



Influencia del gradiente de temperatura en las propiedades físicas de las películas delgadas de CdSe



L. A. Esquivel-Mendez¹, M.L. Albor-Aguilera^{1*}, M. A. González-Trujillo², R. C. Ruiz-Ortega¹, Y. Matsumoto-Kuwahara³, M. Tufiño-Velazquez¹, C. Hernandez-Vasquez².

¹ Instituto Politécnico Nacional-ESFM. Departamento de Física, U.P.A.L.M., CDMX, 07738, México.

² Instituto Politécnico Nacional-ESCOM. Departamento de Ciencias Básicas, U.P.A.L.M., CDMX, 07738, México.

³Instituto Politécnico Nacional-CINVESTAV-SEES. San Pedro Zacatenco, México CDMX., 07360, México.

Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55054

*e-mail: mlalbor@ipn.mx

RESUMEN/ABSTRACT

El Selenuro de Cadmio (CdSe) es un compuesto semiconductor del grupo II-VI muy prometedor por sus propiedades físicas adecuadas para ser empleado en dispositivos optoelectrónicos como celdas solares. CdSe es altamente fotosensible, con brecha de energía directa adecuada de ~1.7 eV que coincide con el máximo de radiación en el rango visible del espectro solar. En este trabajo, se llevó a cabo el depósito de películas delgadas de CdSe utilizando el sistema CSVT (Close Space Vapour Transport) por sus siglas en inglés, empleando gradientes de temperatura de 100°C y 400°C en una atmósfera de Oxígeno y Argón con una presión de 100mTorr. Así mismo se llevó a cabo la caracterización morfológica, óptica y estructural de las películas delgadas de CdSe obtenidas.

INTRODUCCIÓN

Se han estudiado, diversos problemas en la interfase de la heterounión CdS/CdTe, lo que produce un proceso de interdifusión lo que promueve la formación de compuestos ternarios como es el CdS_{1-y}Te_y en la región del material ventana que es altamente defectuoso y fotoactivo [2].

Una alternativa a este problema es la incorporación de Selenio en la heterounión CdS/CdTe. Se ha reportado que, incorporando Selenio a las estructuras de las celdas solares de película delgada, se observa una mejora en la respuesta eléctrica de estos dispositivos fotovoltaicos. Una forma segura de introducir Se es utilizando una película delgada de Selenuro de Cadmio (CdSe) ya que al ser un compuesto es menos tóxico y peligroso que utilizar vapores de Selenio o ácidos de selenio, como lo hacen diferentes investigadores en las celdas solares de CIS, CIGS, CZTS.

Paudel et al. [4] reportaron que utilizar la película de CdSe como material ventana y combinando la bi-capa CdS/CdSe logran obtener un Voc alto de 806 mV, sin disminuir el valor de la densidad de corriente en corto circuito (Jsc) de 27.2 mA/cm².

Tom Baines et al. [5] reportaron la incorporación de la película de CdSe en donde la estructura CdS/CdSe presenta severas limitaciones en su desempeño, debido a la interdifusión de la capa de CdSe con la de CdS formando una fase CdS_(1-x)Se_x. La mezcla de la fase S-Se no tiene absorción lo que provoca una región parasita. Poplawsky et al. [6] desarrollaron 4 celdas solares de 50 nm, 100nm, 200nm y 400 nm de espesor en donde se observa la dependencia del contenido de Selenio en las propiedades de la capa del compuesto ternario fotoactivo CdTe_xSe_{1-x}.

En este trabajo se llevó a cabo la síntesis de películas delgadas de CdSe, utilizando técnicas de evaporación térmica empleando el sistema CSVT (Close Space Vapour Transport), así como la caracterización morfológica, óptica y estructural de las películas obtenidas.

METODOLOGÍA

Las películas delgadas de CdSe, fueron depositadas sobre sustratos de vidrio comercial TEC-15™ con un óxido conductor transparente (FTO por sus siglas en inglés) SnO₂:F. Se utilizó la técnica de evaporación térmica, con un sistema CSVT (Close Space Vapour Transport) por sus siglas en inglés, para llevar a cabo el depósito de las películas delgadas de CdSe, como se observa en la figura 1.



Figura 1. Imagen del sistema CSVT.

