

Micelas



Center for Nanotechnology Education

Versión 010819



Este material está basado en trabajo apoyado por la Fundación Nacional de Ciencia bajo la Concesión Número 0802323, 1204918 y 1501878. **Cualquier opinión, hallazgos, conclusiones o recomendaciones expresadas en este material son las del autor(es) y no necesariamente representan las opiniones de la Fundación Nacional de Ciencias.**



Este trabajo está licenciado por [“Creative Commons Attribution-NonComercial-ShareAlike 3.0 Unported License”](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

Basado en un trabajo en www.nano-link.org.

Micelas

Abstracto

Este módulo introduce los conceptos de micelas y la concentración crítica de micelas (CMC, por sus siglas en inglés). Las micelas tienen aplicaciones importantes en la biotecnología. En ocasiones, se utilizan para llevar fármacos (drogas) a tejidos y órganos específicos en el cuerpo. Adicional, pueden transportar genes a células vegetales para aplicaciones en la agricultura. Este módulo utiliza las micelas para demostrar la integración entre nanotecnología y biotecnología. Se incluye una actividad de laboratorio donde los estudiantes experimentan, utilizando un surfactante y colorante, para formar micelas.

Resultados

- Explorar el fenómeno del autoensamblaje en la nano escala.
- Aprender sobre el concepto de CMC y su relevancia práctica en la administración (transporte) de medicamentos, fármacos o drogas.

Prerrequisitos

- Biología y química de escuela secundaria
- Conocimiento operativo de los espectrofotómetros

Correlación

Conceptos Científicos

- Química: materiales hidrofóbicos e hidrofílicos; naturaleza polar de la molécula de agua
- Biología: micelas en las membranas celulares y otros sistemas biológicos

Conceptos de Nanociencia

- Autoensamblaje
- Papel de las fuerzas de corto alcance en la nano escala
- Aplicaciones de las micelas en medicina y biotecnología

Información de trasfondo

¿Qué es una micela?

Para entender el concepto de micela, es importante entender que algunos compuestos son **hidrofóbicos**. Es decir, no tienen afinidad por el agua (“no les gusta el agua”), no se disuelven en agua, ni interactúan fácilmente con ella. Otros compuestos son **hidrofílicos**. Es decir, tienen afinidad por el agua (“les gusta el agua”), se disuelven en agua e interactúan fácilmente con ella. Los **surfactantes** (moléculas tensioactivas) son moléculas que tienen una “cabeza” hidrofílica y una cadena de hidrocarburos hidrofóbica o “cola”, como se muestra en la Figura 1. Por lo tanto, parte de una molécula individual de surfactante puede interactuar fácilmente con agua y la otra parte tiene una mayor tendencia a interactuar con sustancias aceitosas (oleaginosas). Ejemplos comunes de surfactantes son los jabones y detergentes.

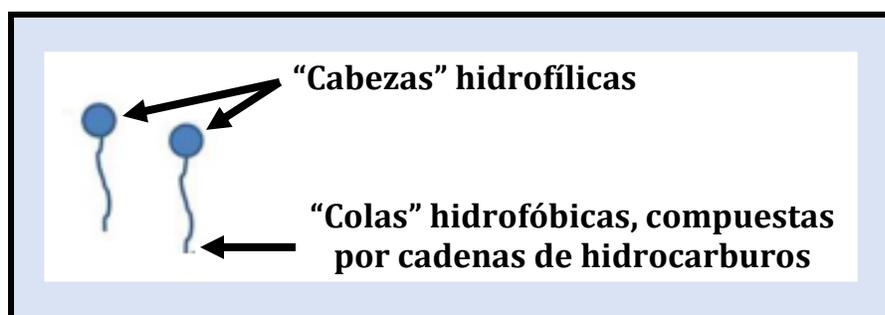


Figura 1. Estructura del surfactante (molécula tensioactiva).

Al añadir un grupo de moléculas tensioactivas al agua, estas pueden formar una **micela** a través del proceso de autoensamblaje. Es decir, se acomodan formando una estructura esférica donde las colas hidrofóbicas están orientadas hacia el centro de la esfera (alejadas del agua) y las cabezas hidrofílicas están orientadas hacia el exterior (cercasas al agua). Esta configuración es estable ya que las colas hidrofóbicas (a las que no “les gusta el agua”) están protegidas en el interior de la esfera, como se muestra en la Figura 2. Las micelas son pequeñas, a menudo en el rango de 10-30nm, por lo que la formación de micelas es un ejemplo de cómo las moléculas se asocian espontáneamente para formar una nanopartícula.

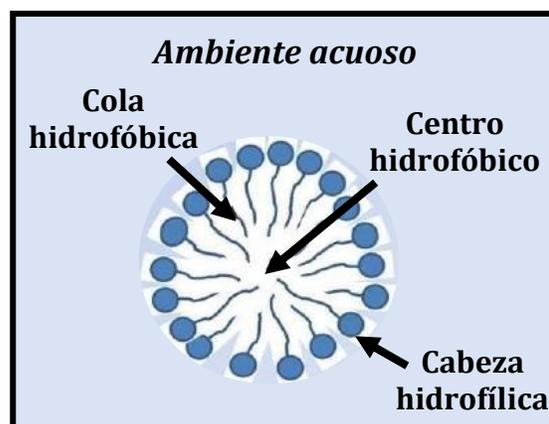


Figura 2. Estructura de la micela.

