



Síntesis de $\text{NaYF}_4: \text{Er}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$ por el método de sonoquímica

Diana Gabriela Vásquez Mazzotti

Universidad Nacional de Ingeniería



Índice

1 Introducción

2 Fundamento teórico

- La matriz cristalina NaYF_4
- Los iones de tierras raras Er^{3+} , Yb^{3+}
- El fenómeno de *upconversion* y *energy-transfer*

3 Síntesis de nanopartículas

- Método de Sonoquímica

4 Caracterización de las nanopartículas

- Difracción de Rayos X
- Espectroscopía de Emisión

5 Conclusiones

¿Por qué utilizar nanopartículas por *upconversion*?

Características

- Emisiones multicolores: variando el tipo y cantidad de dopantes
- Baja autofluorescencia de fondo
- Alta estabilidad química

Aplicaciones

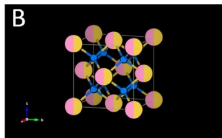
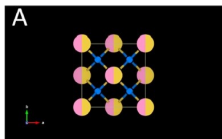
- Tecnología: nanotermómetros
- Medicina: detección de tumores
- Medio Ambiente: nanosensores, detección de contaminantes
- Biología: nanotermómetros, nanosensores

Objetivo

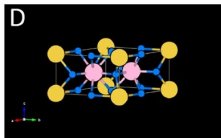
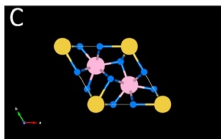
- Sintetizar nanopartículas de alta eficiencia de *upconversion* y ecológicas.
 - Método de Sonoquímica

La matriz cristalina NaYF₄

Cúbica (α)



Hexagonal (β)



Características

Alta eficiencia de *upconversion*
Estabilidad química
Fina emisión del ancho de banda

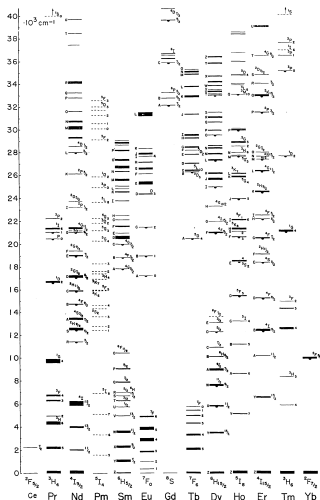
Aplicaciones

Biomarcadores
Sensores

Procesos

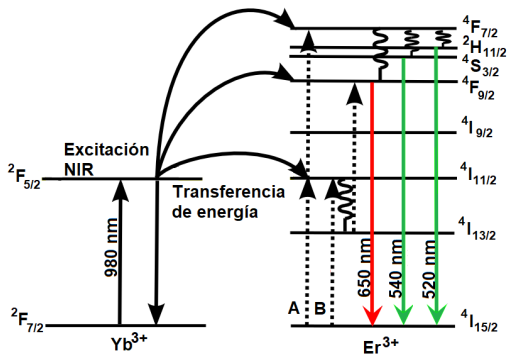
Upconversion
Energy-transfer

Los iones de tierras raras Er^{3+} , Yb^{3+} ,

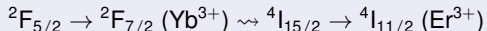


- **Efecto lantánido:** Los electrones de valencia son blindados por las placas $5s^2 5p^6$
- **Yb^{3+} :** Sensibilizador eficiente debido a que tiene un solo estado excitado
- **Er^{3+} :** Activador, hace resonancia con el estado excitado del Yb^{3+} y tiene un coeficiente de extinción diez veces menor

