

## Fenómenos de Interfase en Sistemas Coloidales

ROSA SERRAO y CARLOS BREGNI

*Cátedra de Química Analítica y Estabilidad de Medicamentos,  
Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires,  
Junín 956, 1113 Buenos Aires, Argentina.*

**RESUMEN.** Uno de los aspectos más importantes en la formulación de dispersiones de aplicación farmacéutica, es el conocimiento de aquellas propiedades fisicoquímicas, que involucran fenómenos de superficie e interfase en sistemas de naturaleza coloidal. La medida de conductividad específica y de viscosidad aparente en función de la concentración de electrolitos presentes en el medio permitió determinar la concentración crítica en la que se logra la saturación de la superficie de la partícula coloidal del silicato. Los resultados obtenidos muestran la concentración de cloruro de sodio en la cual se alcanzó el punto de equilibrio mencionado. El conocimiento de estos datos electroviscosos permite lograr una mayor estabilidad de las formulaciones que contengan silicatos como agentes de suspensión.

**SUMMARY.** "Interphase Phenomena in Colloidal Systems". One of the most important aspects in pharmaceutical disperse systems formulation is the knowledge of those physicochemical properties that involve surface and interphase phenomena. The critical concentration to have the colloidal silicate surface saturated can be determined with the measurements of the specific conductance and the apparent viscosity as a function of increasing amounts of electrolytes in the medium. The results show the sodium chloride concentration in which the particle saturation was reached. The electroviscous data are important to assure a greater stability of preparations in which silicates are used as suspending agents.

### INTRODUCCION

Con el objeto de estudiar propiedades fisicoquímicas relacionadas con fenómenos interfaciales en emulsiones del tipo aceite en agua<sup>1</sup>, estabilizadas por formación de complejos insolubles (emulsiones CI)<sup>2</sup>, se procedió a determinar la conductividad específica<sup>3</sup> y la viscosidad aparente en función de la concentración de electrolitos presentes en dispersiones acuosas de mont-

morillonita<sup>4</sup>. Este silicato doble de aluminio y magnesio forma, con ciertos compuestos polares orgánicos, complejos insolubles responsables de la alta estabilidad de las citadas emulsiones, mientras que el exceso de silicato sin complejar adopta en la fase acuosa continua, la forma de una red tridimensional, que contribuye a aumentar la estabilidad del sistema.

**PALABRAS CLAVE:** Sistemas dispersos; Estabilidad; Silicatos Coloidales; Viscosidad Aparente; Conductividad Específica.

**KEY WORDS:** Disperse Systems; Colloidal Silicates, Stability; Apparent Viscosity; Specific Conductance.

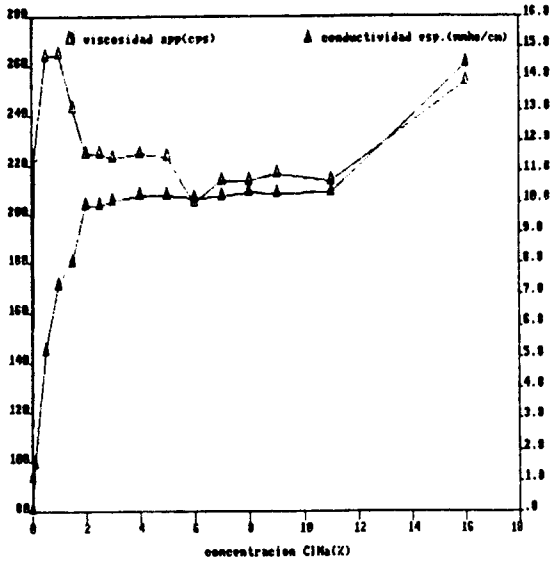


Figura 1. Viscosidad aparente y conductividad específica en función de la concentración de cloruro de sodio en una dispersión acuosa de Veegum HV 2,4%.

MATERIALES Y METODOS

La montmorillonita ensayada fue el silicato doble de aluminio y magnesio (Veegum HV RT Vanderbilt Co.), en una dispersión acuosa 2,4 y al 1% respectivamente. Como electrolito se usó cloruro de sodio p.a.

Las determinaciones de conductividad específica y viscosidad aparente se realizaron también en una emulsión CI.

Se trabajó a temperatura ambiente empleando un conductímetro Parsec modelo Antares IV y un viscosímetro rotacional Brookfield modelo RVT.