Concentración crítica de micelas, (CCM) o (CMS, por sus siglas en inglés), es la concentración a la que los detergentes, jabones u otros surfactantes se unen espontáneamente (ensamblan) en micelas al interactuar con el agua. En concentraciones más bajas que la CCM, las moléculas del surfactante no forman micelas, pero existen en el agua como moléculas individuales. Hay muchos surfactantes que se pueden comprar y cada uno tienen su propia CCM.

¿Por qué las micelas son importantes?

Las micelas son importantes porque pueden facilitar la disolución de un compuesto que de otra manera sería insoluble en agua. Un compuesto que es hidrofóbico se puede empaquetar dentro de una micela. El ambiente interno de la micela es hidrofóbico, un ambiente que es compatible con el compuesto hidrofóbico. El exterior de la micela es hidrofílico y se dispersa fácilmente en un ambiente acuoso. Por lo tanto, empaquetar un compuesto hidrofóbico dentro de una micela permite suspenderlo en un medio acuoso.

Aplicaciones médicas de las micelas

Uno de los principales obstáculos para desarrollar un medicamento (fármaco o droga) eficaz es garantizar que llegue al lugar correcto en el cuerpo (el sitio de acción). Por ejemplo, un medicamento destinado a matar las células cancerosas debe llegar a las células cancerosas para ser efectivo. Considere, por ejemplo, un medicamento que se toma por vía oral. Esta vía de entrega presenta muchos problemas para los desarrolladores de medicamentos. Primero, el sistema digestivo humano actúa para descomponer y degradar las moléculas que se ingieren. Si no se puede descomponer las moléculas, entonces los alimentos no pueden ser digeridos y utilizados para obtener energía o como bloques de construcción para el crecimiento y la reparación. Los mismos mecanismos que digieren los alimentos también descomponen las drogas ingeridas. Si se destruye un medicamento en el sistema digestivo, no alcanzará su sitio de acción y no ayudará al paciente. Incluso si una droga puede permanecer en el intestino sin ser destruida, aún necesita poder cruzar las membranas de las células que recubren el intestino para poder ingresar al cuerpo. Si un medicamento no puede cruzar las membranas celulares, pasará a través del intestino y se excretará (eliminará), sin ayudar al paciente.

Un enfoque para superar estos problemas con un medicamento ingerido es rodear o cubrir al fármaco con una cubierta. La cubierta tiene dos propósitos. Protege la droga para no ser destruida por las enzimas en el sistema digestivo que descomponen a los alimentos. También facilita el paso del medicamento hacia las células que recubren el intestino. Las micelas son un tipo de cubierta o “empaque” que puede usarse en la administración (transportación o distribución) de medicamentos. Los científicos están trabajando para crear micelas que sean altamente efectivas como sistemas de administrar medicamentos a lugares específicos en el cuerpo. Están experimentando con diferentes tipos de compuestos en la formación de micelas para encontrar los mejores. En estos experimentos se trabaja con varias drogas importantes como “Medicelle”, un agente anticancerígeno; “Flucide”, un medicamento para tratar la influenza; y “Basulin”, una insulina de acción prolongada (2). “Genexol-PM” es un medicamento contra el cáncer que ha sido aprobado para el tratamiento del cáncer de seno y se administra en micelas. “Genexol-PM” interfiere con la mitosis normal y evita que las células cancerosas se dividan. El uso de micelas aumenta la capacidad de este medicamento para mezclarse con agua y permite la administración a dosis más altas de las que se podrían lograr sin las micelas (3).

El concepto de la concentración crítica de micelas se mencionó anteriormente. ¿Por qué la CCM es importante? La CCM es un aspecto crítico de un sistema de administración de medicamentos. Esto se debe a que las micelas que contienen un medicamento se diluirán cuando ingresen al intestino o al torrente sanguíneo. Para algunas micelas, si la CCM está por debajo de lo que es óptimo, el agente que forma las micelas se desorganiza y no puede mantener la cubierta alrededor del medicamento. Para otras micelas, es importante que la CCM sea lo más baja posible para que las micelas no se desmoronen al diluirse en el cuerpo. Por esa razón, los científicos analizan cuidadosamente la CCM de diferentes compuestos que forman micelas para encontrar los mejores y utilizarlos en la administración de fármacos.

Actividad de aprendizaje: Micelas

Resumen del laboratorio

En esta actividad se demuestra la formación de micelas al añadir ciertas concentraciones de surfactante. Se le añade el surfactante (un detergente conocido como SDBS) a vasos de laboratorio con agua (en seis concentraciones diferentes), junto con una tira de papel que contiene un tinte aceitoso (hidrofóbico) conocido como PAN. Como todos los surfactantes, el SDBS, está formado por moléculas que tienen partes hidrofílicas e hidrofóbicas. Si la concentración del detergente alcanza un cierto nivel (la concentración crítica de micelas), empezará a formarse las micelas y el tinte hidrofóbico comenzará a acumularse dentro de ellas. Estas micelas que contienen el colorante forman pequeñas esferas con color que son visibles al ojo y pueden ser contados por un espectrofotómetro de laboratorio. El primer vaso de laboratorio es un control negativo al que no se le añade detergente. Este control negativo es necesario para asegurarse de que el tinte absorbido en la tira de papel de filtro no se disuelve en agua de manera espontánea. En los cinco vasos de laboratorio restantes, las concentraciones de detergente aumentan progresivamente.

