

Emulsiones Múltiples

Antonio Cárdenas

Laboratorio de Mezclado, Separación y
Síntesis Industrial

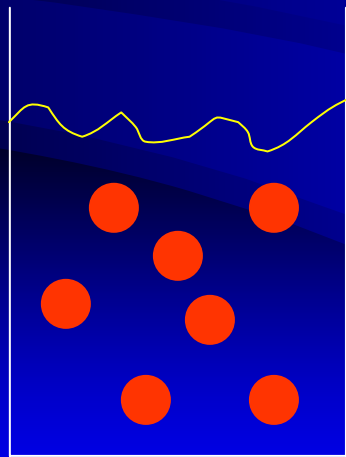
Escuela de Ingeniería Química

Universidad de los Andes

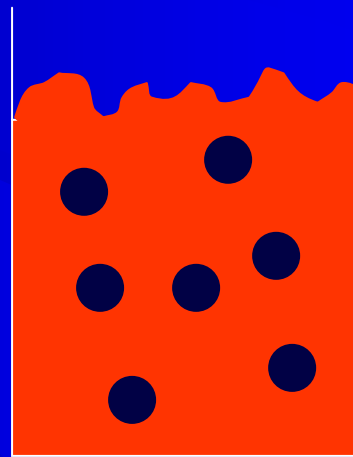
Email: antonioc@ula.ve

¿Qué es una emulsión?

Una emulsión es una dispersión de un líquido en otro.



O/W



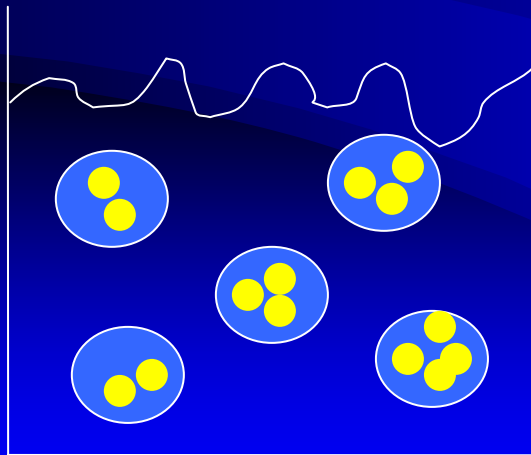
W/O

Requisitos para formar una emulsión estable

- Dos líquidos inmiscibles
- Agentes surfactantes
- Agitación

Emulsión Múltiple

Una emulsión múltiple que se caracteriza porque la fase dispersa (gotas) tienen a su vez glóbulos en su interior. Las fases externa y los glóbulos son miscibles.

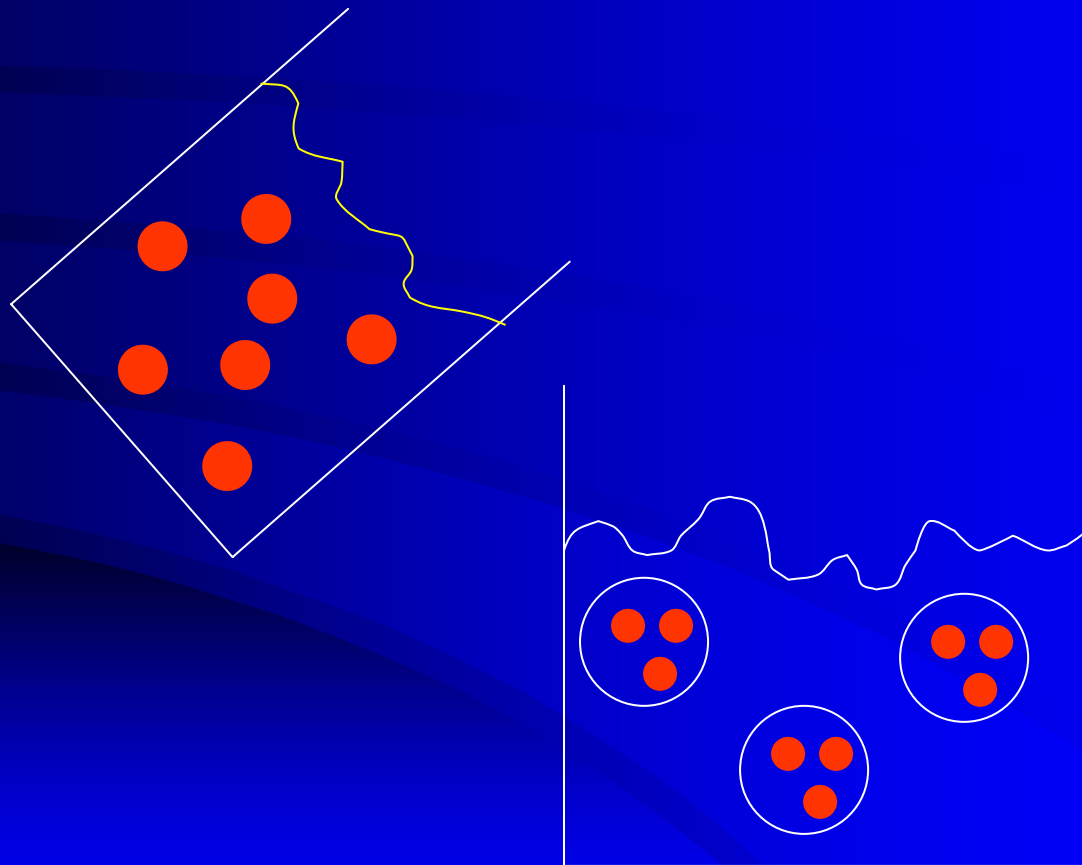


Las emulsiones múltiples pueden ser de dos tipos:

