

# Preparación y aplicación de nanopartículas de Fe dopadas con Pd como sensores para la detección de propano

## CIENCIAS QUÍMICA



INVESTIGADORES RESPONSABLES → Dra. María del Rosario Sun Kou, Dr. Gino Picasso y Dr. Luis Gandía

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN → Lesly Lagos

FINANCIADO POR → Vicerrectorado de Investigación

INSTITUCIONES INVOLUCRADAS → Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Nacional de Ingeniería y Universidad Pública de Navarra-España

El propano es un gas reductor ampliamente usado como combustible, gas refrigerante y gas propulsor en aerosoles. En nuestro medio, es un gas muy difundido como fuente de energía en cocinas y calentadores. En la industria química es uno de los productos de partida en la síntesis del propeno y su control es muy importante desde el punto de vista de la seguridad industrial. Una forma adecuada de efectuar dicho control es mediante el monitoreo de gases utilizando sensores ya que estos permiten el control ambiental de un determinado gas, así como su detección para controlar la calidad de los alimentos y del aire en un ambiente cerrado.

El presente proyecto tuvo por objetivo modificar las propiedades químicas y electrónicas del óxido de hierro mediante su dopaje con Pd, y estudiar la influencia del contenido de material dopante así como el método de preparación de  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, para obtener sensores sensibles, estables térmicamente y selectivos al gas propano.

Se prepararon sensores basados en nanopartículas de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopados con Pd (con cargas de 0,25 al 1,5% Wt), mediante los métodos de co-precipitación y solgel. En la tabla 1 se muestra la lista de sensores con y sin paladio. La caracterización de los mismos se realizó mediante las técnicas XRD, TEM. Los difractogramas XRD (Figura 1) revelaron la presencia mayoritaria de la fase  $\alpha$ -hematita en todos los sensores. La introducción del Pd como dopante no afectó la estructura cristalina de partida del óxido de Fe. A través de las microfotografías TEM (Figura 2) se determinó que el tamaño medio de las partículas se encontraba entre 30 y 70 nm, que se corresponde con la escala de las nanopartículas.

Para la evaluación de la sensibilidad de los sensores se trabajó en un intervalo de concentraciones de gas propano entre 20 a 80 ppm y con temperaturas entre 242°C a 377 °C, en un equipo especialmente diseñado para tal fin. En todos los casos, la sensibilidad de los sensores aumentó en presencia de mayor concentración de propano (Figura 3).

La señal de respuesta de los sensores se incrementó con el aumento de la temperatura, como se observa en la figura 4 para la muestra  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-1,0% Pd, a una concentración de propano 80ppm. Este comportamiento indicó una mejora de la conductividad eléctrica por efecto del aumento del movimiento térmico de las especies adsorbidas. El sensor dopado con 0,5 % de Pd presentó la mayor sensibilidad (Figura 5), la cual fue relacionada con la formación de la fase  $\alpha$ -hematita y la buena estabilidad térmica obtenida.

**TABLA 1**  
LISTA DE LOS SENSORES A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE Fe PURO Y DOPADOS CON Pd

Nº	MUESTRA	CARGA METÁLICA (% Pd)	TRATAMIENTO TÉRMICO
1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -nc	-	no calcinada
2	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -c	-	calcinada
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -0,25%Pd	0,25	calcinada
4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -0,5%Pd	0,5	calcinada
6	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -0,75%Pd	0,75	calcinada
7	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -1,0%Pd	1,0	calcinada
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -1,5%Pd	1,5	calcinada

