

CUADERNO FIRP S277-A

MODULO DE ENSEÑANZA EN FENOMENOS INTERFACIALES

en español

Emulsiones Múltiples

Antonio CARDENAS

LABORATORIO DE FORMULACION, INTERFASES
REOLOGIA Y PROCESOS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



Mérida-Venezuela
Versión # 2 (2003)

EMULSIONES MULTIPLES

Contenido

EMULSIONES MULTIPLES ¿ Qué son?.....	2
EMULSION MULTIPLE DEL TIPO $W_1/O/W_2$	3
EMULSION MULTIPLE DEL TIPO $O_1/W/O_2$	4
APLICACIONES DE LAS EMULSIONES MULTIPLES	6
SEPARACIONES	6
LIBERACION CONTROLADA	13
TRANSPORTADORES	14
PROBLEMAS POTENCIALES EN EL USO DE EMULSIONES MULTIPLES	
1. ROMPIMIENTO DE LA MEMBRANA.....	16
2. HINCHAMIENTO DE LA MEMBRANA.....	16
3. SELECTIVIDAD.....	16
4. PERDIDA DE TRANSPORTADORES.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	18

EMULSIONES MÚLTIPLES ¿QUE SON?

Antes de describir lo que son las emulsiones múltiples, conviene señalar brevemente lo que es una emulsión. Cuando se tienen dos líquidos inmiscibles, como aceite y agua, y estos se agitan, se forman gotas de un líquido en otro. Estas gotas de un líquido en otro es lo que se conoce como una emulsión. Las emulsiones pueden ser entonces de dos tipos: una en la cual las gotas (fase dispersa) son de agua o solución acuosa y la fase en donde están inmersas las gotas (fase continua) es aceite el otro tipo de emulsión es la inversa; gotas de aceite en una fase continua acuosa. Las primeras se denotan como emulsiones W/O agua en aceite (Water, agua O= oil, aceite) y las segundas O/W, aceite en agua. La figura 1 muestra los dos tipos de emulsiones.

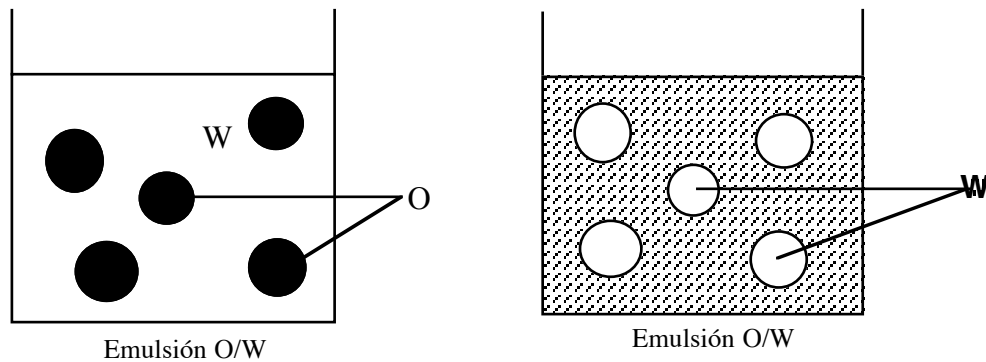


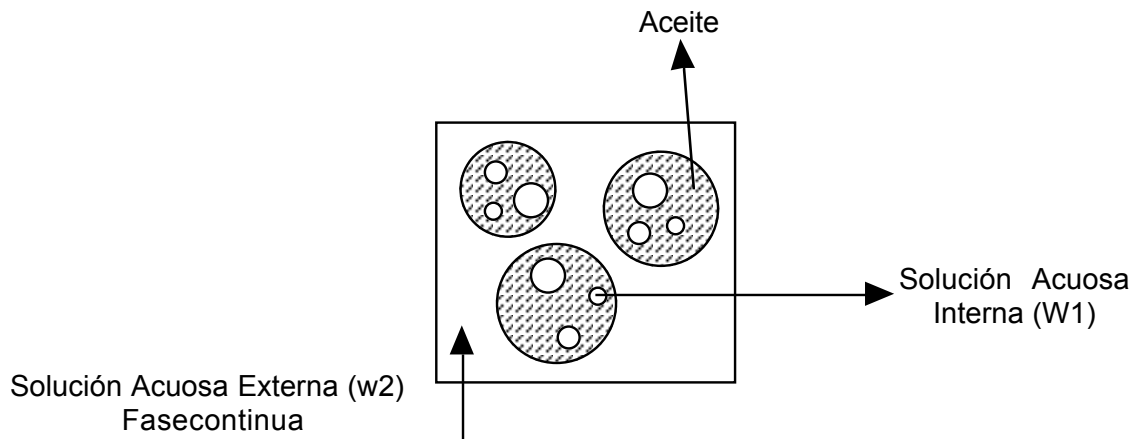
Figura 1

Ahora bien, como se mencionó arriba, al agitar dos fases inmiscibles, se forman gotas de una fase en otra, pero para que exista la emulsión, es necesario evitar que al cesar la agitación las gotas se unan de una vez. Para lograr la estabilidad de las emulsiones se necesita entonces un tercer componente conocido como “surfactante” (del inglés surface active = surfactant, activo en la superficie). Este componente se ubica en la superficie de las gotas de la emulsión y evita o retarda la coalescencia de las gotas, haciendo de esta forma la emulsión “estable”.

En resumen para formar una emulsión, se requiere de lo siguiente:

- 1.- Dos líquidos inmiscibles entre sí.
- 2.- Un agente que estabilice a la emulsión (surfactante)
- 3.- Agitación que permita dispersar una fase inmiscible en otra.

Además de las emulsiones sencillas anteriormente descritas existe otro tipo de emulsiones conocidas como emulsiones múltiples. Estas se caracterizan porque las gotas de la fase dispersa, contienen a su vez gotas que son inmiscibles con la gota que las contiene y que son miscibles con la fase continua. En la figura 2, se muestra este tipo de emulsiones.