El tinte en el experimento representa un medicamento que se puede encapsular dentro de las micelas formadas por las moléculas de detergente SDBS. Una vez que el fármaco simulado se encapsula dentro de las micelas, debe comenzar a aparecer un color amarillo en el agua, esto se debe a que el tinte ahora está emulsionado (es decir, suspendido) dentro de las micelas que contienen el tinte. Las moléculas de detergente, al igual que las moléculas que forman las membranas celulares, son anfipáticas (es decir, contienen partes hidrofílicas e hidrofóbicas) y forman las micelas como se observa en la Figura 1.

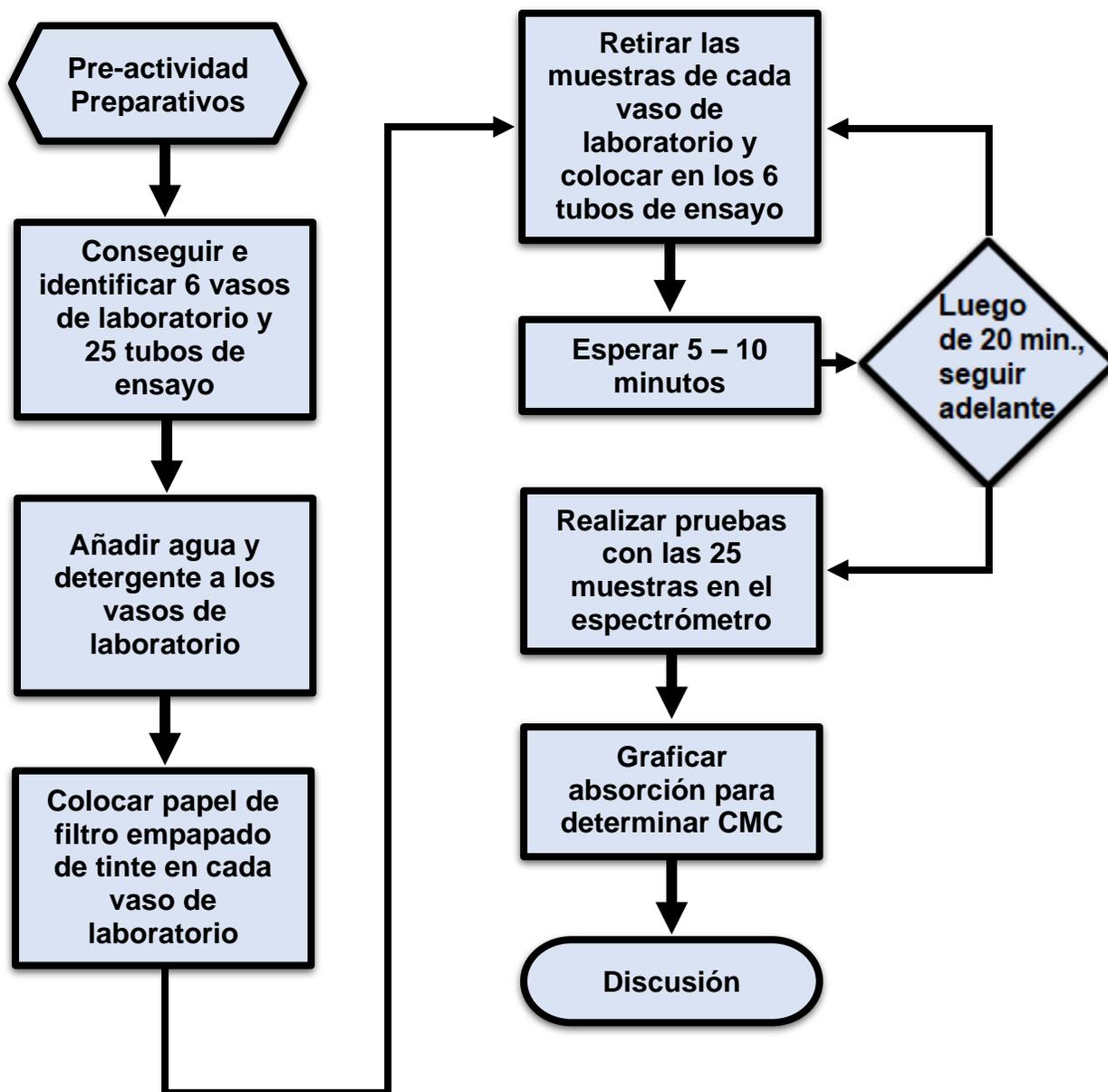
Una sección de papel de filtro, impregnado con tinte, se coloca en cada uno de los vasos de laboratorio. En los vasos de laboratorio donde la concentración de detergente es menor que la CCM, los estudiantes pueden observar un poco (no mucho) del color del tinte en el vaso de laboratorio. En los vasos de laboratorio donde las concentraciones de detergente son mayores que la CCM, debe observarse un color amarillo. La observación del cambio en color se debe, en parte, a la concentración de micelas suspendidas que han encapsulado el tinte. Nuestros ojos pueden detectar el color, pero no son ideales para cuantificar cuánto color está presente en cada vaso de laboratorio. La cantidad de color en cada vaso se determina mejor utilizando un espectrofotómetro.