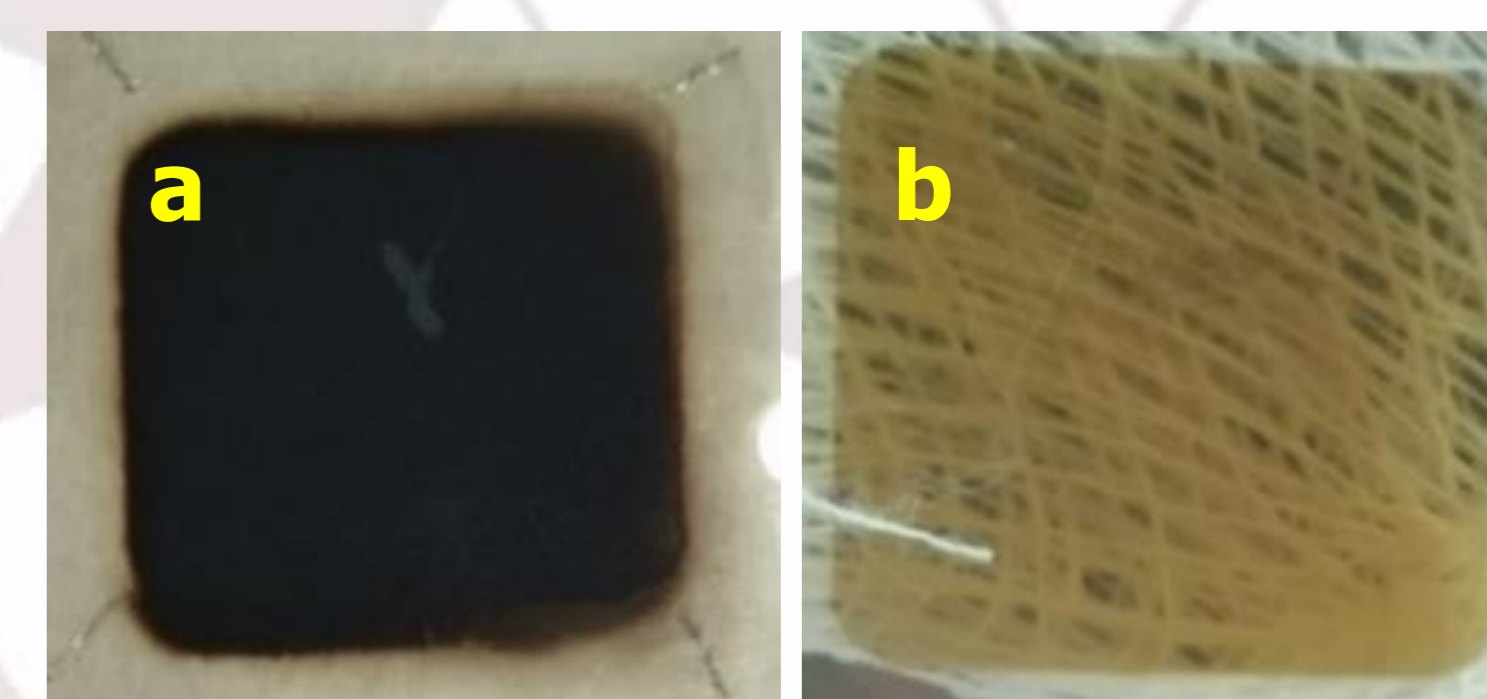


Figura 2. Películas delgadas de CdSe a) microestructurado y b) nanoestructurado

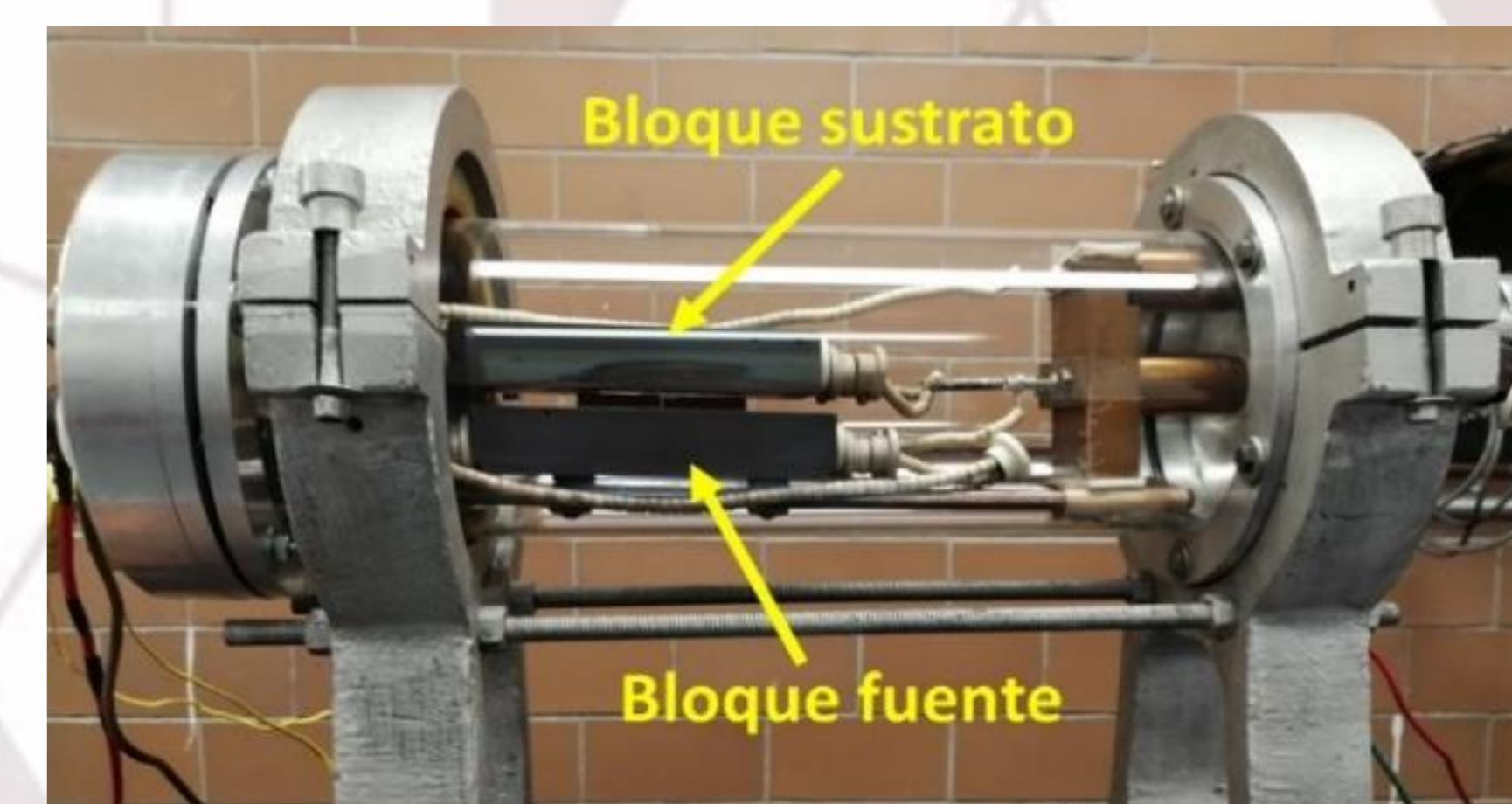


Figura 3. Cámara de crecimiento.

