

M. en C. Jose Luis Mendoza Castellanos. Director de tesis: Dr. Francisco Paraguay-Delgado  
Laboratorio: Síntesis de óxidos de semiconductores, Departamento de Física de materiales  
CIMAV, Chihuahua, Chih.

## Síntesis de SnO<sub>2</sub> en morfología 3DOM

**RESUMEN**  
Se obtuvo PMMA por medio de polimerización por emulsión. Se preparan dispersiones de PMMA con soluciones de SnCl<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O a diferentes concentraciones. Las dispersiones formuladas, se depositaron sobre portaobjetos formando recubrimientos. Se secaron y se sometieron a tratamiento térmico, obteniendo finalmente la morfología 3DOM de SnO<sub>2</sub>. Se caracterizó por MEB, MET, EDS, DRX, BET y FTIR.

RECUBRIMIENTOS	Área superficial (m <sup>2</sup> /g) 3DOM	Diámetro PMMA (nm)	Diámetro de poro 3DOM (nm)	Perdida de diámetro (%)	Sn %	O %	Cl %	% Otros (Al, Si, C, S, Na, Mg)	# átomos Sn (base 100 gr)	# átomos O (base 100 gr)	Relacion #átomos de O/átomo de Sn
P1 TS1MST T450	-	273+25	-	-	80.6	18.3	0.6	0.4	0.7	1.1	1.7
P1 TS1M90 T450	-	-	-	-	81.2	17.6	0.6	0.4	0.7	1.1	1.6
P1 TS1M120 T450	-	-	-	-	81.2	17.8	0.5	0.4	0.7	1.1	1.6
P1 TSC30T T450	-	-	238+22	13	75.4	20.2	0.1	3.9	0.6	1.3	2
P1 TSCAmT T450	-	-	-	-	66.4	24.8	0.5	8.3	0.6	1.6	2.8
P1 TSR2CT T450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1 TS0.5M T400	-	-	-	-	78.7	20.6	0.7	0	0.7	1.3	1.9
P2 TS0.5ML T400	-	494+59	-	-	73.8	22.7	0.6	2.9	0.6	1.4	2.3
P2 TS0.5MSL T400	81	-	312+35	37	74	22.5	0.5	3	0.6	1.4	2.3
P2 TS0.5M T400	-	-	-	-	86.3	11.7	2	0	0.7	0.7	1
P3 TS0.5M T400	-	120+15	91+13	24	-	-	-	-	-	-	-
P4 TS0.5M T400	87	252+19	212+34	16	75.8	23.5	0.8	0	0.6	1.5	2.3
P5 TS1.5M T500	-	360+14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6 TS1.5M T500	-	415+20	-	-	-	-	-	-	-	-	-