Los espectrofotómetros funcionan pasando luz con una longitud de onda determinada, seleccionada por el usuario, a través de una pequeña muestra y midiendo el grado en que se absorbe esa luz. Si se selecciona la longitud de onda de luz adecuada, la medida de absorción es muy susceptible a la cantidad de tinte presente en el frasco de la muestra. A medida que el nivel de surfactante aumenta y alcanza la CCM, las micelas suspenden mucha más cantidad del tinte hidrofóbico, lo que resulta en un aumento en la absorción de luz registrada por el espectrofotómetro.

Uno de los factores que influyen en los resultados en este sistema es cuánto tiempo los estudiantes esperan después de añadir el detergente y los papeles de filtro a los vasos de laboratorio. El color tarda un tiempo en observarse. Se sugiere que los intervalos de tiempo sean los siguientes: 0 minutos, 5 minutos, 10 minutos y 20 minutos. Los estudiantes toman una pequeña muestra de agua de cada uno de los seis vasos de laboratorio en cada uno de los cuatro intervalos de tiempo. Estas muestras se utilizarán en el espectrofotómetro luego. Después del análisis de cada muestra con el espectrofotómetro, los estudiantes grafican y analizan los datos.

Actividad de aprendizaje: Micelas

Flujograma de la actividad



Video de la actividad

El video estará listo próximamente.

Preparativos de la actividad (antes de realizar la actividad)

Al menos un día antes del experimento corte el papel de filtro en tiras uniformes, de aproximadamente 1.5 x 0.5 pulgadas. El tamaño exacto no es tan importante, pero sí hacerlos lo más uniformes posible. Se necesitarán ocho tiras de papel de filtro para cada experimento.

1. Prepare la solución de colorante, 1-(2-piridilazo)-2-naftol (es decir, PAN), Aldrich 101036. Disuelva aproximadamente 0.25 g en 10 mL de acetona. Si la acetona se evapora, se debe de reemplazar con más acetona. Se pueden obtener mejores resultados filtrando la solución de colorante resultante para evitar partículas. Esta cantidad será suficiente para 20 estudiantes.
2. Sature las tiras de papel de filtro con colorante colocándolas en la solución de colorante. Retire las tiras y permitir que las tiras se sequen por completo. (Es mejor dejarlas durante la noche.
3. Prepare la solución original ("stock") de detergente SDBS disolviendo 2.44 g de SDBS en 100 mL de agua purificada. Esta cantidad será suficiente para 20 estudiantes.

Notas del instructor

1. **Otros sistemas.** Se trató de adaptar la actividad de laboratorio utilizando rojo de metilo y cúrcuma en lugar de 1-(2-piridilazo)-2-naftol y dodecilsulfato de sodio en lugar de dodecil benceno-sulfonato de sodio. Desafortunadamente, estas sustituciones no funcionaron. Posiblemente, los estudiantes emprendedores podrán encontrar una combinación económica de colorante/detergente que funcione.
2. **Controles.** Los estudiantes deben estar preparados para tener cierta ambigüedad en los resultados de la actividad de laboratorio. Incluso en el control negativo, podría observarse algo de color y las concentraciones de detergente por debajo de la CCM promueven la disolución del colorante. Hay que recalcar la importancia de los controles en todos los experimentos. En el kit de Nano-Link, hay suficiente SDBS para hacer dos concentraciones, 0 ml y 1 ml. Las concentraciones adicionales se pueden hacer como una variación del experimento. Todos los resultados que se muestran incluyen las diversas concentraciones.
3. **Espectrofotómetro.** Es posible realizar la actividad sin un espectrofotómetro, basándose en observaciones visuales de color. Sin embargo, esta actividad se trabaja mejor cuando hay un espectrofotómetro disponible.
4. **Experimentación adicional.** Esta actividad pretende ser el punto de partida para la experimentación. El sistema se puede modificar fácilmente y permite que los estudiantes experimenten con varios factores que influyen en la CCM. Adicional, pueden tratar de determinar con mayor precisión la CCM (más de lo que se hace en esta actividad inicial).

Por lo tanto, los estudiantes pueden:

- Variar la cantidad de detergente añadido a cada vaso de laboratorio para identificar con mayor precisión la CCM.
- Utilizar diferentes surfactantes, como detergentes de uso diario y dodecilsulfato de sodio.
- Aumentar o disminuir la temperatura a la cual el experimento se lleva a cabo.
- Añadir electrolitos (ej.: fosfatos de sodio y carbonato de sodio).

Tenga en cuenta que, los detergentes comerciales de lavandería, a menudo incluyen electrolitos para disminuir la CCM y mejorar la acción de limpieza de su producto (1). Añadir una solución de carbonato de sodio 0.01 M al vaso de laboratorio podría funcionar (1).

