

# Conductividad eléctrica de SDS en presencia de NTC

Ramos Murillo María José<sup>1</sup>, Casas Cervantes Luisa Julieta<sup>1</sup>, Salazar Velázquez José Pablo<sup>1</sup>, López

Esparza Ricardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.



## Resumen

Formadas por una monocapa de moléculas tensoactivas, las micelas se forman a partir de la *concentración micelar crítica* (CMC). Con el objetivo de investigar el efecto de *nanotubos de carbono* (NTC) en la conductividad eléctrica de *dodecil sulfato de sodio* (SDS) en agua, se realizaron experimentos de conductividad eléctrica a diferentes concentraciones de SDS, arriba y abajo de la concentración micelar crítica (CMC) en ausencia y a concentración fija de NTCs multipared. Los resultados experimentales indican cambios en la conductividad eléctrica del sistema cuando están presentes los NTCs. Se explican los cambios en la conductividad eléctrica considerando la movilidad de las moléculas tensoactivas en una red de NTCs.

## Introducción

El (SDS) es un tensoactivo aniónico que se utiliza en procesos como la electroforesis. Los tensoactivos, en medios acuosos, forman micelas a la concentración micelar crítica (CMC)<sup>1</sup>. Una de las maneras de obtener la CMC es midiendo su conductividad, la cual se relaciona con el flujo de iones en la muestra.

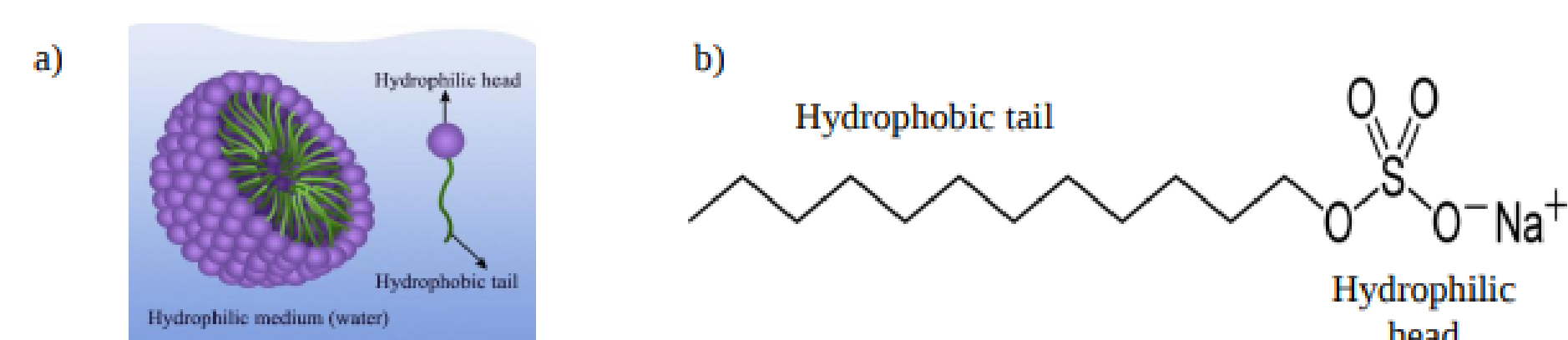


Figura 1. a) Representación de una micela en medio acuoso. b) Estructura molecular del SDS

La CMC depende del tipo de tensoactivo, la temperatura y las sales presentes en el medio. La inclusión de polímeros o nanopartículas, como los nanotubos de carbono (NTC), pueden cambiar el valor de la CMC. En este trabajo, se analiza, mediante conductividad iónica, el cambio de la CMC en presencia de NTCs de pared múltiple.

## Objetivo y Motivación

Obtener la conductividad de micelas a concentración variable de SDS en ausencia y en presencia de NTCs multipared.

La motivación surge de la necesidad de conocer el efecto que tienen los NTCs en la conductividad de sistemas modelo simples como micelas y su posible comportamiento en sistemas biológicos.