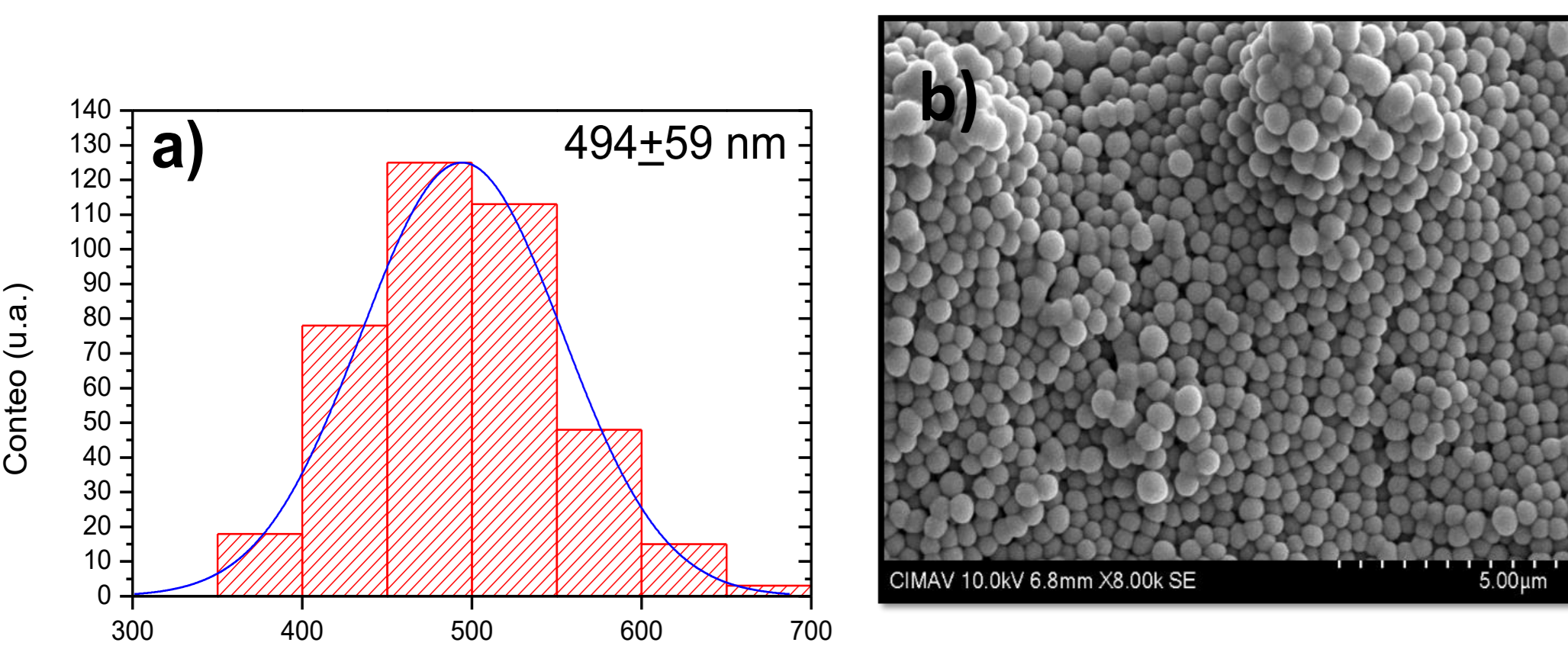


Fig. 1. a) Histograma del diámetro de la síntesis 2, b) micrografía MEB de PMMA

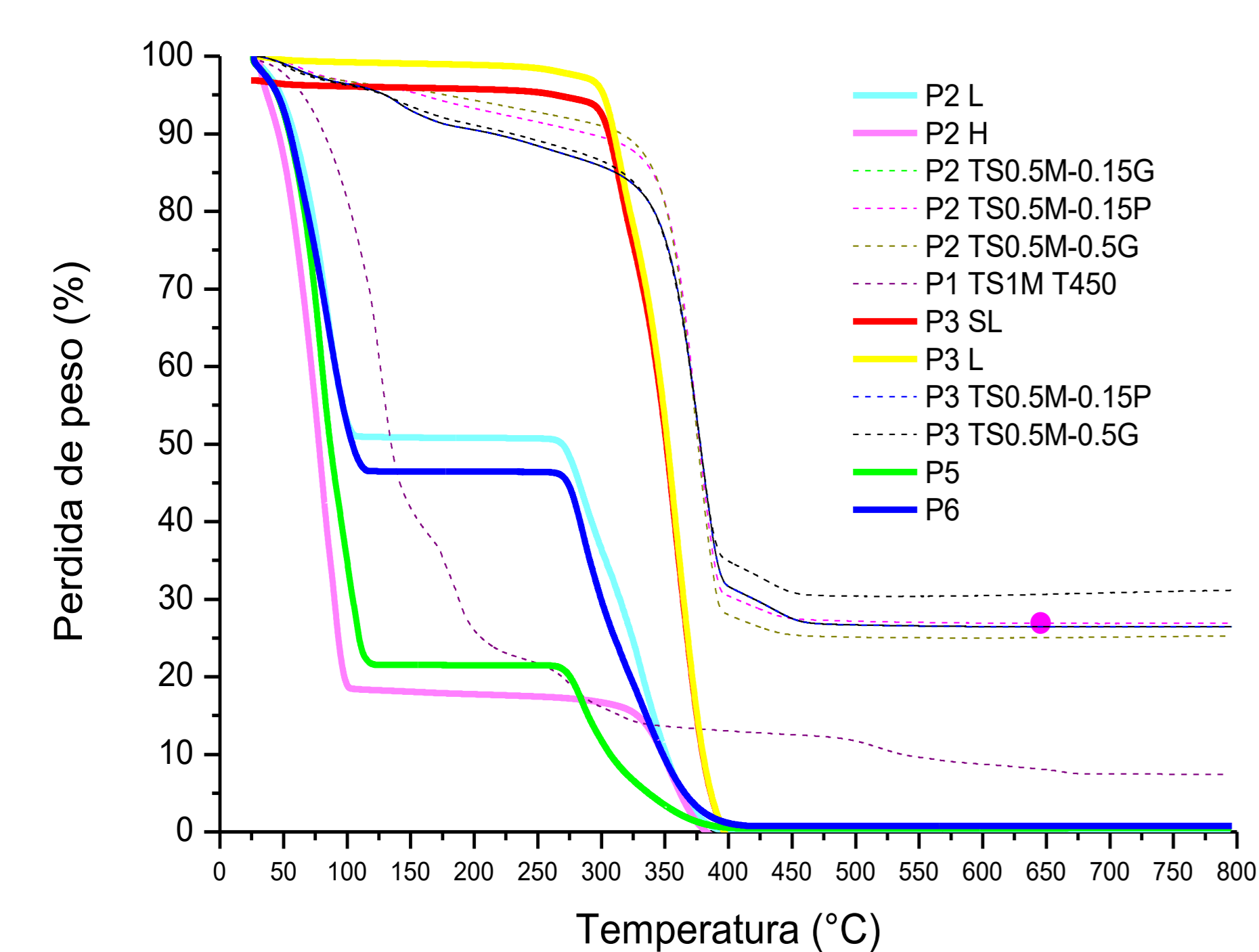


Fig. 2. Análisis térmicos (TGA) del PMMA y recubrimientos.