Agua/Aceite/Agua	W1/O/W2
Aceite/agua/Aceite	O1/W/O2

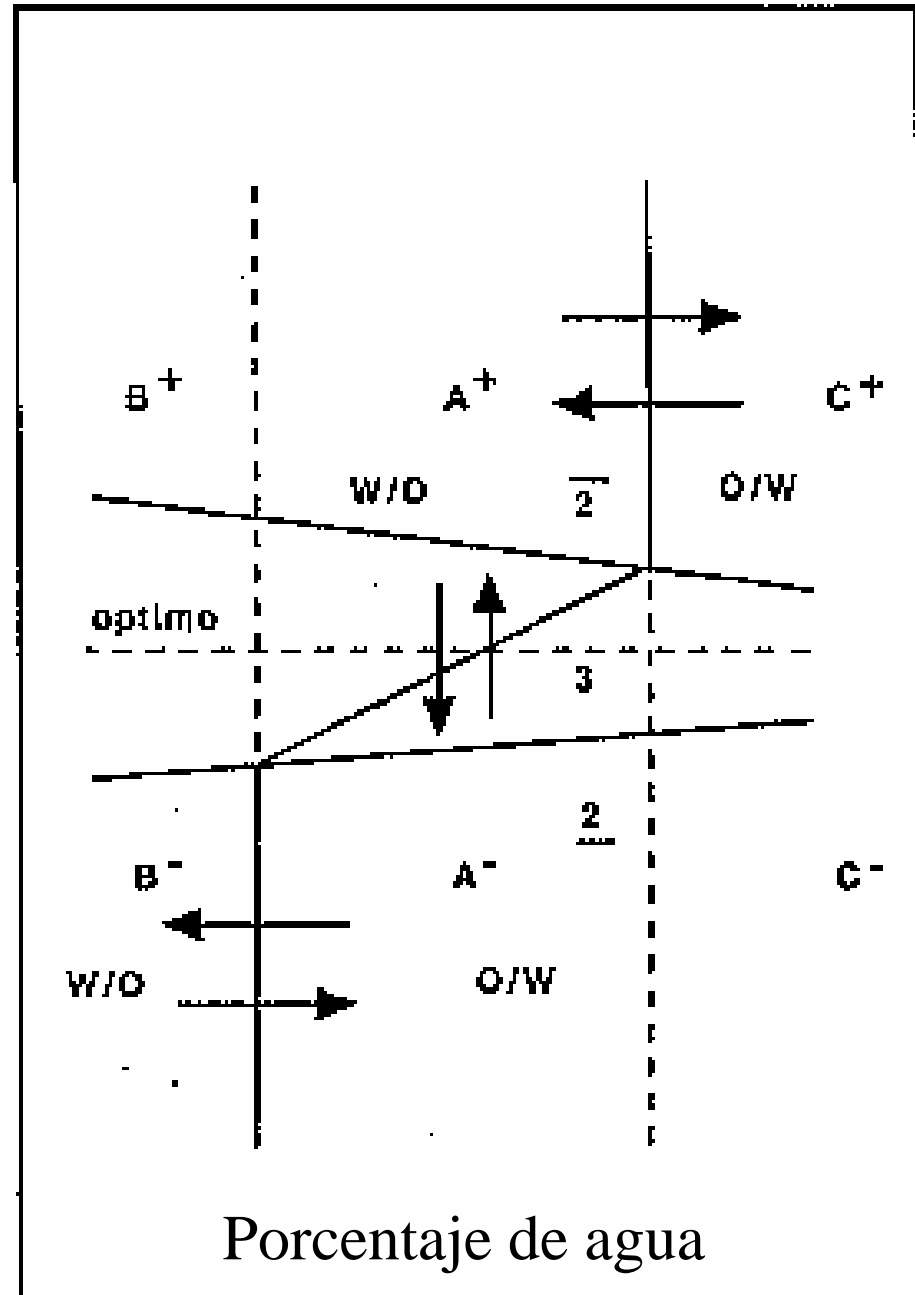
Preparación

Método de dos pasos



Preparación Método de inversión de emulsiones

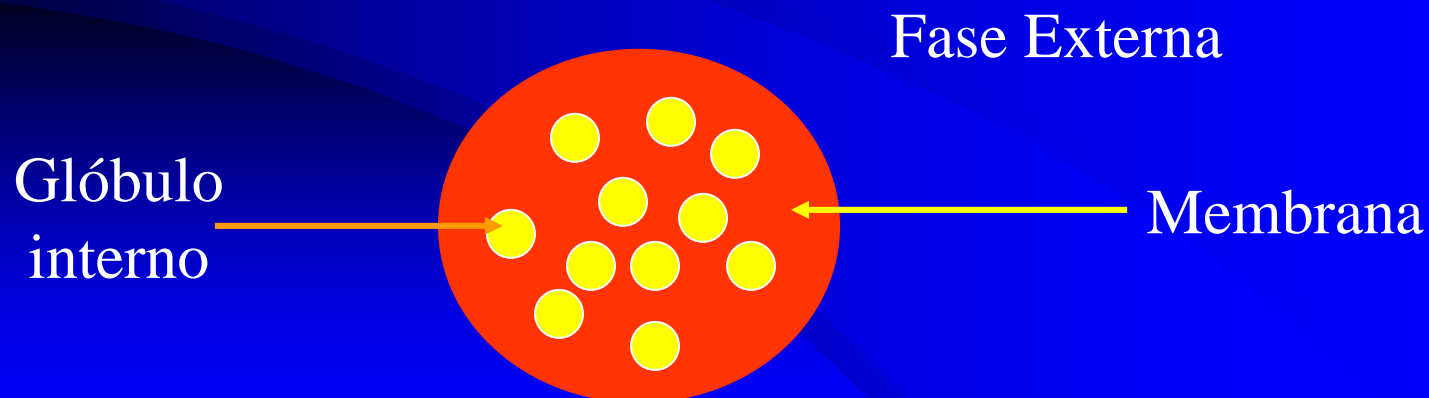
Desviación de la formulación optima



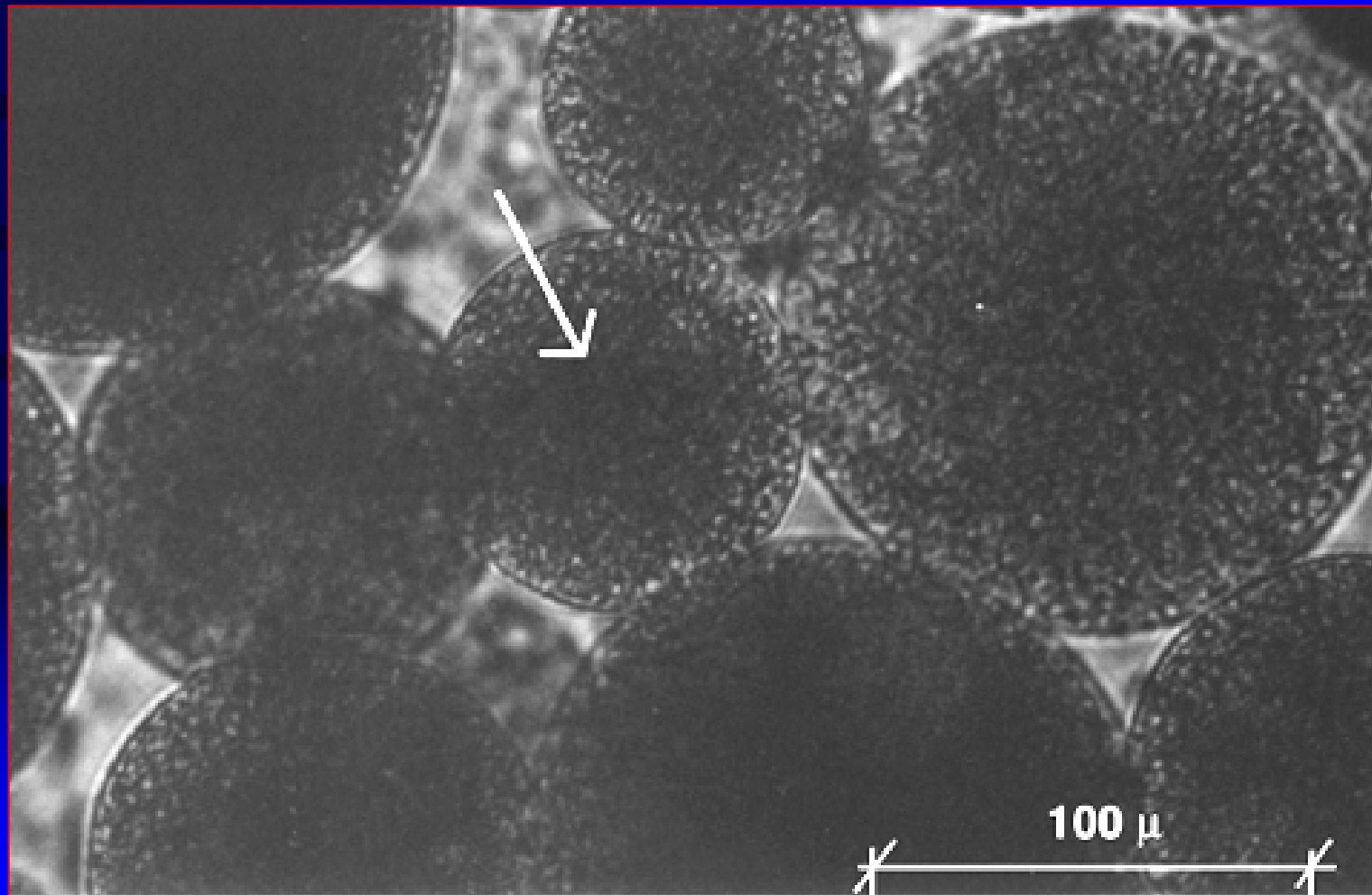
¿Emulsiones múltiples?

