

De acuerdo!

La ciencia a tu medida

Edición N° 1

El agua

El agua: punto de partida

Las frutas: fuentes naturales de agua

Experiencias con mochila

El aprendizaje de los viajeros

¿Por qué el agua de mar es salada?

Beber hasta morir de sed

Energía a través de fusión nuclear

Buscando nuevas fuentes de energía

¿Cuántos litros de agua hay en tu hamburguesa?

El agua virtual

y mucho más...





Prefacio

Estimado lector:

En noviembre del 2012 un grupo de entusiastas nos reunimos en San José de Costa Rica y nos pusimos de acuerdo en crear una revista científica latinoamericana dirigida especialmente a jóvenes y que, con un formato moderno y visualmente atractivo, presente temas de metrología.

Metro... ¿qué? ¿Metrología? Exacto, de metrología y no de metereología. No se trata de un error ni de un juego de palabras. Metrología es el nombre de una ciencia no muy popular pero cuyas aplicaciones nos acompañan en casi todas las actividades diarias que realizamos.

Informar y provocar la curiosidad sobre la importancia que la metrología tiene en nuestras vidas y el rol fundamental que juega en la innovación y el desarrollo de los países, es parte de lo que nos hemos propuesto al crear esta revista.

La exactitud y la definición de las unidades de medida han preocupado siempre a gobernantes, productores, comerciantes, deportistas, científicos y consumidores. Para medir, a lo largo de los siglos se establecieron diversas unidades, algunas de ellas tan arbitrarias como por ejemplo, el largo del pie de un rey o el peso de una semilla de algarrobo. En el año 1875 diecisiete países firmaron la Convención del Metro para establecer la autoridad mundial en metrología, así como definir las unidades y los patrones que se utilizarían para asegurar la confiabilidad de las mediciones en distintas partes del mundo. Hoy son 93 los países que formalmente aplican el Sistema Internacional de Unidades, lo que facilita el comercio internacional, el desarrollo científico, la innovación y la productividad, así como la protección del consumidor y del medio ambiente.

La idea de crear esta revista surgió hace varios años. Junto con Alberto Parra del Riego, comunicador social y diseñador gráfico, habíamos estado desarrollando este proyecto, tomando como modelo la calidad de la revista *Maßstäbe*, editada por el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB). Jens Simon, su creador, nos permitió replicar el concepto en otros países. Encontramos aliados y socios para este proyecto en diferentes Institutos Nacionales de Metrología de Latinoamérica y aprovechamos la Asamblea General del Sistema Interamericano de Metrología, realizada a fines del año pasado en Costa Rica, para ponernos de acuerdo en los puntos fundamentales, formar el Comité Editorial y echar la idea a andar.

Ya que los acuerdos son la base de la ciencia que nos ocupa y porque estamos convencidos que buscar el entendimiento es un principio fundamental en toda actividad que emprendemos en colectivo, decidimos llamar a la revista: *¡De acuerdo! – La ciencia a tu medida*.

Las Naciones Unidas proclamaron al período 2005 – 2015 como *El Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida”*. Para contribuir con esta acción, decidimos darle al agua un lugar fundamental en la primera edición. En este primer número encontrarás artículos relacionados con la importancia que tiene el agua para la salud, el medio ambiente, la energía y el deporte, así como las últimas teorías sobre cómo llegó a la tierra, entre otros.

También quiero llegar a un acuerdo contigo: si te gusta la revista, pásale la voz a tus amigos y compártela con ellos. Si deseas, también escribe tu comentario en nuestra página web (www.revistadeacuerdo.org) para tener en cuenta tu opinión al editar nuestros próximos números. Te lo agradeceré.

Deseándote una interesante y entretenida lectura, recibe un cordial saludo,

ALEXIS VALQUI



Alexis Valqui, Director de la revista *¡De acuerdo! – La ciencia a tu medida*
Foto: Lisa Justine Neumann (PTB)



Índice



Prefacio

Alexis Valqui ... 1



El agua: punto de partida

Daniel de la Torre ... 4

Las frutas: fuentes naturales de agua

Mariella Checa ... 8

Cuando la calidad del agua es esencial para la vida

Claudia Mazzeo ... 11

Alimentos y salud

Harina, huevos, azúcar, y ¡humedad!

Jasson Clarke ... 14

Deporte

Olas, viento y medidas

Daniela Hirschfeld ... 18

El deporte también le hace bien al ambiente

Jazmín Beccar ... 21

El medio ambiente



Experiencias con mochila

El aprendizaje de los viajeros

Griselda Díaz ... 26

¿Por qué el agua de mar es salada?

Daniel de la Torre ... 30

Energía

Un largo viaje

Emilia y la gota de agua

Griselda Díaz ... 34

Energía a través de fusión nuclear

Un desafío para la ciencia

Camila Ibarlucea ... 36

¿Cuántos litros de agua hay en tu hamburguesa?