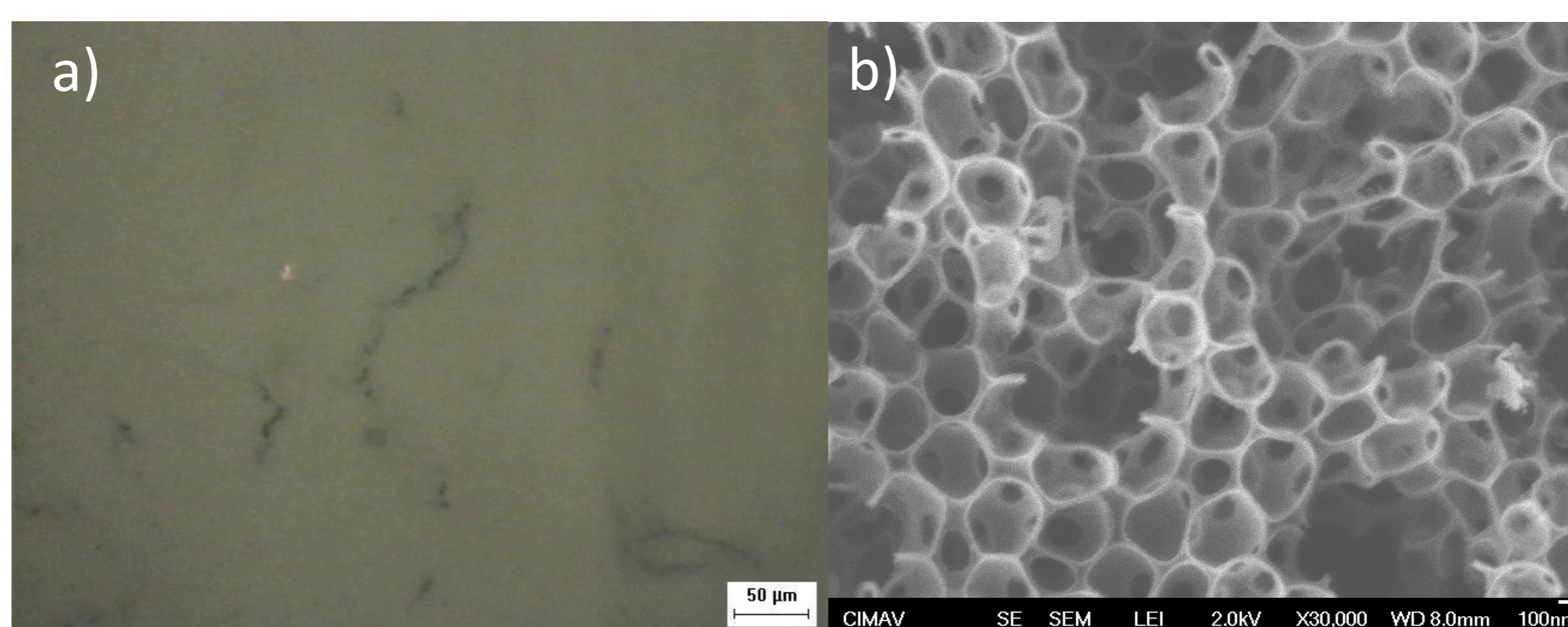


Fig. 5. Micrografías del recubrimiento P2 TS0.5M T400-0.1. a) micrografía por microscopía óptica, b) micrografía por MEB.