Diagrama del proceso de *energy-transfer*



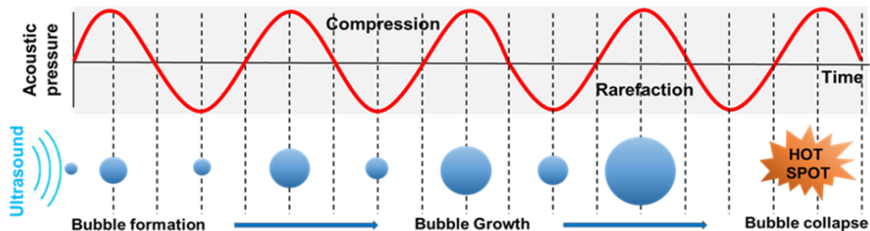
Yb³⁺



Er³⁺



Síntesis Sonoquímica

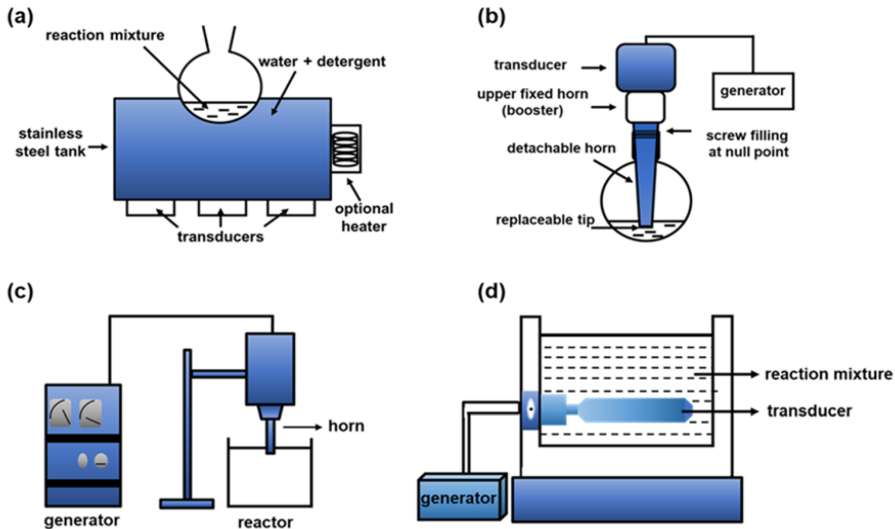


Molecules **2023**, 28, 2639.

Ultrasonido - Cavitación Inducida

- 20 kHz - 1 MHz
- 5300 °C
- 1000 atmósferas

Equipamiento Sonoquímico

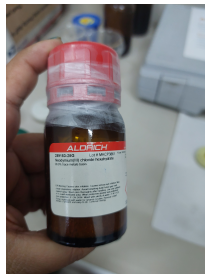
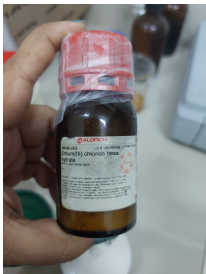


Molecules **2023**, *28*, 2639.

Compuestos utilizados

- Y (78%)
- Er (2%)
- Yb (20%)

Estos compuestos son cloruros hexahidratados de la marca ALDRICH, con un 99.9% de pureza.