## Materiales y Métodos

Se usaron los siguientes reactivos y equipos de medición:

- Agua tridestilada.
- Nanotubos de Carbono (Multicapa)
- SDS (Dodecyl sulfato de Sodio de Sigma) [288.8 g/mol] de Sigma Aldrich.
- NaCl (Cloruro de Sodio) [58.44 g/mol] de Sigma Aldrich.
- Interface *Scientific Workshop* 750
- Sensor de Conductividad PASCO 10X

Se preparó una muestra madre para obtener diferentes diluciones. El conductímetro se calibró con una solución de KCl a 0.1M y se midió a la temperatura de laboratorio. El valor de conductividad se tomó cuando la gráfica conductividad vs tiempo era una línea recta horizontal. Cada punto fue medido un mínimo de 7 veces para usar la desviación estandar como la barra de error de cada punto.

## Resultados experimentales

### $\sigma$ sin NTC

En la figura 2, se muestran los valores de conductividad de micelas vs concentración de SDS en ausencia de NTCs obtenidos en medio acuoso a 25°C. Se observan dos dependencias lineales, una partiendo del origen con pendiente  $m_1 = 6.157$  y otra que intersecta al eje vertical en [8.2,20] con pendiente  $m_2 = 2.516$ . El valor de la CMC obtenida de la intersección de ambas rectas fue de 8.6 mM. El valor corresponde al publicado en la literatura es de 8.2 mM<sup>2</sup>.