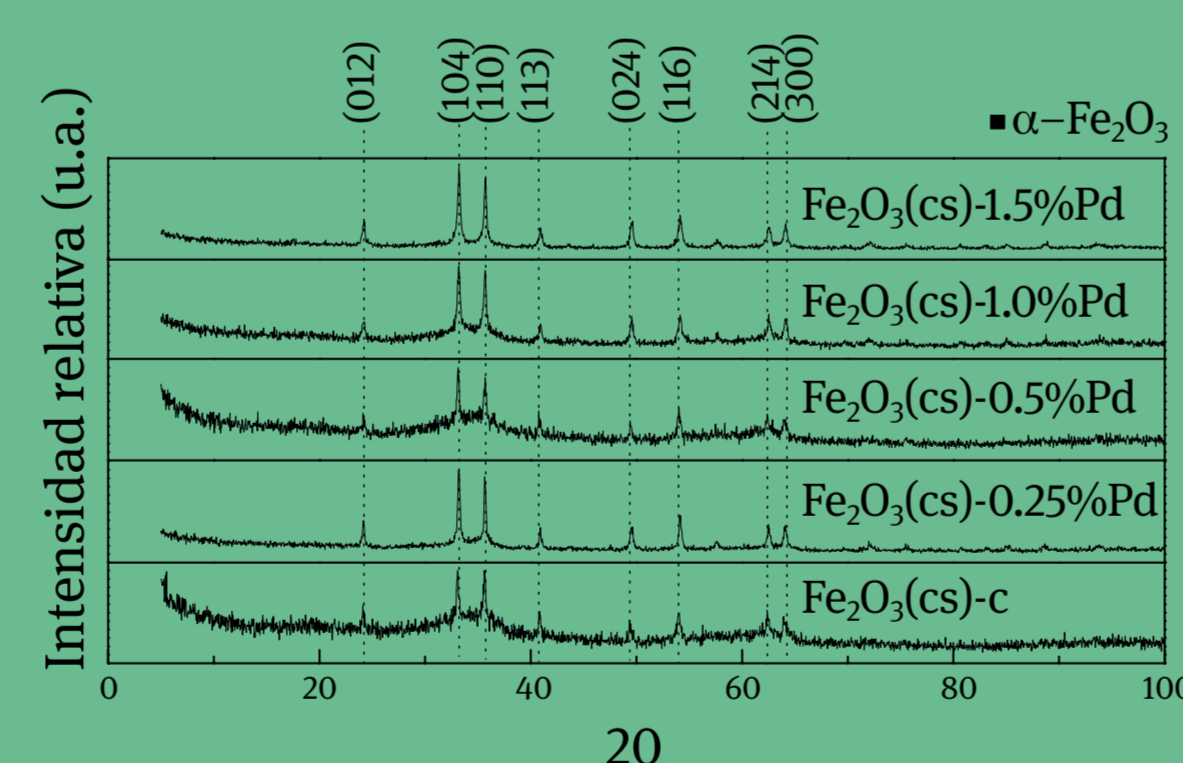


Figura 1 Efecto del aumento de la cantidad de paladio en la estructura matriz del sensor.