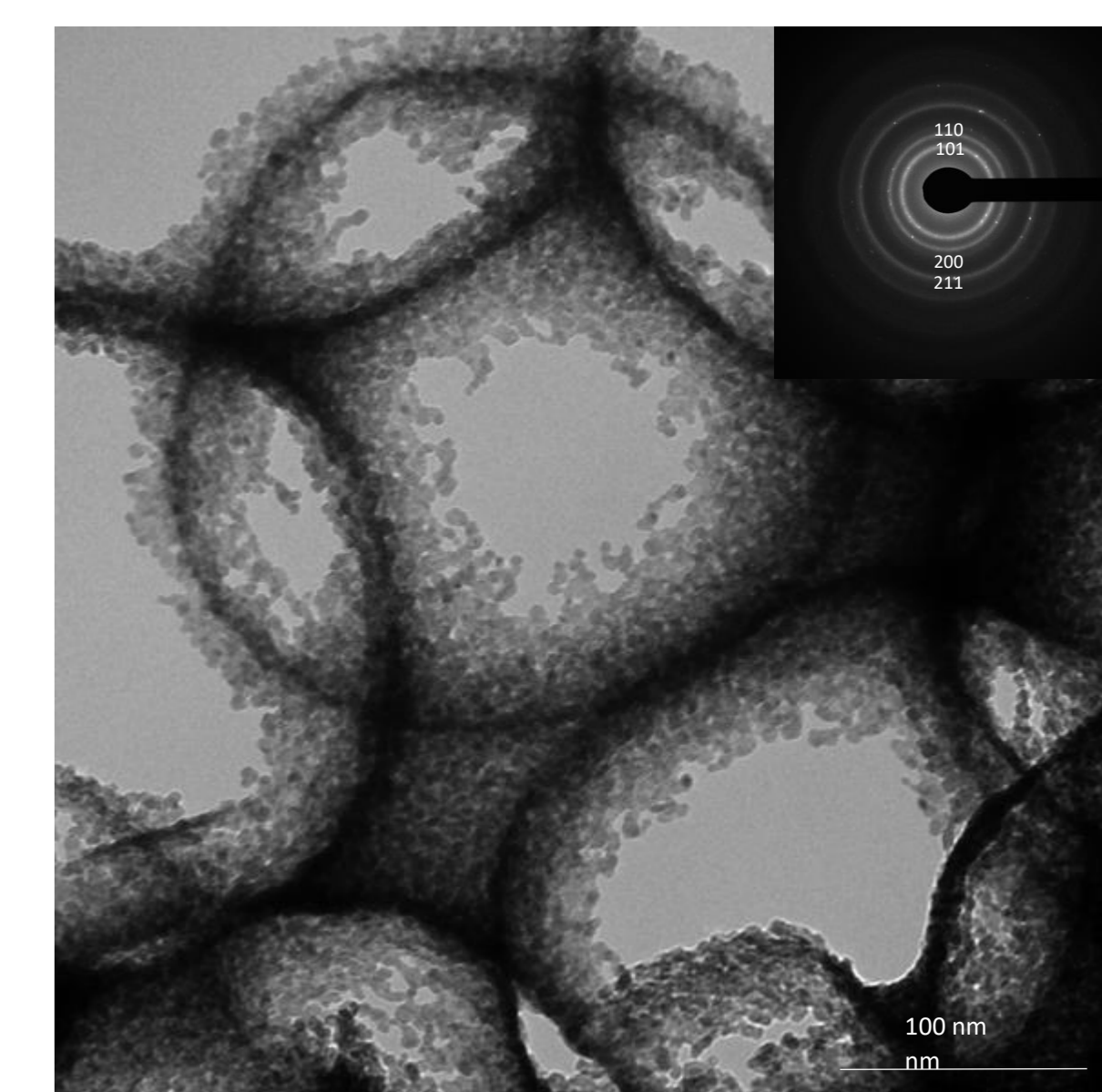


Fig. 6. a) Micrografía por MET del recubrimiento P1 TSC30 T500, b) Patrón de difracción (SAED).