¿Membranas?

En las emulsiones múltiples los glóbulos internos están separados de la fase externa por una barrera inmisible, que eventualmente puede actuar como una membrana líquida.



Fotografía de una emulsión múltiple

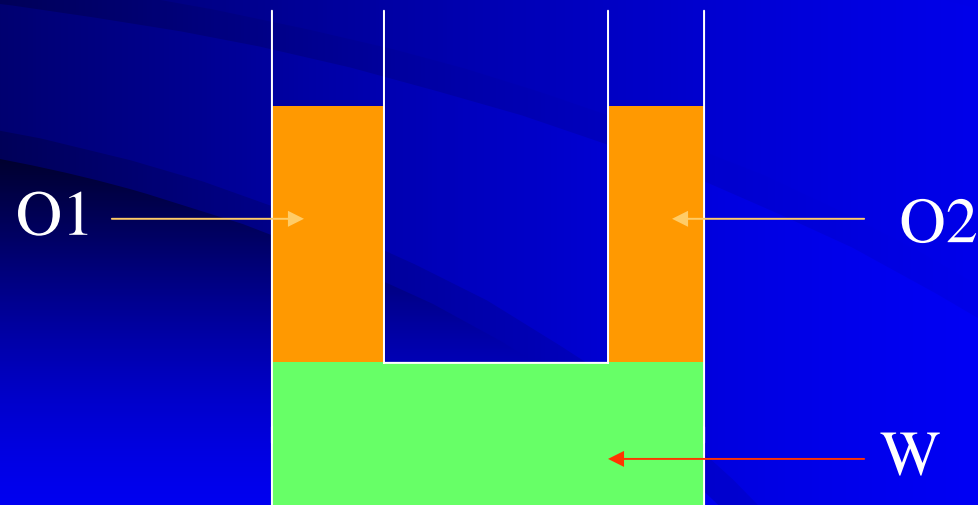


Emulsiones Múltiples

Tienen una enorme área
superficial, lo que favorece la
transferencia de masa
(1000 a 3000 m²/m³)

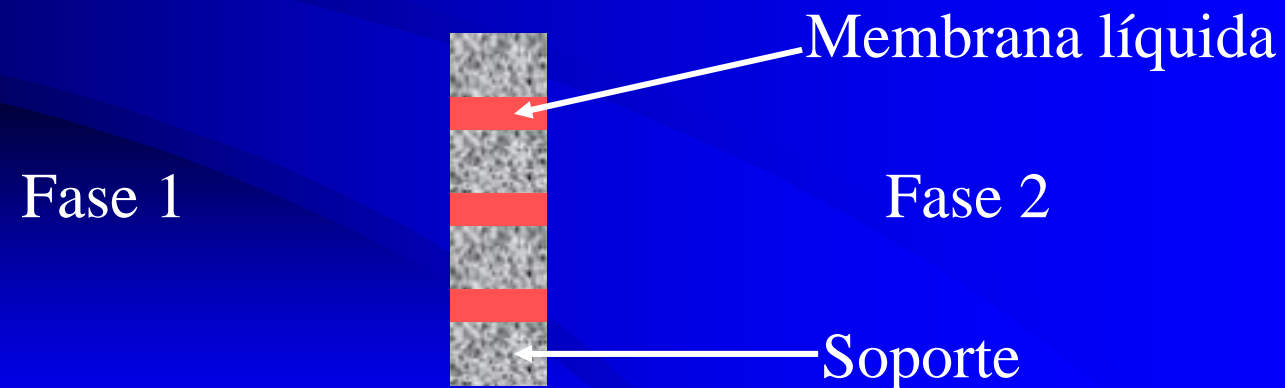
Tipos de Membranas Líquidas

- Membrana líquida tipo “bulk”. Este tipo de membranas un líquido se pone en contacto con dos fases inmiscibles con él.



Tipos de Membranas Líquidas

- Membrana líquida emulsionada. Es una emulsión múltiple.
- Membrana líquida soportada. La membrana consiste en un líquido inmiscible con dos fases que se encuentra en los poros de un soporte.



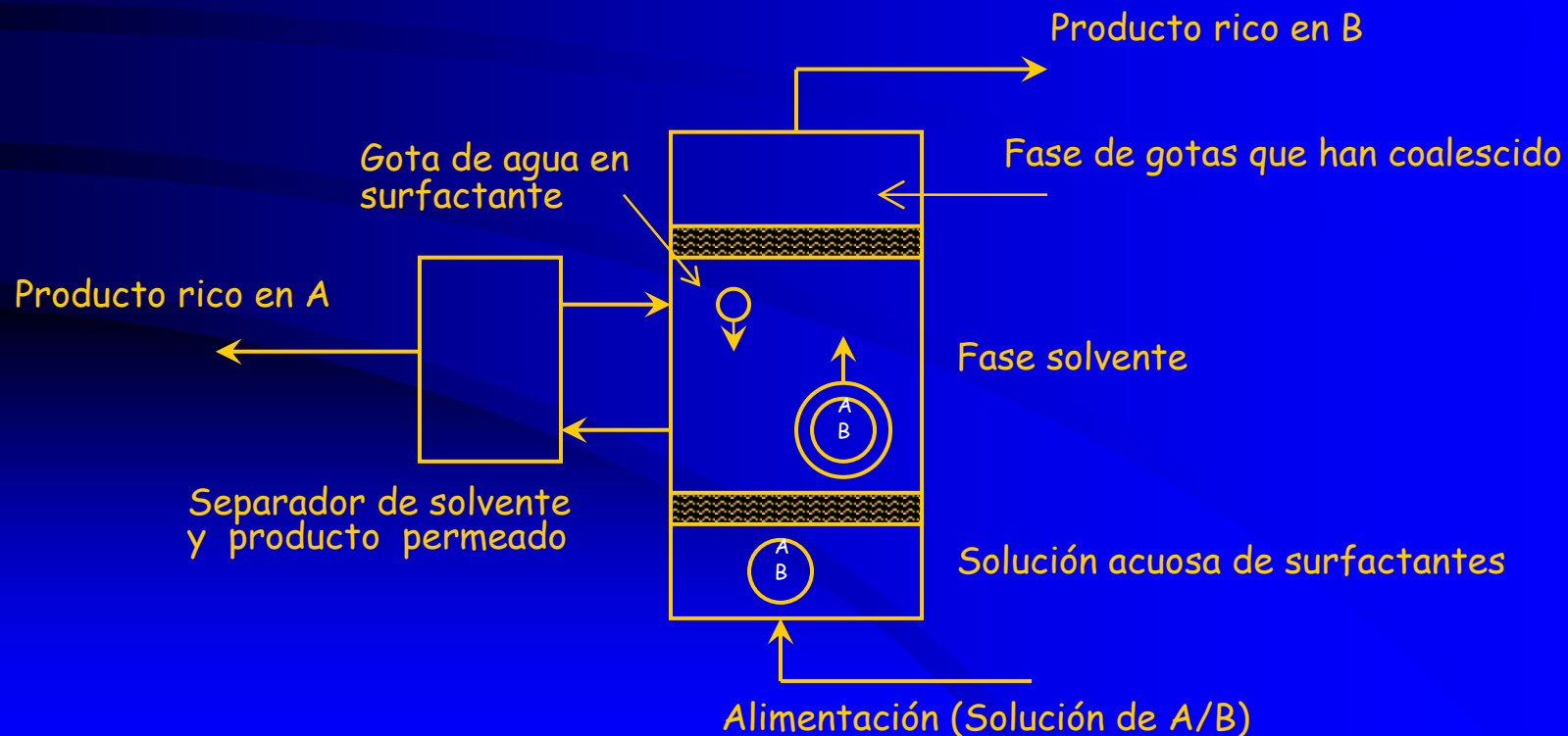
Aplicaciones de las Emulsiones Múltiples

- Separación de compuestos. La membrana se utiliza para separar (e incluso concentrar) compuestos.
- Liberación controlada. Se libera un componente desde la fase interna hacia la externa en forma controlada.

