

K. V. Cuéllar Hernández, C. A. Rodríguez González, I. Olivas Arméndariz

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Ingeniería Biomédica

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el escalamiento de la síntesis de puntos cuánticos de sulfuro de plata funcionalizados con la proteína de albúmina de suero bovino con el fin de obtener una estandarización del proceso en cantidades mayores. La investigación fue dividida en tres etapas: I) Síntesis simple, es decir, con las cantidades y parámetros originales como referencia, II) Síntesis y estandarización escalada 6 veces y III) Caracterización y comparación de las dos síntesis. Se utilizó la proteína de albúmina de suero bovino como estabilizador con una concentración de 10mg/ml. Los grupos funcionales contenidos en la proteína ASB son aquellos que se conjugarán en el futuro con un agente de reconocimiento para la detección de antígeno asociado con la presencia de células cancerígenas.

## Introducción

La ciencia de los materiales estudia la relación entre la estructura y constituyentes de los materiales y sus propiedades, así como la influencia de algunos de sus procedimientos de elaboración. La ingeniería de los materiales estudia el proceso de elaboración, selección y aplicación de materiales de acuerdo con las propiedades conocidas y deseadas [1]. Esta ciencia estudia también los bio-materiales los cuales enfrentan los mismos requerimientos de diseño que los materiales utilizados para las aplicaciones convencionales: deben tener una mezcla deseable de propiedades mecánicas y eficiencia en el costo; deben conservar sus propiedades por encima de la vida que se espera del material, y deben desempeñar la función para la cual fueron diseñados[2]. Sin embargo, los biomateriales también deben poseer biocompatibilidad, la capacidad de funcionar dentro de un organismo anfitrión, pero sin provocar una respuesta inmune [3]. Dentro de los biomateriales podemos encontrar los puntos cuánticos, los cuales son nanocristales biocompatibles con diversas aplicaciones. A lo largo de este capítulo veremos algunos conceptos que nos ayudaran a comprender la importancia de los puntos cuánticos aplicados en imágenes biológicas para la detección temprana del cáncer[4].

## Objetivo general

Estudiar la factibilidad de incrementar la cantidad de puntos cuánticos de Ag<sub>2</sub>S sintetizados por un método biomimético estable y repetible.

## Objetivos específicos

1. Sintetizar puntos cuánticos de Ag<sub>2</sub>S por el método biomimético.
2. Incrementar la cantidad de puntos cuánticos de Ag<sub>2</sub>S.
3. Caracterizar fisicoquímicamente los puntos cuánticos sintetizados para determinar su tamaño de partícula, fases presentes y propiedades ópticas.
4. Estudiar el efecto del incremento de cantidad de puntos cuánticos en el proceso de síntesis, así como su repetibilidad y estabilidad.

