

## PATATAS Y HUEVOS OSMÓTICOS

Josep Corominas

Departament de Ciències. Escola Pia de Sitges, Sitges (Barcelona), España

[Recibido en Abril de 2009, aceptado de Noviembre de 2009]

### RESUMEN

*Para ilustrar el fenómeno de la ósmosis se presentan dos experiencias sencillas que pueden realizarse con materiales cotidianos (patatas, huevos, agua, sal, vinagre...), tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.*

**Palabras clave:** *ósmosis; disoluciones; concentración.*

Los currículos de las comunidades autónomas incluyen el fenómeno de ósmosis en sus contenidos, sea para la biología o para la química del bachillerato (Caamaño et al., 2008). Se trata de un fenómeno suficientemente relevante para el cual conviene tener no sólo información del proceso sino algunas actividades prácticas fáciles de realizar en el laboratorio o en casa. Por otra parte, el progresivo desarrollo de las plantas desaladoras que funcionan por el proceso llamado "ósmosis inversa", justifica con mayor razón la inclusión de actividades sobre éste proceso.

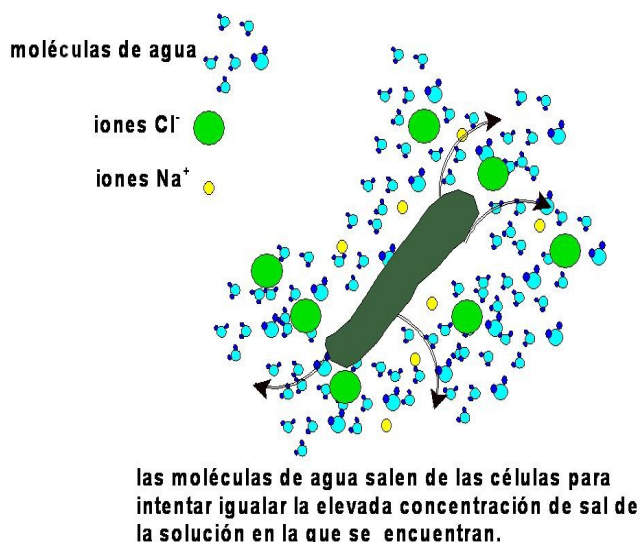
### FUNDAMENTO TEÓRICO: ¿QUÉ ES LA ÓSMOSIS?

La ósmosis es el paso de un disolvente a través de una membrana semipermeable, la cual permite el paso de algunos tipos de partículas, pero no de todas. El proceso espontáneo es siempre el paso de disolvente hacia la solución más concentrada.

Las membranas de las células permiten el tránsito de moléculas pequeñas e iones hidratados hacia el agua, pero bloquean el paso a las macromoléculas como las proteínas y las enzimas sintetizadas en el interior de la célula. Las conservas en salazón evitan el crecimiento de microorganismos debido a que un proceso de ósmosis deshidrata las bacterias que causarían la putrefacción. Una de las maneras más sencillas de conservar los alimentos es, por tanto, por deshidratación, de manera que los microorganismos no puedan crecer ni reproducirse por falta de agua.

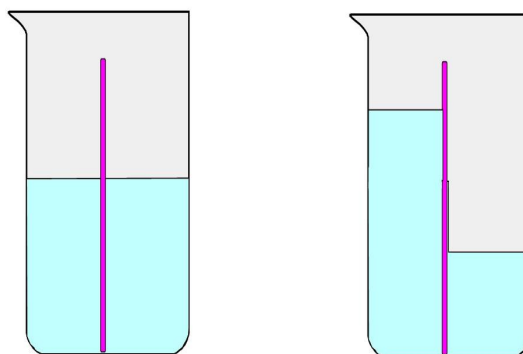
Tomemos como ejemplo pepinillos en conserva. Los vegetales se mantienen en perfecto estado, a pesar del tiempo transcurrido. ¿Qué ha ocurrido y qué ocurre para que no se hayan estropeado? Para hacer esta conserva se ha sumergido los pepinillos recién cosechados en una solución concentrada de cloruro de sodio. El agua que contienen las células sale al exterior de éstas, atravesando las membranas celulares, con el fin de que los sistemas formados por las soluciones del interior de las células y

del exterior lleguen a tener concentraciones iguales, tal y como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.-** La ósmosis es la tendencia del agua a atravesar una membrana que separa una solución poco concentrada de otra más concentrada.

