



Conductividad

por Groel Néstor

*Uno de los parámetros más relevantes del agua en la que viven y se desarrollan los seres que son nuestro objeto de cuidados o estudio, es la **conductividad**. No es un parámetro que el aficionado este acostumbrado a medir, pero es importante definir que información podemos obtener o no de la calidad del agua de un acuario o biotopo al conocer su **conductividad**. Se intenta en este artículo acercar el concepto de **conductividad** eléctrica en el agua del acuario, remarcar que información aporta este parámetro útil al acuarista y que conclusiones pueden asumirse y cuales no al conocer su valor.*

1. ¿Que es la Conductividad?

La **conductividad** es la capacidad de un determinado elemento para conducir la corriente eléctrica. A pesar de ser esta definición absolutamente precisa, no aporta demasiada información al aficionado. No podemos en este sitio abarcar ni siquiera básicamente las implicancias que la **conductividad** tiene en la química y la física, pero revisemos porque motivo el agua podría conducir electricidad, para saber de que manera esta magnitud nos aporta información de interés a los acuaristas.

El agua pura es un muy mal conductor de la corriente eléctrica¹. A medida que se disuelven en ella sólidos solubles en agua, algunas cosas importantes comienzan a cambiar en el seno del líquido. En el primer tercio del siglo XIX, Faraday y otros, descubrieron que algunos elementos disueltos en el agua pura podían alterar la **conductividad** de la misma. Para poder explicar esto propusieron que estos elementos se dividían en el agua en “partículas” cargadas, que a pesar de que seguían formando parte del elemento, podían conducir más fácilmente la corriente. A estas partículas se las denominó **iones** y se propuso que los sólidos se “disociaban” en presencia de un solvente como el agua en **iones** eléctricamente cargados, que entonces podían conducir mejor la corriente.

Aunque esta información por desgracia no es de interés para la mayoría de los aficionados, es importante recordar al menos que, en principio y dentro de los rangos de soluciones usadas en el acuarismo, la cantidad de sales, ácidos y bases disueltas en el agua determina la **conductividad** de la misma. Es en este punto es que se descubre porque la **conductividad** de nuestros acuarios es importante al acuarista. Si la **conductividad** aumenta, sabemos que también aumentó la cantidad de sustancias disueltas en el agua.

La cantidad de sustancias disueltas en el agua afecta en forma directa la vida en su interior. Tanto plantas como animales deben ajustar continuamente sus procesos fisiológicos para compensar el equilibrio osmótico, entre sus cuerpos y el medio que los rodea. Este ajuste se puede producir dentro de ciertos límites naturales, que son los que los seres aprendieron a manejar debido a un proceso evolutivo, y límites que se alcanzan con mayor o menor esfuerzo y que no le serían habituales al organismo en su hábitat. De acuerdo a la magnitud y duración de ese esfuerzo, los procesos inmunológicos y fisiológicos pueden resultar seriamente comprometidos e inclusive dañados en forma definitiva. En muchos casos, aún dentro de los límites naturales, determina la tasa de supervivencia de recién nacidos o la proporción de sexos. Muchas especies fijan su ritmo de vida en función a la **conductividad** del agua, regida esencialmente por los ciclos de lluvia y sequía.

Que el acuarista conozca la **conductividad** del agua en donde mantiene a sus animales y plantas, es igual de importante que conocer el **pH** de la misma, **dureza** o temperatura. Mantener una calidad de agua apropiada implica mantener agua en condiciones aptas para los seres inmersos en ella, contemplando todos los parámetros posibles. Debería ser además práctica habitual al transportar peces de un recipiente a otro, asegurar que la **conductividad** del medio de origen sea similar al medio de destino, y si no lo es, dar el tiempo suficiente para que el organismo adapte su fisiología a la nueva situación.

2. Conductividad y Sólidos Totales Disueltos

Es habitual encontrar mediciones realizadas por los aficionados de la cantidad de sólidos disueltos de sus acuarios (TDS por sus siglas en inglés). Esta medición puede ser de utilidad pero debemos interpretarla con muchísimo cuidado.

En el punto anterior se enunció que la **conductividad** del agua era proporcional a la cantidad de sustancias disueltas en su interior, pero podemos asegurar que con determinada **conductividad** poseemos exactamente un determinado valor de sólidos disueltos? La respuesta es categóricamente NO.