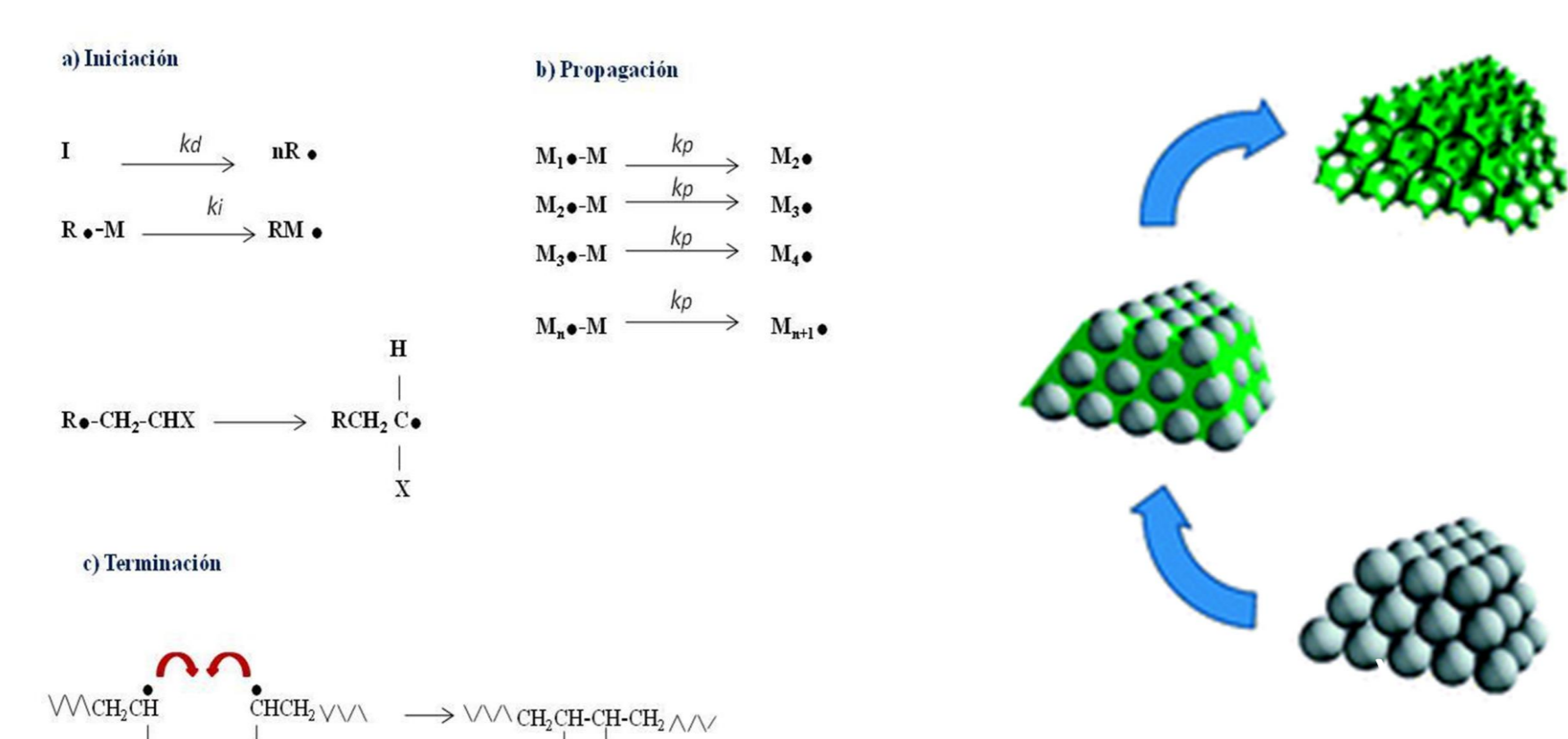


Fig. 3. Mecanismo de polimerización por emulsión [2].

Figura 4. Eliminación del PMMA y formación 3DOM de SnO<sub>2</sub> [1].

