

## ARTICULOS DE INTERES

### TEORIA DE BRÖNSTED Y LOWRY

Dra. Zeballos López Lourdes<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Johannes Brönsted y Thomas Lowry fueron científicos que desarrollaron una teoría sobre los ácidos y las bases, sustancias que se correlacionan entre sí a través de reacciones ácido-base que implican la transferencia de protones o hidrogeniones los cuales se mantienen en una concentración estable, favoreciendo el mantenimiento del pH del organismo dentro de los límites compatibles con la vida, gracias a la acción de los tampones fisiológicos propios del organismo humano, de tal manera que la concentración de los hidrogeniones en el cuerpo no aumenta a pesar de la formación continua de ácidos durante el metabolismo celular, es decir que al sucederse las reacciones ácido-base según la teoría ya mencionada a cada ácido le corresponde una base conjugada y a cada base un ácido conjugado, de tal forma que ambas sustancias se mantengan en equilibrio.

#### PALABRAS CLAVE

Acido, base, potencial de hidrogeniones, homeostasis.

### INTRODUCCION

Johannes Brönsted y Thomas Lowry son científicos que propusieron en 1923 una definición general de ácidos y bases, desarrollando una teoría llamada *teoría protónica* de ácidos y bases en la cual menciona lo siguiente: Un **ácido** es, toda sustancia capaz de ceder uno o más protones a otra molécula para lo cual dicha sustancia debe contar por lo menos con un átomo de hidrógeno, mientras que una **base** será, una sustancia capaz de aceptar uno o más protones de otra molécula para lo cual no es necesario que tenga el átomo ya mencionado, actuando ambas sustancias entre sí, de tal forma que a un ácido le corresponde una base conjugada y a una base un ácido conjugado, es decir que para que un ácido pueda transformarse en su base conjugada cediendo un protón, tiene que existir simultáneamente una base de otro sistema ácido-base que acepte los protones transformándose en su ácido conjugado, llevándose a cabo la reacción ácido-base o de transferencia de protones con la formación de un enlace covalente dativo, donde el medio disolvente juega un papel muy importante debido a que actúa cediendo o captando protones, ya que al poner un ácido o una base en disolución se produce una reacción ácido-base actuando el disolvente como ácido o como base dependiendo del carácter ácido o básico del soluto, es decir que la interacción entre un ácido y una base debe producir siempre la formación de un ácido y una base diferentes, existiendo también sustancias que

<sup>1</sup> Cirujano dentista UMSA.

pueden actuar como ácidos y como bases, denominados *anfóteros*, como por ejemplo el agua, sustancias que son muy importantes para el cumplimiento de las funciones del organismo.<sup>1-2-3</sup>

## REACCIONES ACIDO-BASE

Consiste en la transferencia protónica entre dos pares ácido-base de tal forma que el ácido cede un protón transformándose en una base, mientras que la base vuelve a aceptar un protón, siendo esa base conjugada de dicho ácido, de tal forma que la base acepta un protón convirtiéndose en un ácido conjugado existiendo en dicha reacción dos pares de ácido-base conjugados, siendo importante mencionar que ácidos con más de un hidrógeno en su molécula pierden sus iones en forma secuencial quedando iones intermedios que pueden actuar frente al agua como ácidos o como bases, considerándose una sustancia ácida, a aquella que presenta una concentración molar de iones hidronios mayor que la concentración de hidróxidos, mientras que una sustancia básica o alcalina es aquella que presenta una mayor concentración de iones de hidróxido en relación a los iones de hidronio, existiendo también sustancias neutras en las cuales la concentración de iones de hidronio y de hidrógeno son iguales creándose una escala logarítmica para medir la acidez o alcalinidad de una determinada sustancia.<sup>1-2</sup>

## ACIDOS-BASES FUERTES Y DEBILES

Se considera ácidos y bases fuertes, aquellas sustancias que se disocian de forma total mientras que las sustancias ácidas y básicas débiles son las que se disocian de manera parcial como por ejemplo el ácido clorhídrico, sulfúrico, acético, carbónico e hidróxido de amonio respectivamente.

Tanto los ácidos como las bases tienen propiedades químicas entre las que se encuentran sabor agrio, conducción de la electricidad y producción de efervescencia al interactuar con bicarbonatos, desprendimiento de gas hidrógeno al interactuar con el zinc y otros metales en el caso de los ácidos, mientras que las bases o álcalis tienen un sabor amargo que las caracteriza, sensación jabonosa al tacto, conducen el calor cuando se encuentran en disolución acuosa, reaccionan con los ácidos para formar una sal más agua y precipitan el azufre en disoluciones de este elemento.<sup>1-2-3</sup>

## POTENCIAL DE HIDROGENIONES

La concentración de los iones de hidrógeno en los diferentes líquidos corporales determina el pH o potencial de hidrogeniones de los mismos y por ende el grado de acidez o alcalinidad de dichas sustancias, siendo importante mantener el pH en una escala de 7.35 a 7.45 aceptándose como límite un valor de 6.8 a 7.8 siendo los sistemas amortiguadores buffers o tampones fisiológicos los encargados de evitar las grandes variaciones del valor del pH.

## ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

Las alteraciones del equilibrio ácido-base se pueden producir por diferentes causas identificándose como el factor etiológico principal de dicho desequilibrio, una alteración en el sistema respiratorio siendo el sistema de Henderson-Hasselbalk uno de los sistemas validados para el análisis de las alteraciones del equilibrio ácido-base, el cual toma en cuenta diferentes teorías entre ellas, la teoría de Brönsted y Lowry ya mencionada, debiendo mencionarse además que las alteraciones del equilibrio ácido base serán controlados por los sistemas

amortiguadores buffers o tampón fisiológico, ya que de lo contrario se pueden producir principalmente 4 estados patológicos característicos como ser acidosis o alcalosis respiratoria y acidosis o alcalosis metabólica.<sup>3-4-5-6</sup>

## SISTEMAS AMORTIGUADORES

Son soluciones de ácidos débiles y de sus bases conjugadas o de bases débiles y de sus ácidos conjugados que se encargan de evitar las grandes variaciones del pH, manteniendo el equilibrio de los ácidos y las bases de tal forma que los amortiguadores soportan la adición de ácidos siendo dichos sistemas los encargados de mantener el valor del pH dentro de los límites compatibles con la vida, permitiendo la realización de funciones bioquímicas y funciones fisiológicas de las células, de los tejidos, órganos, aparatos y sistemas diferenciándose en amortiguadores orgánicos e inorgánicos de acuerdo a su naturaleza mientras que de acuerdo a su distribución pueden ser plasmáticos y tisulares, siendo un amortiguador ideal aquel que tiene un pK cercano a 7 que es el valor ideal en el cual se desearía mantener el pH, existiendo dos sistemas fundamentales que cumplen esta condición como son los grupos de imidazol y fosfato inorgánico, aunque el sistema amortiguador más importante relacionado con el mantenimiento del equilibrio del pH es el sistema ácido carbónico-bicarbonato.<sup>2-3-4</sup>

**Tampones orgánicos** como ser las proteínas y aminoácidos, los cuales se consideran electrolitos anfóteros, es decir que actúan como ácidos o bases al ceder o captar protones e incluso dependiendo del pH del medio en el que se encuentre pueden comportarse como ácidos y como bases simultáneamente, ya que en un medio muy alcalino se cargan negativamente mientras que en un medio ácido se cargan positivamente,

siendo dichos tampones importantes a nivel tisular, entre los que se encuentra la hemoglobina, uno de los tampones fisiológicos orgánicos más importantes, proteína que se encuentra en abundancia en la sangre y experimenta cambios del pK al pasar de la forma oxidada a la forma reducida, además de permitir el transporte sanguíneo de una determinada cantidad de CO<sub>2</sub> tisular hasta su eliminación pulmonar, de tal manera que la hemoglobina oxigenada que llega a los tejidos se disocia liberando O<sub>2</sub> proceso que puede ser favorecido por una baja presión de O<sub>2</sub>, pH bajo y alta presión de dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>), mientras que en el interior del glóbulo rojo el CO<sub>2</sub> se convierte en ácido carbónico este se disocia en H<sup>+</sup> el cual será tamponado inmediatamente por la hemoglobina y el bicarbonato que saldrá fuera del hematíe en un intercambio con iones de cloro.

**Tampones Inorgánicos**, entre los que se encuentran el sistema ácido carbónico/bicarbonato y el sistema fosfato los cuales serán descritos a continuación:

El sistema tampón carbónico/bicarbonato está constituido por ácido carbónico y bicarbonato, que se forma mediante un proceso en el cual el CO<sub>2</sub> del plasma procedente del metabolismo celular se encuentra como CO<sub>2</sub> disuelto, como ácido carbónico (HCO<sub>3</sub>) y formando compuestos carbamínicos con los grupos NH<sub>2</sub> de la hemoglobina, de modo que el CO<sub>2</sub> disuelto considerado la forma ácida del tampón, es hidratado a bicarbonato (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) mediante una reacción reversible catalizada por la anhidrasa carbónica, quedando así constituido el sistema de amortiguación, el cual si bien tiene un pK alejado del pH fisiológico, es muy eficaz debido a diversos factores, como ser la relación 20/1 entre el ácido carbónico y el bicarbonato, motivo por el cual es un tampón altamente eficaz

frente a los ácidos, además de ser un sistema abierto facilitando la eliminación de exceso de  $\text{CO}_2$ , mientras que el ácido carbónico puede ser eliminado vía renal mediante el sistema de intercambio con solutos.

