



## ***Determinación de la concentración de NaCl para el tratamiento de edema cerebral***

### ***Determination of the concentration of NaCl for the treatment of cerebral edema.***

*Sebastián Chapela, Gonzalo Grondona Fernández, Indira Pichetto Olanda, Hilda Burgos, Manuel Alonso, Carlos Stella.*

*Facultad de Medicina, INBIOMED UBA-CONICET, Universidad de Buenos Aires.*

*cstella@fmed.uba.ar*

*Universidad de Buenos Aires - UBA.*

### **Resumen**

El objetivo del presente trabajo práctico es que el alumno prepare y determine la concentración de una solución de NaCl. Se discute la relevancia en la práctica médica de la solución de NaCl a preparar.

**Palavras-chave:** *Electrólisis; Concentración; Edema.*

### **Abstract**

The objective of this practical work is for the student to prepare and determine the concentration of a NaCl solution. We discuss the relevance in medical practice of the NaCl solution prepared.

**Keywords:** *Electrolisis; Concentration; Edema.*

### Ficha da atividade/ material

<b>Título</b>	Determinación de la concentración de NaCl para el tratamiento de edema cerebral.
<b>Categoría:</b>	Práctica de Ensino
<b>Tipo</b>	Prácticas de ensino: “Incluye la preparación de una solución, la curva de calibración y la determinación de la concentración del soluto, mediante el armado de un modelo de electrólisis”.
<b>Público-alvo:</b>	“Estudiantes del segundo año de la carrera de Ciencias Médicas”.
<b>Conteúdos abordados</b>	“Dilución de soluciones; reacciones redox; interpolación en curvas de calibración”.
<b>Objetivos educacionais</b>	“Interpretación de caso clínico; aplicación de los conocimientos bioquímicos en la práctica clínica”
<b>Duração</b>	Dos (2) horas
<b>Materiais utilizados</b>	Pipetas automáticas; Cuba de electrólisis y electrodos de grafito (minas 2 mm); Agitador y jinetillo; Fotocolorimetro; Colorante: púrpura de bromocresol (PBC): Solución al 1%; Solución de fosfatos: 1,15 g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ y 0,2 g $\text{KH}_2\text{PO}_4$ en 100 ml de agua destilada; Soluciones al 0,9 % (contenedor plástico) y 20 % de NaCl (ampolla);
<b>Criação</b>	15/12/2018
<b>Aplicação</b>	08/01/2019
<b>Link</b>	-

## 1. Introducción

Las diluciones son parte de la vida diaria del médico en muchas especialidades.

Realizar un trabajo práctico donde el alumno se enfrente de manera directa a una dilución y tenga que corroborar el resultado de su ejercicio mediante una técnica de laboratorio ayudará al alumno a reforzar lo visto de manera teórica con ejercicios durante la cursada.

En la práctica médica, es usual la administración de solución de cloruro de sodio 0,9% a modo de solución fisiológica. Esta solución está regularmente disponible en centros de salud. Sin embargo en ciertas patologías, por ejemplo la patología neurológica [1], se requiere el uso de solución al 3%, no disponible como oferta de mercado. Por lo tanto resulta de relevancia que el estudiante de ciencias médicas confronte la preparación de esta solución. Por ende proponemos un trabajo práctico simple, donde el alumno tendrá como objetivo hacer una dilución, y el resultado de la misma se corroborara mediante fotolorimetría, con una curva de calibración hecha por los mismos alumnos.