## Metodología

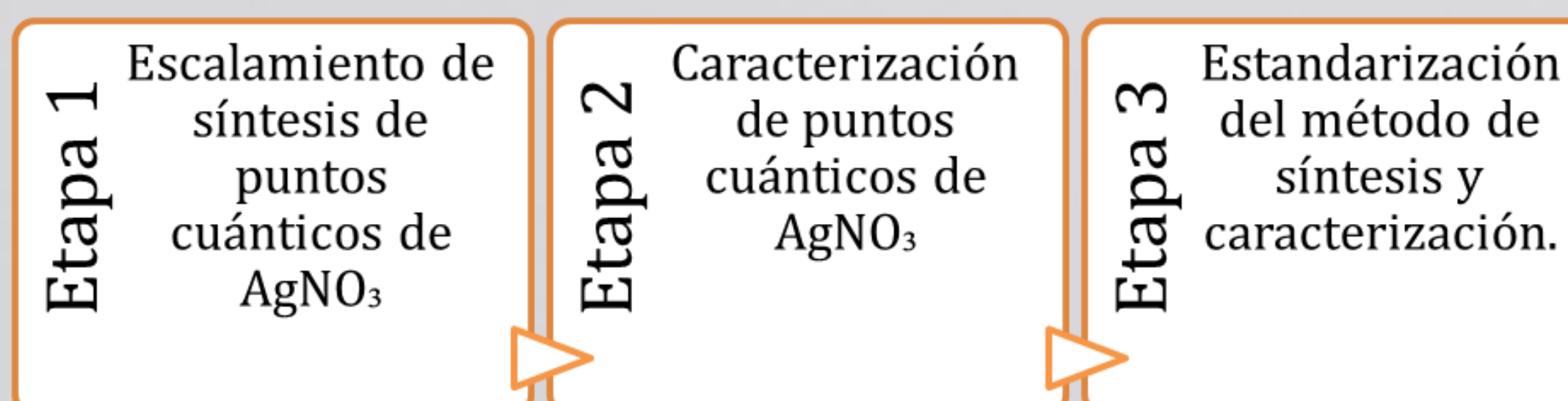


Figura 1. Etapas del proceso experimental

## Resultados

### Puntos cuánticos de sulfuro de plata funcionalizados con BSA

En la síntesis simple se obtuvieron como resultado 6ml de solución y para la síntesis escalada se obtuvieron 125 ml de solución.

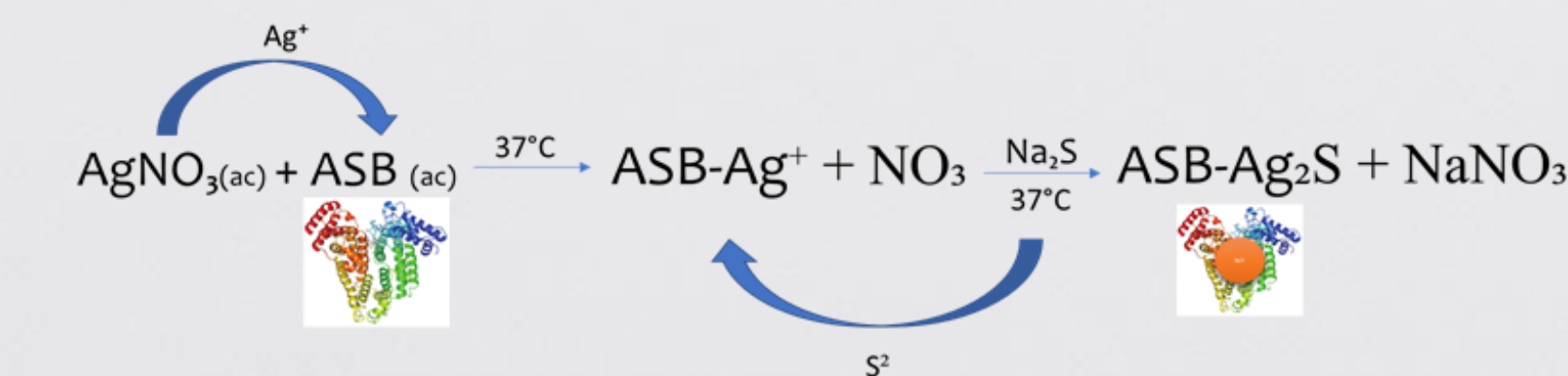


Figura 2. Se presenta el mecanismo de reacción propuesto para el procedimiento de síntesis



Figura 3. Almacenamiento del material obtenido.

### Resultados de distribución de tamaño de partícula

Se observó que el tamaño promedio para las variables consideradas en este proceso experimental es de 10 nm lo cual muestra que el proceso de síntesis escalado fue estandarizado y mantiene en promedio el mismo tamaño de partícula que la síntesis simple.

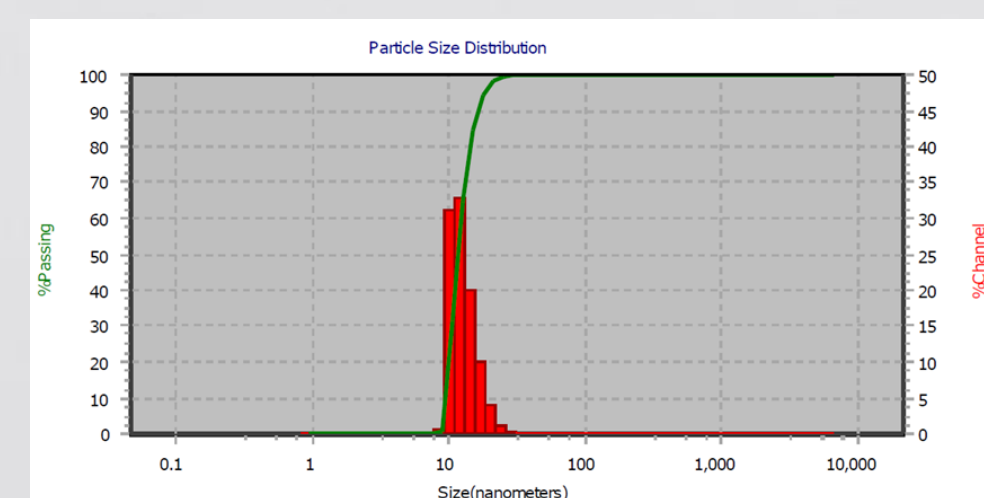


Figura 4. Muestra síntesis simple.

