

# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS DE FERRITA CON POSIBLES APLICACIONES EN EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE HUESO



Rodríguez Rosy, Bretado Aragón Luis Alberto, Shimizu Durán Cesar.

Ingeniería en Nanotecnología Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Av. Universidad No. 3000, Col. Lomas de la Universidad, C.P. 59000, Sahuayo, Michoacán.



## Resumen

El cáncer ha sido una de las enfermedades causantes de un gran número de muertes en todo el mundo. Uno de los tipos de cáncer que ha despertado mucho interés, por su difícil tratamiento, es el cáncer de hueso (maligno) que es el que destruye el tejido óseo normal. Aunque existen tratamientos convencionales (quimioterapia, cirugía, radioterapia) no son tan eficaces para un tratamiento satisfactorio, ya que a menudo afectan a células normales que contraen a su vez efectos secundarios no deseados.

Actualmente, ha surgido la nueva posibilidad de utilizar biomateriales que permitan una gran mejoría en los tratamientos convencionales. El biocerámico ferrita de cobalto ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) es uno de los biomateriales estudiados por tener un campo coercitivo alto y una magnetización de saturación moderada, asimismo posee una excelente estabilidad química, compatibilidad, no son tóxicos y presentan elevada anisotropía magnética. Estas partículas de ferrita podrían ser utilizadas en diagnósticos tempranos o con la finalidad de ser utilizadas en forma de nanopartículas en el tratamiento de hipertermia, el cual se basa en la utilización de calor para la posterior eliminación de células cancerígenas.

En este trabajo de investigación se reporta la obtención de partículas de ferrita de cobalto mediante el método de coprecipitación química, así como también los efectos ocasionados por la variación de algunos parámetros de síntesis (agitación, solvente y surfactante). Los materiales obtenidos en cada uno de los experimentos fueron caracterizados por la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), donde se observaron resultados óptimos en condiciones de temperatura a  $700^\circ\text{C}$  con agitación y surfactante, independientemente de los solventes usados (agua desionizada y ácido clorhídrico). Por otra parte, en el análisis de Difracción de Rayos-X (DRX), se observó una fase homogénea de la ferrita de cobalto a una temperatura a  $700^\circ\text{C}$  con agitación y sin surfactante.

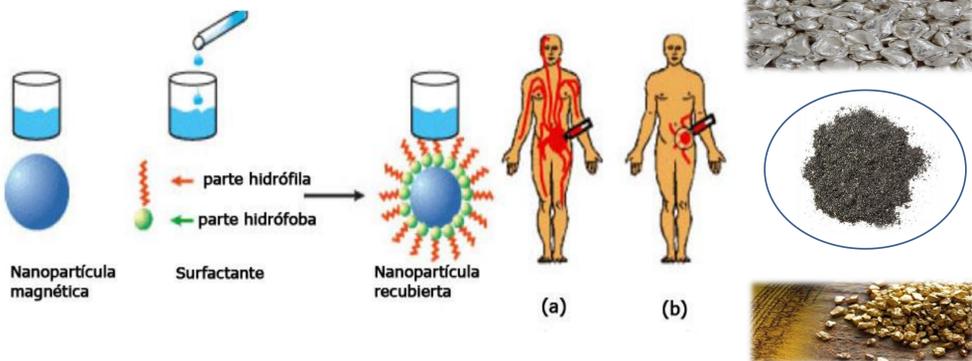
## Introducción

El cáncer es un grupo de enfermedades caracterizadas por un crecimiento celular descontrolado, con invasión de tejidos locales y/o metástasis. Puede englobar más de 200 enfermedades distintas, presenta un comportamiento diferente en cada persona.



Uno de los tipos de cáncer más difíciles de tratar es el óseo (aunque menos frecuente), el cual se puede manifestar como un tumor maligno que destruye el tejido normal del hueso, sin embargo, no todos los tumores del hueso son malignos.