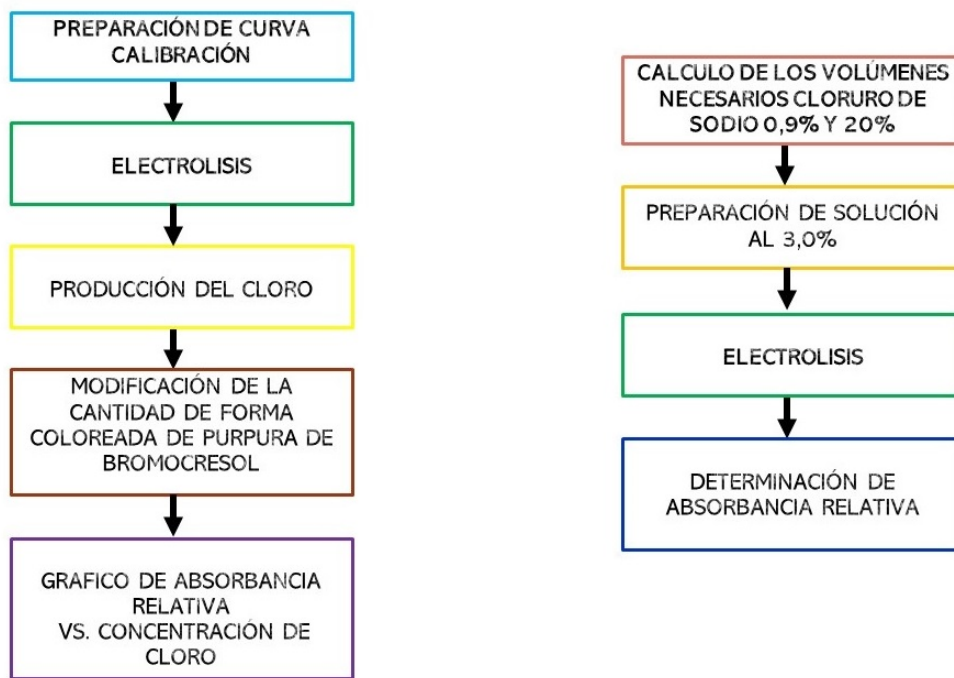
Además en el presente trabajo práctico, el docente puede introducir la explicación de reacciones de óxido reducción. El tema de reacciones redox usualmente está presente en el programa de la asignatura de Químico o Bioquímica para estudiantes de Medicina.

## 2. Estrategia del desenvolvimiento

La estrategia del trabajo consiste en producir cloro naciente que “ataque” en condiciones alcalinas al colorante purpura de bromocresol (PBC). De esta forma se decolorará el colorante y disminuirá la absorbancia. Recordemos que en condiciones alcalinas el PBC presenta una solución violácea. Para asegurarnos la alcalinidad del medio usaremos una solución diluida de fosfatos (pH = 7,2). Es posible realizar un trabajo similar aumentando la coloración de las soluciones mediante la utilización de orto-toluidina, en venta usualmente para controlar el contenido de agua en peceras. Sin embargo, debido a que se ha indicado el carácter cancerígeno de esta droga no aconsejamos su uso, aunque el docente tiene aquí algún tema para reflexionar. Otro compuesto similar a la orto-toluidina es la dietil-p-fenilén diamina (DPD) [2] pero de un costo poco accesible para instituciones de bajo presupuesto y masividad de alumnos como la Universidad de Buenos Aires (UBA).

### 3. Procedimiento de trabajo experimental.

El siguiente esquema resume la estrategia experimental para la preparación de la curva de calibración y preparación de la solución 3 % de NaCl.



### 4. Procedimiento del Caso Clínico a trabajar

Usted es el Médico de guardia un sábado a la noche. Ingresa un joven de 20 años por trauma de cráneo secundario a accidente vial en moto sin casco, se protege la vía aérea y se realiza una tomografía donde se evidencia hemorragia subaracnoidea bifrontal con contusión bifrontal e importante edema con signos de hipertensión endocraneana. Ante dicha situación usted decide administrar NaCl al 3%. Luego de revisar los materiales con de que dispone, se da cuenta que solo tiene Agua destilada, NaCl al 0,9% (solución fisiológica) y NaCl al 20%.

Los traumatismos son la principal causa de mortalidad en pacientes jóvenes. Los mecanismos mediante el cual se produce daño neuronal son por lesión directa por el trauma y sangrado, y por lesión indirecta. Esto ocurre sea por falta de perfusión por hipertensión endocraneana, hipoxia o edema osmótico. Se considera un tratamiento del edema osmótico mediante bolos de una solución hipertónica de NaCl al 3%.