Asumir que una determinada **conductividad** implica exactamente una cantidad de sustancia específica (o mezcla particular de ellas) disueltas en el agua es un error muy común. La relación entre la **conductividad** y la cantidad de sustancia disuelta es dependiente de la propia sustancia disuelta y no es una relación general para cualquier sustancia o mezcla de ellas. La **conductividad** es en realidad una medida de la actividad **iónica** de una **solución** en términos de su capacidad para transmitir corriente, y no caracteriza a los **iones** en forma individual.

La confusión se origina en el hecho que algunas ramas de la industria o agricultura asumen situaciones promedio o patrones para simplificar las mediciones y unificarlas. Una muy habitual es asumir que 500ppm son equivalentes a 1000 μ S, otras asumen que 700ppm son equivalentes a 1000 μ S (como la medición de fertilizantes). Al utilizar los medidores preparados para uso en esas industrias durante años, los acuaristas introdujeron este error grave de concepto y que debe ser removido y reparado lo antes posible.

Es importante de todas maneras seguir teniendo en cuenta que la cantidad de sólidos de una determinada sustancia conocida disuelta en el agua puede ser obtenida mediante la medición de su **conductividad**, pero nunca el proceso contrario, si no se posee un análisis detallado de la misma que permita extrapolar la **concentración** total en función de la variación de su **concentración**.

Saber la **conductividad** de una **solución** de la que no conocemos con exactitud la mezcla de sustancias que la componen, no nos permite obtener que cantidad total de ellas se encuentren en **solución**. Para dejar claro este punto tomemos por ejemplo la siguiente tabla:

Tabla 1: Tabla tomada en parte de [\(Cole Parmer - Conductivity Values\)](#). La primer columna indica la cantidad de mg/l disueltos y en las restantes columnas se indica la **conductividad** medida para cada sustancia en cada caso.

ppm (mg/l)	NaCl	NaOH	HCl	Ácido acético
1	2.2	6.2	11.7	4.2
3	6.5	18.4	35	7.4
10	21.4	61.1	116	15.5
30	64	182	340	30.6
100	210	603	1,140	60.3
300	617	1,780	3,390	114
1.000	1,990	5,820	11,100	209

Claramente podemos observar en esta tabla, que a igualdad de sólidos disueltos, la **conductividad** es notoriamente diferente para distintos elementos y sólo puede usarse como medida de cantidad si se conoce exactamente cual es el sólido disuelto en la **solución**.

El error de suponer que la simple medición de la **conductividad** implica de alguna manera la medición exacta de cuantos sólidos están disueltos en el agua, permitió hacer otra suposición errónea que extendió lamentablemente aún más la confusión acerca del uso de la **conductividad**. Es común encontrar aficionados que suponen que al medir la **conductividad** están midiendo la **dureza** del agua, hecho que claramente es un error, ya que toda la **conductividad** podría estar originada, por ejemplo, en ácidos en **solución**, sustancias diametralmente opuestas al concepto de **dureza** en un líquido.

3. ¿Como medimos la conductividad?

Medir la **conductividad** es equivalente a medir la inversa de la resistencia de un líquido al pasaje de corriente.

Por las leyes físicas involucradas, sabemos además que la resistencia también dependerá de las dimensiones del líquido sobre el cual se desea hacer circular una determinada corriente. Cuando la medición de la **conductividad** esta relacionada con las dimensiones utilizadas en la medición se la denomina **conductividad** específica.

$$C_e = G \cdot D \cdot S^{-1}$$

Donde:

C_e : **Conductividad** específica

G: **Conductividad** o R^{-1}

D: distancia entre electrodos

S: área de los electrodos

Por definición, se determinó que el volumen sería tomado como un cubo de 1cm de lado y la corriente sería puesta en contacto con el líquido a través de un par de electrodos especiales de 1cm² de sección. En caso de cambiar el volumen de la celda de medición debe ajustarse el valor de la **conductividad** específica obtenida.

La unidad de medida más habitual de la **conductividad** es el Siemens, aunque en alguna literatura puede encontrarse escrita como mho (ohm escrito al revés). Debido a que Siemens es una medida demasiado grande para la mayoría de las aplicaciones, suele expresarse la medición en la millonésima parte de ella o μS .