RESULTADOS

La conductividad específica de los electrolitos fuertes (p. ej. cloruro de sodio) aumenta a medida que el número de iones por unidad de volumen se incrementa. Existe una relación lineal entre conductividad específica y concentración de electrolitos en soluciones muy diluidas o muy concentradas. En nuestro ejemplo se observa por de-

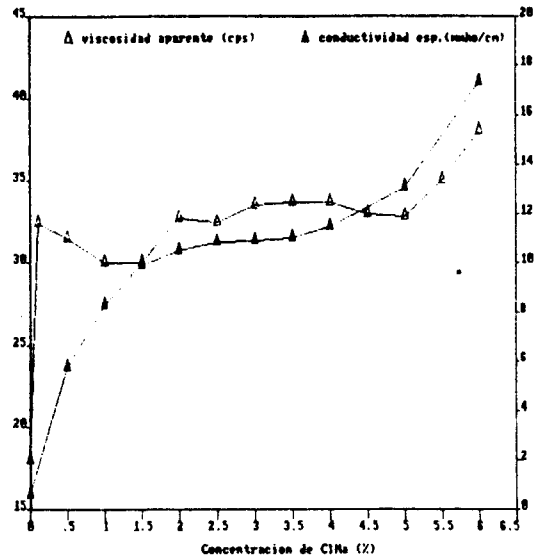


Figura 2. Viscosidad aparente y conductividad específica en función de la concentración de cloruro de sodio en una dispersión acuosa de Veegum HV 1% .

bajo del 1% y por arriba del 10% de cloruro de sodio en la dispersión de Veegum HV 2,4% (Fig. 1).

Entre ambas concentraciones es observable la aparición de un "plateau", que indica el intervalo en el cual se alcanza la saturación de la partícula coloidal del silicato a través de un fenómeno de quimioadsorción o adsorción, en un proceso que implicaría una dualidad de intercambio iónico y adsorción superficial<sup>5 6</sup>. Por debajo de estas concentraciones límites, los iones en soluciones diluidas están tan alejados unos de otros que no media interacción alguna entre ellos, y por ende la conductividad final será la suma de las conductividades de aniones y cationes. A partir de una concentración dada, se alcanza la saturación de la partícula coloidal de carga negativa, y por encima del límite superior de dicha concentración, nuevamente el sistema se comporta como un sistema de alta dilución electrolítica.

La viscosidad aparente acompaña los datos experimentales de conductividad espe-

cífica y resulta igualmente válida para explicar el fenómeno de saturación de la partícula coloidal. Cuando la concentración de electrolitos es baja, predomina la repulsión electrostática, por lo que el sistema tiende a ser defloculado, lo que se evidencia por un aumento de la viscosidad aparente. Luego la viscosidad comienza a disminuir hasta llegar a un valor constante, observándose un "plateau", debido a la neutralización de las cargas de la partícula coloidal. En esta etapa, en la que desaparece la repulsión coulombiana entre las cargas de igual signo, el sistema tiende a la floculación<sup>7, 8</sup>.

Finalmente, al aumentar la concentración del electrolito por encima de un determinado valor (diferente según la concentración de Veegum HV disperso en agua destilada), la viscosidad aumenta porque predominan nuevamente las fuerzas de repulsión coulombiana sobre las de atracción, retornando a un sistema defloculado.

Con respecto a la dispersión de Veegum HV al 1% (Fig. 2), los fenómenos observados fueron exactamente los mismos, con la única diferencia que tanto el intervalo de concentración, en que se satura la partícula coloidal, como el valor límite superior, en que el sistema vuelve a ser defloculado, son obviamente menores.

En la emulsión estabilizada por formación de complejos insolubles (Fig. 3) se observa que en ninguno de los parámetros estudiados, conductividad específica y viscosidad aparente, se forma el plateau evidenciado en las dispersiones de Veegum y además, a iguales concentraciones de electrolitos, los valores experimentales de dichos parámetros son significativamente más elevados. Esto puede explicarse por los siguientes factores:

1) en la emulsión, el silicato se encuentra en parte formando un complejo insoluble con un grupo polar orgánico, lo cual resta posibilidad a tener partículas coloida-