En teoría, para los detergentes iónicos, como los que usamos en esta actividad, la CCM debería reducirse al aumentar la fuerza iónica, pero la temperatura no debería afectarla. Por el contrario, cuando se usan detergentes no iónicos, la CCM no debería verse afectada por la fuerza iónica, pero debería aumentar significativamente al aumentar la temperatura.

El dodecilsulfato de sodio (SDS) es un detergente que se encuentra comúnmente en los laboratorios de biología. No confunda este detergente con el que se usa en esta actividad de laboratorio, dodecil benceno-sulfonato de sodio (SDBS). La CCM de dodecilsulfato de sodio, cuando se expresa como porcentaje de peso/volumen, se indica que es 0.23. Cuando la CCM de dodecilsulfato de sodio se expresa en términos de mili-molaridad, se indica que es de 7-10 mM. El peso molecular del dodecilsulfato de sodio es 288.5 (2). Según una referencia (6), el dodecilsulfato de sodio no forma micelas a temperaturas menores de 25 grados si no se agregan otros compuestos.

5. Calculando la concentración de detergente en cada vaso de laboratorio en unidades de molaridad.

La solución original contiene 2.44 g de SDBS/100 mL de agua, la misma concentración que 24.4g/L.

El peso molecular de este detergente es **348.48** y sabemos que, por definición, **1 M SDBS = 348.48/1 L**. Estableciendo una proporción, se puede calcular la molaridad de la solución original. **Es decir, si SDBS 1 M contiene 348.48 gramos en un litro, entonces, ¿cuál es la molaridad de 24.4 g en un litro?**

$$\frac{348.48\text{g}}{1 \text{ molar}} = \frac{24.4\text{g}}{?}$$

$$? \approx 0.07 \text{ molar}$$

Ahora que se conoce la concentración de la solución original, se puede utilizar la ecuación $C_1V_1 = C_2V_2$ para calcular la concentración en cada vaso de laboratorio.

En esta ecuación:

C_1 es la concentración de la solución original ("stock") (0.07 M)

V_1 es la cantidad de solución original en el vaso de laboratorio, la cual varía en cada vaso

C_2 es lo que se desea conocer, la concentración de detergente en cada vaso de laboratorio

V_2 es la cantidad total de volumen en el vaso de laboratorio; en el protocolo dado es 25 mL

Por ejemplo, en un vaso de laboratorio con 0.25 mL de solución original de detergente, la concentración de detergente en molaridad es calculada de la siguiente forma:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$(0.07 \text{ M}) (0.25\text{mL}) = (?) (25\text{mL})$$

$$? = 0.0007 \text{ M}$$

Se sustituye en la ecuación $C_1V_1 = C_2V_2$ para calcular las concentraciones en cada vaso de laboratorio. Para el protocolo según está escrito:

<u>Cantidad de detergente</u>	<u>Concentración en molaridad</u>
0mL de SDBS	0
0.25mL de SDBS	0.0007
0.75mL de SDBS	0.0021
0.85mL de SDBS	0.0024
1.0mL de SDBS	0.0028
1.5mL de SDBS	0.0042

6. **Datos de uno de los experimentos realizados.** La Figura 3 muestra la absorbancia versus la concentración para diez concentraciones de detergente. Ocho de estas concentraciones están por debajo de la CCM. Estos resultados se registraron 60 minutos después de agregar papeles de filtro a los vasos de laboratorio, pero 20 minutos deberían de ser suficientes para ver la CCM, como se muestra en la Figura 4.

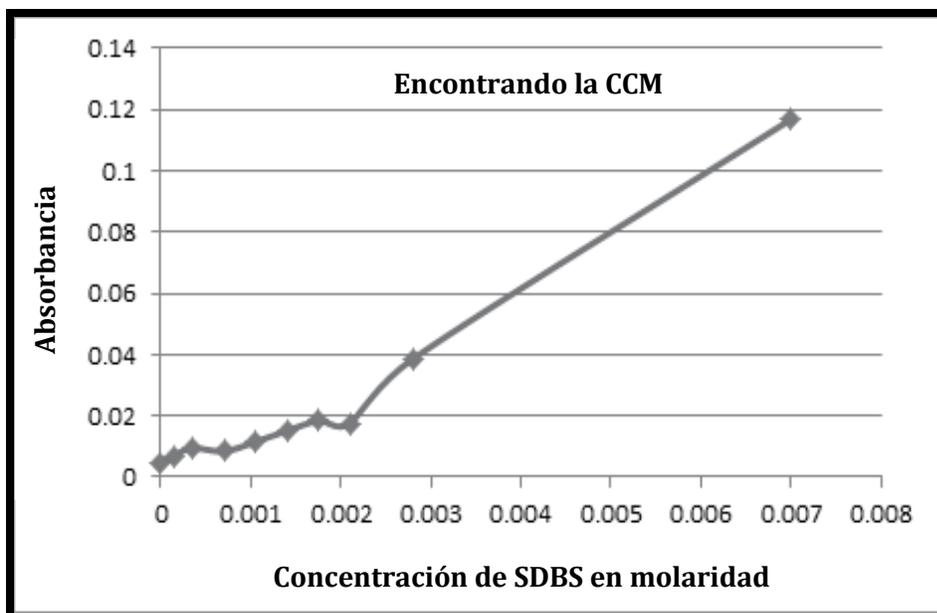
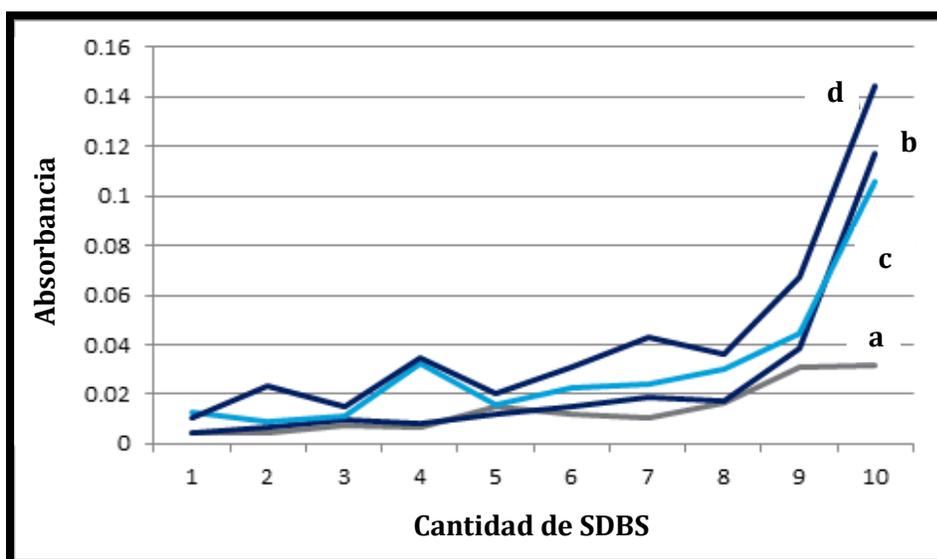