Lamentablemente no es conveniente que una corriente constante circule a través de dos electrodos en un líquido. Esto alteraría a los mismos por efectos de la electrólisis y la medición de la **conductividad** se vería afectada por la polarización de los **iones** del líquido en cada electrodo. Una manera de solucionar este hecho es permitir que la corriente oscile en el tiempo cambiando continuamente de dirección entre uno y otro electrodo. Para líquidos del tipo de los encontrados en acuarios, basta con que esa oscilación se realice entre unas 500 y 1500 veces por segundo.

En algunas ocasiones donde los líquidos a medir son altamente corrosivos o la medición es realizada en períodos largos (semanas o meses), se utilizan cuatro electrodos en lugar de dos, pero eso será tema en otro artículo.

4. ¿Depende la **conductividad** de la temperatura?

La respuesta categórica es SI. La **conductividad** depende de la cantidad de **iones** en **solución** y esto varía profundamente con la temperatura. Claramente la variación de la **conductividad** con la temperatura dependerá de la sustancia en **solución**, pero habitualmente es usado para simplificar el promedio general de 2% por cada °c de variación con respecto a 25°C. Si bien en el acuario (habitualmente en el rango 22 a 28 °c) la diferencia introducida por este hecho es pequeña a nuestros fines, debe ser tenida en cuenta a la hora de tomar mediciones en la naturaleza. En esos casos es conveniente el anotar tanto la temperatura como la **conductividad** a las que se realizan las mediciones.

5. Notas

1) Esta es una afirmación aparentemente contraria a la experiencia diaria sobre la conducción de la electricidad en el agua, la contradicción radica en que habitualmente no tenemos contacto con agua pura sino agua con sustancias disueltas

6. Bibliografía

1. Calculadora de TDS y **conductividad** eléctrica - Lenntech [[Para más información....](#)]
2. Cole-Parmer Technical Library - Conductivity [[Para más información....](#)]
3. Cole-Parmer Technical Library - Conductivity Values $\mu S/cm$ at 77°F (25°C) [[Para más información....](#)]
4. Wu, Y.C., Koch, W.F., Feng, D., Holland, L.A., Juhasz, E., Arvay, E., and Tomek, A., J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 99, 241, 1994.

7. Glosario

Concentración: Cantidad de elementos en un determinado volumen o superficie y se expresa siempre como la cantidad de elementos por unidad de medida de espacio. En química, dicese de la cantidad de una sustancia presente en una solución. Puede expresarse en muchas unidades distintas, explícitas como mg/L, g/L, mg/ml o

por convención como % (porcentaje, una parte en cien, aclarando peso o volumen), ppm (una parte en un millón de partes, también aclarando peso o volumen), M (molar, un mol en un litro de solución).

Conductividad: Capacidad de conducir la corriente eléctrica por los iones presentes en una solución. El agua pura es mala conductora de la electricidad, debido a que su capacidad de ionizarse es muy limitada. Cuantos más iones se encuentren presentes en el agua mayor será su conductividad. [Para más información sobre este término...](#)

Dureza o GH: Se define como dureza al contenido de iones de Calcio y Magnesio en agua. Históricamente se lo definió como dureza debido a que los jabones no formaban espuma en aguas duras. Los jabones son ácidos grasos de cadena larga cuyas sales de calcio y magnesio no son solubles en agua y precipitan. Se expresa habitualmente como mg/L de CaCO_3 , aunque el calcio y el magnesio puedan provenir de cloruros, sulfatos, nitratos, etc. [Para más información sobre este término...](#)

Ión: partícula cargada eléctricamente. Solo puede existir en solución con un solvente capaz de autoionizarse. No todas las sustancias son capaces de ionizarse en agua, por ejemplo, el azúcar común se disuelve pero no se ioniza. Todos los ácidos, bases o sales se ionizan en mayor o menor medida.

pH: Forma de expresar la acidez, o sea la concentración de H_3O^+ . En química se define el operador matemático “p” como “logaritmo de la inversa de”, en este caso aplicado a H_3O^+ . Al ser una escala logarítmica el cambio de una unidad de pH equivale a un cambio de 10 unidades en la acidez. En la escala de pH neutro es 7, ácido valores menores a 7 y alcalino o básico valores mayores a 7. [Para más información sobre este término...](#)

Solución: Acción y efecto de resolver una duda o dificultad. En química dice de la mezcla homogénea de dos o más sustancias. Suele llamarse *soluta* al que esta en menor proporción y *solvente* al que esta en mayor, pero no siempre es así. El agua del acuario es una solución de numerosos solutos, siendo el agua el solvente.