PESADO DE COMPONENTES



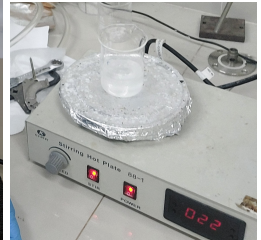
MEZCLADO



AGITACIÓN MAGNÉTICA



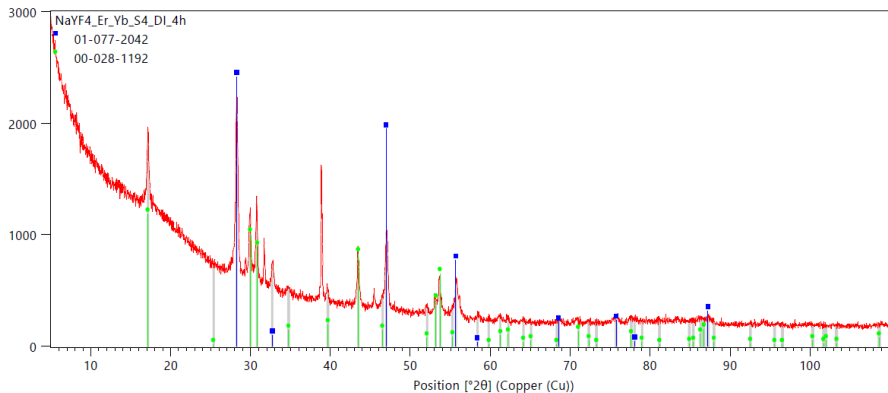
SONICACIÓN



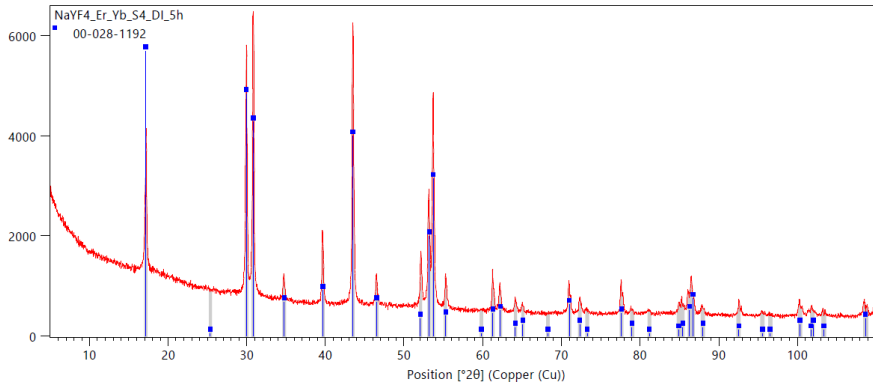
Espectros de Difracción de Rayos X

Método de Síntesis Sonoquímica

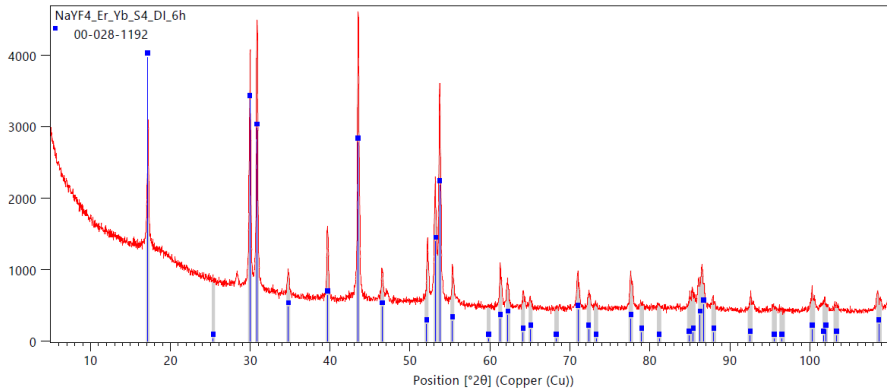
Síntesis con 4 horas de sonicación



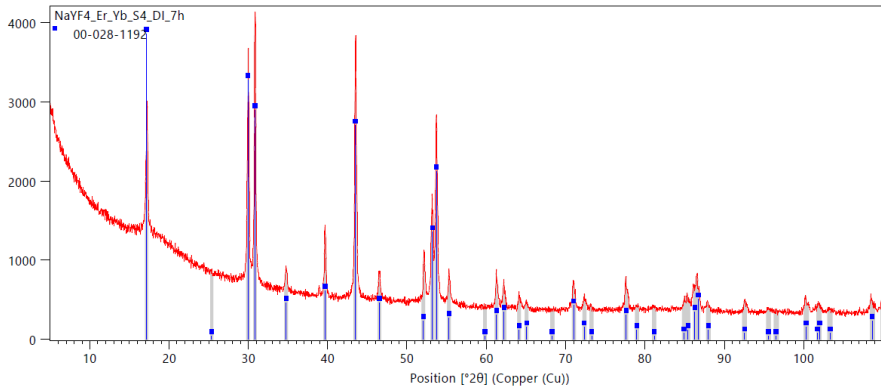
Síntesis con 5 horas de sonicación



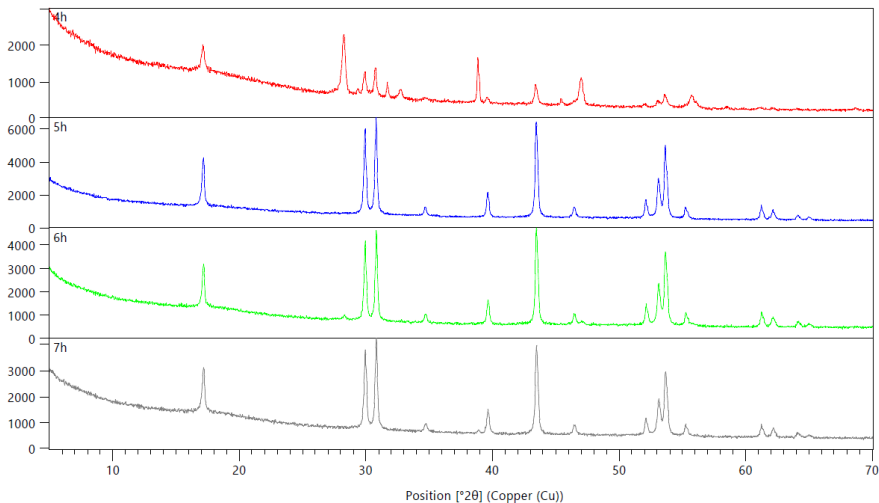