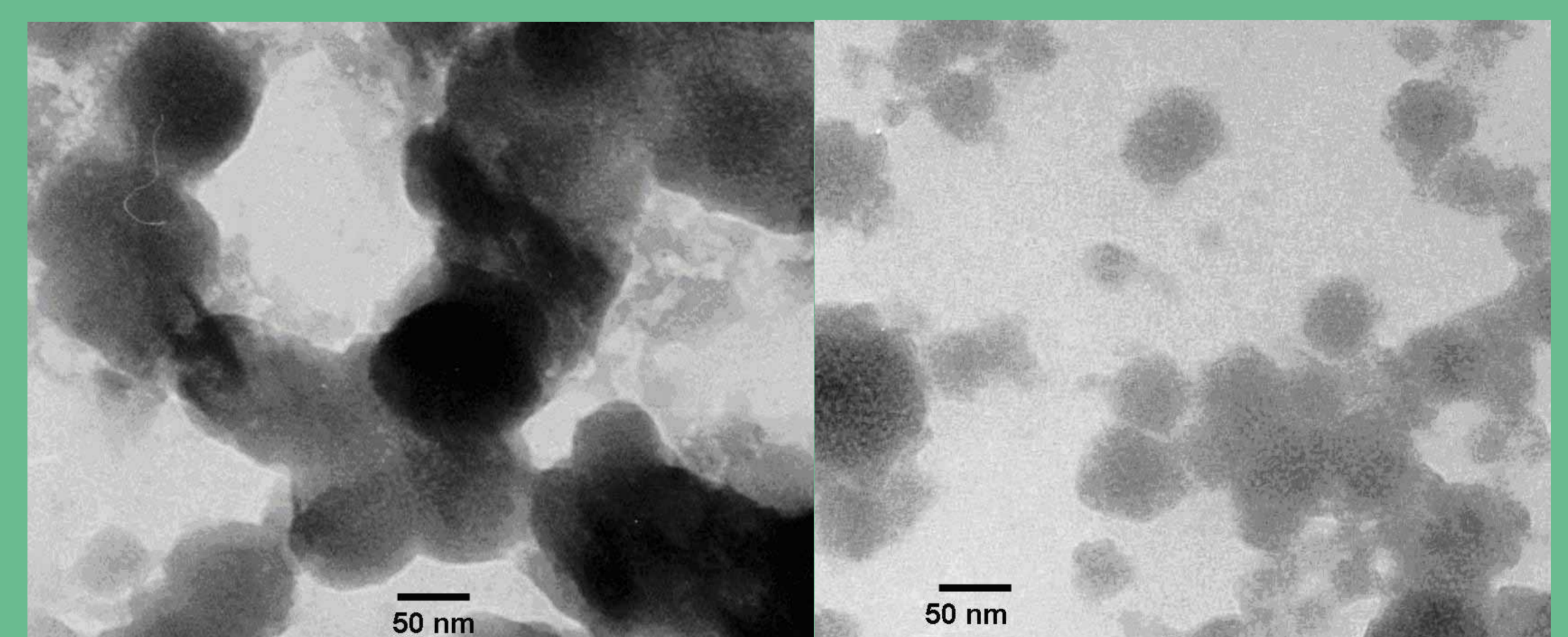


Figura 2 Microfotografía TEM de la muestra de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5% Pd preparada con cloruro de paladio (izquierda). Microfotografía TEM de la muestra de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5% Pd-N dopada con nitrato de paladio (derecha).