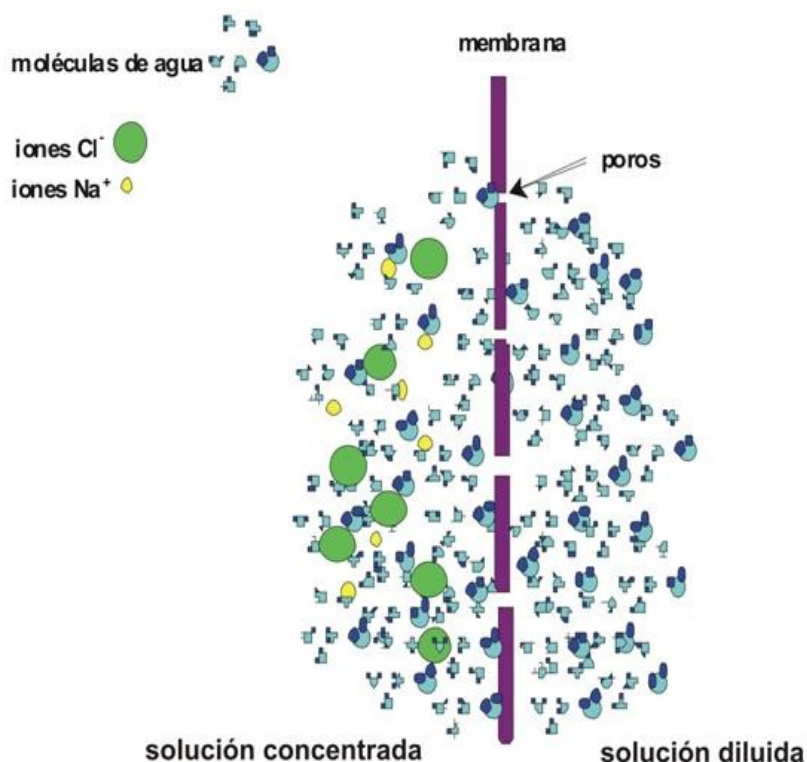
Este fenómeno se podría reproducir en el laboratorio: sería suficiente preparar un recipiente dividido en dos partes por una membrana porosa, que puede ser de pergamino o de un polímero natural, como la tripa animal “reciclada” de un embutido de calidad, o puede ser un polímero sintético especial (para conseguirlo hay que dirigirse a suministradores de material hospitalario). En una de las partes hay una solución concentrada de cloruro de sodio o de azúcar y en la otra hay una solución muy diluida del mismo soluto. Con el transcurso del tiempo, se observa que el volumen de líquido en la mitad que contenía la solución concentrada aumenta, debido a la entrada de agua, hecho que implica que la concentración en esta mitad va disminuyendo. Este proceso se representa esquemáticamente en la figura 2.



**Figura 2.-** A la izquierda de la membrana porosa la solución es más concentrada. Con el transcurso del tiempo, va entrando agua (que procede de la parte a la derecha de la membrana), disminuyendo así la concentración inicial.

Como se va formando una diferencia de niveles de líquidos, la presión hidrostática en el fondo de una de las mitades del recipiente es mayor que la presión en la otra mitad. Si decidimos parar el proceso, para evitar el paso de moléculas de agua a través de la membrana, deberíamos ejercer una presión. Esta presión se llama "presión osmótica"

En la figura 3 se muestra la modelización a nivel microscópico del proceso de ósmosis: el agua pasa a través de los poros de la membrana y llega a la parte del recipiente que contiene la solución más concentrada. Con el tiempo las concentraciones quedarían igualadas.



**Figura 3.-** Modelización del proceso de ósmosis: la membrana semipermeable sólo permite el paso de moléculas de agua hacia la solución más concentrada.

### ¿En qué consiste la "ósmosis inversa"?

La ósmosis es un proceso espontáneo, si queremos invertirlo, es decir que la solución más concentrada todavía aumente más su concentración, deberíamos compensar la "presión osmótica", haciendo nosotros una presión extra sobre la parte del líquido de mayor concentración. Este proceso se llama ósmosis inversa y permite que el agua de una solución concentrada en sales, como el agua de mar, disminuya su concentración hasta el punto de obtener agua "desalinizada". Ya se comprende que la ósmosis inversa es el proceso que permite obtener agua para beber a partir de agua de mar en las plantas desaladoras. Evidentemente, la obtención no es directa sino que el agua debe pasar por un proceso posterior de eliminación de posibles microorganismos patógenos.