Figura 3. Encontrando la CCM. La CCM es la concentración a la cual la absorbancia aumenta abruptamente. A concentraciones mayores que la CMC, se espera que la absorbancia aumente linealmente al aumentar la concentración de detergente. Según esta gráfica, la CCM ocurre aproximadamente a 0.002 M.



a - 10 minutos
 b - 20 minutos
 c - 30 minutos
 d - 60 minutos

Figura 4. Efecto del tiempo transcurrido en la formación del color. Las cuatro líneas en esta gráfica representan cuatro intervalos de tiempo diferentes después de colocar el papel de filtro en el vaso de laboratorio con agua y SDBS. El propósito de este experimento fue determinar cuánto tiempo es necesario esperar antes de tomar medidas con el espectrofotómetro. El eje X es el número de la muestra; los números de las muestras en aumento representan cantidades mayores de SDBS añadidas. La gráfica indica que 10 minutos es probablemente muy poco tiempo para ver el patrón de color que se observa en las muestras; no hay una inflexión aguda en la línea. A los 20 minutos hay un punto de inflexión claro en la muestra 9. Por lo tanto, veinte minutos es un tiempo de espera suficiente; 15 minutos podrían funcionar igual, pero no fue probado.

Actividad de aprendizaje: Micelas

Materiales y equipo

- Solución de colorante: 1-(2-piridilazo)-2-naftol (i.e. PAN).
- Solución de surfactante: dodecil benceno-sulfonato de sodio (SDBS).
- Agua destilada o desionizada
- Papeles de filtros cortados en tiras
- 2 vasos de laboratorio con capacidad para 50 mL
- 8 tubos de ensayo
- Gradilla
- Goteros plásticos desechables
- Espectrofotómetro (opcional)
- Cubetas / Frascos (opcional, para utilizar con el espectrofotómetro)
- Guantes, gafas de seguridad y delantal
- Adicional: 6 vasos de laboratorio, etiquetas o cinta adhesiva, marcador

Procedimiento

1. Obtén dos vasos de precipitados de 50 mL. Rotúlalos con cinta adhesiva o una etiqueta que muestre la concentración de surfactante que se va a añadir, por ejemplo:
 - 0 ml de SDBS - control
 - 1.0 ml de SDBS
2. Vierte 25 mL de agua en cada uno de los vasos de laboratorio.
3. Obtén 8 tubos de ensayo pequeños y colócalos en una gradilla para tubos de ensayo. Rotúlalos con la concentración de SDBS (0 o 1.0 mL) y el intervalo de tiempo (1 a 4); observa la Tabla 1 como ejemplo. (Hay dos concentraciones de surfactante y cuatro intervalos de tiempo, por lo que se necesitan ocho tubos de ensayo).
4. Añade el volumen requerido de solución original de SDBS a cada vaso de laboratorio, en la cantidad especificada por la etiqueta en el vaso de precipitado (# 1 arriba).