Emulsión Múltiple del tipo $W_1/O/W_2$

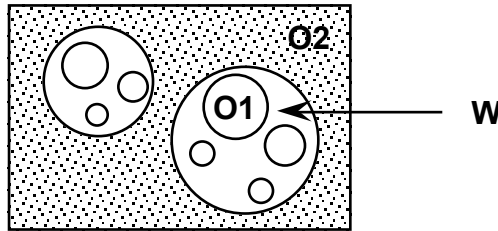
Figura 2

Emulsión Múltiple del tipo $W_1/O/W_2$

EMULSION MULTIPLE DEL TIPO $W_1/O/W_2$

También existen emulsiones múltiples, inversas a las mostradas en la figura 2. Este tipo de emulsiones son las de aceite/agua/aceite, denotadas como $O_1/W/O_2$. Es importante mencionar aquí, que la nomenclatura de las emulsiones múltiples, se utiliza en la notación de la fase externa y de las gotas que están dentro de la gota los números 1 y 2 para diferenciar estas fases, ya que estas pueden ser diferentes (aunque miscibles entre sí). Por ejemplo, si se tiene una emulsión múltiple de tipo agua/aceite/agua, las gotas dispersas serán de aceite, pero estas a su vez contienen gotas de una fase acuosa que se denomina como W_1 , mientras que la fase continua es una fase acuosa que puede ser diferente a W_1 y por ello se denomina W_2 . El caso de una emulsión que contenga una solución acuosa de cloruro de sodio como W_1 y agua destilada como W_2 es un ejemplo.

Lo mismo puede ocurrir con las emulsiones del tipo $O_1/W/O_2$, en donde las fases oleícas sean soluciones diferentes entre sí o diferentes tipos de aceites solubles entre sí. En este caso, las gotas de aceite contenidas dentro de las gotas de agua, se denominarían O_1 y la fase continua externa, O_2 , como se muestra en la figura 3.



Emulsión Múltiple del tipo $O_1/W/O_2$

Figura 3

Emulsión múltiple del tipo $O_1/W/O_2$

EMULSION MULTIPLE DEL TIPO $O_1/W/O_2$

De las figuras 2 y 3, se pueden observar que en las emulsiones múltiples existe un líquido que separa a las gotas contenidas en la fase dispersa de la fase continua. Este líquido se caracteriza por ser siempre inmisible con la fase continua externa y con los glóbulos que están dentro de las gotas. En la práctica, este líquido actúa como una membrana que separa a ambas fases; es aceite si las fases separadas son W_1 y W_2 , y es agua (solución acuosa) si las fases que se separan son O_1 y O_2 . Por ello este tipo de emulsiones se conocen como: membranas líquidas emulsionadas (liquid emulsion membranes) o membranas surfactantes líquidas (liquid surfactant membranes) para mencionar sólo algunos nombres.

El hecho de que se encuentre un líquido que actúe como una membrana es crucial. Esto es lo que le da el gran potencial de aplicación a las emulsiones múltiples. Esta membrana puede actuar liberando un componente desde la fase interna hacia la fase externa o atrapar un compuesto (o varios) desde la fase externa hacia la fase interna e incluso concentrarlo en la misma operación. También el hecho de que se pueda romper la membrana bajo ciertas condiciones puede ser útil.

También es conveniente señalar aquí la existencia de las membranas líquidas soportadas. Este tipo de membranas consisten en un líquido que se coloca en un soporte

(un sólido poroso) que separa dos fases de naturaleza similar. La figura siguiente muestra un esquema de membrana líquida soportada

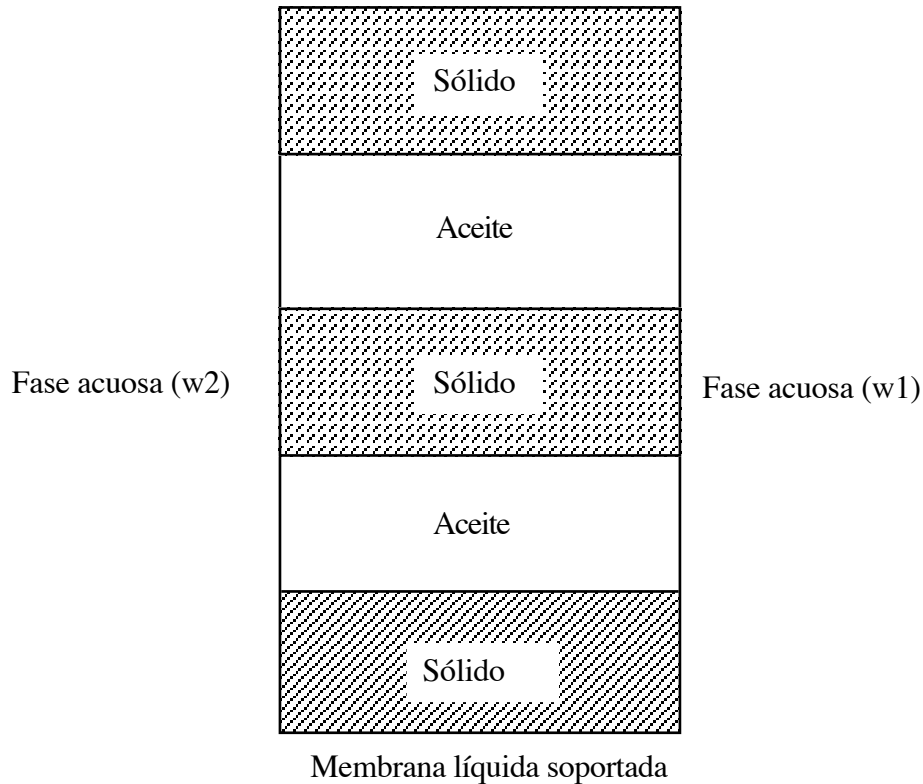


Figura 4

En este tipo de membrana es condición necesaria que el líquido que se encuentra en el medio poroso, sea inmiscible en las fases que separa. El sólido en este caso no representa una resistencia importante para el paso de las especies a separar, siendo el líquido la verdadera barrera que se debe superar. Por supuesto, también es necesario que los poros del sólido lo atraviesen completamente para lograr que ocurra el paso de las especies de un lado a otro.

