

ARTÍCULO ORIGINAL

EL AGUA: FUENTE DE VIDA Y SU REGULACIÓN CORPORAL*

Water: source of life and its body regulation

Albino García Sacristán¹

Académico de Número de la Sección de Veterinaria de la Real Academia de Doctores de España
agarcias@ucm.es

RESUMEN

El agua tiene una gran importancia biológica, por ser un recurso absolutamente fundamental e indispensable para la supervivencia de los seres vivos, es el constituyente más abundante del organismo y el medio universal en que tienen lugar los procesos vitales. Sirve de vehículo en los procesos de absorción, transporte, intercambio, secreción y excreción del organismo. Esta importancia biológica hace que el agua tenga también una gran repercusión económica y social, ya que la disponibilidad efectiva de agua para uso humano es un minúsculo porcentaje del total existente en el planeta. La proporción de agua oscila dentro de límites muy estrechos gracias a un equilibrio muy bien regulado entre las cantidades de agua que ingresan y las que salen. El funcionalismo fisiológico del organismo origina una pérdida continua de agua y de electrolitos por diuresis, aire espirado, evaporación y transpiración cutánea, y excrementos. Así pues, incluso si las circunstancias son muy favorables, el organismo muestra una tendencia constante a la deshidratación. Frente a este problema, adopta un comportamiento apropiado de búsqueda y consumo de agua que se denomina "comportamiento dipsico". Esta desviación de la homeostasis hídrica desencadena el conjunto de respuestas correctoras que tienden a anularla, y entre ellas figura la reacción específica que denominamos "sed". El mantenimiento de la constancia de agua y los electrolitos depende del equilibrio entre su ingestión y su excreción, regulada esta última por diversos mecanismos renales. El riñón será pues el encargado de corregir los cambios en la composición electrolítica osmolar y de volumen de los compartimientos líquidos del organismo.

PALABRAS CLAVE: Agua, regulación corporal, fuente de vida.

ABSTRACT

Water is of great biological importance, as it is an absolutely fundamental and indispensable resource for the survival of living beings, is the most abundant constituent of the organism and the universal medium in which vital processes take place. It serves as a vehicle in the processes of absorption, transport, exchange, secretion, and excretion within the organism. This biological importance also gives water a significant economic and social impact, since the effective availability of water for human use is a minuscule percentage of the total existing on the planet. The proportion of water fluctuates within very narrow limits thanks to a tightly regulated balance between the amounts of water entering and leaving the body. The body's physiological functions result in a continuous loss of water and electrolytes through urination, exhaled air, evaporation, perspiration, and excrement. Thus, even under very favorable circumstances, the body exhibits a constant tendency toward dehydration. Faced with this problem, it adopts an appropriate behavior of seeking and consuming water, known as "dipsic behavior". This deviation from water homeostasis triggers a series of corrective responses that tend to counteract it, including the specific reaction we call "thirst". Maintaining the constancy of water and electrolytes depends on the balance between intake and excretion, the latter regulated by various renal mechanisms. The kidney is therefore responsible for correcting changes in the electrolyte composition, osmolarity, and volume of the body's fluid compartments.

KEYWORDS: Water, body regulation, source of life.

* Sesión académica de la RADE celebrada el 22-10-2025 con el título *El agua: fuente de vida y su regulación corporal*.
<https://www.rade.es/pagina.php?item=1975>

¹ Catedrático Emérito de Fisiología en la UCM

1. PREÁMBULO

El agua tiene una gran importancia biológica, por ser un recurso absolutamente fundamental e indispensable para la supervivencia de los seres vivos. El agua es el constituyente más abundante del organismo y el medio universal en que tienen lugar los procesos vitales, ya que como solvente, no hay literalmente nada que pueda compararse con el agua. Sirve de vehículo en los procesos de absorción, transporte, intercambio, secreción y excreción del organismo. Esta importancia biológica hace que el agua tenga también una gran repercusión económica y social, ya que la disponibilidad efectiva de agua para uso humano es un minúsculo porcentaje del total existente en el planeta.