RESULTADOS

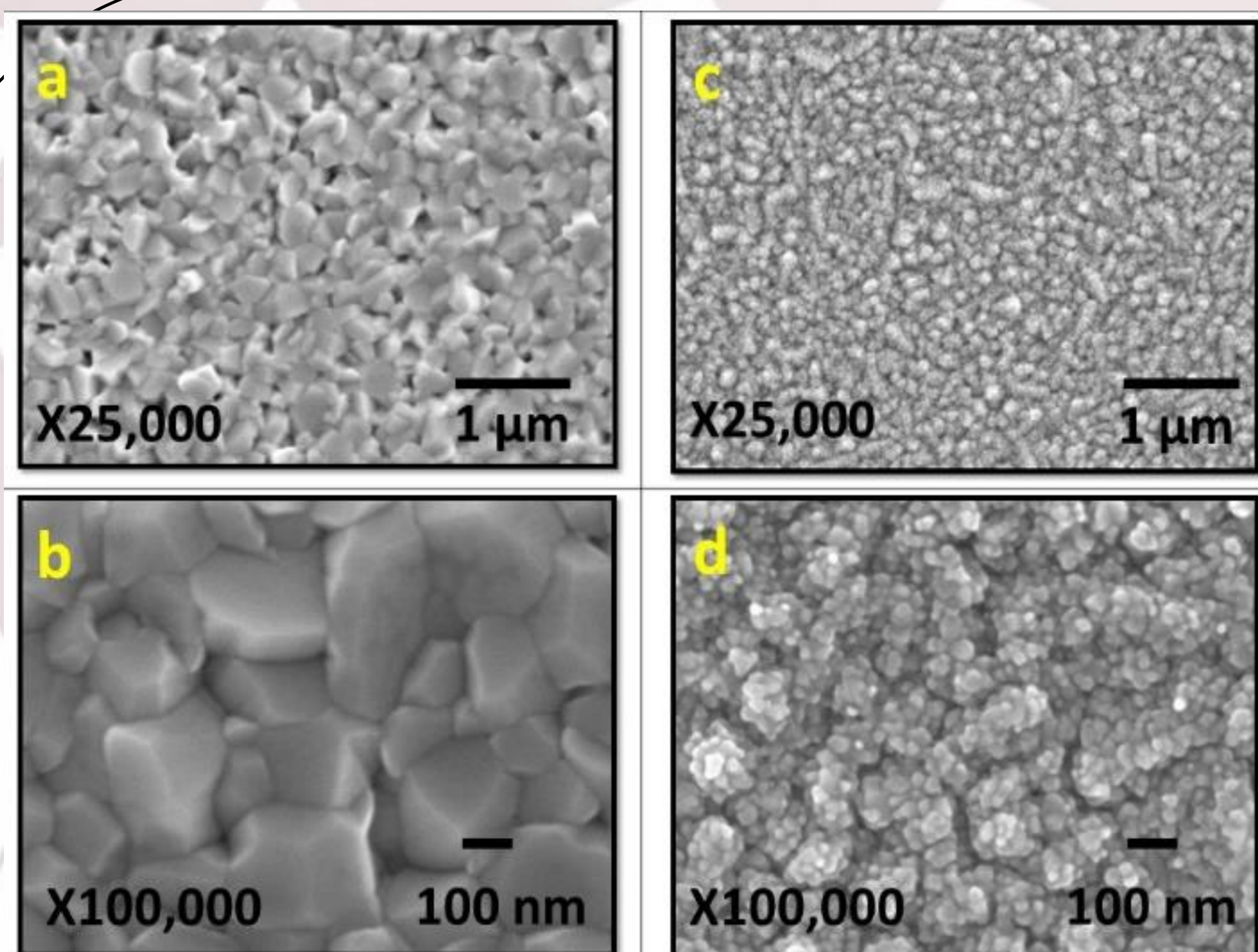


Figura 4. Imágenes de MEB a) y b) CdSe microestructurado, c) y d) CdSe nanoestructurado.