Otra diferencia importante entre las emulsiones múltiples y las membranas líquidas soportadas, es que en las primeras se debe utilizar surfactantes para estabilizar a la membrana y en las segundas esto podría ser contraproducente ya que bajaría la tensión superficial y aumentaría la tendencia del líquido que forma la membrana a salirse de ésta.

APLICACIONES DE LAS EMULSIONES MÚLTIPLES

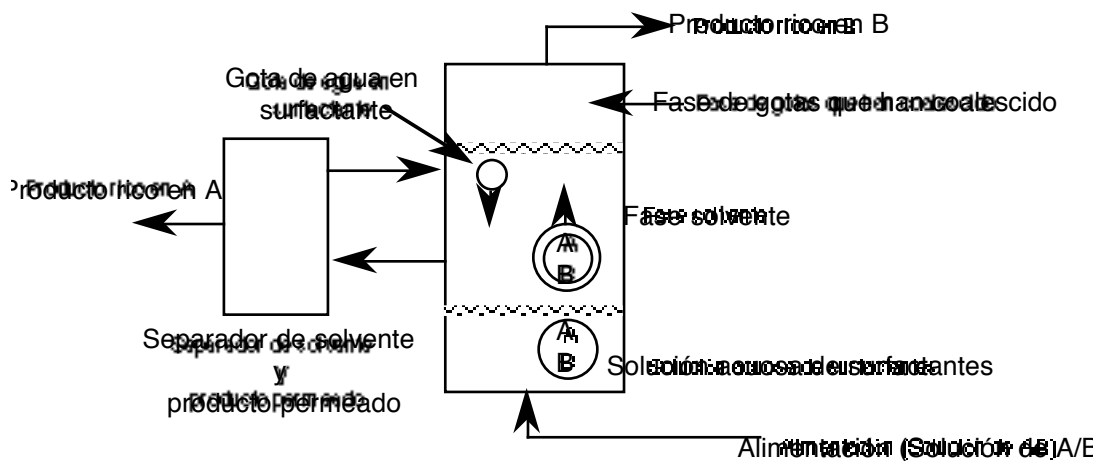
SEPARACIONES

El hecho de que exista una membrana líquida que separa a dos fases como se acaba de explicar, es lo que le da a las emulsiones múltiples su utilidad. Según Matsumoto et al (1) el primer artículo sobre las emulsiones múltiples fue publicado en el año de 1925 por Seifriz, quien descubrió que este tipo de emulsiones se forman durante la inversión de fase de las emulsiones ordinarias. Luego de más de 40 años sin progreso significativo se continuaron los estudios de las emulsiones múltiples, debido al interés que presentan en el campo de la medicina (especialmente en el área de liberación controlada de medicamentos).

En el campo de la Ingeniería Química, los primeros trabajos utilizando emulsiones múltiples se realizaron en la compañía Exxon a finales de la década de los sesenta y comienzos de los setenta.

El trabajo consistió en separar mezclas de hidrocarburos utilizando membranas líquidas presentes en las emulsiones múltiples.

El esquema de uno de los sistemas utilizados por N Li, de la compañía Exxon se muestra en la figura 5 (2).



Separación de hidrocarburos aromáticos de alifáticos (Exxon)

Figura 5

Según este esquema se introduce una alimentación en la solución acuosa con surfactantes. La alimentación es una mezcla de aceites (alcanos y tolueno o alcanos y

benceno) que forman una gota que es inmediatamente recubierta por la solución acuosa con surfactantes. Esta gota pasa a una fase solvente (aceite) cubierta por la capa de solución acuosa más surfactantes. En esta etapa difunde uno de los componentes hacia la fase solvente (que en este caso fue siempre el aromático) separándose de esta forma el hidrocarburo aromático del alifático. La gota a la cual le ha sido extraído aromático sigue su camino y coalesce en el tope de la columna, en donde la fase acuosa más surfactantes forman gotas que por gravedad regresan a la fase acuosa con surfactantes, recuperándose de esta forma. La otra fase de hidrocarburos se recupera por el tope de la columna. El aromático, se separa con facilidad del solvente por medio de una destilación tipo “flash”, debido a la gran diferencia que existe en los puntos de ebullición entre el solvente y el aromático (benceno o tolueno).

En el proceso descrito, la difusión a través de la membrana se realizó debido a la mayor afinidad del aromático por la membrana acuosa que recubre a la gota. Esto se traduce en una mayor velocidad de transferencia a través de la membrana y por ende en una separación de los aromáticos de los compuestos alifáticos.

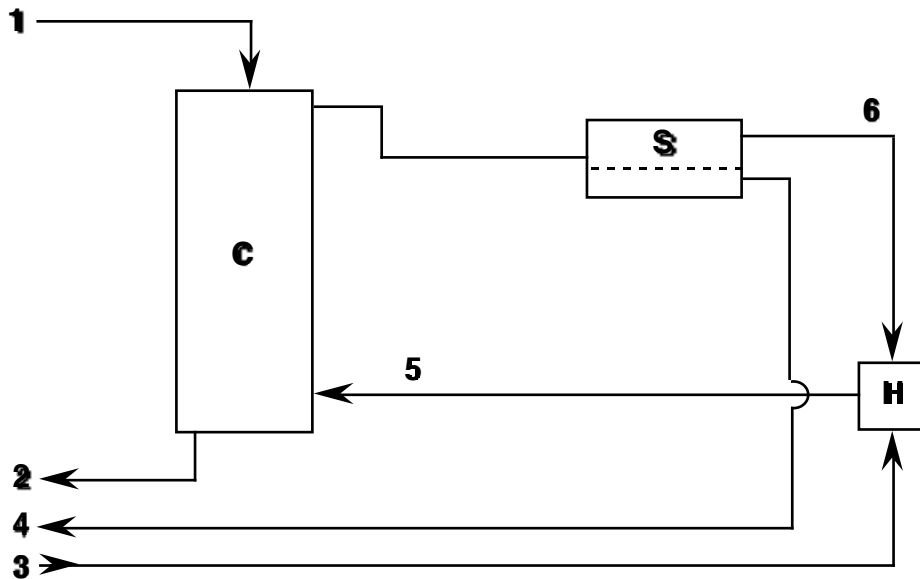
Li y sus colaboradores utilizaron columnas en las cuales se pasaba una gota a la vez y otras columnas en donde se utilizaban muchas gotas.