2. EL AGUA EN LA TIERRA

El total del agua presente en el planeta, en todas sus formas, se denomina hidrosfera. El agua cubre $\frac{3}{4}$ partes, es decir el 71 % de la superficie de la Tierra. Se puede encontrar esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

La Tierra posee 1.386 millones de km³ de agua, de toda esa cantidad, el 97 % es agua salada, la cual se halla principalmente en los océanos y mares; solo el 3 % de su volumen es agua dulce, encontrándose la mayoría en los casquetes polares y en bolsas de agua subterránea, siendo difícil su extracción; quedando el 0,3 % para el consumo humano, de este 0,3 %, el 98 % está en lagos y pantanos, donde no toda la gente tiene acceso a ellos (30 % en los Grandes Lagos de África, 21 % en los Grandes Lagos de América y 20 % en el lago Baikal), el 2 % es transportada por los ríos, siendo el 70 % de sus suministros aprovechado para el riego. En realidad, el agua fácilmente accesible y renovada con regularidad equivale a menos del 0,1 % del total con que cuenta la tierra.

Ante la dificultad de disponer de agua potable para consumo humano en muchos lugares del planeta, se ha consolidado un concepto intermedio, el agua segura, como el agua que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos disueltos, o productos químicos dañinos a la salud, y es por lo tanto considerada segura para beber, y se emplea cuando el suministro de agua potable está comprometido. Es un agua que no resulta perjudicial para el ser humano, aunque no reúna las condiciones ideales para su consumo.

Si tenemos en cuenta que en el transcurso del siglo XX la demanda total de agua se ha multiplicado siete veces y que en muchas regiones donde los recursos acuíferos, antes suficientes, comienza a escasear el agua, debido a la agricultura intensiva, el turismo de masas, la salinización o la sequía endémica, es lógico pensar, como indican varios autores,

que este preciado bien será el gran protagonista de la era que ahora se inicia, como en el siglo XX ha sido el petróleo.

En un planeta habitado actualmente por 8.000 millones de personas, más de 1.200 millones no tienen acceso al agua potable. Se calcula que alrededor de 5 millones de niños mueren cada año por consumir agua contaminada y por falta de condiciones higiénicas y sanitarias. Además, estimaciones recientes sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20 % del incremento de la escasez global de agua. En China donde se concentra un quinto de la población mundial se han secado a lo largo del siglo XX el 35 % de los pozos.

La buena gestión del agua en las ciudades es una tarea compleja que requiere, por un lado, la gestión integrada de los suministros de agua, tanto para las necesidades domésticas como industriales, el control de la contaminación y el tratamiento de las aguas residuales, así como la gestión del caudal pluviométrico, la prevención de inundaciones y el uso sostenible de los recursos hídricos.

En el *“Informe global de evaluación del suministro de agua y del saneamiento”* publicado en el año 2000 por la OMS y la UNICEF, se especifica que un suministro razonable de agua debe corresponder a 20 litros mínimo por persona y día, procedente de una instalación situada a menos de un kilómetro de la vivienda del usuario. Valores muy distantes, tanto en exceso como en defecto, de los consumos reales actuales, en EE.UU. se consumen 550 litros de agua por persona y día, en los países europeos más desarrollados 350 litros, en España 245 litros y en países en desarrollo de 8 a 10 litros de agua por persona y día.

El Prof. Mayor Zaragoza contaba la anécdota que le sucedió cuando era presidente de la UNESCO con un grupo de niños del Magreb que estaban visitando París. Al finalizar la visita le preguntó a un niño de cara avispada ¿qué es lo que más le había gustado de París? Y el niño le contestó: ¡el grifo! Esta anécdota refleja la importancia que reviste comparar, porque sólo cuando nos damos cuenta de lo que tenemos lo apreciamos debidamente y lo disfrutamos de forma consciente. Para los que disponemos de agua caliente y fría, nos parece tan “normal” que dejamos de reconocer sus virtudes, hasta que un día nos falta. El valor de la sombra no se aprecia más que cuando nos hallamos expuestos, sin posibilidad de cobijo, a un sol inclemente. O la maravilla de la luz cuando, de repente, nos rodea la oscuridad. Por esta razón es tan conveniente imaginarnos, antes de que carezcamos de algo, lo que representa la ventaja cotidiana de su posesión. Y así, cada vez que abramos el grifo, pensaremos, en la respuesta de aquel niño magrebí.

En el Informe de las Naciones Unidas, publicado en el año 2003, sobre el *“Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo”*, se hace especial énfasis en que la verdadera tragedia de la carencia de recursos hídricos es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres,

que sufren el peso de las enfermedades relacionadas con el agua. La Asamblea General de Naciones Unidas aprobó el 28 de julio de 2010 una resolución que reconoce al agua potable y al saneamiento básico como derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.