Se desconoce la causa exacta de la mayoría de los tipos de cáncer de hueso. No obstante, los científicos han descubierto que el cáncer de hueso está asociado con diversos factores que aumentan la posibilidad de padecer estos tumores, como son factores hereditarios, recibir altas dosis de radioterapia, entre otros.

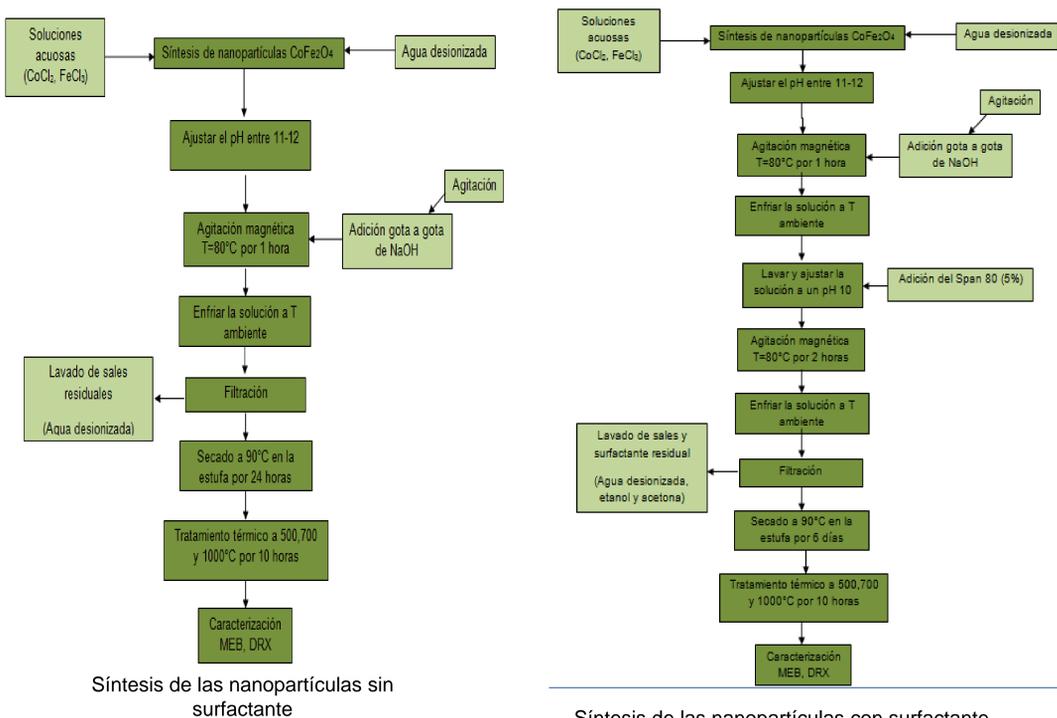


## Desarrollo experimental

En el presente trabajo se sintetizaron y caracterizaron nanopartículas de ferritas de cobalto por el método de coprecipitación química, con la finalidad de obtener un biomaterial para un posible tratamiento en cáncer de hueso.

Tabla 1 Diseño experimental

Experimento	Agua desionizada	Ácido Clorhídrico	Agitación	Surfactante	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )		
					500	700	1000
1	X		X		X	X	X
2	X				X	X	X
3		X	X		X	X	X
4		X			X	X	X
5	X		X	X	X	X	X
6	X			X	X	X	X
7		X	X	X	X	X	X
8		X		X	X	X	X