Luego de estos primeros trabajos de N Li, se realizaron una gran cantidad de estudios que involucraban a las emulsiones múltiples, bien sea para separar y/o concentrar compuestos o para dosificar medicamentos u otros compuestos.

En hidrometalurgia, la aplicación de las emulsiones múltiples ha sido comprobada. Se ha demostrado la factibilidad técnica de recuperar uranio, cobre, aluminio, zinc, mercurio entre otros metales. En Austria ya se construyó una planta industrial que permite reducir el contenido de zinc de los efluentes industriales de 500 ppm a menos de 3 ppm (3). Un diagrama de proceso de este tipo de planta se muestra en la figura 6..

La fase continua en este caso es la fase acuosa a ser despojada del zinc (cuya concentración es de 500 ppm). El equipo S es un separador que rompe a la emulsión que sale por el tope de la columna (emulsión del tipo W/O) y separa la fase acuosa que contiene el Zn extraído, del aceite (que es la membrana).

El equipo denotado con H es un homogenizador, que forma la emulsión W/O que se separa en el equipo S. Las corrientes del proceso son:



En este diagrama, C es la columna de extracción de zinc, en donde se forma la emulsión múltiple.

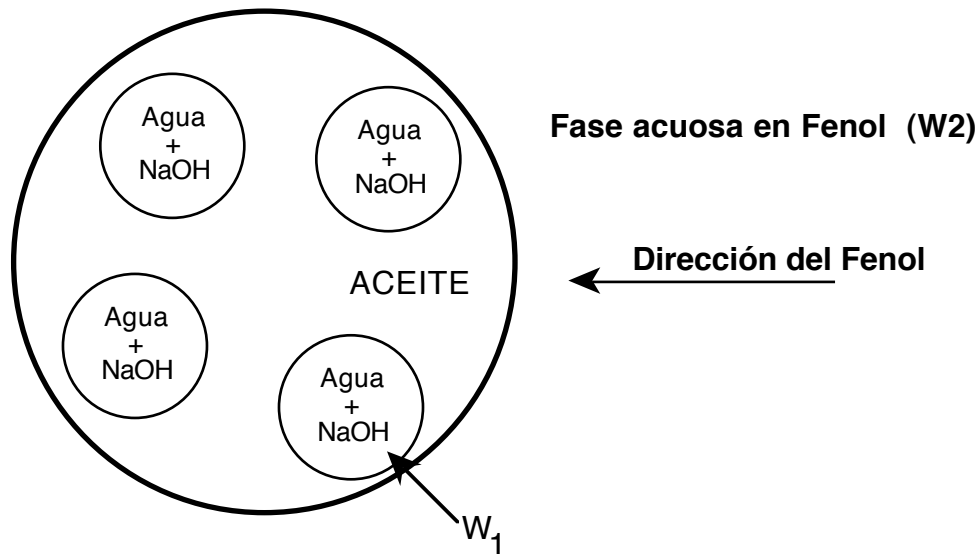
Figura 6

- 1.- Alimentación que es el agua de desecho a la cual se le va a extraer el zinc (500 ppm)
- 2.- El refinado que contiene menos de 3 ppm de zinc
- 3.- La fase acuosa despojadora (W1, siguiendo la notación dada al inicio)
- 4.- Fase acuosa despojadora rica en Zinc (60 g/l)
- 5.- Emulsión W1/O que entra en la torre despojadora para formar la emulsión W1/O/W2.
- 6.- Fase orgánica que se recircula del separador al homogeneizador, para formar la emulsión W1/O.

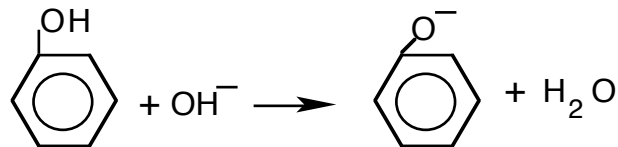
La torre de despojamiento (C) es un equipo de 1.6 m. de diámetro con una altura de 10 m el aparato de separación es un coalescedor electrostático. Es importante mencionar aquí, que la fase acuosa W1, es ácida, para de esta manera compensar con Iones H^+ la transferencia de los Iones Zn^{++} que están en los glóbulos. Esto es necesario para mantener la electroneutralidad del sistema.

La separación del fenol es otro ejemplo muy estudiado (4). En este caso se forma una emulsión múltiple del tipo W1/O/W2, en donde la fase acuosa W2 contiene el fenol a ser extraído, es el efluente contaminado con fenol. La fase W1 es una solución de hidróxido de sodio que reacciona en el fenol convirtiéndolo en fenolato, y evitando de esta forma que el fenol se salga de la gota y vuelva otra vez hacia la fase acuosa externa (W2).