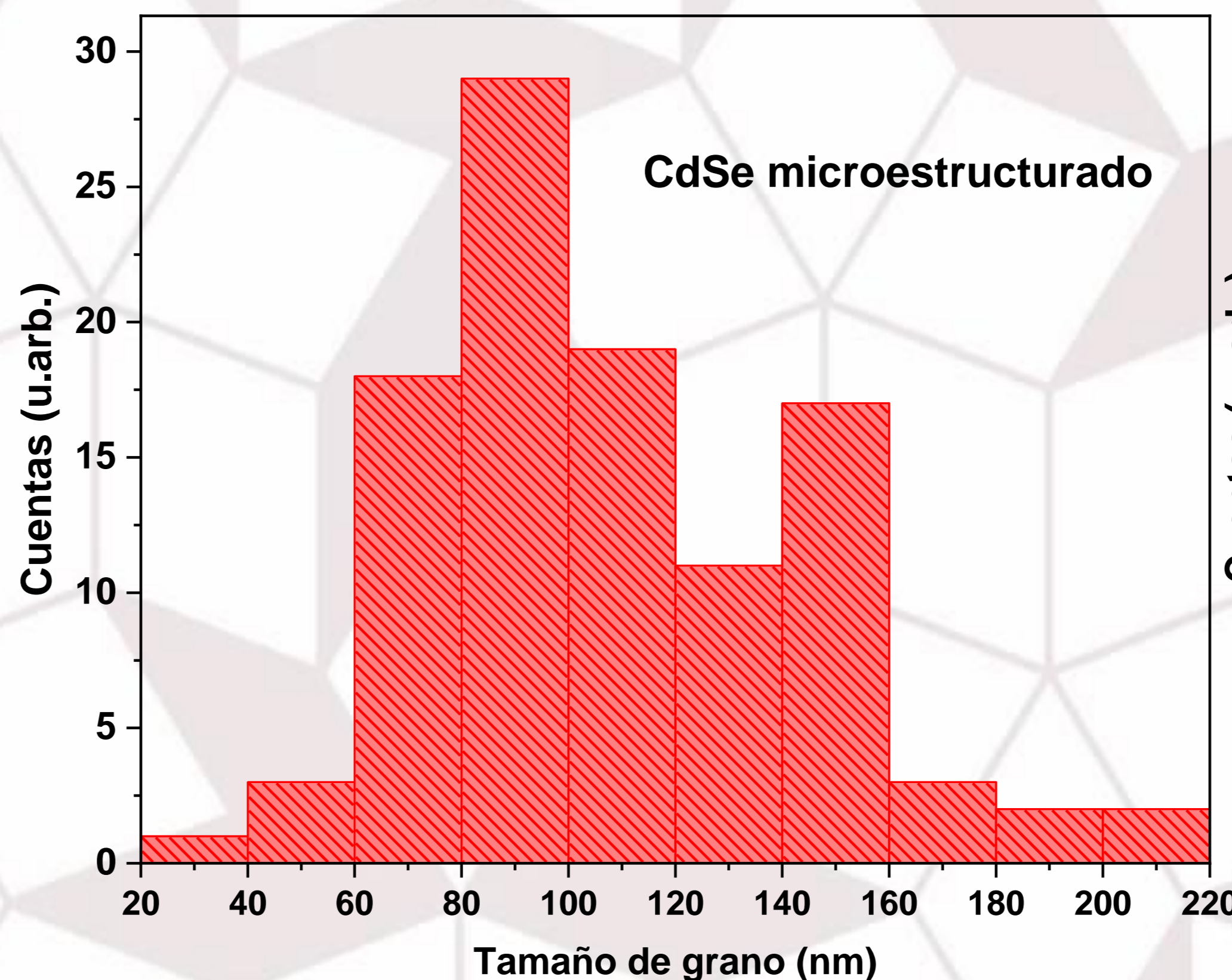


Figura 5. Histograma de la película delgada de CdSe microestructurado.