Existen las posibilidades científicas y técnicas para garantizar el suministro de agua potable necesaria así como de los alimentos propios de una dieta adecuada que evitaría, como sucede en la actualidad, que mueran 60 mil personas diariamente de inanición. Y si queremos, podemos. Ningún desafío, dijo el Presidente Kennedy en 1963, se halla fuera del alcance de la capacidad creativa que distingue a la condición humana.

En la *II Cumbre sobre el desarrollo sostenible* de la O.N.U., celebrada en Johannesburgo en 2002, se postuló que para el año 2025 solamente un 34,34% de la población mundial no tendría problemas de acceso al agua potable.

En los *Acuerdos de París sobre calentamiento global*, en 2015, se presentó una investigación en la que habían participado 350 expertos de 22 países, donde se concluía que la mitad de la masa de hielo de los glaciares del Himalaya estaba en riesgo de desaparecer. En consecuencia, los principales ríos de Asia se desestabilizarán y ello afectará directamente a 250 millones de personas que habitan en la región del Hindu Kush Himalaya y por extensión a otros 1.650 millones que viven en los valles de sus ríos.

En la Región del Ártico, en el año de 1970 había 7,6 millones de km² de hielo, en el año 2005 se habían perdido 2 millones de km² y las previsiones para el año 2100 es que los glaciares hayan desaparecido. Situación similar a la que está sucediendo en los glaciares de los Alpes o en los Pirineos.

El *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* de 13 de Marzo de 2019, urgió a los Gobiernos de todo el mundo a tomar medidas radicales para frenar el grave deterioro medio ambiental que amenaza al planeta, consecuencia de la pérdida drástica de biodiversidad, la reducción de agua dulce por el cambio climático, la contaminación del aire y la inundación de plásticos en los océanos.

3. PAPEL BIOLÓGICO DEL AGUA

El papel biológico del agua depende de sus propiedades físicas y químicas, por su constante dieléctrica, que la permiten disolver numerosas sustancias, que según el tamaño de sus partículas se hallan en estado de micelas, moléculas o iones. La existencia de estas últimas partículas con carga eléctrica, de tanta importancia biológica, facilitan la génesis y coordinación de las señales eléctricas que permiten, por ejemplo, al cerebro pensar, al

corazón latir y al músculo contraerse. Esta capacidad dieléctrica del agua favorece la ionización de las sustancias en ella disueltas, y su elevada tensión superficial, así como su elevado calor específico, que la permite retener una cantidad de calor con un mínimo cambio de temperatura.

Esta fundamental acción termorreguladora del agua viene determinada por varias de sus propiedades, su elevado calor específico permite al organismo almacenar mucho calor sin un gran ascenso en la temperatura, su conductibilidad ayuda a la distribución del calor y a la uniformidad de la temperatura corporal, efecto debido principalmente a la circulación sanguínea y su elevado calor de evaporación facilita la lucha del organismo contra el aumento térmico.

La proporción de agua del organismo disminuye paulatinamente con la edad y como indican Davidson y Passmore: *“quizá el secreto de una feliz edad avanzada puede depender de una desecación afortunada”*. El embrión tiene 90 % de agua, mientras que el adulto posee entre el 50 y 60 % de la misma, siendo para el hombre de 55-60 % y de 50-55 % para la mujer. Esto es debido a que el tejido graso es más pobre en agua. Cuanta más grasa tenga una persona tanto menor será el porcentaje de agua por kg de peso corporal, hecho que explica la menor cantidad de agua en las mujeres con respecto a los hombres, como consecuencia a la mayor cantidad de grasa subcutánea en la mujer, y en los obesos respecto a los delgados. La mayoría de los órganos tienen porcentajes muy altos de agua, superiores al 75 %, como los riñones, pulmones, corazón, hígado, músculo, etc., mientras que el hueso solo tiene un 20 % y la grasa un 10 % de agua.

El agua del organismo tiene dos orígenes: el agua ingerida en las bebidas y en los alimentos, y el agua formada durante las transformaciones químicas de las sustancias nutritivas en el organismo. La proporción de agua oscila dentro de límites muy estrechos gracias a un equilibrio muy bien regulado entre las cantidades de agua que ingresan y las que salen. Como principio general puede decirse que el organismo tiende a eliminar el agua en exceso y a retenerla cuando es insuficiente.