Aplicaciones

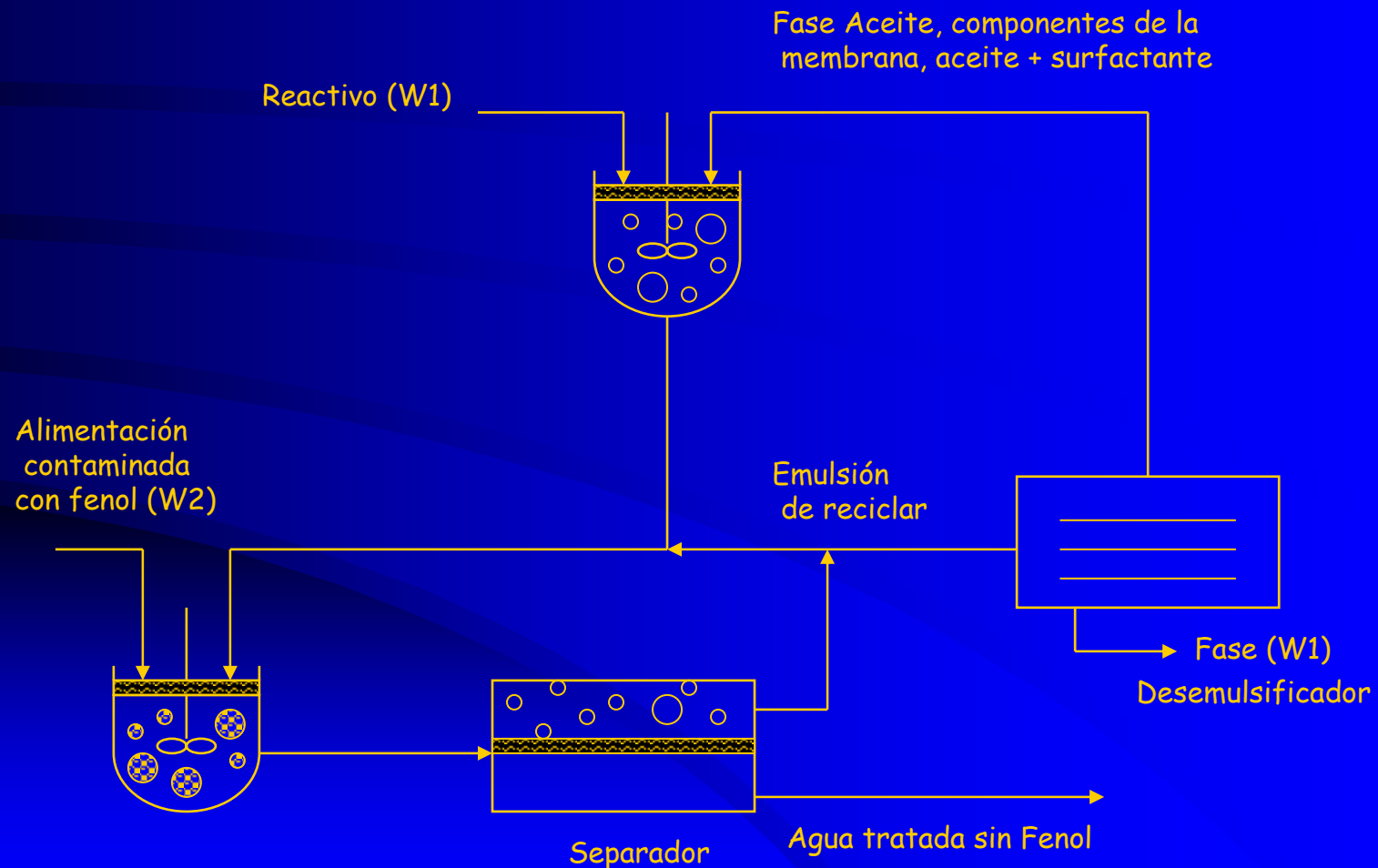
- Ingeniería Química

- Separación de mezclas de hidrocarburos (Li, 1960-1970)