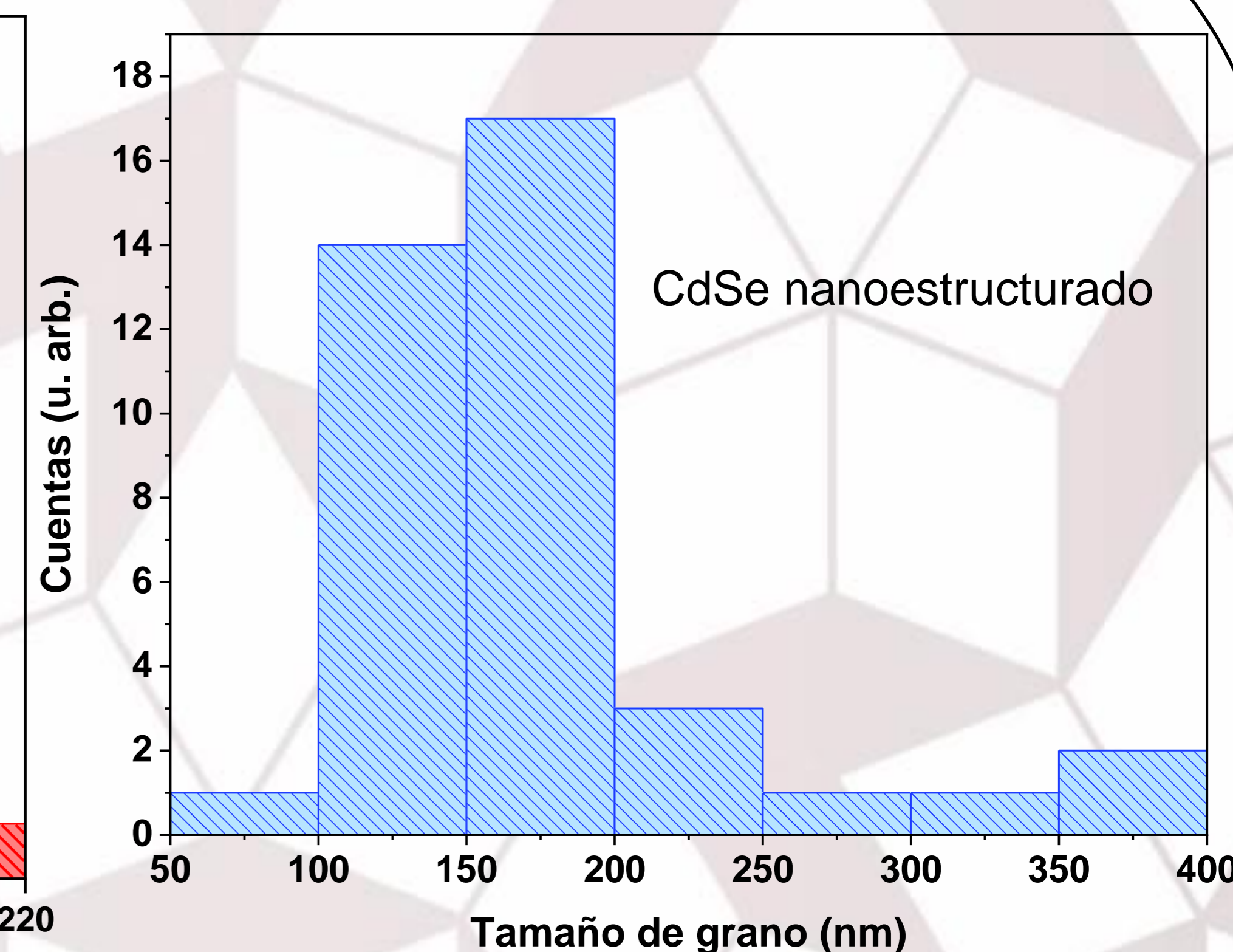


Figura 6. Histograma de la película delgada de CdSe nanoestructurado.