Síntesis con 6 horas de sonicación



Síntesis con 7 horas de sonicación



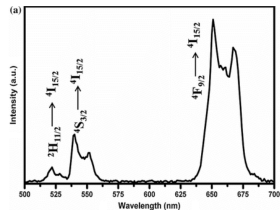
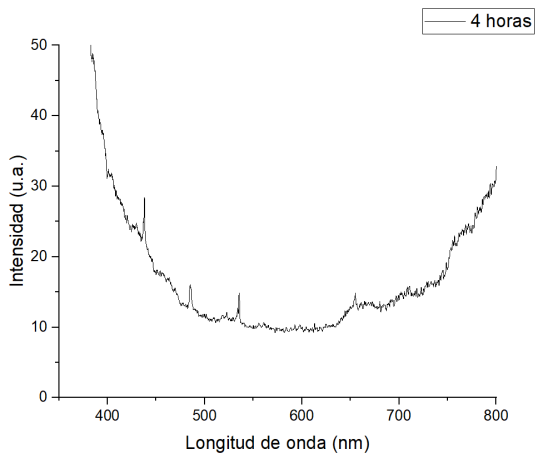
Comparación para diferentes tiempos de sonicación



Espectros de Emisión

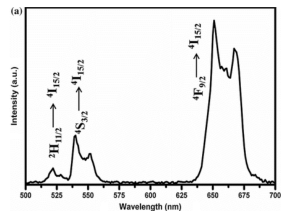
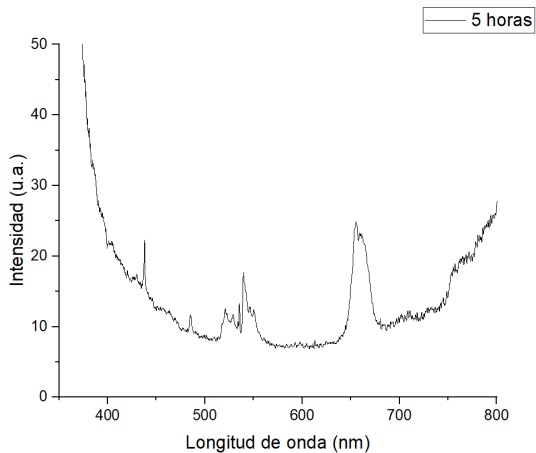
Método de Síntesis Sonoquímica

Síntesis con 4 horas de sonicación



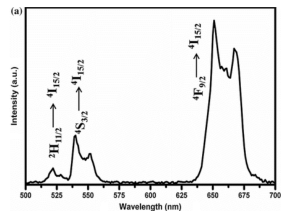
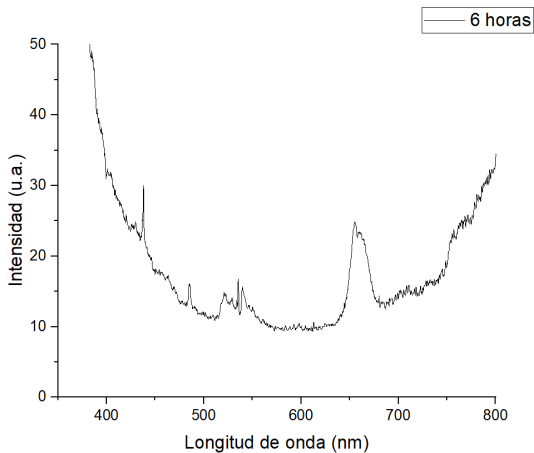
(Reddy,2017)