El funcionalismo fisiológico del organismo origina una pérdida continua de agua y de electrolitos por diuresis, aire espirado, evaporación y transpiración cutánea, y excrementos. Así pues, incluso si las circunstancias son muy favorables, el organismo muestra una tendencia constante a la deshidratación. Frente a este problema, adopta un comportamiento apropiado de búsqueda y consumo de agua que se denomina *“comportamiento dípsico”*. Tal aptitud está especialmente adaptada a las necesidades hídricas del organismo tanto en las condiciones normales de la vida como en circunstancias inusuales (calor o ejercicio muscular) o incluso excepcionales (vómitos, diarrea o hemorragia).

El comportamiento de consumo de agua adaptado a las necesidades variables es un acto discontinuo, en tanto que las pérdidas hídricas son continuas. Esta adaptación para la

provisión discontinua frente a pérdidas continuas es posible gracias a la existencia del sistema gastrointestinal, que supone un verdadero reservorio, y de reservas en los distintos compartimientos hídricos extracelulares, caracterizados por una tolerancia relativamente grande en relación con su grado de hidratación. Para modificar la acción de los órganos correctores, debe existir un estímulo interno creado por la desviación, por exceso o por defecto, del valor normal. Esta desviación de la homeostasis hídrica desencadena el conjunto de respuestas correctoras que tienden a anularla, y entre ellas figura la reacción específica que denominamos “sed”.

La sed va a actuar como mecanismo primario de la ingestión de agua. La sensación de sed provoca el deseo de beber agua, y dicha sensación se alivia inmediatamente después de beber, aun cuando el agua ingerida no haya sido todavía absorbida por el sistema digestivo. La sensación de saciedad se debe a dos efectos combinados; uno el propio acto de beber, cuyo resultado es inmediato pero poco duradero y otro la distensión gástrica, que proporciona alivio de la sed durante un tiempo más prolongado. El llamado centro de la sed se encuentra situado en el hipotálamo del cerebro, en los núcleos supraóptico y paraventricular, actuando las neuronas que lo componen como osmorreceptores. También, el aumento de la osmolalidad del líquido extracelular y de la concentración de sodio produce una fuerte sensación de sed. En todos los casos, parece que la vía final común, determinante del estímulo, es precisamente la deshidratación de las neuronas que componen dicho centro.

La regulación de la osmolalidad de los líquidos corporales exige que las ganancias y pérdidas de agua en el organismo sean iguales. Si aumenta la osmolalidad de los líquidos corporales, se estimula la secreción de la hormona antidiurética y la sed, y desciende la excreción renal de agua. Cuando la osmolalidad de los líquidos corporales disminuye, se suprime la secreción de la hormona antidiurética y la sed, y se eleva la excreción renal de agua, aumentando la diuresis. El volumen del líquido extracelular está determinado por el balance de sodio. Cuando su ingesta excede a su excreción, existe un balance positivo de sodio y se produce una expansión del líquido extracelular. Por el contrario, cuando la excreción de sodio excede a su ingesta, hay un balance negativo, y aparece una depleción de volumen del líquido extracelular. Con la expansión de volumen de este, los sensores de baja y de alta de presión y de volumen inician una respuesta que finalmente lleva al aumento de la excreción de cloruro sódico y agua por los riñones. Los componentes de esta respuesta incluyen un descenso de la actividad nerviosa simpática de los riñones, la supresión del sistema renina-angiotensina-aldosterona y la liberación del péptido natriurético auricular desde las aurículas cardíacas.

En los mamíferos, la capacidad de concentrar la orina a una mayor osmolaridad que el plasma permite la conservación del agua, mientras que la posibilidad de eliminar una orina más diluida que el plasma promueve la eliminación del exceso de agua. Estas funciones las posibilitan las nefronas, donde las dos ramas del asa de Henle y el tubo colector funcionan

como un dispositivo de multiplicación de concentración por contracorriente que permiten, por cambios pasivos del agua, que establezcan una concentración progresiva y regulable entre todos los líquidos (comprendidos la orina y los líquidos intersticiales) de la corteza y la médula renal.

En las especies donde su hábitat es rico en agua la extensión entre la corteza y la médula renal es pequeña lo que determina que la longitud del asa de Henle y el tubo colector sea mínima (en el castor la relación corteza/médula renal es muy reducida con unos riñones aplanados). Por el contrario, en los animales donde su hábitat es muy pobre en agua la relación corteza/médula es muy extensa con unos riñones abombados. Esta estructura funcional les posibilita una mayor capacidad para concentrar la orina como sucede en algunos pequeños roedores del desierto, que puede ser también debida a una mayor actividad del transportador Na-K-2Cl. Si aplicamos esta relación corteza/médula renal en la especie humana se comprueba que es muy pequeña, lo que evidencia la gran dependencia que tienen los humanos para el agua.