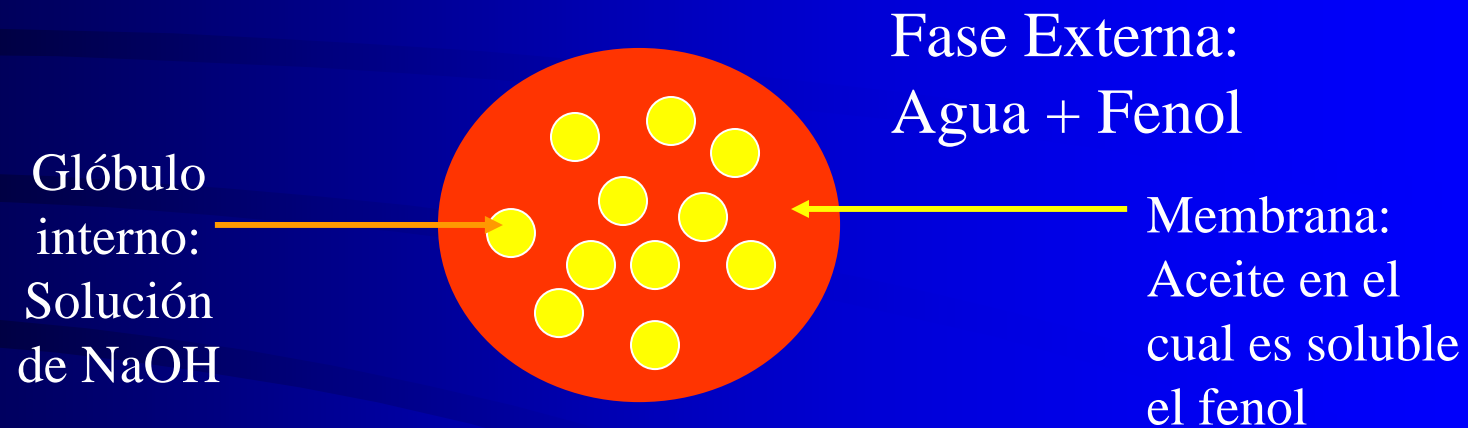


Aplicaciones

– Separación de fenol

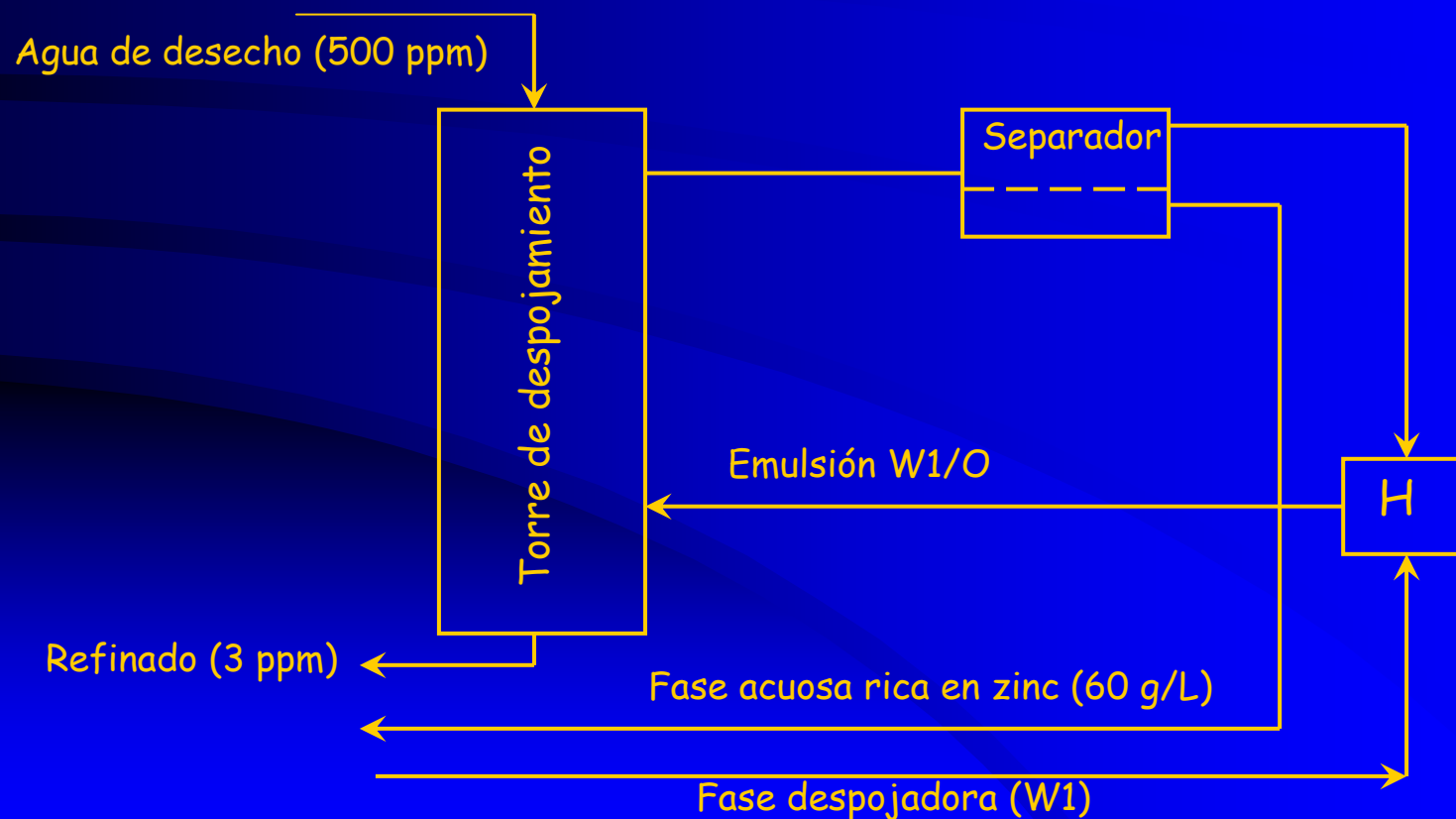


Separación del Fenol



Aplicaciones

– Recuperación de Zinc de los efluentes de una planta textil



Aplicaciones Industriales

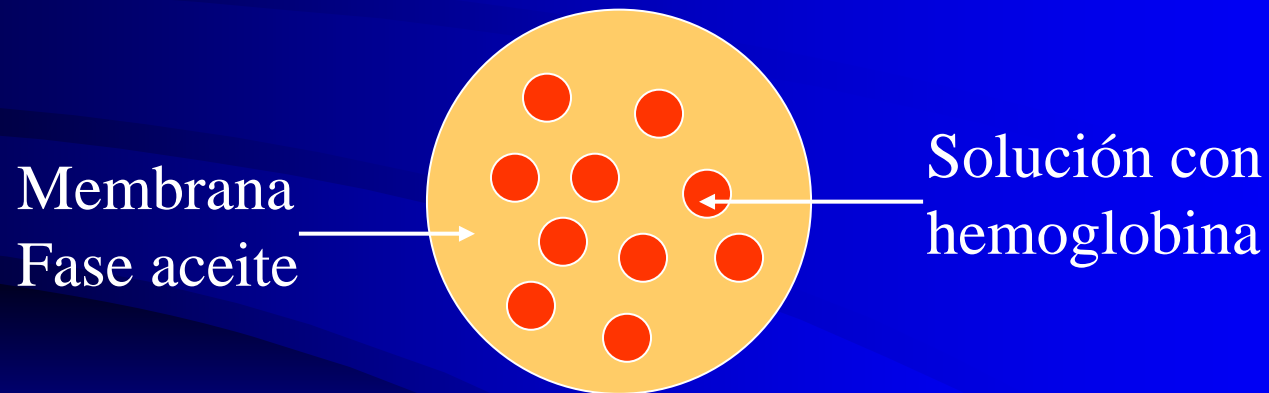
- Remoción de Zn de los efluentes de una planta textilera en Lenzing AG, Austria. Lleva el efluente de 500 ppm a menos de 3 ppm.
- Remoción de fenol de la planta de plásticos Nanchung Plastic Factory, Guangzhou, China. Esta reduce el contenido de fenol de 1000 ppm a menos de 0,5 ppm.

Aplicaciones Potenciales

- Separaciones en bioquímica: aminoácidos, ácidos propiónico y acético, extracción del ácido cítrico, recuperación de ácido láctico, remoción del colesterol de la sangre, ETC.
- Separación de amoníaco.
- Sustitutos de la sangre.
- Recuperación de metales pesados.
- Límite: la imaginación.

Emulsión múltiple: sustituto de la sangre

Fase externa acuosa



Tamaño de gota entre 3 y 8 micrones

Transportadores

Toda membrana debe ser selectiva y permeable. En algunos casos, los compuestos a separar no son solubles en las membranas y es necesario que compuestos específicos los solubilicen y los transporten; estos son los 'transportadores'.

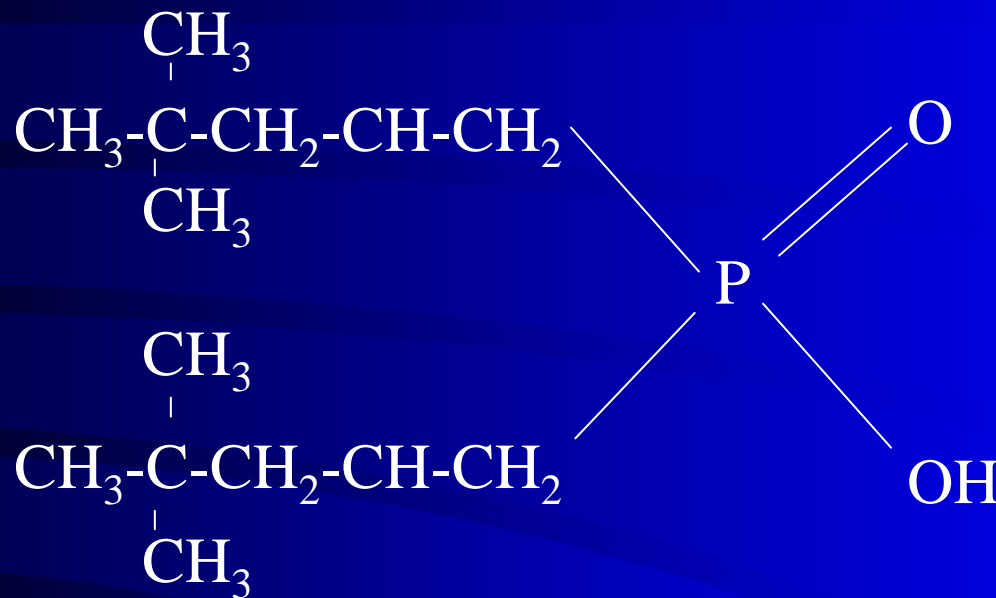
Transportadores

- Le dan **selectividad** a la membrana, al ser específicos hacia ciertos compuestos, como por ejemplo los éter coronas con los metales alcalinos. En general son agentes acomplejantes con una constante de formación moderada.
- Son compuestos solubles en la fase membrana y poco solubles en las otras dos fases. Esto para evitar pérdidas importantes de transportador.