## ÓSMOSIS EN EL LABORATORIO O EN LA COCINA

La repetición del experimento descrito anteriormente no es fácil por la dificultad de conseguir una buena separación de las dos soluciones y una membrana porosa de calidad. Se proponen a continuación dos experimentos para realizar en casa o en el laboratorio del centro. En ambos se puede observar el fenómeno de ósmosis y hacer un seguimiento de su evolución con el tiempo.

### Experimento 1: El huevo osmótico

**Material:** Un huevo fresco. Vinagre. Agua destilada. Azúcar. Vaso. Balanzas (por ejemplo, de la cocina).

**Procedimiento:** Primero hay que eliminar la cáscara calcárea del huevo. Para ello, se echa vinagre en un vaso y se sumerge el huevo, 24 horas como mínimo. Es necesario que la cáscara haya desaparecido por acción del ácido etanoico del vinagre (Alcázar y Balaguer, 2007). Si pasadas las 24 horas no ha desaparecido toda la cáscara, se deja unas horas más.

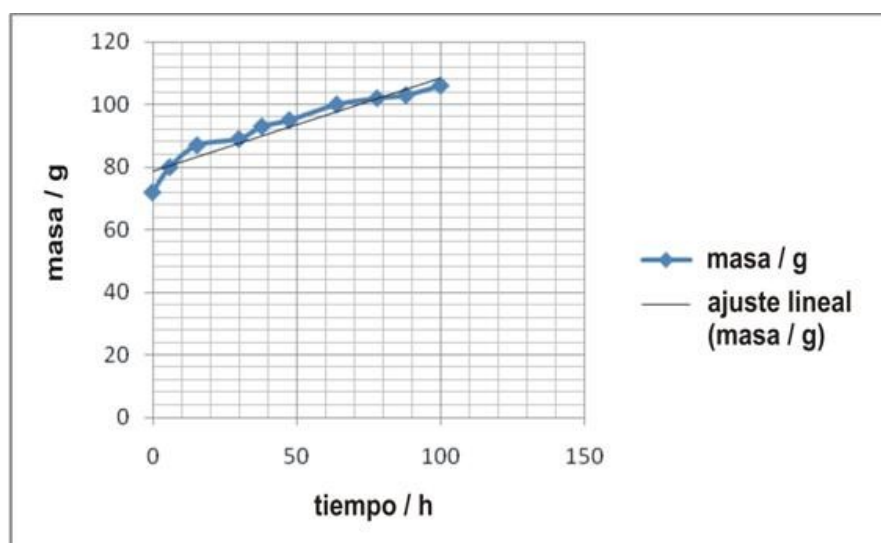
Con mucho cuidado, pues ahora el huevo es blando y es fácil que se rompa, se lava con agua destilada, se seca con papel absorbente, se pesa y se anota la masa.

En otro vaso bien limpio, se pone agua destilada y se deja el huevo blando sumergido. A intervalos de unas 12 horas, se saca del vaso, se seca y se anota su peso. El experimento puede durar varios días.

Si el vaso no es muy ancho llegará un momento en que el huevo habrá aumentado de tamaño de tal manera que quedará encajado sin poder sacarse del vaso. Los datos que se obtienen aparecen en la tabla 1. Si se representa la masa del huevo en función de las horas transcurridas se obtiene la gráfica representada en la figura 4.

Tiempo / horas	0	6	15,5	30	38	47,5	64	78	88	100
masa / g	72	80	87	89	93	95	100	102	103	106

**Tabla 1.-** Masa del huevo en función del tiempo transcurrido.



**Figura 4.-** Masa del huevo en función del tiempo transcurrido.

Como se puede observar hay un incremento del 47% en la masa del huevo. Se evidencia, pues, que hay una entrada de líquido hacia el interior del huevo, al contener éste una mayor concentración de solutos.

El experimento se puede concluir con el proceso inverso: transcurridas las 100 horas (o el tiempo que haya sido fijado), se prepara una solución concentrada de azúcar en agua (por ejemplo, unas cuatro cucharadas soperas de azúcar en un vaso de agua) y se sumerge el huevo en esta solución. Unas 12 horas más tarde se saca, se seca y se pesa. Se puede comprobar que la masa vuelve a ser la inicial: toda el agua absorbida por ósmosis se ha perdido, también por el mismo proceso, al haber invertido ahora las condiciones de concentración.