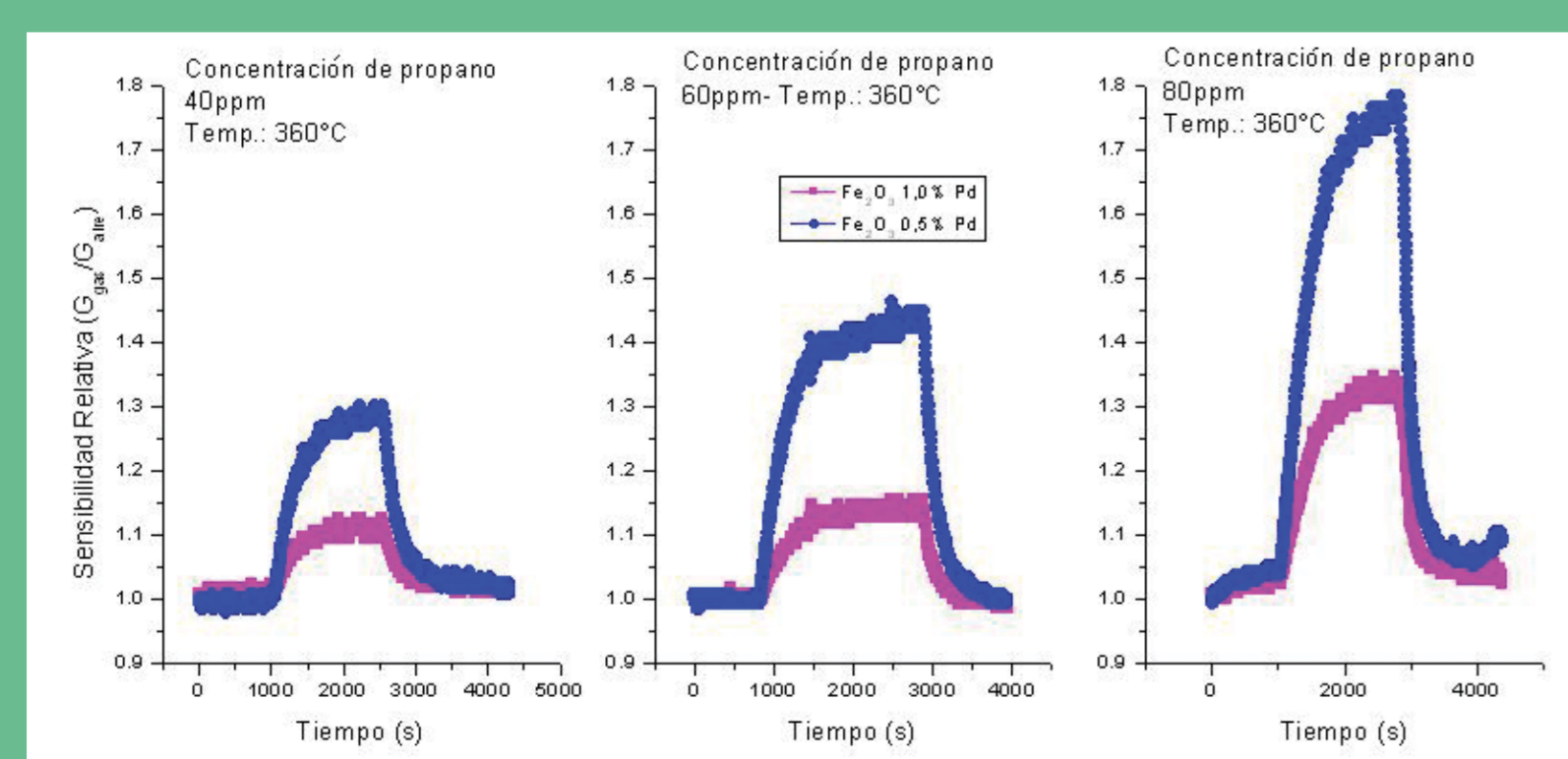


Figura 3 Comparación de la sensibilidad de los sensores basados en óxido de Fe dopados con 0,5% y 1,0% de Pd a diferentes concentraciones de propano y a la temperatura de 360°C.