El sistema tampón fosfato con un  $\text{pK}$  de 6.8 los tampones de la naturaleza del fosfato con capacidad tamponadora son el  $\text{H}_2\text{PO}_4$  y el  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

Si bien la concentración de fosfato en la sangre es baja, factor al cual se debe la escasa capacidad en comparación con otros sistemas el sistema fosfato, ejerce su función principalmente a nivel intracelular ya que en dicho compartimiento existe mayor concentración de fosfato y el  $\text{pH}$  es más cercano a su  $\text{pK}$ , factores que en su conjunto favorecen la capacidad tamponadora del mencionado sistema, el cual junto a las proteínas celulares interviene en la amortiguación de los ácidos fijos.

**OTROS SISTEMAS DE AMORTIGUACION** como el sistema óseo, el cual ejerce su papel más importante como tampón amortiguador en caso de acidosis crónica como sucede en la insuficiencia renal crónica, participando en la amortiguación de los ácidos al captar los hidrógenos en exceso o liberar carbonato a la sangre mediante una disolución del hueso mineral, mientras que si existiera un estado de alcalosis dicho sistema trata de compensar el desequilibrio mediante el depósito de carbonatos en el tejido óseo.

Encontrándose también entre otros sistemas de amortiguación del desequilibrio ácido-base, el sistema respiratorio, que trata de regular la concentración de ácidos en el organismo mediante el mantenimiento de la presión parcial de dióxido de carbono en la

sangre arterial ( $\text{PaCO}_2$ ), la cual dependerá en gran medida del grado de acidez o alcalinidad del medio y de la ventilación alveolar.

El sistema renal es uno de los principales sistemas implicados en el mantenimiento y regulación del equilibrio ácido-base, al ser la principal vía de eliminación de la carga metabólica normal y de los metabolitos ácidos patológicos, siendo también el órgano responsable de mantener la concentración plasmática de bicarbonato en un valor constante, debido a su capacidad para reabsorber y generar bicarbonato en función del  $\text{pH}$  de las células tubulares renales, de tal manera que en caso de una acidosis, se producirá un incremento en la excreción de ácidos y en la reabsorción de bicarbonato, mientras que en la alcalosis sucederá lo contrario es decir que se excreta mas bicarbonato y se retiene mas ácido.<sup>1-2-3-4</sup>

## BIBLIOGRAFIA

1. Iñigo L. Teoría de Bronsted y Lowry. 1-15. Disponible en: <http://www.quimiweb.com.ar/sitio/2009/10.A-> Accedido en fecha 28 de octubre de 2013. URL disponible en : [http://www.TEORiA\\_DE\\_BRONSTED\\_Y\\_LOWR\\_Y.pdf](http://www.TEORiA_DE_BRONSTED_Y_LOWR_Y.pdf)
2. Túnez Fiñana I, Galván Cejudo A, Fernández Reyes E.  $\text{PH}$  y amortiguadores: Tampones fisiológicos. URL disponible en: <http://www.uco.es/organiza/departamentos/bioquimica-biol-mol/pdfs/06%20pH%20AMORTIGUADORES.pdf> Accedido en fecha 28 de octubre de 2013
3. Ruiz Márquez Ma. J., Ortiz García C., Sánchez Luque J.J., Peña Agüera A. Trastornos del equilibrio ácido-base. URL disponible en: <http://skat.ihmc.us/rid=12464038731>

- 73\_1754877802\_19806/Trastornos%20Del%20Equilibrio%20%C3%81cido-Base.pdf Accedido en fecha 28 de octubre de 2013.
4. Furió C., Calatayud M., Bárcenas S. Deficiencias epistemológicas en las reacciones de las reacciones ácido-base y dificultades de aprendizaje. URL disponible en: [http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted07\\_03arti.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted07_03arti.pdf) Accedido en fecha 28 de octubre de 2013.
  5. Guerrero H., Pujol C. El pH. Fecha de publicación 2006.: 1-5. URL disponible en: [http://www.sadelplata.org/articulos/guerrero\\_060901.pdf](http://www.sadelplata.org/articulos/guerrero_060901.pdf) Accedido en fecha 28 de octubre de 2013.
  6. Carrillo E. R., Visoso Palacios P. Equilibrio ácido base conceptos actuales. Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva 2006: 20(4): 1-9. URL disponible en: <http://issuu.com/drecma/docs/eq-acido-base> Accedido en fecha 28 de octubre de 2013.