El experimento anterior permite poner en evidencia el flujo de agua hacia el interior de la célula. Aunque tiene el inconveniente de tener que eliminar la cáscara del huevo previamente. Una opción más sencilla, que también permite cuantificar el proceso, consiste en usar una patata. Las células de este tubérculo, sumergidas en líquidos de diferentes concentraciones también sufren el proceso de ósmosis. Esta vez, sin embargo, lo haremos midiendo la longitud de tiras de patata (Foeken, 2008). Puesto que el proceso implica cambios de masa, éstos se verán reflejados también en cambios de volumen y, si se trata de tiras suficientemente delgadas, en cambios de longitud. A continuación se detalla el procedimiento a seguir.

### **Experimento 2: Patatas osmóticas**

*Material:* Una patata grande. Sal. Agua destilada (3 vasos). Balanza (por ejemplo, de la cocina). Regla milimetrada. Cuchillo.

*Procedimiento:* Se escoge una patata grande y, una vez pelada, se cortan tiras de longitud entre 5 y 7 cm y sección cuadrada de unos 3 mm x 3 mm. Hay que procurar tener 9 ó 12 de estas tiras de patata y procurar que sean de igual longitud. No es recomendable cortar tiras más delgadas, puesto que con el tiempo se alabea, dificultando las medidas de longitud.

Se preparan ahora dos soluciones de sal en agua, de concentraciones 1% y 5% en masa. Son necesarios unos 250 cm<sup>3</sup> de cada una de ellas.

Para la solución al 1%, la proporción a usar es de 10 g de sal por 990 g de agua. Para la solución al 5%, la proporción a usar es de 50 g de sal en 950 g de agua.

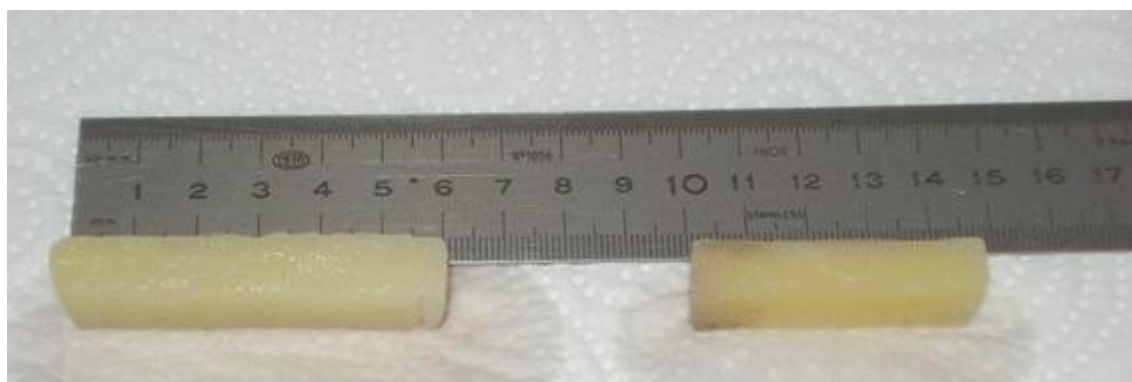
Seguidamente se prepara tres vasos: el primero con agua destilada, el segundo con solución de sal al 1% y el tercero con solución de sal al 5%. Antes de sumergir las tiras de patata, se mide cuidadosamente sus longitudes, que se anotan en una tabla de datos. Es recomendable que cada vaso contenga tres o cuatro tiras.

Una vez anotadas las longitudes iniciales, se sumergen las tres o cuatro tiras en cada uno de los vasos. A intervalos de tiempo regulares, siempre que sea posible, se sacan las tiras de patata y se miden sus longitudes, que se anotan en una tabla. Los resultados que se muestran en la tabla 2 corresponden a valores promedio de longitud (en cm) de tres tiras de patata, obtenidos en un plazo aproximado de un día y medio.