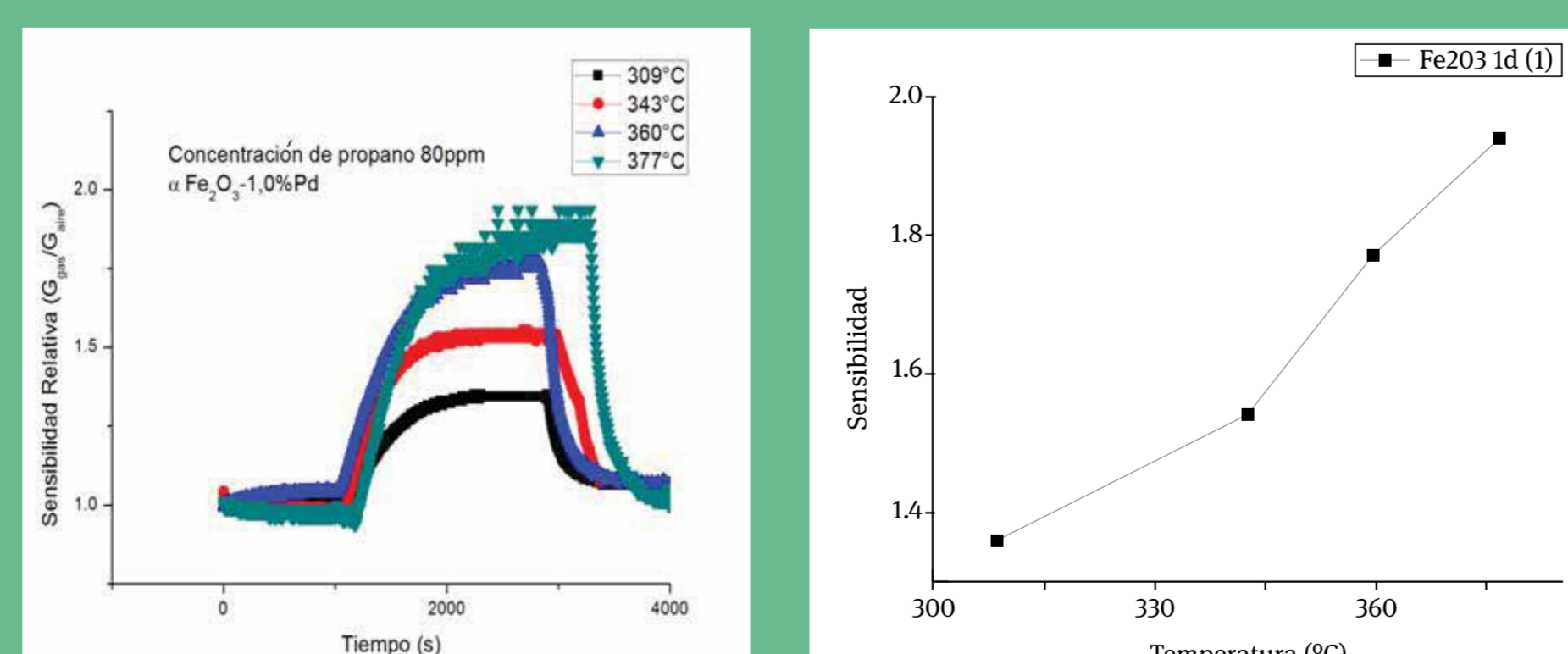


Figura 4 Variación de la sensibilidad del Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -1,0% Pd a diferentes temperaturas de trabajo.

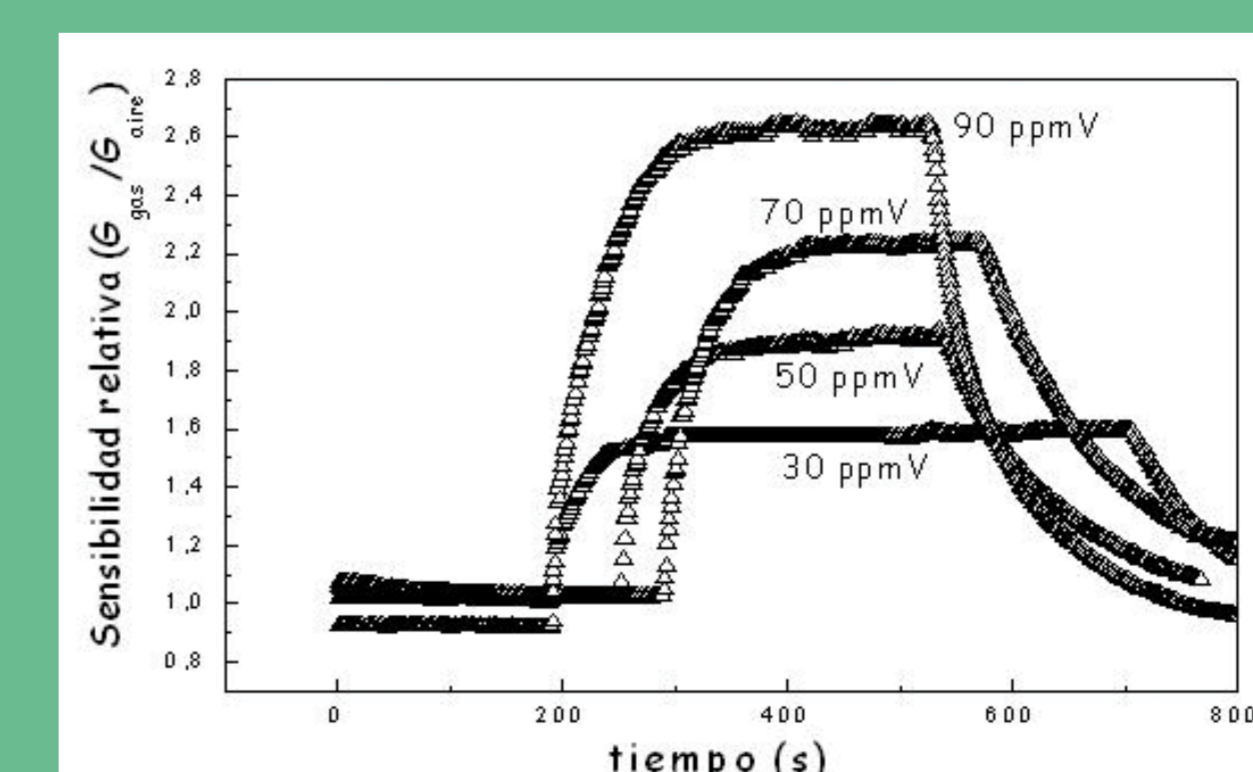


Figura 5 Variación de la sensibilidad con la concentración de propano empleando el sensor Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopado con 0,5% Pd a 250°C.