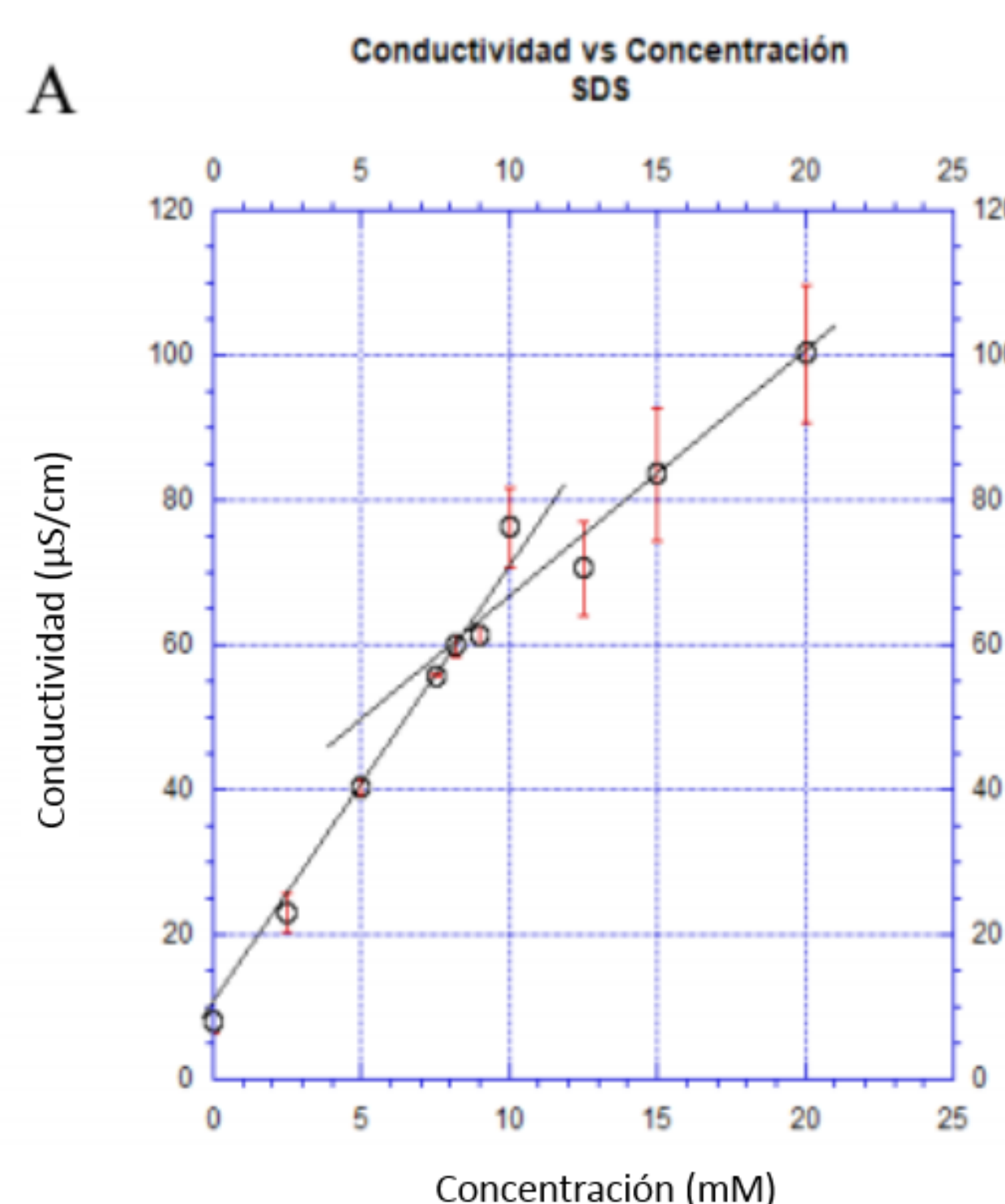


Figura 2. a) Conductividad vs concentración de SDS. El punto de intersección de las rectas da el valor de la CMC.

### $\sigma$ con NTC

Los NTC son estructuras cilíndricas hechas de cadenas de carbono, cuyo radio es del orden de 1 nanómetro<sup>3,4</sup>. Sus propiedades varían según su grado de enrollamiento y de la estructura de la lámina original.

La figura 3 muestra el comportamiento de la conductividad de micelas (a la CMC obtenida en este trabajo) a una concentración fija de 0.0004 mM de NTCs. El valor de conductividad obtenido es de 24, el cual es más bajo que el correspondiente a micelas en ausencia de NTCs en un 150 por ciento.