¿Cómo prepararía una solución de NaCl al 3% con los materiales que dispone?

## **5. Actividades previas del docente.**

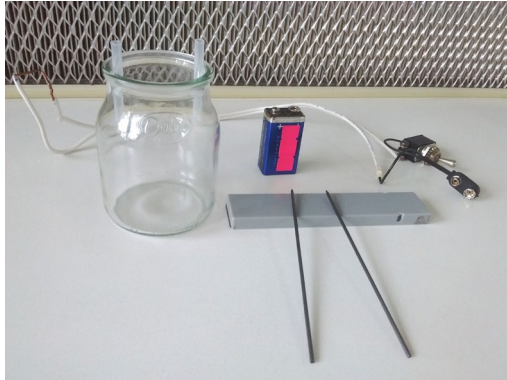
Se enuncian a continuación los preparativos que debe realizar el grupo docente. Debemos aclarar que en forma similar a las partituras de música clásica dejamos espacios libres para que el ejecutante, en este caso el docente, imprima su sello creativo. Hemos diseñado a partir de envases de yogurt una cuba de electrólisis de bajo costo y simple manipulación. Pegamos dos fragmentos cortos de pipeta de plástico que permitan el pasaje de una mina de lápiz automático de 2 mm. El contenido de grafito de la mina actúa como electrodo. Además, es necesario disponer de una batería de 9 voltios conectada a través de un interruptor a los cables que conducen la corriente hasta los electrodos. El docente debe cerciorarse que el interruptor sea de cómodo y fácil uso para iniciar y finalizar la electrólisis en un período bien definido de tiempo. En nuestras condiciones usamos 15 segundos.

Debe utilizarse cloruro de sodio de uso para laboratorio. Si bien puede utilizarse el cloruro de sodio contenido en la sal de cocina, habrá que tener en cuenta que en este caso también deberá modificarse el tiempo de la electrólisis. Nuestra experiencia señala que esta sal de cocina no contiene un 100% de cloruro de sodio sino una cantidad un 10% menor, sin embargo puede usarse si no se dispone de la droga pura.

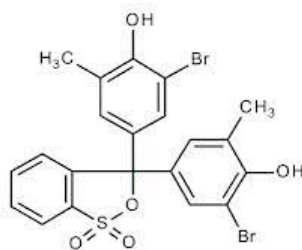
Es imprescindible la utilización de un agitador que deberá ajustarse a una velocidad no modificada durante el ensayo. En nuestras condiciones usamos aproximadamente 130 revoluciones por minuto y retiramos una alícuota de la solución luego de 30 segundos de finalizada la electrólisis.

**Materiales:**

- Pipetas automáticas
- Cuba de electrólisis y electrodos de grafito (minas 2 mm).



- Agitador y jinetillo.
- Fotocolorimetro
- Colorante: púrpura de bromocresol (PBC): Solución al 1%



- Solución de fosfatos: 1,15 g de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> y 0,2 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> en 100 ml de agua destilada.
- Soluciones al 0,9 % (contenedor plástico) y 20 % de NaCl (ampolla).



- Agua destilada.

## 6. Desarrollo del protocolo

El presente protocolo, es nuestra filosofía de trabajo, fue puesto a prueba con estudiantes de la carrera de Medicina. De esta forma queremos ir “tanteando” las dificultades que puedan enfrentar los alumnos de un curso regular. Los datos utilizados fueron obtenidos por estudiantes de la carrera, ya que no nos parece útil la presentación de experiencias prácticas que pueden chocar con limitaciones cognitivas de los estudiantes de un curso regular o formal a la hora de recibir esta presentación.

## 7. Pasos a desarrollar por el alumno

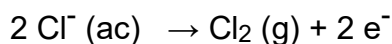
La experiencia está diseñada para ser iniciada y completada en dos horas.