En la figura se muestra el mecanismo:



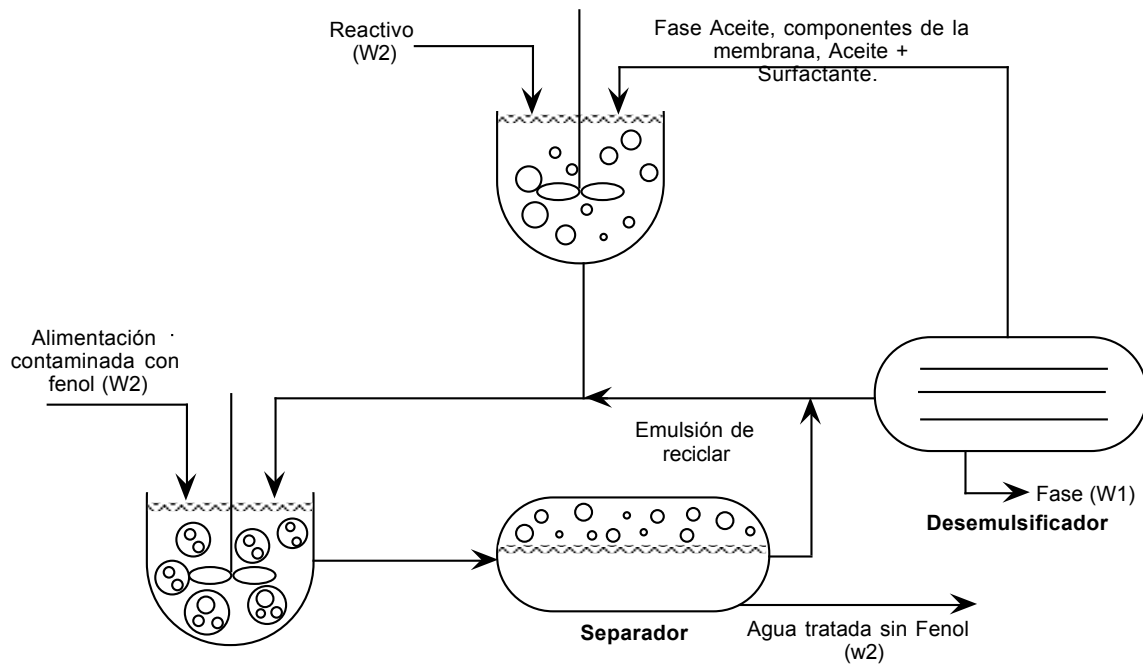
El fenol difunde a través del aceite hasta los glóbulos internos, en donde ocurre la reacción:



Esta reacción permite atrapar al fenol dentro de los glóbulos debido a que el fenol como tal puede atravesar a la membrana de aceite, pero el anión fenolato al estar cargado es poco afín a la fase aceite y por consiguiente no entra en ella y por lo tanto no puede salir de los glóbulos que conforman la fase W1. Además de atrapar al fenol, la fase W1 también lo concentra, ya que esta se encuentra en menor proporción que la fase acuosa externa (W2). Adicionalmente, el hecho de que ocurra la reacción de fenol a fenolato, hace que se mantenga el gradiente de concentración de fenol entre las fases W1 y W2, facilitando de esta forma su difusión.

En los experimentos realizados se ha encontrado que las gotas de aceite tienen diámetros en el rango de 0.05 a 0.2 cm. y los glóbulos internos (W1) tienen diámetros por el orden de 10^{-2} a 10^{-4} cm.

Un esquema conceptual del proceso para separar fenol es el siguiente:



De manera similar pero utilizando ácido en la fase W1, se puede separar el amoníaco.

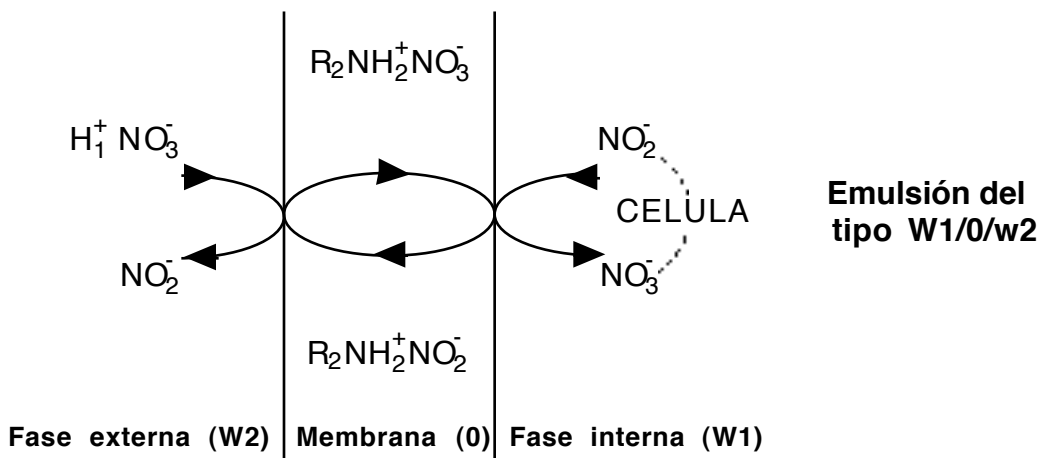
En biotecnología el uso de las emulsiones múltiples también ha sido comprobado (5, 6, 7). Debido a la dificultad para separar y concentrar a los compuestos producidos por la vía de la biotecnología, se han estudiado nuevas formas de lograr esto. Normalmente las tecnologías de separación convencionales aplicadas, son muy costosas y en algunos casos requieren de un tratamiento previo a la alimentación del proceso, tal es el caso del intercambio iónico, que además genera mucho licor que debe ser regenerado y por lo tanto se gasta mucho en evaporarlo; de la cromatografía de geles, que hace una excelente separación, pero requiere de mucho tratamiento de la alimentación, siendo también una técnica que requiere mano de obra intensiva.