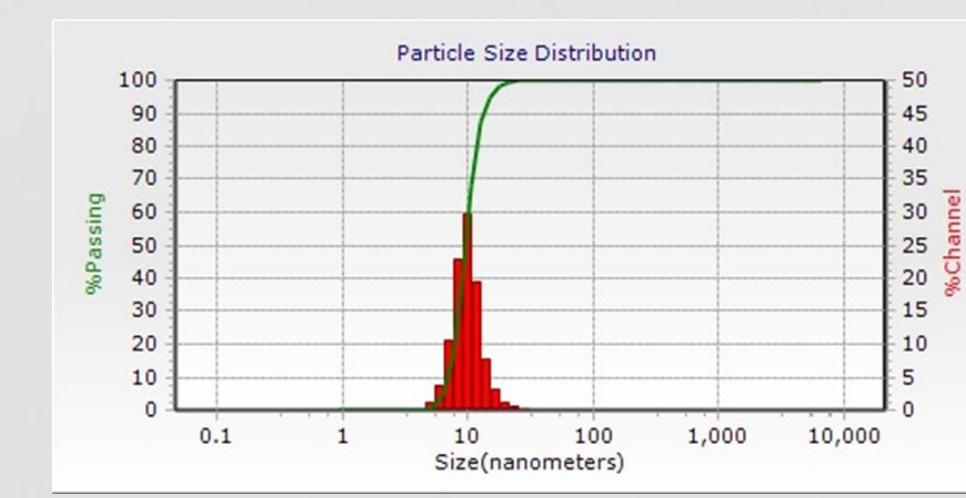


Figura 5. Muestra síntesis escalada.

### Resultados de distribución de tamaño de partícula

En la figura 6 se muestra los espectros superpuestos de la proteína ASB, la síntesis simple y de la síntesis escalada en donde se muestra la similitud y los picos característicos de la proteína en cada uno de los espectros.

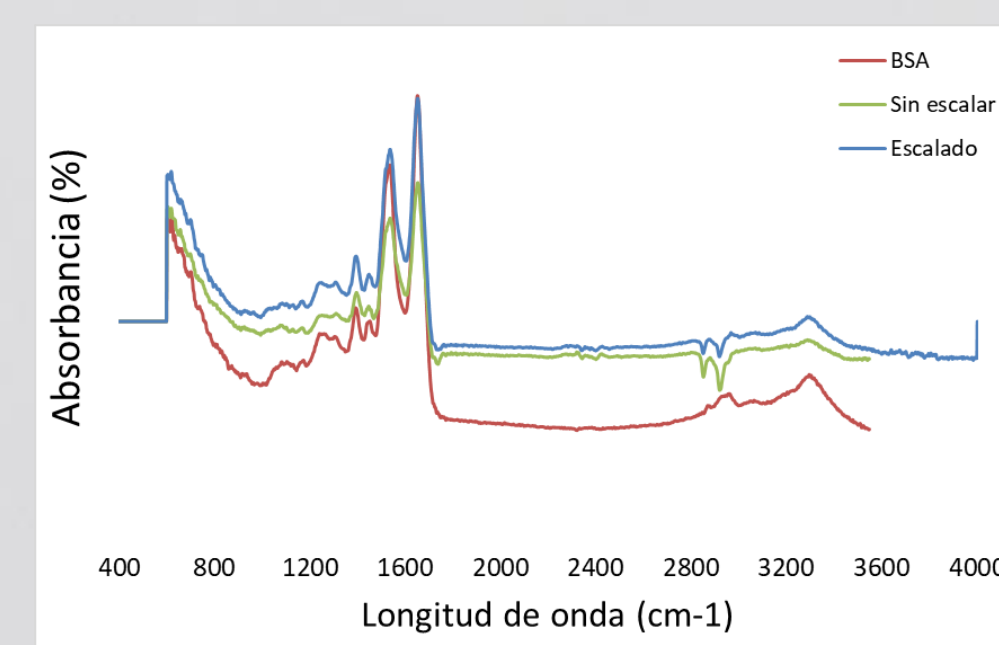


Figura 6. FTIR de 400 a 4000 cm<sup>-1</sup> de la ASB, síntesis simple y escalada de PCs-Ag<sub>2</sub>S-ASB