En resumen, el mantenimiento de la constancia de agua y los electrolitos depende del equilibrio entre su ingestión y su excreción, regulada esta última por diversos mecanismos renales. El riñón será pues el encargado de corregir los cambios en la composición electrolítica osmolar y de volumen de los compartimientos líquidos del organismo. El fracaso de estos mecanismos, y las consiguientes alteraciones del balance acuoso, pueden producir graves trastornos capaces de poner en peligro la vida del individuo.

4. AGUA Y CIVILIZACIÓN

De todo lo comentado, podemos concluir que el organismo, esa máquina biológica tan perfectamente organizada, regula estrictamente este bien tan preciado como es el agua. Pero es curioso, que mientras que el organismo lo regula y aprovecha, el dueño de ese organismo, es decir nosotros, tengamos una mentalidad y un comportamiento tan despreocupado de este elemento. Porque el agua forma parte, por ser integrante esencial de la vida, de las grandes exigencias éticas que deben inspirar nuestro quehacer cotidiano. La historia nos ha dejado numerosos ejemplos sobre la importancia del agua. Así, los asentamientos humanos han elegido siempre, lógicamente, posiciones cercanas a los ríos, lagos y acuíferos de fácil extracción, para tener de esta manera una disponibilidad adecuada del “*bien natural*” que representa el agua dulce.

El agua y la civilización son inseparables, las más tempranas culturas surgieron en los valles de los grandes ríos: Éufrates, Nilo, Indo y Yangtsé, y hoy en día, el futuro de la civilización depende del uso racional de este recurso finito y vulnerable. En Occidente, del binomio urbanístico que Roma nos dejó en herencia, formado por viaductos y acueductos, como por

ejemplo el acueducto de Segovia, sólo hemos desarrollado el primero, el viaducto. Hemos construido millones de kilómetros de carreteras, que facilitan el transporte terrestre, al precio de un elevado consumo de petróleo y altos índices de contaminación ambiental. Ahora, además de sanear y descontaminar nuestros medios de transporte, tenemos que desarrollar el segundo término de la ecuación romana, hay que transportar agua mediante infraestructuras tan eficaces como las que se han construido para transportar gas y petróleo. Y además de las conducciones, hay que establecer reservas hidrológicas a gran escala que permitan evitar o atenuar las consecuencias, tanto de las sequías como de las inundaciones.

Con una tecnología mucho más rudimentaria que la actual, los alarifes y alamines árabes lograron crear en la Edad Media una red de aljibes, acequias, albercas y cisternas que facilitó la distribución de agua, tanto para uso agrícola como para consumo urbano, incluso en zonas particularmente áridas de la Península Ibérica, donde las fuentes y acequias de La Alhambra y el Generalife de Granada al igual que los canales de Tortosa, en el Bajo Ebro reflejan la importancia del agua. Es el *"Agua culta"* de Andalucía que cantaba Juan Ramón Jiménez, o la *"sonora copla borbollante"* que surca la poesía de Antonio Machado. En el silbo de la sequía, Miguel Hernández escribió: *"el agua eleva lo que el sol inclina"*.

Tener en cuenta el mañana en nuestra conducta de hoy no solo forma parte de la solidaridad intergeneracional sino de la justicia, columna vertebral de la gobernación democrática, en la que se enmarca una apropiada gestión del agua, tanto a escala nacional como internacional. Lo que hace cada vez más importante ese dicho de la sabiduría atávica de la tribu Masái: *"Nosotros no heredamos la Tierra de nuestros padres, sino que la pedimos prestada a nuestros hijos"*.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Charte Sociale de l'Eau. Académie de l'Eau. Paris, 2003.
2. El Agua, una responsabilidad compartida. II Informe de las Naciones Unidas. UNESCO, 2006.
3. Executive Summary of the UN World Water Development Report. UNESCO, 2003.
4. García Sacristán, A.: Fisiología Veterinaria. Editorial Tébar Flores, S.L. Madrid, 2018.
5. Mayor Zaragoza, F.: Agua, fuente de vida. En Lecturas singulares. Real Academia Nacional de Farmacia. 2010.
6. Objetivos del Milenio. Resolución Asamblea General de las Naciones Unidas, 2000.
7. Rojas Hidalgo, E.: El agua, un estudio biométrico. Editorial Instituto de Biología y Sueroterapia. Barcelona. 1992.