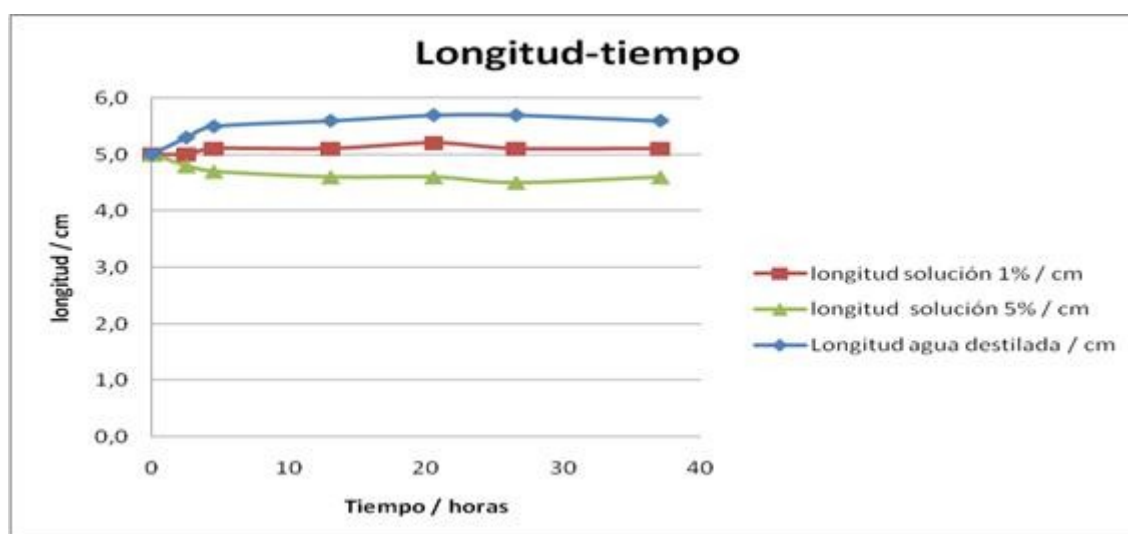
Longitudes promedio de las tiras de patata en función del tiempo transcurrido							
Tiempo / h	0	2,5	4,5	13	20,5	26,5	37
Longitud en agua / cm	5,0	5,3	5,5	5,6	5,7	5,7	5,6
Longitud en solución 1% / cm	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,1	5,1
Longitud en solución 5% / cm	5,0	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,6

**Tabla 2.-** Longitudes promedio de tres tiras de patata en función del tiempo transcurrido. Pasadas 24 horas, los valores apenas cambian.

Al cabo de unas 20 horas, las tiras sumergidas en agua destilada y en la solución de sal al 1% continúan turgentes al tacto, igual que en el momento de cortarlas, sin embargo las tiras sumergidas en la solución de sal al 5% están blandas, como se aprecia en la figura 5. Los datos de la tabla 2 se reflejan en el gráfico de la figura 6.



**Figura 5.-** La tira de la izquierda estuvo sumergida en agua destilada 37 horas, mientras que la de la derecha lo fue en solución de NaCl al 5%. Siendo inicialmente ambas de igual longitud, se observa claramente que la de la izquierda alcanza casi los 6 cm, mientras que la de la derecha es de unos 4,5 cm. Las tiras de esta fotografía no corresponden a los datos de la tabla.



**Figura 6.-** Longitudes de las tiras de patata en función del tiempo, según la concentración de la solución en que estaban sumergidas.

A la vista de los datos, parece que la concentración salina del 1% en masa se aproxima a la concentración de las células de la patata, aunque ésta debe ser ligeramente superior a esta cifra.

Se podría añadir una pequeña investigación adicional, preparando nuevas soluciones de concentraciones comprendidas entre el 1% y el 5%, a fin de llegar a un sistema para el cual no hubiera incremento ni disminución de la longitud.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, V., y Balaguer, L. (2007). Variaciones cromáticas del procedimiento del "huevo osmótico". *Alambique*, 54 pp. 39-45
- Caamaño, A., Corominas, J., Doménech, M., Lope, S., Oro, J. y Plana, O. (2008). Los nuevos currículos de física, química y biología en el bachillerato de Cataluña. *Alambique*, 56 pp. 51-70.
- Foeken M. (2008). Tweemaal Het aardappelstaafjes practicum als model voor onderzoek . *NVOX Januari* pp 5-7.

## OSMOTIC POTATOES AND EGGS

### SUMMARY

*To illustrate the phenomenon of osmosis we present two simple experiments that can be carried out with daily materials (potatoes, eggs, water, salt, vinegar...), both qualitatively as well as quantitatively.*

**Keywords:** *osmosis; solutions; concentration.*