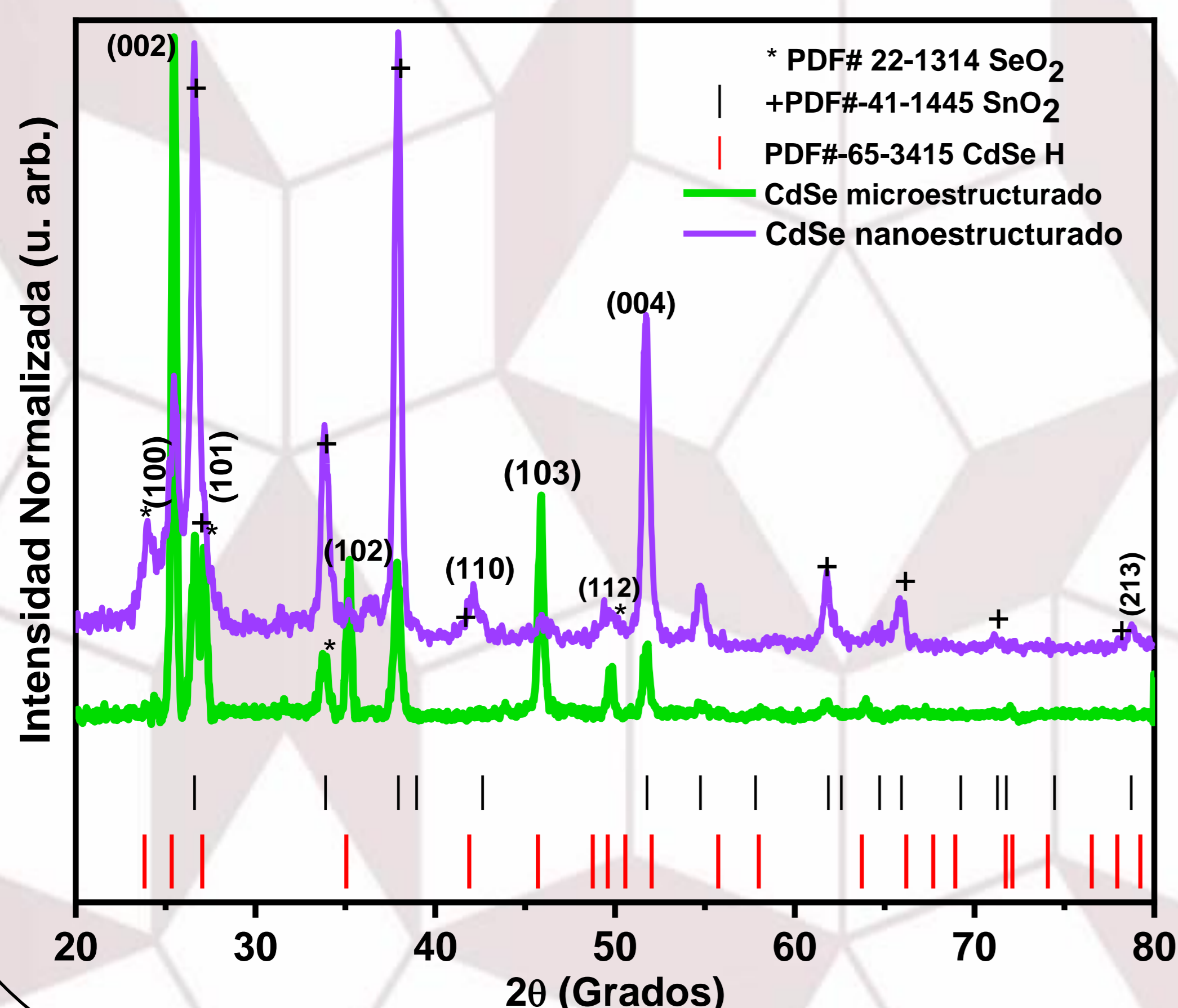


Figura 7. Patrón de difracción de las películas delgadas de CdSe.