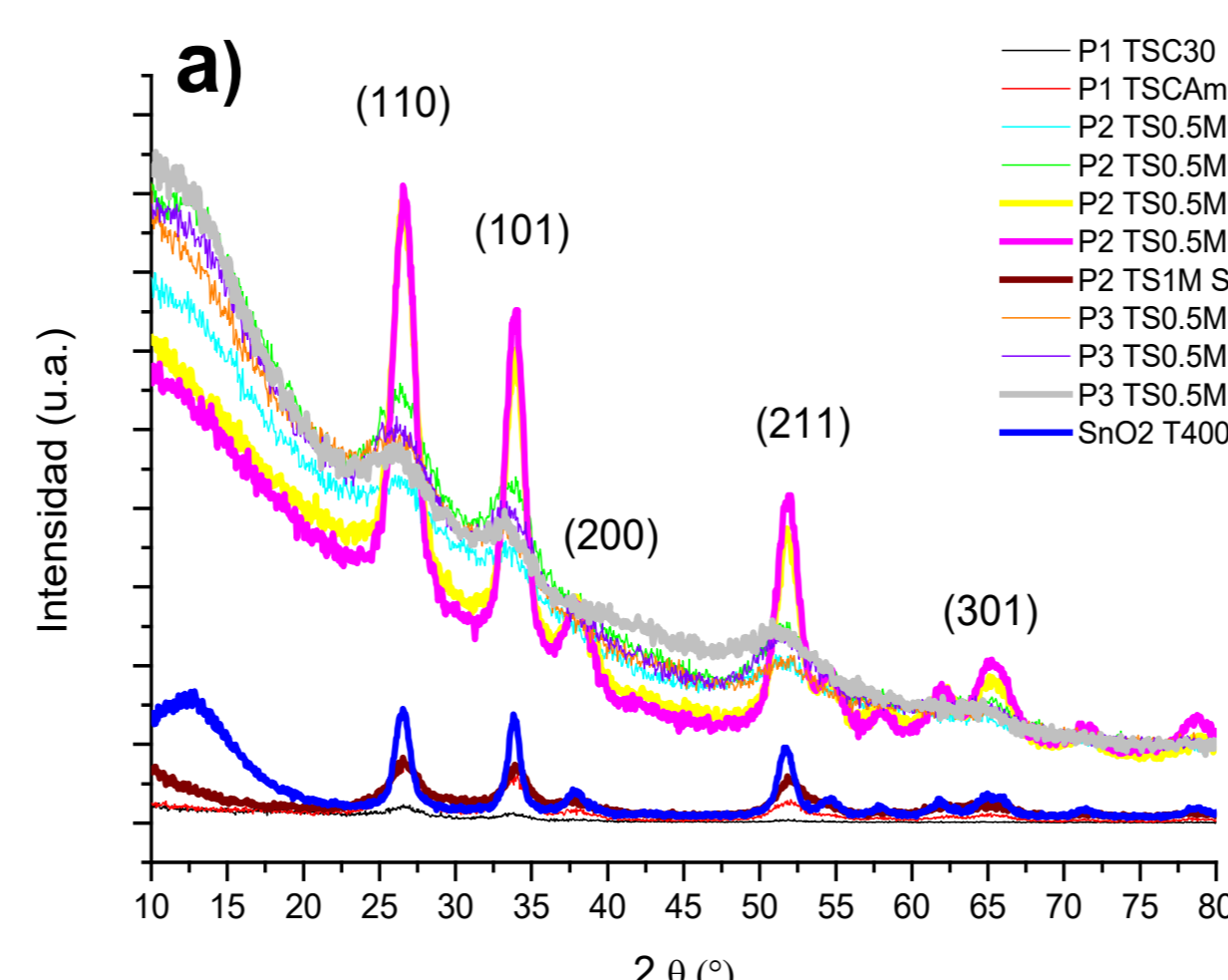
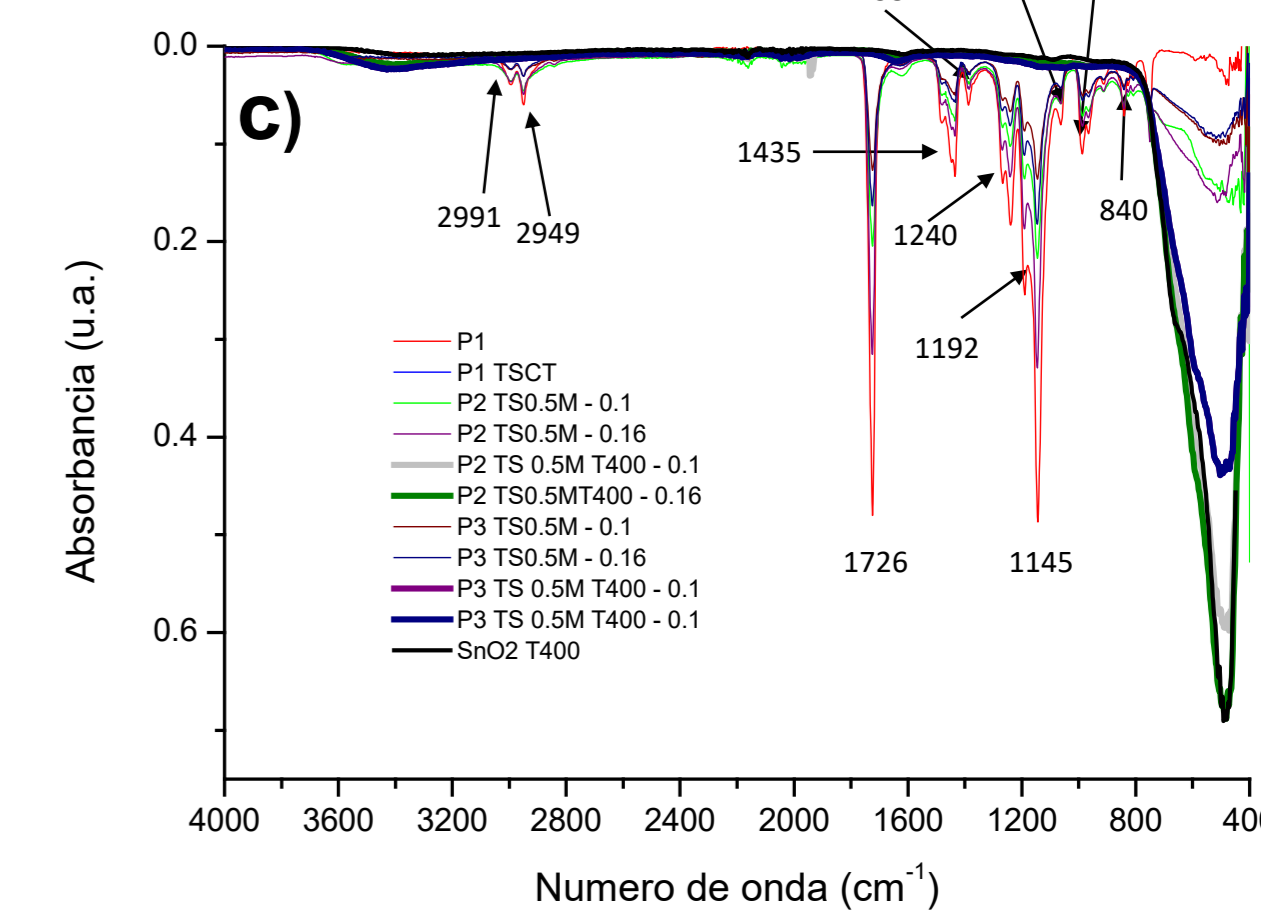