Longitud de onda de la señal	Grupo correspondiente	funcional
1242	Deformación del grupo -OH y vibración por tensión y estiramiento de C-O	
1375	Tensión de NO <sub>2</sub> compuestos nitro amida II	
1390	Flexión de C-H alcanos	
1498	Flexión de CH <sub>2</sub> -alcanos	
1535	Tensión de C=O aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos y amida I	
1651	Tensión de amida I: C=O; C-N; N-H	
2960	Tensión CH <sub>2</sub> -alcanos	
3296	Tensión de H-O-H grupo alcohol con puentes hidrógeno	

Figura 7. Señales principales obtenidas en FTIR-ATR para el espectro de la proteína albúmina pura

### Resultados de Espectroscopia UV-VIS-NIR

En la figura 8 se observa una banda de absorción en 275 nm que corresponde a la presencia de la proteína ASB [5].

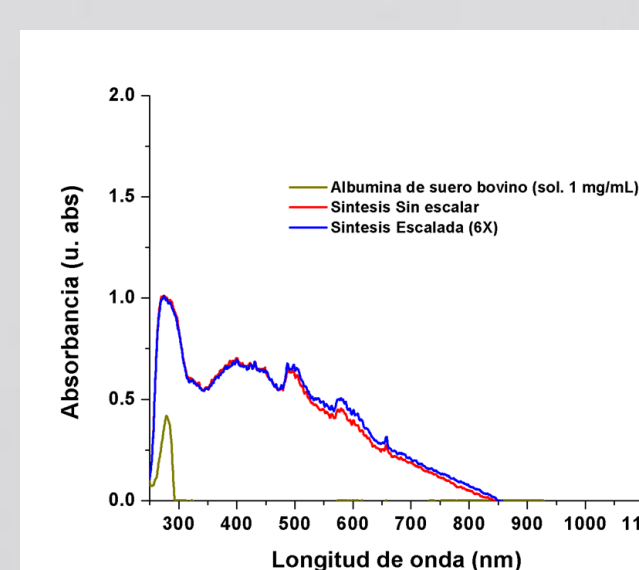


Figura 8. Espectroscopia UV-VIS de muestras

## Resultados

### Resultados de Espectroscopia UV-VIS-NIR

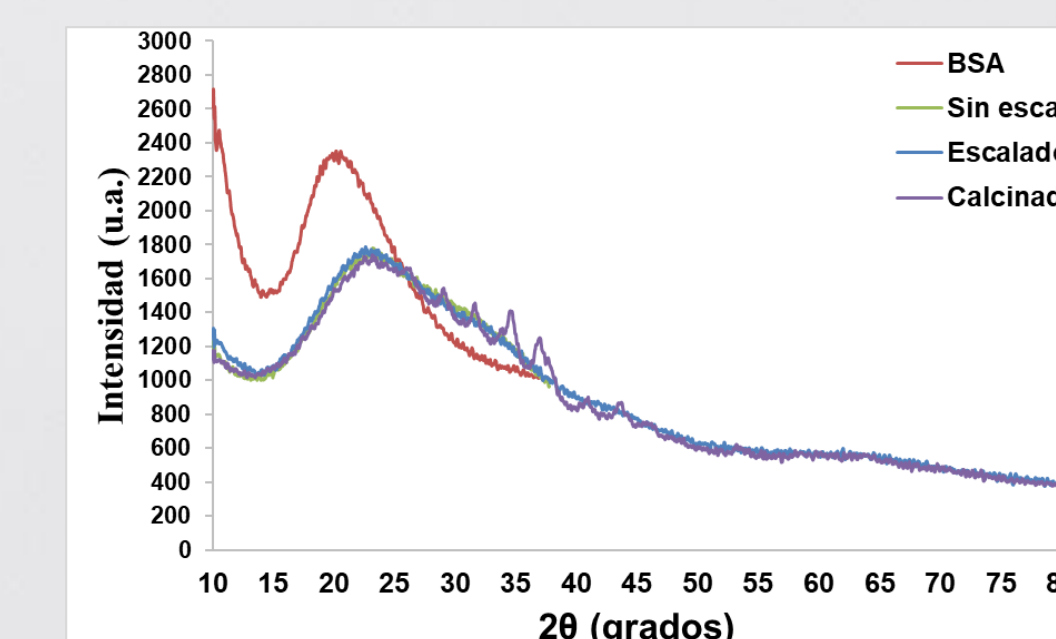


Figura 8. Espectroscopia UV-VIS de muestras acuosas de ASB puro y las diferentes síntesis de PCS-Ag<sub>2</sub>S-ASB