En general los métodos de separación de compuestos producidos por medios biotecnológicos (como por fermentación por ejemplo) son muy costosos, tales como la centrifugación y filtración por membranas además de los mencionados antes y otros que no se nombran aquí. En esta área, también las emulsiones múltiples lucen prometedoras. Según trabajos realizados para separar y concentrar amino ácidos (tomando como ejemplo a la fenilalanina, que es un Zwitterion) se ha encontrado que es posible separar selectivamente y concentrar este aminoácido utilizando las emulsiones múltiples (5 -6). En estos trabajos se demuestra que es posible separar a la fenilalanina, directamente del

caldo de cultivo en donde se produce, sin necesidad de pretratamiento previo de la alimentación. Adicionalmente se encontró que el sistema es bastante selectivo (aunque en algunos casos, con otros aminoácidos se puede presentar algo de contaminación) y que es posible concentrar el aminoácido. Esto último es muy importante, ya que normalmente la producción de compuestos por la vía de producción de la biomasa es muy diluída y por lo tanto en una sola operación, se separa y concentra al mismo tiempo.

Otra aplicación interesante es la de remover el colesterol de la sangre. En este caso se utilizó una emulsión múltiple en la cual la fase interna (W1 según la notación utilizada) contenía un reactivo que reaccionaba en el colesterol (digitonina). La digitonina saponifica al colesterol que pasa de la fase continua externa a través de la membrana y queda atrapado en los glóbulos internos, ya que debido a su nueva estructura no puede regresar hacia la fase externa. Utilizando este método, fue posible remover aproximadamente un 90% del colesterol presente en sangre de bovino (8).

Otra aplicación es la de inmovilizar a las enzimas dentro de los glóbulos internos de una emulsión múltiple. Esto con el objeto de que los reactantes, entren de la fase exterior hacia los glóbulos, ocurra la reacción enzimática y queden los productos atrapados o regresen a la fase externa, según lo deseado. Lo anterior se hace porque a veces el medio externo, no permite que las enzimas puedan reaccionar (bien sea porque se descomponen, o porque las condiciones no son óptimas) y por lo tanto se aíslan por medio de las emulsiones múltiples. También se ha demostrado el uso de células vivas, que colocadas dentro de los glóbulos internos de una emulsión múltiple, generan nuevos productos. Tal es el caso de la reducción del nitrato a nitrito, que se muestra esquemáticamente a continuación: (7)



En el ejemplo anterior, se observa que el nitrato se reduce y regresa nuevamente a la fase externa. Adicionalmente, en el esquema se muestra a una molécula dentro de la membrana ($R_2NH_2^+$) que sirve para transportar tanto al nitrato como al nitrito. Estas moléculas se conocen como transportadores y de ellos hablaremos más adelante.

Los ejemplos mencionados anteriormente son sólo unos pocos de los que se han estudiado. Como se observa el campo de aplicación en esta área es vasto y falta mucho aún por hacer.

Todos los procesos mencionados anteriormente, tanto en el campo biotecnológico, como en el de las separaciones, se pueden considerar como procesos de extracción y despojamiento, en donde la extracción ocurre en un lado de la membrana y el despojamiento en el otro. Esto presenta un contraste con los procesos convencionales de extracción con solventes, en donde la extracción se realiza en un equipo (usualmente torres de extracción) y el despojamiento en otro (casi siempre torres despojadoras) en contraste con las emulsiones múltiples (y membranas líquidas soportadas) en las cuales todo ocurre en un solo equipo. Lo anterior implica que el uso de emulsiones múltiples reduce los costos de instalación si se compara con el proceso de extracción de solventes.

Se debe resaltar que en todos los ejemplos anteriores, la emulsión múltiple es inestable, que se mantiene gracias a la agitación. Una vez que cesa la agitación, ocurre una separación de las gotas (que son a su vez una emulsión sencilla, normalmente del tipo W1/O) de la fase continua externa. Lo anterior es entre otras condiciones, lo que hace factible la utilización de las emulsiones múltiples en la separación y/o concentración de compuestos.

LIBERACION CONTROLADA

Al inicio, el interés por las emulsiones múltiples fue para aplicaciones en medicina. Una de estas aplicaciones es el uso de estas emulsiones para controlar y/o prevenir sobredosis de drogas. En este caso, la emulsión múltiple servía como un reservorio en donde estaba el exceso o la droga completa para luego ser expulsada del organismo. Lo que ocurre aquí es simplemente una separación de la droga para sacarla del organismo, por lo que esta aplicación se puede colocar junto a las expuestas anteriormente. Sin embargo, existe otra aplicación en medicina, que es la de liberar en forma controlada un medicamento utilizando a las emulsiones múltiples. En esta aplicación, el flujo de compuesto va en sentido inverso al explicado en la parte anterior.

El compuesto va desde los glóbulos de la fase interna (W1) a través de la membrana (O) hacia la fase continua externa (W2).

Lo anterior es lo que se conoce como liberación controlada de medicamentos (algunas veces conocido como liberación prolongada de medicamentos). Este campo también es muy importante y se han hecho numerosas investigaciones.

Uno de los problemas que se presentan en este tipo de aplicación es el uso de la estabilidad de la emulsión múltiple. Se han realizado trabajos en los cuales, se trata de estabilizar a la emulsión utilizando **Celulosa Microcristalina Coloidal** que aumenta la viscosidad para mantener suspendidos a los glóbulos (9).

También se ha estudiado la posibilidad de formar membranas más resistentes, utilizando membranas polimerizadas (10). La idea es utilizar surfactantes que pertenecen a una serie de surfactantes no iónicos polimerizables de manera tal que puedan formar una membrana “Gross-linked” una vez que se adsorben en la interfase. Lo anterior tiene el problema potencial de que se pueden degradar las drogas o que puede quedar iniciado en el producto final. Por ello se ha planteado el uso de surfactantes no iónicos del tipo polímeros de bloque (conocidos como Pluronic), albumina y un ácido poliacrílico. Se forma una estructura compleja interfacial que permite una larga estabilidad de la emulsión múltiple.

Otra aplicación de las emulsiones múltiples, es la de evitar el mal sabor de algunas drogas (11).

Se ha encontrado que la liberación del medicamento depende de la composición de la membrana, el tipo de droga a transferir, la concentración de droga en la fase interna, y la composición de la fase interna y externa. Adicionalmente, se presenta el problema del rompimiento de las membranas, que puede ocurrir debido a una baja estabilidad de la misma o porque las gotas se hinchan hasta llegar a romperse. Este hinchamiento de las gotas ocurre porque debido a la diferencia en presión osmótica hay un paso de agua hacia la fase interna, que hace que la gota se hinche y eventualmente se rompa. Este fenómeno también se presenta en los casos de separación expuestos anteriormente.