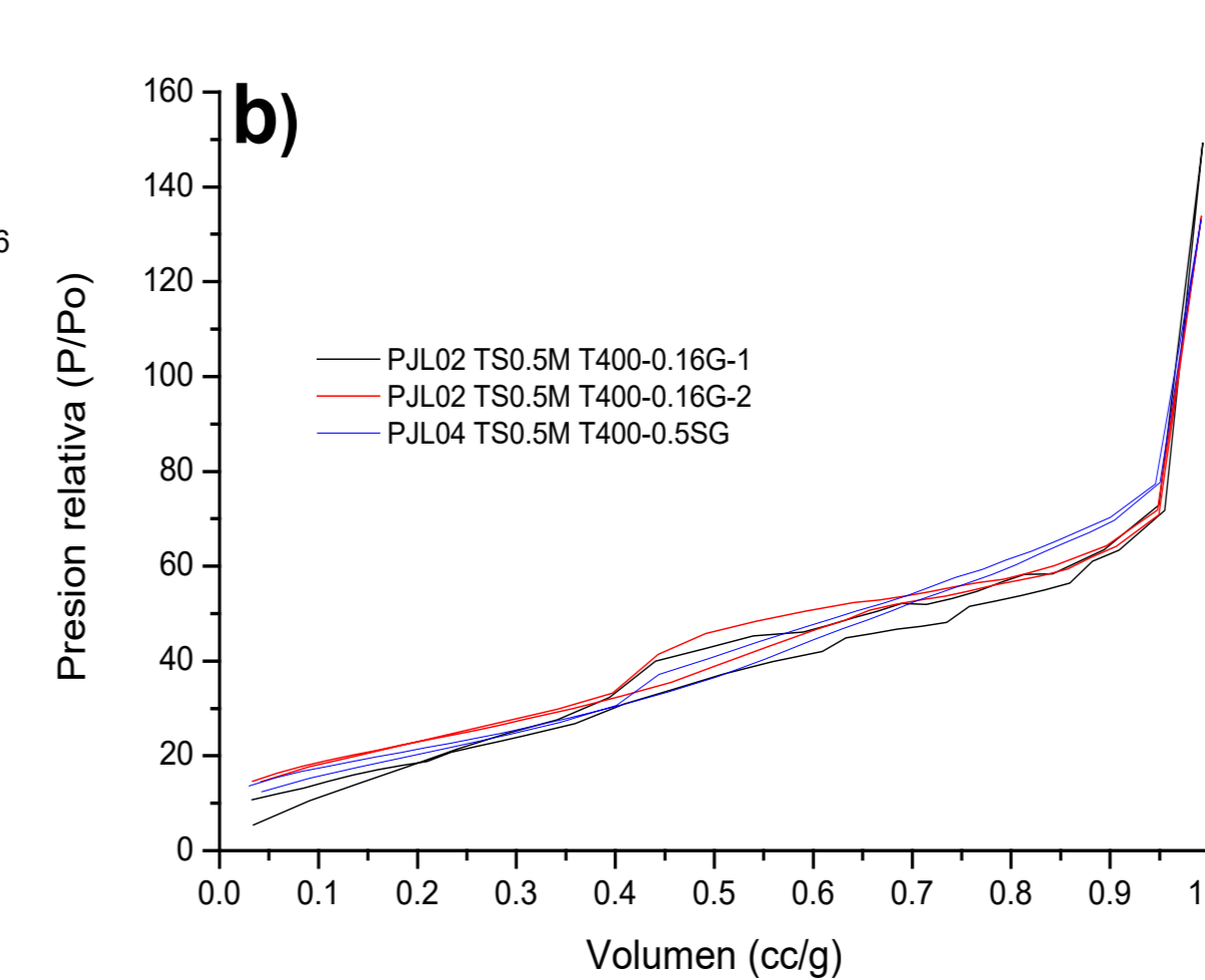