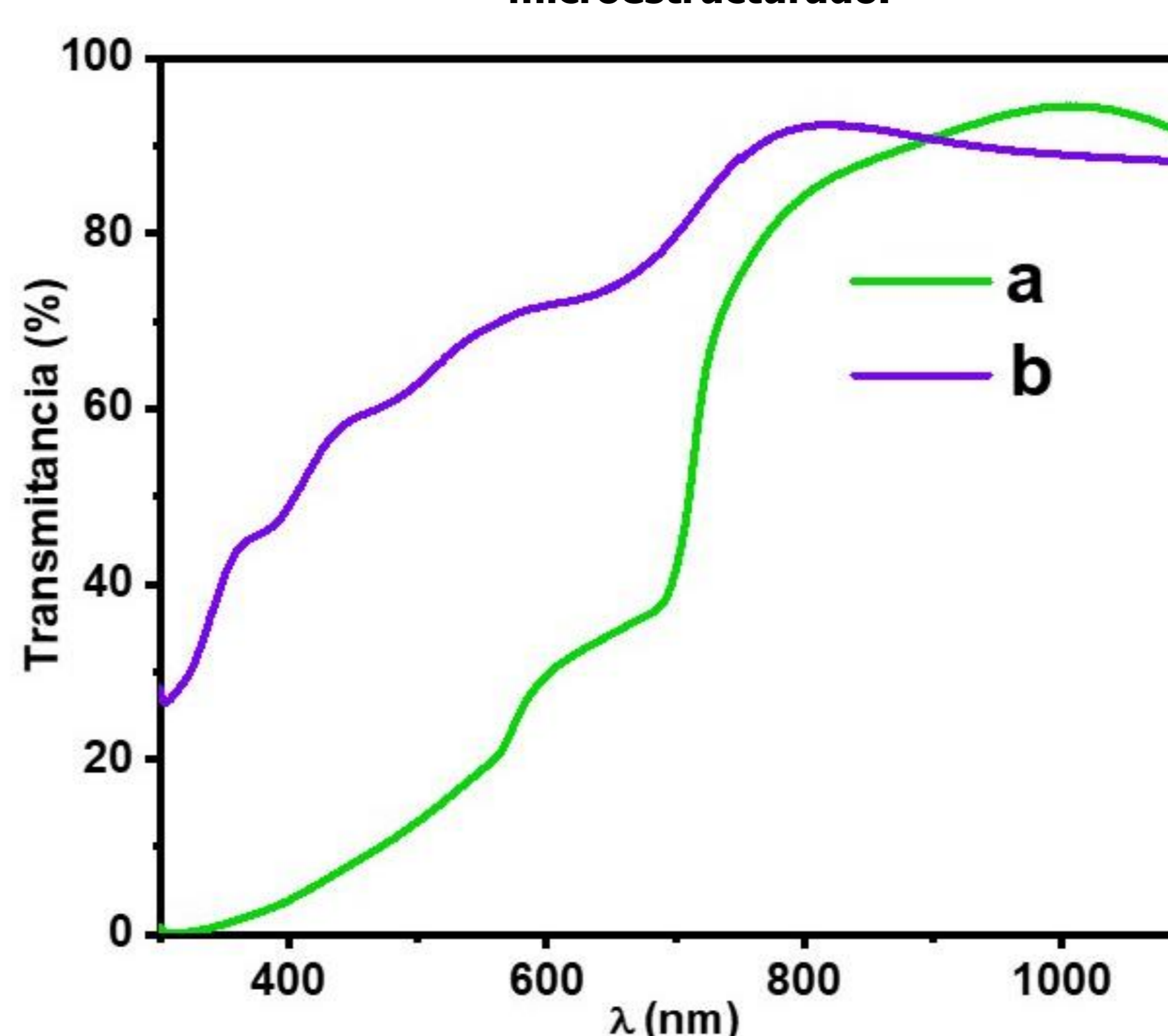
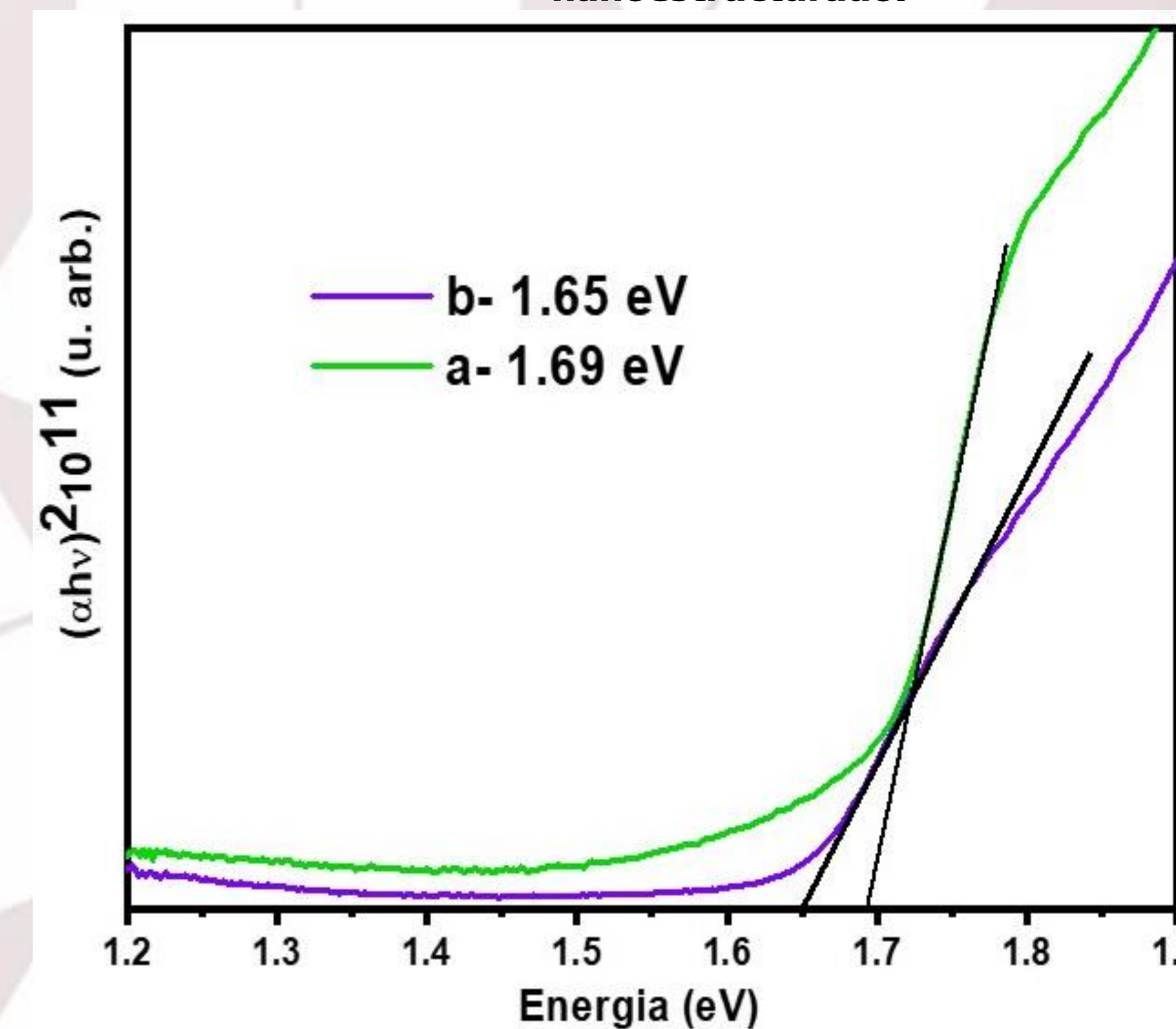