Tipos de transportadores

- Aminas
- Fosfatos, por ejemplo el ácido bis 2 etil hexyl fosfórico
- Acidos carboxílicos
- Eter coronas
- Tio-éteres

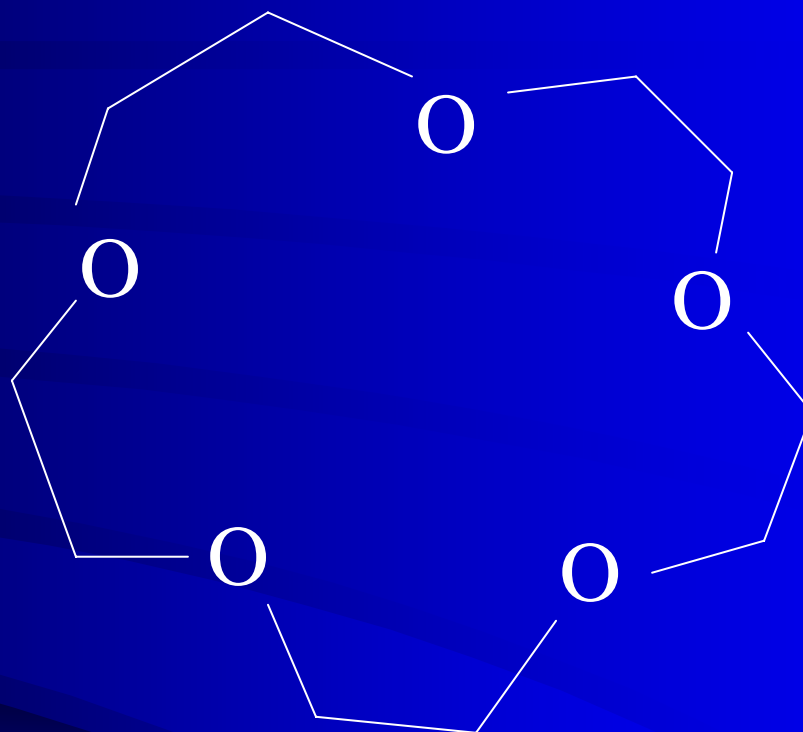
Tipos de transportadores



CYANEX 272

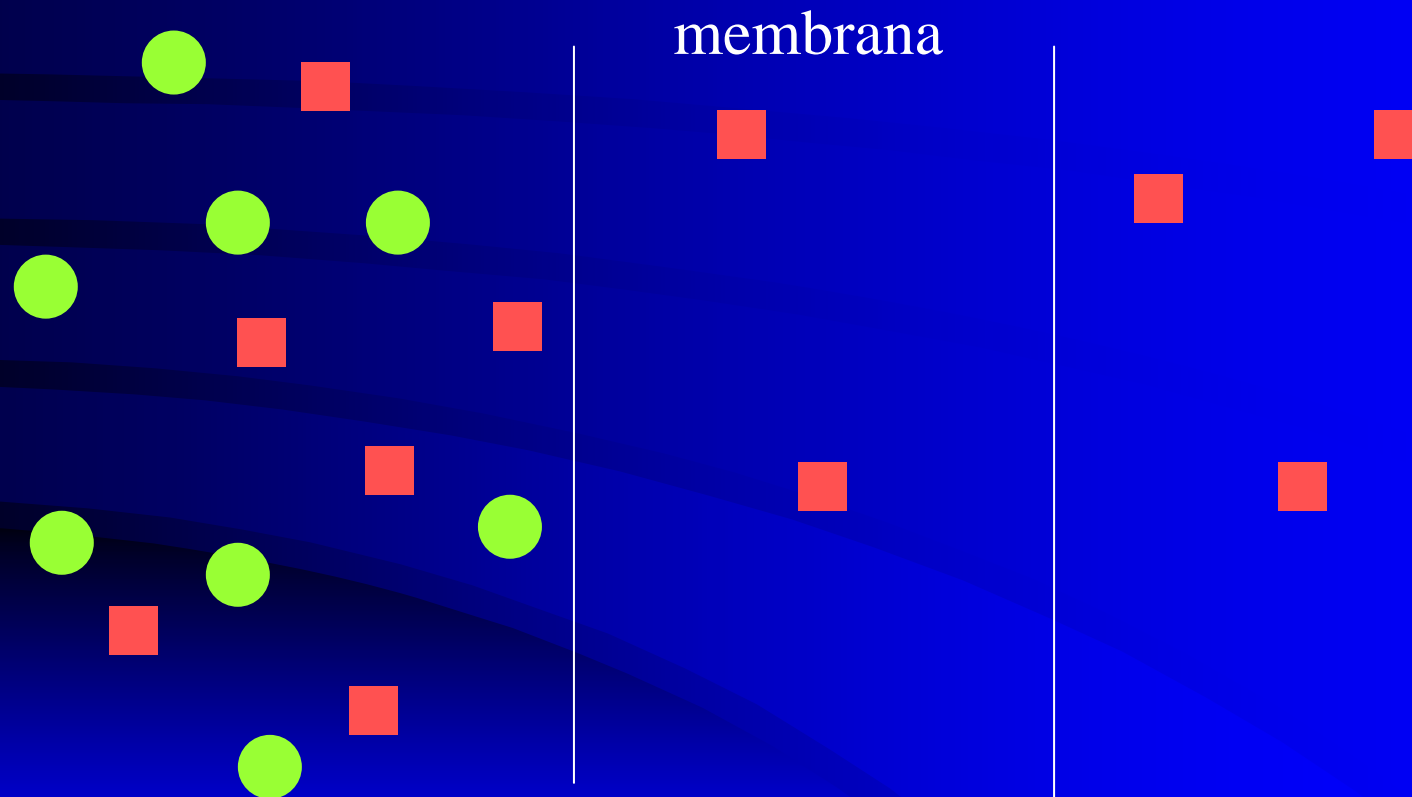


Tipos de transportadores



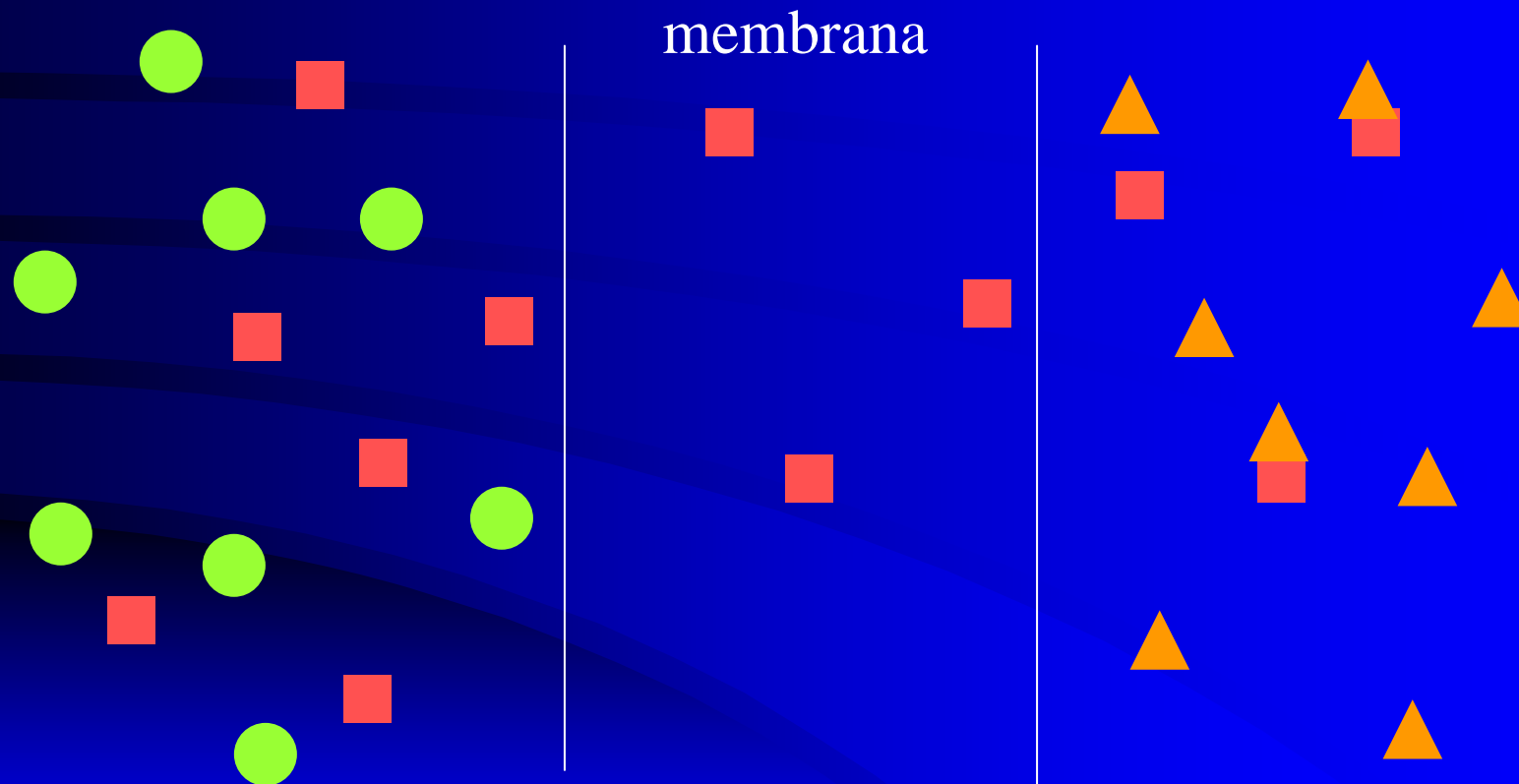
Eter Corona

Mecanismo de transporte



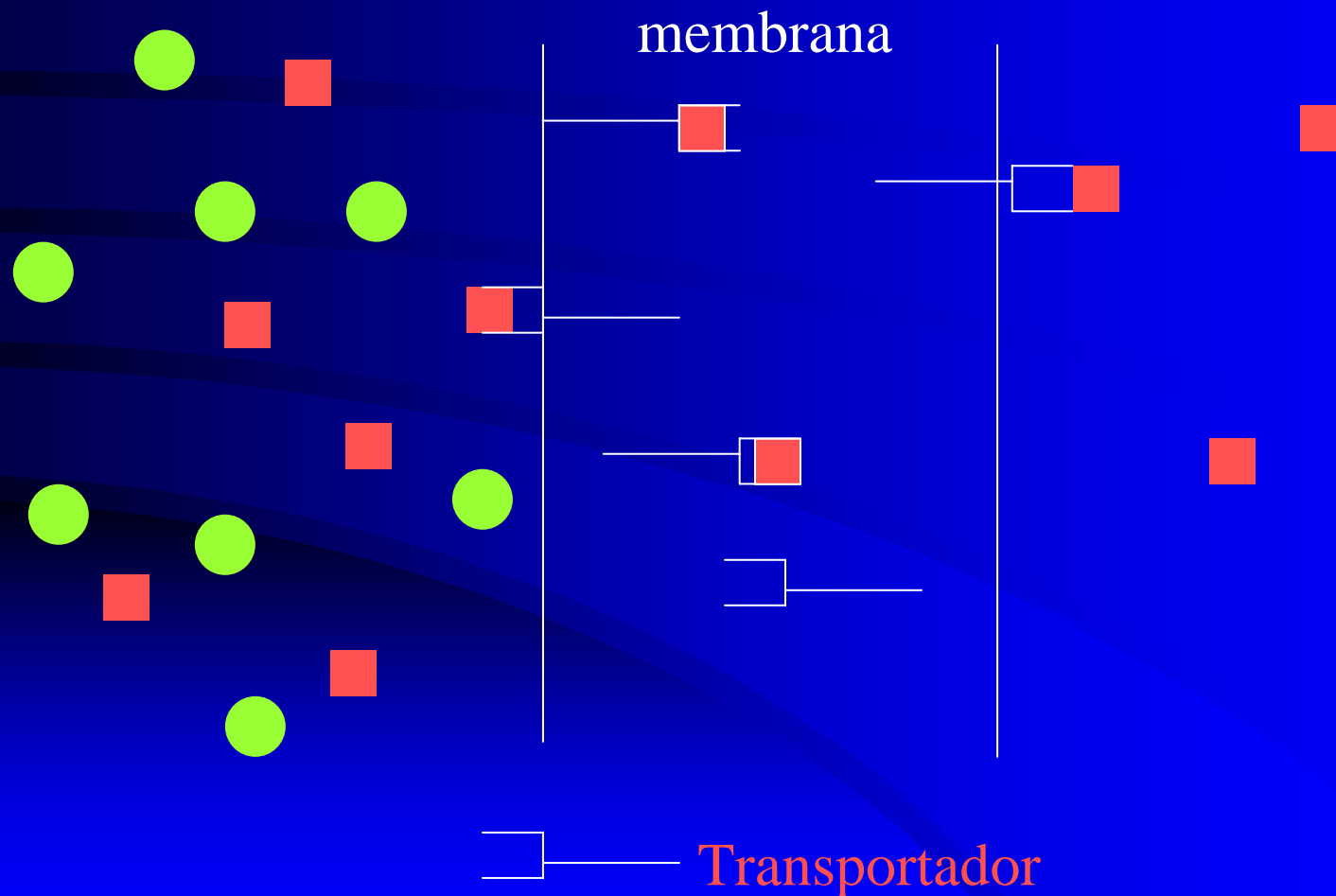
Gradiente de concentración y selectividad de la membrana

Mecanismo de transporte



Gradiente de concentración y selectividad de la membrana

Mecanismo de transporte



Mecanismo de transporte

- Fuerza impulsora: gradiente de concentración
- Permite el transporte de ciertos componentes en contra de su gradiente de concentración a consta del potencial suministrado por otros componentes. Permite la concentración de compuestos.
- Se debe mantener siempre la electroneutralidad del sistema.

Liberación Controlada

En la liberación controlada, los compuestos que están en la fase interna de la emulsión múltiple se dejan salir de forma planificada.

Liberación Controlada.

Aplicaciones

- liberación controlada de medicamentos
- liberación de ciertos reactivos en reacciones químicas, para controlar la reacción
- encapsulación de ácidos a ser inyectados en pozos productores de petróleo para su posterior liberación “in situ”