Fig. 7. a) DRX, b) BET, c) FTIR de los recubrimientos antes y después del tratamiento térmico.



### CONCLUSIONES

1. Un tratamiento térmico a partir de los 400°C transforma el SnCl<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O en SnO<sub>2</sub> y elimina las microesferas de PMMA, formando la morfología 3DOM.
2. Diámetros de esfera menores incrementan el área superficial del recubrimiento.

### AGRADECIMIENTOS

Al CIMAV y al CONACYT por el uso de sus instalaciones y la beca para realizar esta investigación. A mi familia, al Dr. Francisco Paraguay-Delgado y a mis compañeros por todo el apoyo mostrado.

### CLAVE

- P# – Numero de síntesis de PMMA
- TS#M – concentración de tetracloruro de estaño pentahidratado
- T# – Temperatura del Tratamiento
- # - Volumen depositado en portaobjetos.
- **3DOM – 3-Dimensional Ordered Macroporous.**- Morfología que forma macroporos interconectados [3], incrementando el área superficial [4-8].

### BIBLIOGRAFIA

1. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/cs/c2cs35317b#divAbstract>
2. Soledad-Rodríguez B. E. Rev. Tekhné. Vol. 20, Núm 2 (2017):003-022
3. J. Wang et al. Microporous and Mesoporous Materials 208 (2015) 93-97
4. F. Gu et al. Sensors and Actuators B 245 (2017) 1023-1031
5. Z. Cai, J. Teng et al. J Langmuir (2011) 27, 5157-5164
6. A. Sutti et al. Sensors and Actuators B 130 (2008) 567-573
7. R.-q. Xing et al. Sensors and Actuators B 188 (2013) 235-241
8. M. Curti et al, Materials Research Bulletin 101 (2018) 12-19

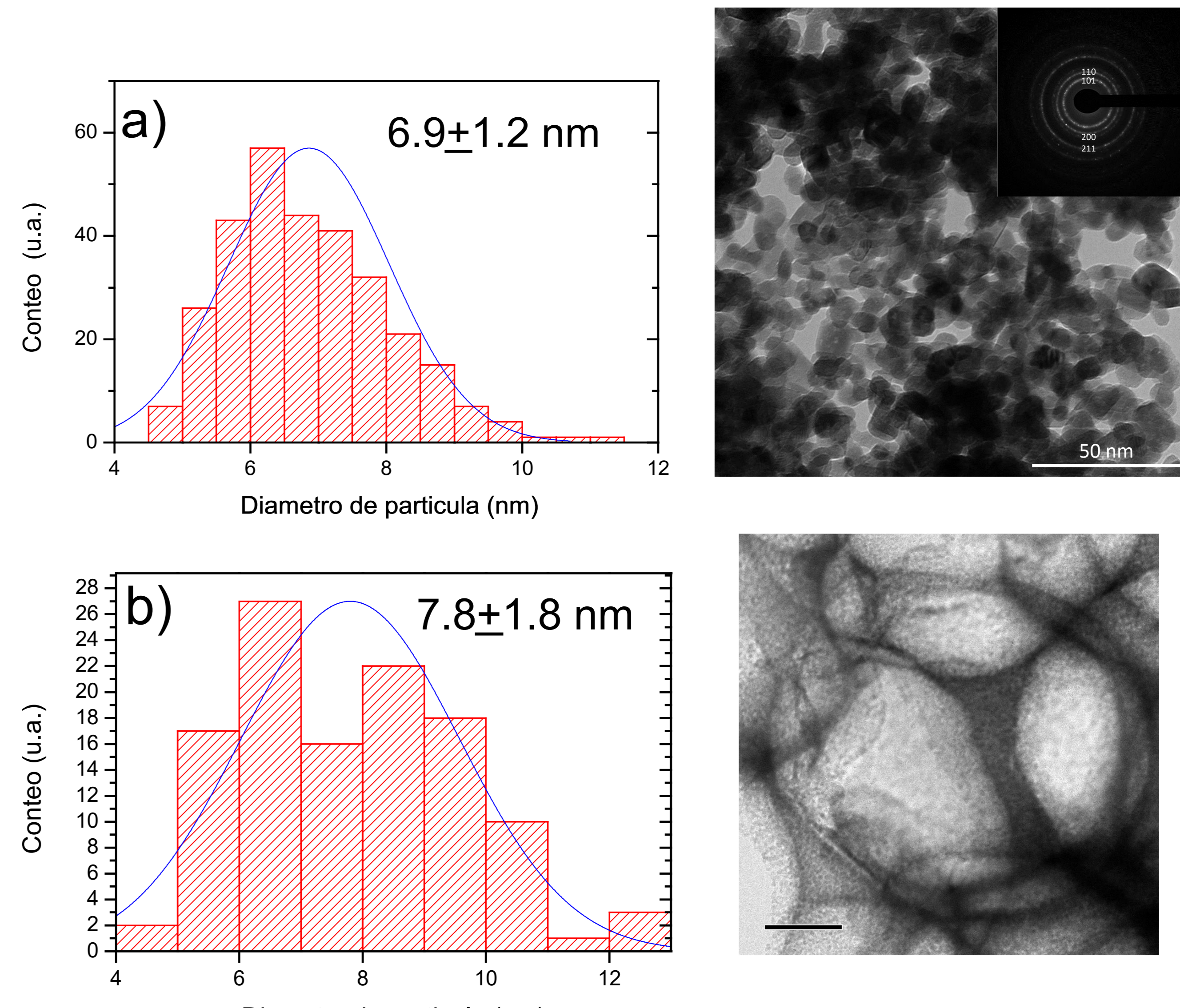


Fig. 8. Histogramas y micrografías por MET del Diámetro de partícula. a) SnO<sub>2</sub> obtenido a 400°C, b) recubrimiento P2 TS0.5M T400 - 0.1.