Figura 8. Espectro de transmitancia de las películas de a) CdSe microestructurado y b) CdSe nanoestructurado.



CONCLUSIONES

Se obtuvieron películas delgadas de CdSe, utilizando técnicas térmicas con el sistema CSVT.

Se logró observar como la influencia del gradiente de temperatura modifica las propiedades físicas de la película, principalmente las propiedades morfológicas en donde por un lado se obtiene una morfología granular con el gradiente de 100°C y con el gradiente de 400°C se obtiene un crecimiento en forma de cúmulos. Así mismo se observa una variación de la estimación de la brecha de energía en donde se obtuvieron valores de 1.65 eV y 1.69 eV.

Ambas películas de CdSe presentan una estructura cristalina del tipo hexagonal, identificadas con la carta cristalográfica carta PDF #65-3415 de calidad experimental.

Agradecimientos

Este trabajo está patrocinado en parte por la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, proyecto SIP-20221619, SIP-20221737, SIP-20221732, SIP 20221743 y CONACYT.

REFERENCIAS

- [1] Garabedian R. (2016). Technology Update, First Solar INC. <https://investor.firstsolar.com/static-files/41164351-05e1-4819-84bd-f3605ce57c1a/>.
- [2] Mia M.D., et-al. (2018). Electrical and Optical characterization of CdTe solar cells with CdS and CdSe buffers- A comparative study, Journal of Vacuum Science & Technology B 36, 052904.
- [3] Paudel N. R., et-al.(2014). Enhancing the photo-currents of CdTe thin film solar cells in both short and long wavelength regions, Appl. Phys. Lett 105, p. 183510.
- [4] Poplawsky J. D., et-al. (2016). Structural and compositional dependence of the CdTeSe_{1-x} alloy layer photoactivity in CdTe-based solar cells, Nat Commun, 7, p. 12537.
- [5] Lingg M., et-al., (2018). Structural and electronic properties of CdTe_{1-x}Se_x films and their application in solar cells, Sci. Technol. Adv. Mater. 19, p. 684.