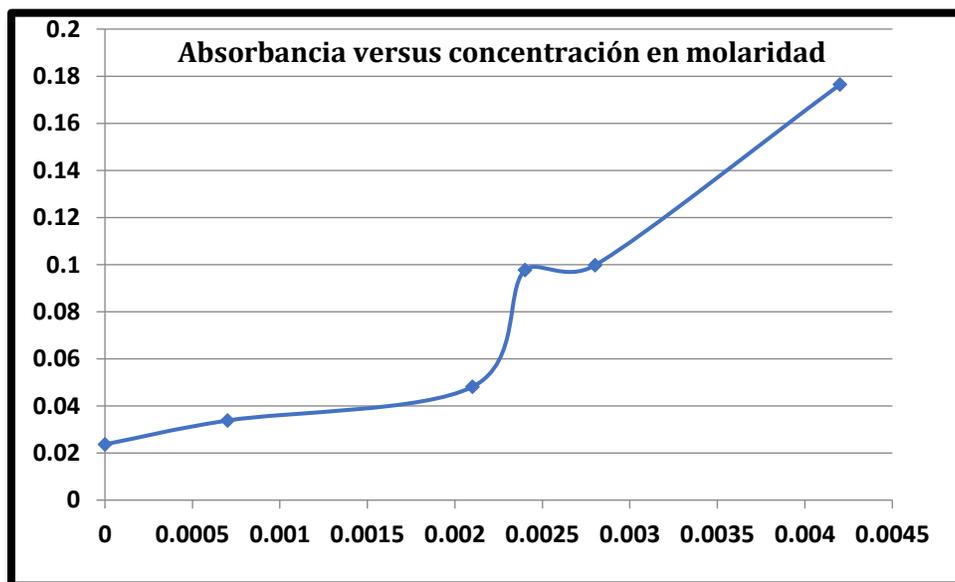
Tabla 1. MUESTRAS

Concentración de SDBS	Tiempo Intervalo 1 (0 minutos)	Tiempo Intervalo 2 (5 minutos)	Tiempo Intervalo 3 (10 minutos)	Tiempo Intervalo 4 (20 minutos)
0mL de SDBS				
1.0mL de SDBS				

5. Coloca un papel de filtro en cada vaso de laboratorio y anota el tiempo.
6. Agita cada vaso de laboratorio.
7. Con un gotero, retira aproximadamente 1 mL de cada uno de los vasos de laboratorio y colócalo en el tubo de ensayo correspondiente; esto es tiempo = 0 min. Ahora tienes una muestra en 2 tubos de ensayo.
8. Observa y anota el color del agua en cada vaso de laboratorio en el intervalo = 0 min.
9. Espera hasta que hayan transcurrido 5 minutos desde que colocaste los papeles de filtro en los vasos de laboratorio. Agita cada vaso de laboratorio. Con un gotero, retira aproximadamente 1 mL de cada uno de los vasos y colócalo en el tubo de ensayo correspondiente; esto es tiempo = 5 min. Ahora tienes muestra en 4 tubos de ensayo.
10. Observa y anota el color del agua en cada vaso de laboratorio en el intervalo = 5 min.
11. Espera hasta que hayan transcurrido 10 minutos desde que colocaste los papeles de filtro en los vasos de laboratorio. Agita cada vaso de laboratorio. Con una pipeta, retira aproximadamente 1 mL de cada uno de los seis vasos de laboratorio y colócalo en el tubo de ensayo correspondiente; esto es tiempo = 10 min. Ahora tienes muestra en 6 tubos de ensayo.
12. Observa y anota el color del agua en cada vaso de laboratorio en el intervalo = 10 min.
13. Espere hasta que hayan transcurrido 20 minutos desde que colocaste los papeles de filtro en los vasos de laboratorio. Agita cada vaso de laboratorio. Con un gotero, retira aproximadamente 1 mL de cada uno de los seis vasos de laboratorio y colócalo en el tubo de ensayo correspondiente; esto es tiempo = 20 min. Ahora tienes muestra en los 8 tubos de ensayo.
14. Observa y anota el color del agua en cada vaso de laboratorio en el intervalo = 20 min.
15. Utiliza un espectrofotómetro, si está disponible, y mide la absorbancia a 470 nm de las 8 muestras. Utiliza agua destilada o desionizada como blanco. Anota los valores en una tabla, similar a la Tabla 1.
16. Existen numerosas formas de graficar los datos y el instructor puede sugerir un método en particular. Una forma de graficar todos los datos es colocar la absorbancia en el eje de Y y la concentración en el eje de X. Se pueden trazar las cuatro líneas en la misma gráfica: una línea para el intervalo de tiempo 1, una línea para el intervalo de tiempo 2, una línea para el intervalo de tiempo 3 y una línea para el intervalo de tiempo 4. Según los resultados, se puede escoger un intervalo de tiempo que sea mejor para analizar la CCM.
17. Si no hay un espectrofotómetro disponible, calcula la CCM cualitativamente (visualmente). Para hacer esto, observa cuidadosamente el color en cada vaso de laboratorio. Esto será más fácil de hacer en el intervalo de tiempo más extenso; por ejemplo, 20-60 minutos. Busca un punto en el que el color en los vasos se vuelva abruptamente más intenso. La CCM está entre la concentración de detergente en el vaso de laboratorio que muestra menor color y el vaso de laboratorio que muestra mayor color.

Preguntas de discusión

1. ¿Cómo se relaciona la expresión: "Igual disuelve igual" con la información presentada en este módulo?
2. Dibuja una micela, según tu conocimiento de la misma.
3. Explica en tus propias palabras cómo una micela puede afectar la interacción de un compuesto hidrofóbico (como el aceite) con agua.
4. Si se ingiere un medicamento terapéutico que es hidrofóbico, el cual no está rodeado por una cubierta protectora (por ejemplo, por una cápsula o micela), ¿qué podría pasar con el medicamento en el intestino? ¿Es probable que este medicamento sea efectivo?
5. ¿Qué significa CCM?
6. La siguiente gráfica se obtuvo en un experimento sobre CCM. ¿Cuál crees que es la CCM (aproximada) basado en esta gráfica?