El docente presentará en forma sucinta del trabajo a realizar haciendo hincapié en los siguientes ítems:

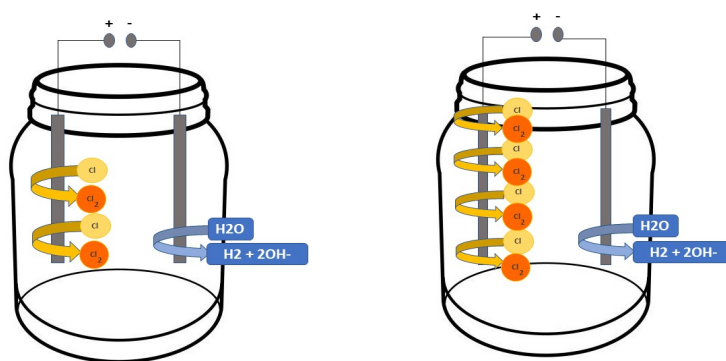
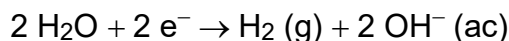
Respecto a las reacciones de óxido-reducción baste decir que en soluciones de NaCl estará favorecida la oxidación del Cloro y la reducción del hidrógeno del agua.

Llegado el momento del desarrollo del tema Redox el docente podrá justificar con los potenciales de óxido reducción estas indicaciones.

a) Oxidación del ión  $\text{Cl}^-$  para dar cloro gaseoso:



b) Reducción del hidrógeno del agua



**Solución diluida vs. Solución concentrada**

El alumno preparará las soluciones para la curva de calibración a partir de una solución de NaCl 5 %. A partir de la fórmula  $C_i.V_i = C_f.V_f$  y considerando un volumen final de la cuba de 100 ml deberá preparar los distintos puntos de la curva:

Si el docente lo prefiere puede hacer que los alumnos realicen los cálculos de las soluciones (0,5 – 5,0 %) para completar los volúmenes de las columnas de solución 5,0 % y H<sub>2</sub>O.

Concentración de NaCl (%)	Volumen de solución 5,0 % (ml)	Volumen de H <sub>2</sub> O (ml)	Fosfatos (ml)	Solución de PBC (ml)
0,5	10,0	90,0	0,500	0,120
1,6	32,0	68,0	0,500	0,120
2,7	54,0	46,0	0,500	0,120
3,9	78,0	22,0	0,500	0,120
5,0	100	0,0	0,500	0,120



La Imagen de la izquierda representa la solución sólo de NaCl, la imagen central corresponde al agregado de PBC y la imagen de la derecha luego del agregado de la solución de fosfato.

Finalizada la preparación de cada solución se introducen los electrodos y se enciende el agitador. El alumno toma una alícuota de 1,0 ml para medir la Absorción a 590 nm a tiempo cero.

Se enciende el interruptor y se realiza la electrólisis durante 15 segundos. Se apaga el interruptor y se vuelve a separar una alícuota a los 30 segundos para dar lugar a la homogeneización del color. Se mide la Absorbancia a 590 nm y se realiza el cálculo:

$$\text{Absorción relativa} = \text{Abs a 15 segundos} / \text{Abs a 0 segundos}$$



Se enjuaga la cuba y se procede a realizar la próxima determinación hasta completar la curva de calibración.

Seguidamente los alumnos realizan el cálculo para obtener una solución 3,0 % a partir de una solución 0,9 % y otra 20,0 %. Si el docente lo considera puede usarse solamente la solución 20,0 %. Se sigue el mismo procedimiento de la curva y se determina la *Absorción relativa* de la nueva solución.

Se completa el siguiente cuadro que servirá de base para la realización del gráfico Absorbancia relativa versus concentración de Cloruro

Concentración de NaCl (%)	Absorbancia relativa
0,5	
1,6	
2,7	
3,9	
5,0	

En el gráfico obtenido se interpola el valor de la Absorción relativa de la nueva solución. A modo de ejemplo presentamos los valores obtenidos y el gráfico realizado en nuestras condiciones (ver **Apéndice**).