Síntesis con 5 horas de sonicación



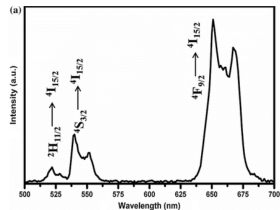
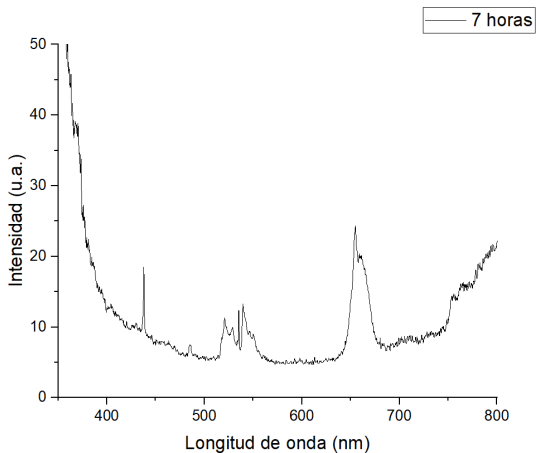
(Reddy,2017)

Síntesis con 6 horas de sonicación



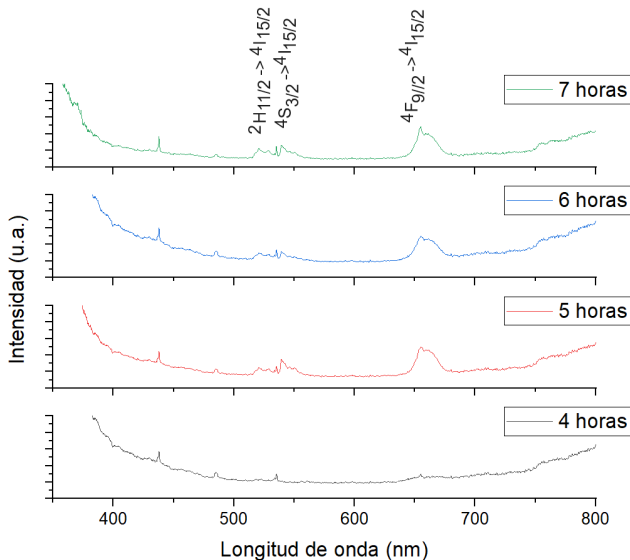
(Reddy,2017)

Síntesis con 7 horas de sonicación



(Reddy,2017)

Comparación para diferentes tiempos de sonicación



Conclusiones

- 1 Síntesis exitosa de nanopartículas de $\text{NaYF}_4: \text{Er}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$ por el método de Sonoquímica.
- 2 Se logró controlar la estructura cristalina mediante el tiempo de sonicación, pasando de la estructura cúbica a la hexagonal.
- 3 El método de síntesis Sonoquímica es amigable con el medio ambiente debido a que no utiliza compuestos orgánicos.

Referencias

- Ding, M.; Chen, D.; Yin, S.; Ji, Z.; Zhong, J.; Ni, Y.; Lu, C. y Xu, Z. Simultaneous morphology manipulation and upconversion luminescence enhancement of NaYF₄: Yb(3+)/Er(3+) microcrystals by simply tuning the KF dosage. *Scientific Report* (2015)
- Pérez-Díaz, P.; Medina-Ramírez, A.; Ruiz-Camacho, B. y Palafox-Segoviano, J. Synthesis of supported nanoparticles by sonication: Effect of the graphene oxide - carbon composite. *Hydrogen Energy*. (2021)
- Ma, Y.; Zhu, J.; Yang, Z.; Zhang, H.; Qiu, J. y Song, Z. Improving upconversion emission of NaYF₄: Yb³⁺ Er³⁺ nanoparticles by coupling Au nanoparticles and photonic crystals: the detection enhancement of Rhodamine B. *Journal of Alloys and Compounds*. (2019)
- Zuo, J.; Wang, W.; Zhang, D.; Wang, X.; Ma, Y.; Li, P.; Li, Y.; Sun, W.; Zhang, Y.; Tu, L.; Chang, Y.; Li, Q. y Zhang, H. Ultra-Sensitive water detection based on NaErF₄@NaYF₄ high-level-doping upconversion nanoparticles. *Applied Surface Science*. (2022)
- Yi, L.; Zhang, Y.; Xie, Y.; Zhang, X.; Jiao, Z.; Jiang, G.; Chen, H. y Zhang, P. Portable AIE hydrogel sensor for rapid and visual field detection of heavy metal residue in food. *Dyes and Pigments*. (2023)

Muchas gracias