Aplicaciones

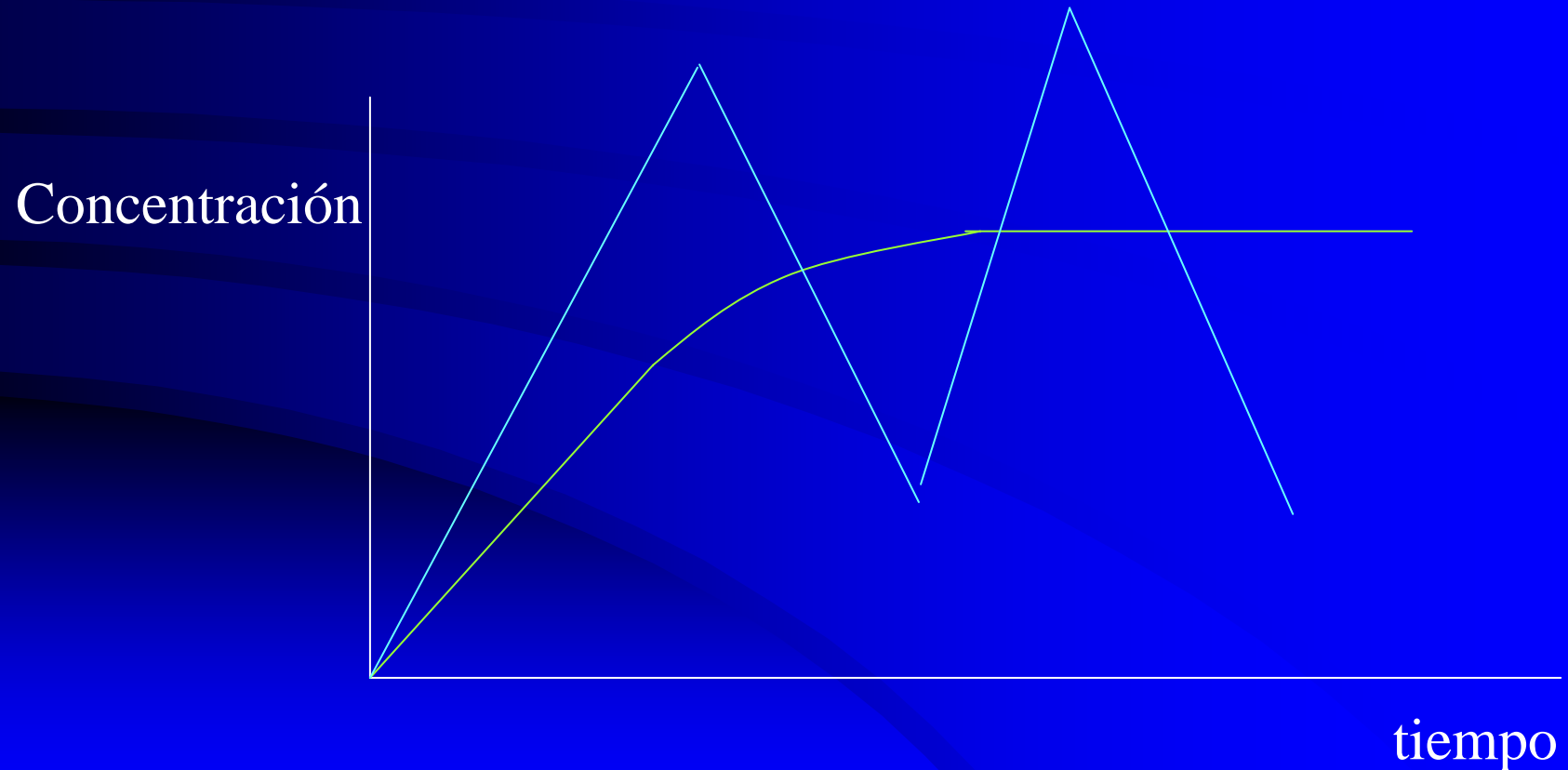
- Liberación controlada de Rifampicina de un sistema W/O/W

Usado en tratamiento de tuberculosis, requiriendo de altas dosis durante 4-6 meses.

- Liberación de Naltrexona y timol para el tratamiento de los opiodependientes.

Aplicaciones

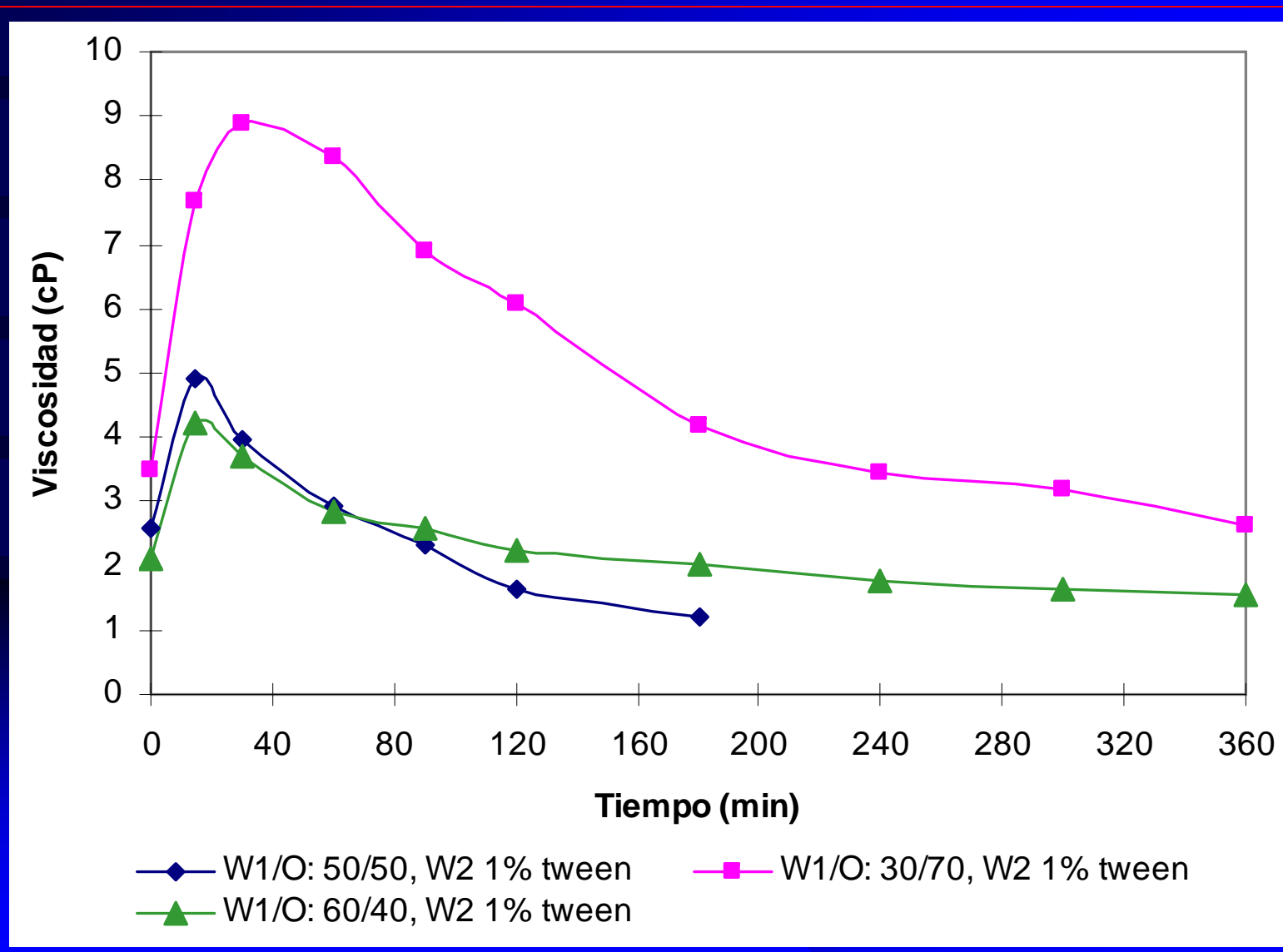
- Liberación controlada de vitamina B12



Problemas Potenciales

- Hinchamiento, los glóbulos crecen y pueden incluso romperse. (Castro, E., Cárdenas, A., Interciencia, vol 28, N° 9, 2003)
- Estabilidad, en algunos casos se requieren emulsiones estables, en otros no. Esto puede ser un problema en algunas aplicaciones.
- Pérdida de transportador, siempre es un factor negativo.

Porcentaje de rompimiento para diferentes espesores de membrana. Fase interna 2,5% NaCl



Agradecimiento

A Elizabeth Castro quien contribuyó con buena parte de esta presentación y fue tesista del Grupo Membranas.

A los estudiantes que han sido y son tesistas del Laboratorio de Mezclado, Separación y Síntesis Industrial.

Al Profesor Johnny Bullón T.

Muchas Gracias por su
Atención