## 8. Consideraciones finales.

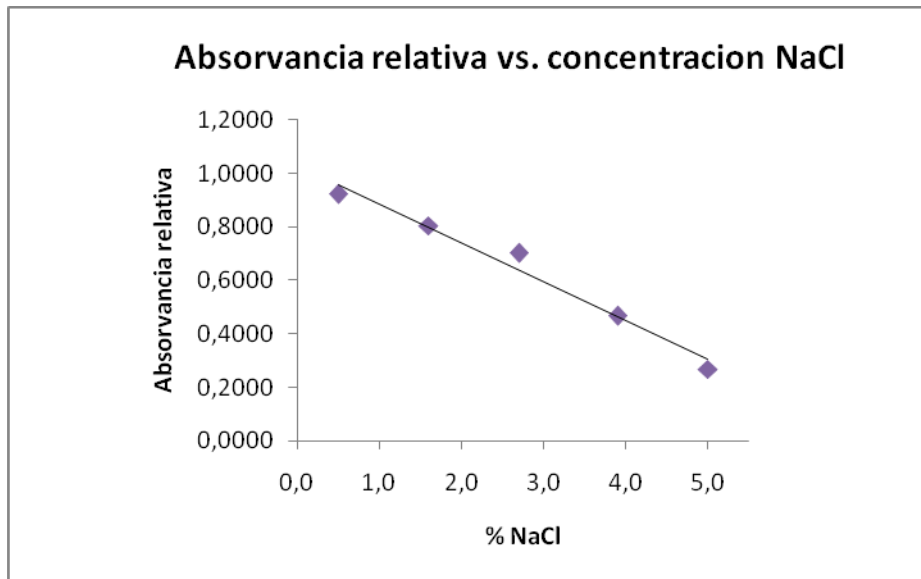
El presente protocolo permite que el estudiante de Ciencias Médicas no se quede con la mera “información” Química sino que puede hacer una “aplicación” de la Información recibida a una situación Clínica particular [3]. Los materiales a utilizar son de fácil acceso y no tóxicos. El procedimiento experimental es suficientemente flexible para que el docente pueda incorporar su criterio de acuerdo al grupo particular de alumnos.

## Referencias

- [1] Esqueda-Liquidano MA, Gutiérrez-Cabrera JJ, Cuéllar-Martínez S, Vargas-Tentori N y col. Edema cerebral II: tratamiento médico y quirúrgico. Med Int Méx 2014, (30), 687-695.
- [2] Fernández-Crehuet Navajas M, Moreno Abril O y Pérez López JA. Determinación de cloro residual. Método del DPD. Higiene y Sanidad Ambiental 2001, (1). 6-7.
- [3] Allen D, Kimberly T. Approaches to Cell Biology Teaching: Questions about Questions. Cell Biology Education. 2002,(1). 63–67.

**Apéndice:** Los siguientes son los resultados obtenidos en un ensayo tipo.

Solución	Absorbancia a tiempo cero	Absorbancia a 15 segundos	Absorbancia relativa
0,5 %	1,2280	1,1310	0,9210
1,6 %	1,2200	0,9808	0,8039
2,7 %	1,2120	0,8503	0,7016
3,9 %	1,1900	0,5570	0,4681
5,0 %	1,1680	0,3120	0,2671



Realizando el gráfico de Abs. Relativa vs concentración de  $Cl^-$  obtenemos del programa Excel una recta  $y = -0,1457 \cdot x + 1,0316$  ( $R^2 = 0,9756$ ).

Para la muestra preparada a partir de 89 ml de una solución 0,9 % mezclada con 11 ml de una solución 20 % se obtuvo:

Abs relativa = 0,5978, que representa una concentración 2,98 %.

Ensayando la solución fisiológica de envase de plástico se obtuvo una Abs. relativa de 0,8982 que representa una concentración 0,92 %.