## Resultados

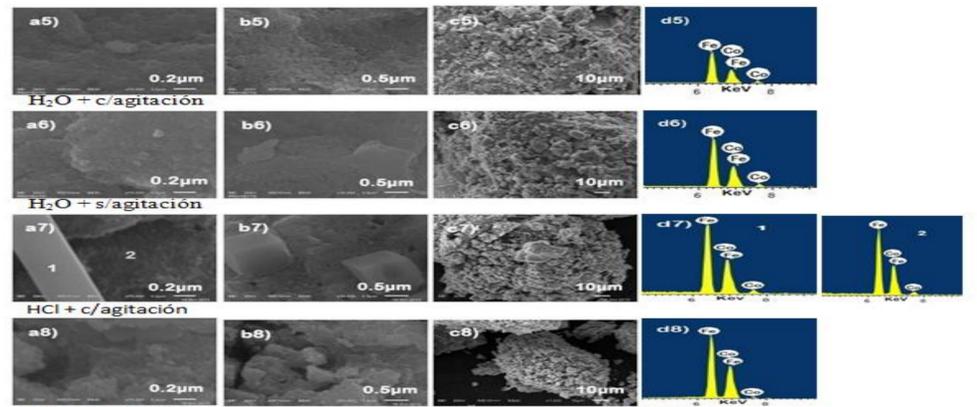


Figura 1. Micrografías obtenidas del material sintetizadas por coprecipitación con la adición de surfactante con tratamiento térmico a  $700^\circ\text{C}$  y sus respectivos EDS. Experimento 5 (a5, b5, c5 y d5), experimento 6 (a6, b6, c6 y d6), experimento 7 (a7, b7, c7 y d7) y experimento 8 (a8, b8, c8, y d8).

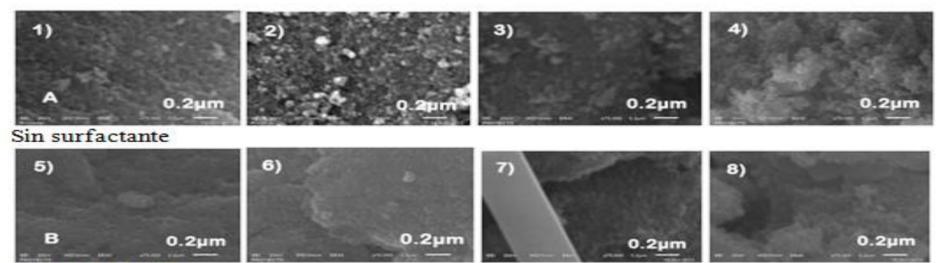


Figura 2. Micrografías tomadas de los materiales (experimentos 1-8) con tratamiento térmico a  $700^\circ\text{C}$  por 10 horas por el método de coprecipitación. A) Experimentos 1-4 sin adición de surfactante y B) Experimentos 5-8 con adición de surfactante.

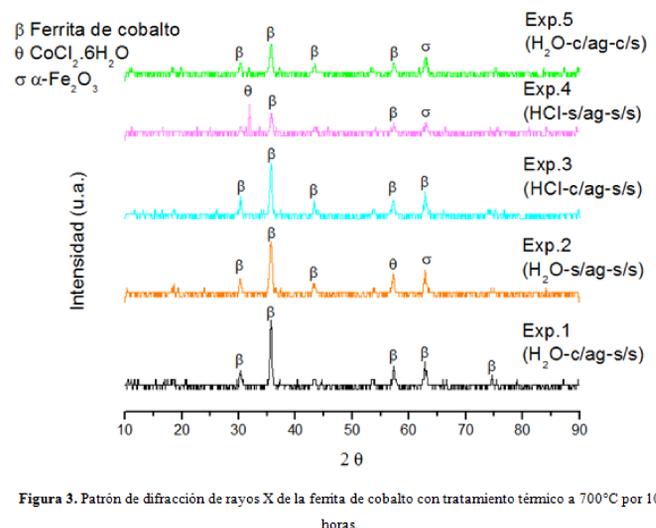


Figura 3. Patrón de difracción de rayos X de la ferrita de cobalto con tratamiento térmico a  $700^\circ\text{C}$  por 10 horas.

## Conclusiones

En este trabajo de investigación se logró sintetizar la ferrita de cobalto por el método de coprecipitación química.

Los factores como tipo de agitación magnética y tipo de solvente impactaron en la reducción del tamaño de las partículas aglomeradas en los materiales tratados a  $700^\circ\text{C}$ .