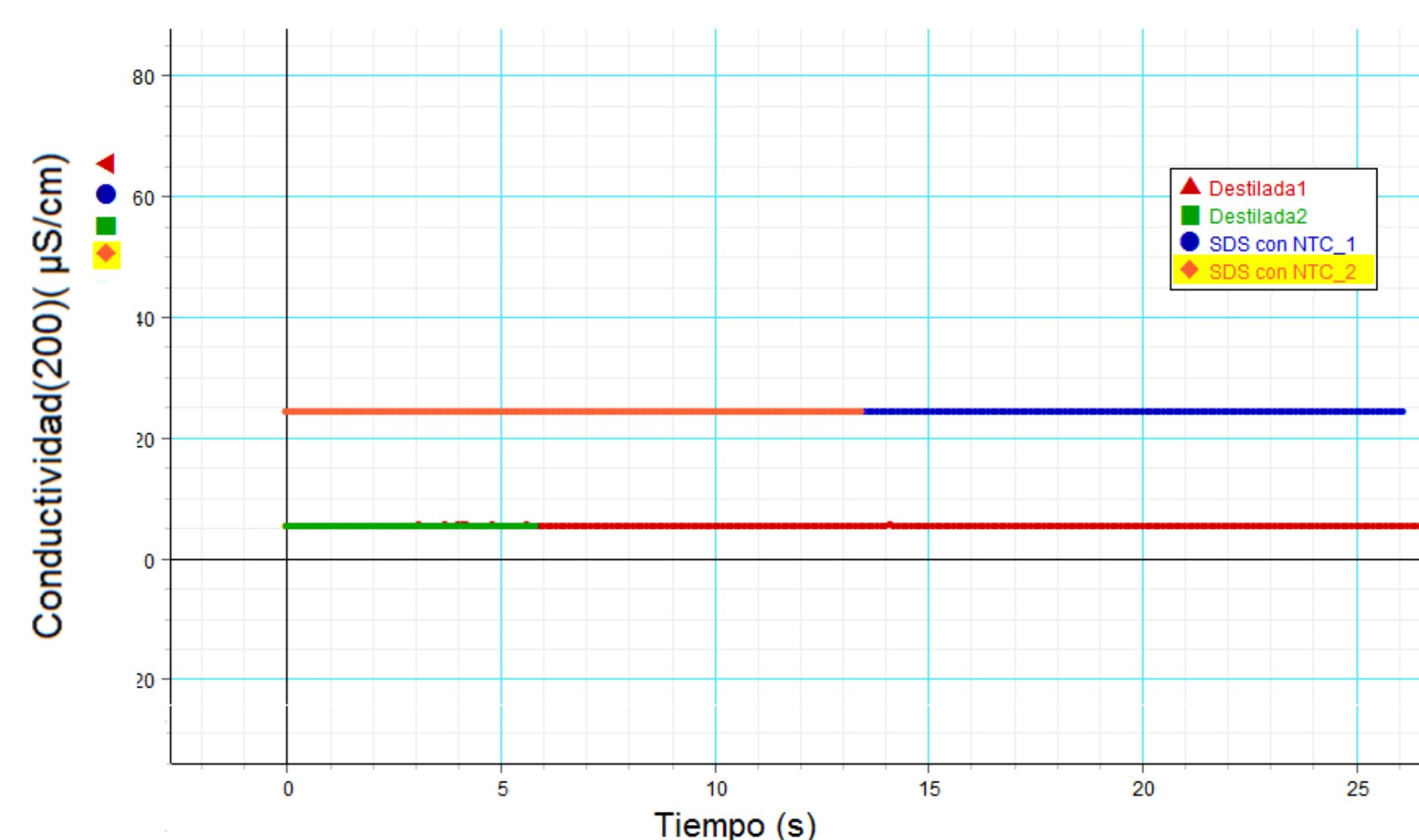


Figura 3. Conductividad de micelas de SDS a la CMC obtenida, en presencia de NTCs donde la línea inferior es el valor de conductividad del agua tridestilada.

## Discusión

El comportamiento de la conductividad, mostrado en la figura 2, es característico de sistemas de tensoactivo en medio acuoso. Los cambios en conductividad a partir de la CMC indican la presencia de micelas con radio hidrodinámico mínimo. Físicamente, la disminución en el valor de la pendiente indica que la movilidad de iones disminuye debido a que encuentran obstrucciones en su camino, aun cuando son estas obstrucciones (micelas) las que también se mueven en el medio. En presencia de nanotubos, la conductividad se reduce drásticamente. Esto puede deberse a que los NTCs impiden el movimiento de los iones al formar redes en los cuales quedan atrapadas las moléculas de tensoactivo. Otra interpretación es que los NTCs interactúan con las micelas reduciendo el número de estas en el medio. Mayores experimentos son necesarios para dar una respuesta completa a esta reducción.

## Conclusiones

Se concluye que la conductividad en la CMC del SDS puro es mayor que cuando están presentes los NTCs. Esta diferencia puede deberse a que iones de sodio y cloro quedan atrapados en los NTCs o bien el número de micelas se reduce, o ambos efectos. Experimentos complementarios son necesarios para explicar este comportamiento.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico de la Universidad de Sonora mediante el proyecto interno USO315005656.

## Referencias

1. Keller, S., Heerklotz, H., Jahnke, N., Blume, A. (2006). Thermodynamics of lipid membrane solubilization by sodium dodecyl sulfate. *Biophysical Journal*, 90(12), 4509–4521.
2. Micelle - an overview | ScienceDirect Topics. (n.d.). Retrieved June 27, 2019, from <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/micelle>
3. Blesic, M., Marques, M. H., Plechkova, N. V., Seddon, K. R., Rebelo, L. P. N., Lopes, A. (2007). Self aggregation of ionic liquids: micelle formation in aqueous solution. *Green Chemistry*, 9(5), 481–490.
4. Maffucci, A., Miano, G., Villone, F. A new circuit model for carbon nanotube interconnects with diameter-dependent parameters. *IEEE Trans. Nanotechnol.* 8, (2009)