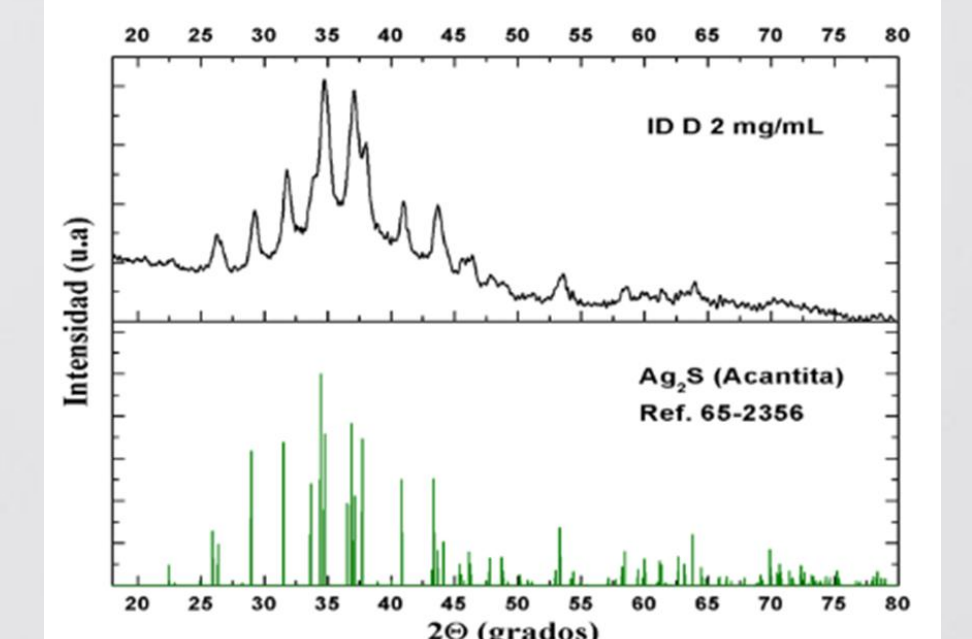


Figura 8. Espectroscopia UV-VIS de muestras acuosas de ASB puro y las diferentes síntesis de PCS-Ag<sub>2</sub>S-ASB

En la figura 4-10 se muestra la comparación acantita o sulfuro de plata con una estructura cristalina α-monoclínica correspondiente a la ficha técnica No. 00-024-0715 con el espectro obtenido en los resultados y se observó que los picos más intensos se muestran en ambos espectros lo que confirma la presencia de la fase.

## Conclusiones

1. Se logró escalar y estandarizar el método de síntesis de puntos cuánticos Ag<sub>2</sub>S funcionalizados con albúmina de suero bovino en un solo paso.
2. Se obtuvo un tamaño promedio de 10 nm y una desviación estándar de 0.43nm y un aumento de 6 veces la cantidad original de PCs-Ag<sub>2</sub>S-ASB.
3. Se logró que el proceso de síntesis fuera estable y repetible.
4. Se determinó por las diferentes técnicas de caracterización que el material obtenido al momento de escalarlo mantiene las características del material obtenido por medio de la síntesis simple.
5. El material es sulfuro de plata en la fase acantita con una estructura cristalina α-monoclínica.

## Bibliografía

- [1] W. González-Viñas, H. L. Mancini. "Ciencia de los materiales". Editorial Ariel, S. A. 4, 2003
- [2] J. Newell. "Ciencia de los materiales: aplicaciones en ingeniería". Roman University. Alfaomega Grupo Editor. 368, 2010.
- [3] America Cancer Society. "Datos y estadísticas sobre el Cáncer entre los Hispanos/Latinos". Sociedad Americana contra el Cáncer, 40, 2014.
- [4] Sociedad Mexicana de Oncología, A. C. "Prevención y diagnóstico oportuno en cáncer". Permanyer México. 23, 2016.
- [5] T. Li, Z. Cheng, L. Cao, X. Jiang, L. Fan. "Data of fluorescence, UV-vis absorption and FTIR spectra for the study of interaction between two foos colourants and BSA". Data in Brief.8, 755-783. 2016