombardeo con electrones.

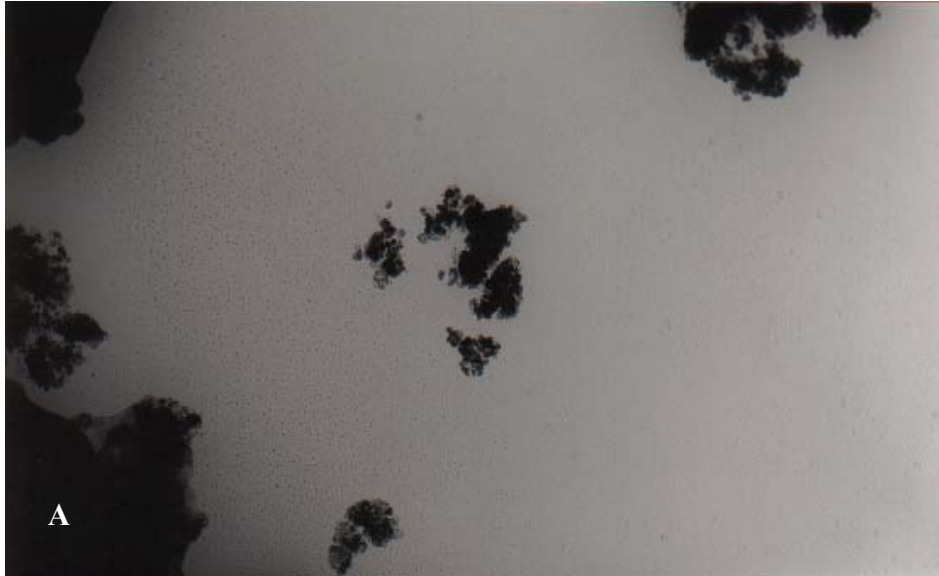


Figura 1 . Micrografía tomada después de 10 minutos de irradiación continua. La región A representa parte del aglomerado.

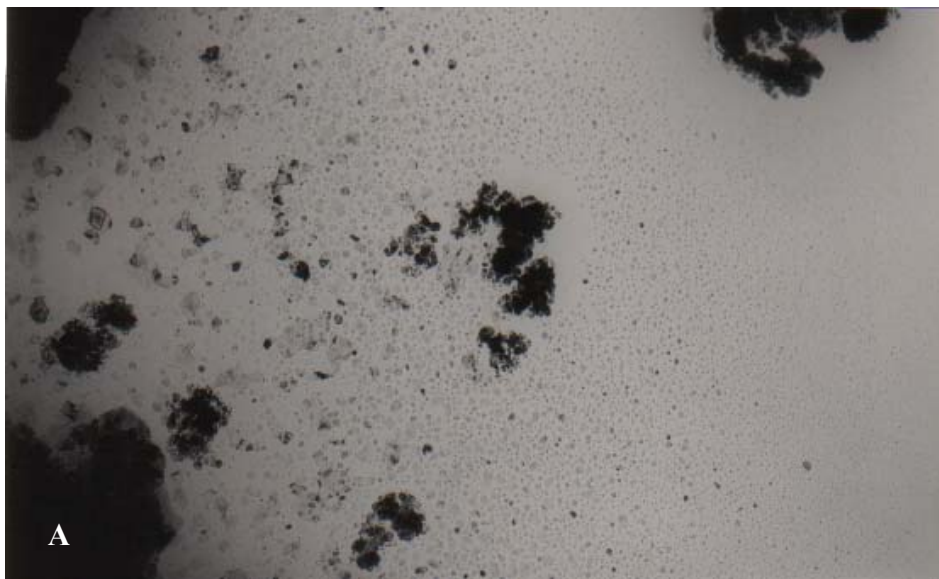


Figura 2. Micrografía tomada después de 30 minutos de irradiación. La región A representa parte del aglomerado.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Sharma R., Crozier P., *Inst. Phys. Conf. Ser. No. 161* (1999) 569-572.
2. Herley P. J.; *J. Mat. Sci. L.* 8 (1989) 1013-1015.
3. Kinoshita C., Tomokiyo Y., Nakai K.; *Ultramicroscopy*; 56 (1994) 216-224.
4. Rodríguez-Hernández J. H., Análisis in situ de nanopartículas generadas por la irradiación con electrones del sistema NiO/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub>, (2006) 37-51.
5. Ross F. M.; *Materials today*; 9, 4 (2006).