Respuestas

1. ¿Cómo se relaciona la expresión: "Igual disuelve igual" con la información presentada en este módulo?

Esa expresión generalmente se refiere al hecho de que el agua disuelve las sustancias acuosas y las sustancias aceitosas se disuelven en aceite. Por ejemplo, las pinturas con base de aceite no se pueden limpiar con agua porque no se disuelven ni se mezclan con ellas, pero las pinturas a base de agua se limpian fácilmente con agua.

2. Dibuja una micela, según tu conocimiento de la misma.

La Figura 1 muestra una micela, pero se pueden representar de diferentes formas. Lo que no puede cambiar es que la micela es de alguna forma esférica con una capa con afinidad por el agua que rodea un interior hidrofóbico.

3. Explica en tus propias palabras cómo una micela puede afectar la interacción de un compuesto hidrofóbico (como el aceite) con agua.

El compuesto hidrofóbico normalmente no se disuelve ni interactúa con el agua. Sin embargo, al estar rodeado por una micela, el compuesto hidrofóbico está protegido del agua. La superficie de la micela es hidrofílica y la micela se suspende de manera estable en el agua, provocando que el compuesto hidrofóbico exista en un ambiente acuoso.

4. Si se ingiere un medicamento terapéutico que es hidrofóbico, el cual no está rodeado por una cubierta protectora (por ejemplo, por una cápsula o micela), ¿qué podría pasar con el medicamento en el intestino? ¿Es probable que este medicamento sea efectivo?

Un medicamento hidrofóbico puede ser degradado por las enzimas presentes en el intestino, dependiendo de su química particular. Si el medicamento no se degrada, es probable que pase a través del intestino y se excrete (elimine) sin ingresar al cuerpo y ejercer ningún efecto terapéutico.

5. ¿Qué significa CCM?

Es la concentración mínima a la que el detergente cuando está presente en el agua formará espontáneamente micelas.

6. La siguiente gráfica se obtuvo en un experimento sobre CCM. ¿Cuál crees que es la CCM (aproximada) basado en esta gráfica?

La CCM ocurre a aproximadamente 0.0022 M. (Es convencional leer todos los dígitos de los que estamos seguros y uno más que se estima). Observa que la gráfica no es "perfecta", hay una leve estabilización entre el cuarto y quinto punto. Esto no es sorpresa porque nuestro sistema experimental introduce algunas imprecisiones. Por ejemplo, diferentes papeles de filtro pueden absorber diferentes cantidades de tinte. No obstante, hay un cambio abrupto en la absorbancia que probablemente representa la CCM.

Recursos multimedia

Videos

- Cómo trabajan los jabones y detergentes:
www.youtube.com/watch?v=kpRbnLZX_dI

Artículos

1. “Determining the Critical Micelle Concentration of Aqueous Surfactant Solutions Using a Novel Colorimetric Method”. Kenneth G. Furton y Arnold Norelus. “Journal of Chemical Education”. *J. Chem. Educ.*, 1993, 70 (3), p 254.

For more in-depth information about micelles and drug delivery:

2. “Polymeric Micelles in Anticancer Therapy: Targeting, Imaging, and Triggered Release”. Chris Oerlemans, Wouter Bult, Mariska Bos, Gert Storm, J. Frank W. Nissen, y Wim E. Hennink. “*Pharm Res*” 2010 Diciembre; 27(12):2569-2589.
3. “Polymeric Micelles for Oral Drug Delivery: Why and How”. Mira F. Francis, Mariana Cristea, y Françoise M. Winnik. “*Pure Appl. Chem*”. 2004; 76 (7–8): 1321–1335.

Sitios web

1. Esta actividad fue adaptada de una actividad por Jonathan Breitzer, Ming-Fong Lye, y George Lisensky para “MRSEC Education” en “University of Wisconsin-Madison”. <http://education.mrsec.wisc.edu/279.htm>.
2. http://openwetware.org/wiki/Critical_micelle_concentration_%28CMC%29. Este sitio web informa sobre la CCM de varios detergentes comunes disponibles.
3. <http://www.cancer.gov/drugdictionary?CdrID=434427>. Este sitio web de “National Cancer Institute”, presenta un medicamento contra el cáncer a base de micelas.
4. <http://www.wisegeek.com/what-is-critical-micelle-concentration.htm>. Este sitio web presenta una breve explicación sobre la CCM.

Reconocimientos

- Dr. Lisa Seidman and Dr. Jeanette Mowery, “Bio-Link Center of Excellence in Biotechnology and Life Sciences”.
- Dr. James Marti, Científico Principal, “University of Minnesota”, Minneapolis, MN.
- Kyle Forgette, Instructor de Biología y Nano-biotecnología, “Dakota County Technical College”, Rosemount, MN.
- Traducido al español por Rodfal A. Rodríguez y María T. Rivera de Cupey María Montessori School, San Juan, PR.