El efecto de la adición del surfactante fue favorecedor al evitar la aglomeración de las partículas. Excepto en los materiales tratados a  $1000^\circ\text{C}$  y sin tratamiento térmico.

Con la ruta de síntesis empleada se obtuvieron partículas irregulares, con tamaños promedio menores de  $100\text{ nm}$ , excepto en las muestras tratadas térmicamente a  $1000^\circ\text{C}$ . Lo anterior fue corroborado mediante MEB.

Mediante DRX, se confirmó la presencia de la ferrita de cobalto en los materiales tratados a  $700^\circ\text{C}$ , a pesar de no haber utilizado ninguna atmósfera inerte en el proceso seleccionado.

## Referencia

cáncer, I. d. (2008). *Instituto nacional de cáncer hoja informativa*. Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de <http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/tipos/hueso-respuestas>

ESTIIC. (2008). *Aplicaciones industriales de la nanotecnología*. Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de [http://www.idepa.es/sites/web/Europal\\_D\\_i/Repositorios/galeria\\_descargas\\_Europal\\_D\\_i/Aplicaciones\\_industriales\\_04.pdf](http://www.idepa.es/sites/web/Europal_D_i/Repositorios/galeria_descargas_Europal_D_i/Aplicaciones_industriales_04.pdf)

Medina, J. A. (2012). *Síntesis y caracterización de nanofluidos de ferritas de  $\text{CO}(x+1)\text{Zn} \text{Fe}_2\text{O}_4$* . Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de [http://www.cenm.org/abstract/univalle/gpd/JAVIER\\_Mas.pdf](http://www.cenm.org/abstract/univalle/gpd/JAVIER_Mas.pdf)

Rojas, C. (2010). *Síntesis y caracterización de ferritas de Cd, Pb y Mn via hidroquímica*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2012, de <http://tesis.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/7971/1/99.pdf>

Salud.com. (s.f.). *Cáncer de Huesos*. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de [http://www.salud.com/enfermedades/cancer\\_huesos.asp](http://www.salud.com/enfermedades/cancer_huesos.asp)

SISTOLE. (2001). Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de <http://www.elmedicointeractivo.com/ap1/emio/d/publicaciones/sistole246/15-19.pdf>

Society, A. C. (2012). *Cáncer de hueso*. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de <http://www.cancer.org/acs/groups/cid/documents/webcontent/002281.pdf.pdf>

Vasconcelos, Y. (2011). *Pesquisa FAPESP*. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de <http://www.revistapesquisa2.fapesp.br/?art=3155&bd=1&pg=1&lg=es>

<http://tesis.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/7971/1/99.pdf>

Asociación Mexicana de Lucha Contra el Cáncer. (2012). *Osteosarcoma: El cáncer de hueso más común de la edad pediátrica*. *Rayuela*, 215-222. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de <http://revistarayuela.ednica.org.mx/sites/default/files/Asociaci%C3%B3n.pdf>

Barba, M. C., & Medina, N. (2004). *Los materiales de implante. Materiales Avanzados, Núm 6*, 6-12.

Bonilla Matus, H. M. (2006). *Nanomedicina en México. A tu Salud*, 85-89.

Briceño, S., Bramer, W., Silva, P., Cañizales, E., & Delgado, G. (2012). *Control del tamaño promedio de las nanopartículas de ferritas de cobalto  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$* . *Catalisis*, 1, 130-137.

Kumar, L., Kumar, P., Narayan, A., & Kar, M. (2013). *Rietveld analysis of XRD patterns of different sizes of nanocrystalline cobalt ferrite*. *Kumar et al. International Nano Letters* 3:8, 1-12.

Liard Ruiz, A., & Lataret, M. (2006). *Generalidades sobre el sistema esquelético 4a edición*. En *Anatomía Humana* (págs. 3-10). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

Lizarbe, M. A. (2007). *Sustitutivos de tejidos: de los biomateriales a la ingeniería tisular*. *Rev. R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat. (Esp.)*, Vol. 101, Nº. 1, 227-249.