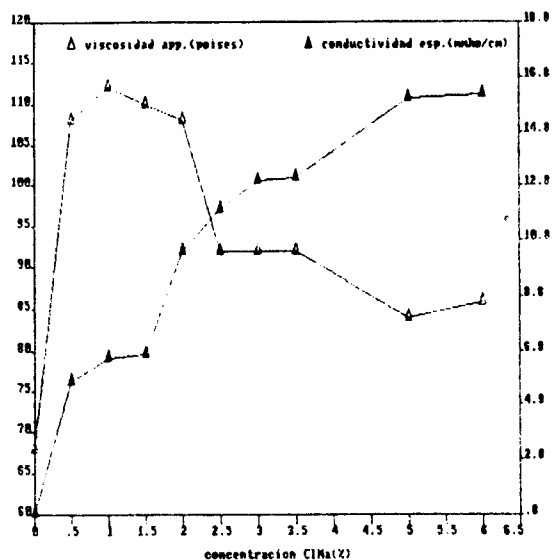


Figura 3. Viscosidad aparente y conductividad específica en función de la concentración de cloruro de sodio en una emulsión CI.

les con capacidad de efectuar el proceso de quimio-adsorción (no se manifiesta el "plateau").

- 2) las gotas oleosas dispersas en la fase acuosa externa explican el aumento de la viscosidad aparente en comparación con su similar dispersión de Veegum.
- 3) en la emulsión, la fase acuosa es menor que en la dispersión homóloga y por lo tanto, a igual concentración de electrolito, la cantidad del mismo por unidad de volumen será mayor, aumentando comparativamente el valor de conductividad específica.

Por otro lado, se observa: a) un aumento de la conductividad específica en forma proporcional a la concentración de iones y b) a baja concentración de electrolito, un aumento de la viscosidad aparente, debido a que el ligero exceso de silicato en la fase continua, que no forma parte del complejo insoluble, adsorbe sodio y se solvata aumentando el tamaño efectivo de la partícula coloidal dispersa. A una concentración más elevada de iones, la viscosidad aparente

comienza a disminuir hasta llegar a un valor relativamente constante. El agregado de iones a la emulsión tiende a desestabilizar el sistema, aumentando el tamaño de los glóbulos dispersos, fenómeno que se visualiza por la caída de la viscosidad. Sin embargo no se observó ruptura de la emulsión en el rango de concentración de cloruro de sodio empleado y además, pese a la disminución de la viscosidad aparente, ésta no alcanzó en ningún momento el valor inicial.

#### CONCLUSIONES

1) Ambos métodos, conductimetría y viscosimetría, son útiles para determinar experimentalmente la concentración de un electrolito fuerte, con lo cual se alcanza la

saturación de la superficie de la partícula coloidal, en un sistema disperso.

2) En nuestro caso particular, considerando que las dispersiones de Veegum HV forman parte de las emulsiones CI, nos permite conocer el rango de concentración de cloruro de sodio en el cual podemos formular el sistema, sin disminuir su estabilidad.

3) Las emulsiones CI son tan estables a la acción de los electrolitos que no se observa ruptura de la emulsión, aún a alta concentración de los mismos. Esto se evidencia al observar el gráfico correspondiente, pues a pesar de registrarse una caída de la viscosidad, no se alcanza a recuperar el valor inicial, lo cual es índice de la muy buena estabilidad del sistema.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hanai, T., N. Koizumi, R. Goton (1963) en "*Rheology of Emulsions*", P. Sherman, Ed. Pergamon Press, New York, págs. 91-113
2. Serrao, R. y C. Bregni (1987) *Acta Farm. Bonaerense* 6: 175-81
3. Martin, A.N., J. Swarbrick, A. Cammerata (1969) "*Physical Pharmacy*" Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, págs. 172-3
4. Disher, C. (1966) "*Química Inorgánica Farmacéutica*" págs. 246-95
5. Bradley, W.F. (1945) *J. of Am. Chem. Soc.* 67: 975-81
6. Forni, F., V. Iannuccelli, G. Coppi, M.A. Vandelli y R. Cameroni (1985) *Il Farmaco* (Ed. Pr.) 40: 101-10
7. Helman, J. (1984) "*Farmacotecnia teórica y práctica*" Ed. Continental, S.A. de C.V., México, tomo 2, págs. 505-10
8. Shaw, D.J. (1970) "*Introducción a la química de superficie y coloides*" Ed. Alhambra S.A., págs. 173-5