La mayoría de los estudios con emulsiones múltiples se han realizado con emulsiones del tipo agua/aceite/agua (W1/O/W2). Sin embargo existen estudios en los cuales la droga es liposoluble y se han utilizado emulsiones del tipo O1/W/O2. Tal es el caso de la liberación de la Pentazocina (12)

TRANSPORTADORES

En los procesos expuestos anteriormente, se observa que en el caso de la separación de los hidrocarburos y en la separación del fenol de las aguas de desecho, la transferencia de masa se realiza a través de una membrana líquida, que sólo tiene surfactantes para estabilizarla. En este caso el compuesto pasa a través de la membrana debido a su solubilidad en la misma.

En los otros casos, por ejemplo, separación del zinc de un efluente acuoso, o en la reducción del nitrato a nitrito, explicados anteriormente, la membrana, además de tener los surfactantes que la estabilizan, tiene también un compuesto que hace posible que el componente a separarse (que es insoluble en la membrana) entre en la membrana y pueda ser transportado a través de ella. Estos compuestos son conocidos como transportadores. Las características de los transportadores son:

- 1.- Son compuestos muy solubles en la membrana e insolubles en las fases externa e interna que la membrana separa.
- 2.- Se acoplan al compuesto a separar, pero el complejo que se forma se puede disociar al llegar al otro lado de la membrana.
- 3.- En algunos casos, son muy selectivos a cierto componente en particular. Esto es muy útil porque le da selectividad a la membrana.

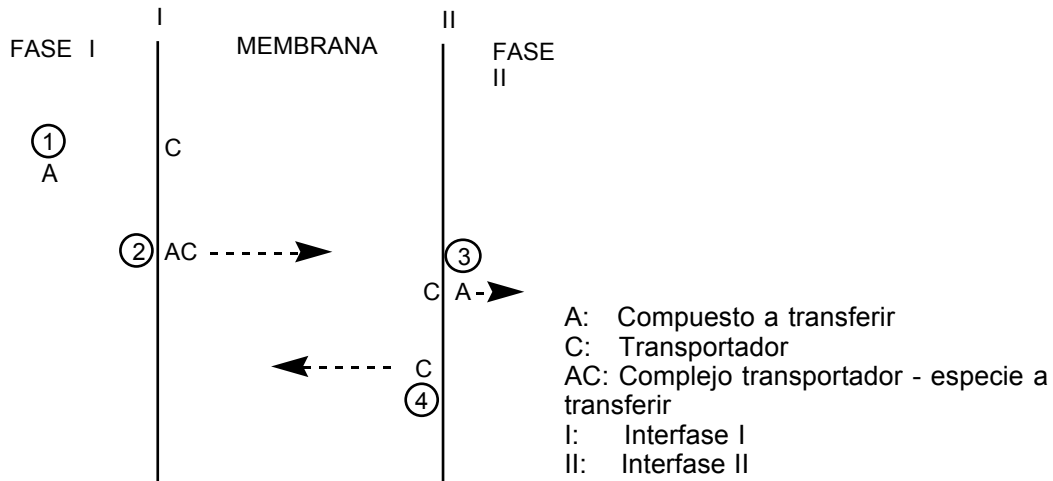
Entre los transportadores más utilizados se pueden mencionar algunos derivados del ácido fosfórico utilizados en la separación del Zn, las aminas como la utilizada en la reducción del nitrato a nitrito (las aminas al estar cargadas positivamente se acoplan a los aniones), los compuestos tipo corona (“crown ethers”) utilizados para separar cationes y ácidos carboxílicos en grupos poliésteres, entre otros.

El transporte utilizando transportadores ocurre según las siguientes etapas; como se muestra en la figura:

- 1.- Formación de un complejo entre el compuesto a transferir y el transportador en un lado de la membrana (I)
- 2.- Paso del complejo a través de la membrana

3.- Disociación del complejo, liberándose así el compuesto a transferir en el otro lado de la membrana (II)

4.- Difusión del transportador hacia el otro lado de la membrana (I)



Pueden existir ciertas variantes al esquema, mostrado. En estas variantes puede ocurrir que se transporten dos especies a la vez; que se transporte una especie en un sentido y otra en sentido inverso, e incluso se puede transportar una especie en contra de su gradiente de concentración, permitiendo así la concentración de esta especie. Ejemplo de esto es la separación de cromo, que se lleva de una fase acuosa, en donde se encuentra en concentraciones de ppm hacia otra fase, que puede llegar a tener 100 g Cr/l. (13).

PROBLEMAS POTENCIALES EN EL USO DE EMULSIONES MULTIPLES EN PROCESOS.

En los procesos en los cuales se utilizan emulsiones múltiples, se pueden presentar varios problemas, entre los cuales se tienen:

ROMPIMIENTO DE LA MEMBRANA.

Esto puede ocurrir debido a que las gotas de emulsión se someten a un esfuerzo cortante excesivo, también debido a que las gotas presentan unas gotas internas con un tamaño muy grande y a que la membrana no ha sido formulada correctamente. Si la membrana se rompe, entonces el contenido que se encuentra dentro de las gotas, pasa a la fase externa y entonces el compuesto separado retorna nuevamente a esta fase, afectando negativamente este proceso de separación. De igual forma, si lo que se desea es liberar a un compuesto controladamente, este rompimiento afecta negativamente a este proceso. Además, si la fase interna, contiene compuestos diferentes a los de la fase continua externa el rompimiento de la membrana puede causar problemas adicionales al variar la composición de dicha fase.

Este rompimiento de membrana, normalmente se controla haciendo una buena formulación de la misma. Entre las alternativas se encuentra el hecho de incrementar la viscosidad, la concentración de surfactantes, el tipo de surfactante y la relación de fases; por ejemplo agregar más aceite en una emulsión W1/O/W2.

Si se hace el esfuerzo de tratar de minimizar el rompimiento, éste se puede mantener en un mínimo.

HINCHAMIENTO DE LA MEMBRANA.

Muchas veces, debido a la presión osmótica, el agua es transportada hacia las gotas internas de la emulsión múltiple, lo que produce un hinchamiento de las gotas, que a su vez hace que la membrana se vuelva más fina y que eventualmente se rompa.

Este problema se puede controlar, si se tratan de igualar las presiones osmóticas a ambos lados de la membrana. Se han propuesto varios mecanismos para explicar la transferencia del agua hacia el interior de las gotas (14). Uno es que el transporte de agua se realiza mediante surfactantes hidratados y el otro consiste en transporte a través de micelas.

SELECTIVIDAD:

La selectividad de la membrana es un parámetro muy importante en los procesos de separación. Si se desea separar un compuesto de una solución que tiene muchos compuestos, es indispensable que la membrana sea selectiva a este compuesto. Esto se logra, mediante el uso de transportadores, los cuales deben tener una gran afinidad por el compuesto a separar y no por el resto. Sin embargo, hoy día, se siguen realizando investigaciones para lograr transportadores altamente selectivos, que permitan una excelente separación.

Cuando en la membrana no existen transportadores, entonces la selectividad viene dada por la solubilidad de los compuestos a separar en la misma. Por ejemplo, si se tienen dos compuestos A y B y se desean separar, uno de ellos debe ser soluble en la membrana, de forma que la atraviese y se separe del otro. Además, es importante, que si B atraviesa la membrana por ser soluble en ella y se separa de A, el compuesto B debe quedar atrapado dentro de las gotas de la emulsión múltiple, de manera de que no regrese y este proceso afecte negativamente a la separación.

PÉRDIDA DE TRANSPORTADORES:

En las membranas que utilizan transportadores, puede darse el caso en que estos compuestos se escapen de la membrana, aún siendo poco solubles en las fases internas o externas de la membrana. Esto hace que la selectividad y la velocidad de transferencia se reduzcan con el tiempo, haciendo que la membrana eventualmente se inutilice.

Los problemas descritos anteriormente son los que hacen que hasta ahora, el empleo de membranas líquidas no sea importante a nivel industrial.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Matsumoto S, Rung, W. W., "Formation and Applications of Multiple Emulsions", J. Dispersion Sci. Technol., 1989, 10 (485), 483.
- (2) Li, N "Permeation Through Liquid Surfactant Membranes" Aiche, J, Vol. 17, N° 2, p. 459, 1971.
- (3) Draxler J., Furst. W., Marr, R., "Separation of Metal Species by Emulsion Liquid Membranes", 5 Membr. Sci., 1988, 38, 281-293.
- (4) Li N., Shrier, A. L., "Liquid Membrane Water Treating" Recent Developments in Separation Science, N. Li. Editor, CRC, 1972.
- (5) Thien, M. Hatton, T.A., Wang D.I.C., "Separation and Concentration of Amino Acids Using Liquid Emulsion Membranes", Biotechnology and Bioengineering, 1988, 32, 604-615.
- (6) Itoh, H., Thien, N. P., Hatton T.A., Wang, D.I.C., "A Liquid Emulsion Membrane Process for the Separation of Amino Acids", 1990, 35, 853-860.
- (7) Thien, M. P. Hatton, T.A. "Liquid Emulsion Membranes and Their Applications in Biochemical Processing", Separation Science and Technology, 1988, 23 (8 y 9) 819-853.
- (8) Yagodin G., Lopukhin Y., Gusera T., Sergienko, V., Proceedings of the International Solvent Extraction Conference, Denver, Colorado, 1983, p. 385.
- (9) Oza, K., P., Frank R. S. G., "Drug Release From Emulsions Stabilized by Colloidal Microcrystalline Cellulose", J. Disp. Sci. Tech., 10 (2), 187-210, 1989
- (10) Law, T. K., Whateley, T. L. Florence A.T., "Stabilisation of W/O/W Multiple Emulsions by Interfacial Complexation of Macromolecules and non-ionic surfactants", J. Controlled Release J., 3, 279-290-1986.
- (11) Garti, N. Frenkel, M. Scharz, R., "Multiple Emulsions Part. II. Proposed Technique to overcome unpleasant taste of drugs", J. Disp. Sci. Tech. 4 (3), 237-252, 1983.
- (12) Mishra, B., Pandit, J. K., "Prolonged Release of Pentazocine form multiple O/W/O emulsions", Drug. Development. Ind. Pharmacy, 15 (8), 1217-1230 (1989).
- (13) Marr, R., Kopp, A., "Liquid Membrane Technology - a survey of phenomena, mechanisms and models". International Chemical Engineering, Vol. 22, N° 1, 1982.
- (14) Colinart, P., Delepire, S., Trouve, G., Renon, H., J. Membr. Sci., 168 (1984).

Texto: Emulsiones Múltiples
Autor: Prof. Antonio CÁRDENAS
Referencia: Cuaderno FIRP S277A
Versión #2 (2003)
Editado y publicado por: Laboratorio FIRP Escuela de INGENIERIA QUIMICA, UNIVERSIDAD de Los ANDES Mérida 5101 VENEZUELA



Derechos reservados

Condiciones de Reproducción

Los cuadenos FIRP está destinados a docentes y estudiantes. Pueden reproducirse libremente solo para uso individual.

Su venta o su reproducción como material de apoyo de cursos con pago de matrícula requiere una autorización escrita del autor o del editor (firp@ula.ve)

Laboratorio FIRP, telef: (0274) 2402954 Fax: (0274) 2402947
Escuela de INGENIERIA QUIMICA,
e-mail: firp@ula.ve
UNIVERSIDAD de Los ANDES Mérida 5101 VENEZUELA
www.firp.ula.ve