El agua virtual

Claudia Mazzeo ... 40

Economía del agua

Agua que pasa por mi casa ... y por mi medidor

Jasson Clarke ... 43

Agua que no has de beber

Mariella Checa ... 46

¿Midiendo con un repollo?

Alberto Parra del Riego ... 48

¿Cómo llegó el agua a la tierra?

Camila Ibarlucea ... 50



El agua: punto de partida

“Aquel mismo día, 2 de octubre, Phileas Fogg había despedido a su mayordomo, James Foster, por el enorme delito de haberle llevado el agua para afeitarse a 84 grados Fahrenheit en vez de 85...”. La causa del imperdonable error del mayordomo de Fogg no queda clara en las páginas de la novela *La vuelta al mundo en 80 días*, de Julio Verne, sin embargo, podemos estar casi seguros que todo se debió a un problema de “escaleras” y “peldaños”.

Distinguir la temperatura de un objeto resulta un poco complicado. Podemos saber si algo está caliente o frío, incluso decir si está muy frío o muy caliente, pero es una percepción que varía de persona a persona y resulta muy vaga. Para evitar errores, y ser tan exactos como el mayordomo que Phileas Fogg siempre soñó, necesitamos poder expresar las temperaturas con un número y clasificar estos números en un orden creciente; es decir, necesitamos una escala.

Agua para medir

Construir una escala se parece mucho a fabricar una escalera: sólo se necesita poner una serie de peldaños en el orden correcto y con la separación necesaria. De hecho, así es como se idearon las escalas que usamos hoy en día para medir la temperatura de los objetos. De allí que usemos la palabra grado, que en latín significa peldaño o escalón. Para medir la temperatura de manera confiable es necesario tener la referencia de algún cambio que pueda ser medido. Fue Galileo Galilei el primero en aprovechar la dilatación de los materiales con el calor y su contracción con el frío para construir un instrumento que, de alguna manera, hiciera visibles los cambios en la temperatura. Un día de 1603, Galileo calentó el aire dentro de un tubo y lo puso boca abajo sobre un plato con agua. Al disminuir la temperatura dentro del tubo y con ella el volumen que ocupaba el aire, el agua subió, ¡y allí estaba un cambio que podía medirse!

También descubrió que si variaba la temperatura de la habitación donde se encontraba el tubo, igualmente lo hacía el nivel de agua dentro del tubo y de este modo el científico italiano consiguió construir un termoscopio (del griego *thermes* = calor y *scopio* = observar). Años más tarde, el científico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit incorporó al tubo una escala graduada (la escala Fahrenheit) que permitía expresar la temperatura con un valor numérico y el mundo conoció el primer termómetro.

Para poner los peldaños en una escalera, es necesario “clavarlos” para que no se muevan. En una escala de medición es igual: los valores se “clavan” estableciendo una relación directa con algún fenómeno de la naturaleza que después puede repetirse de la misma manera. Fahrenheit decidió poner el 0 de su escala en la temperatura de la sustancia más fría que logró obtener en su laboratorio

| |
|--|
| 1357,77 K |
| 1337,33 K |
| 1234,93 K |
| 933,473 K |
| 692,677 K |
| 505,078 K |
| 429,7485 K |
| 302,9146 K |
| 273,16 K |
| 234,3156 K |
| 83,8058 K |
| 54,3584 K |
| 24,5561 K |
| 17,025 K hasta 17,045 K y de 20,26 K hasta 20,28 K |
| 13,8033 K |
| 3 K hasta 5 K |

Puntos Fijos de Definición de la Escala Internacional de Temperatura (ITS-90)

| |
|--|
| Punto de solidificación del cobre |
| Punto de solidificación del oro |
| Punto de solidificación de la plata |
| Punto de solidificación del aluminio |
| Punto de solidificación del zinc |
| Punto de solidificación del estaño |
| Punto de solidificación del iridio |
| Punto de fusión del galio |
| Punto triple del agua |
| Punto triple del mercurio |
| Punto triple del argón |
| Punto triple del oxígeno |
| Punto triple del neón |
| Presión de vapor del hidrógeno en equilibrio |
| Punto triple del hidrógeno en equilibrio |
| Presión de vapor de saturación del helio |

(hielo con sal). No obstante, fue a la mitad del siglo XVIII cuando el físico y astrónomo sueco Anders Celsius ideó “clavar” los escalones de su escala, usando los fenómenos térmicos más evidentes y comunes de la naturaleza: los cambios de estado del agua. Asignó el valor 0 a la temperatura de ebullición y 100 al de la descongelación, definiéndolos como puntos fijos de referencia, y después dividió el espacio intermedio en 100 escalones. Tres años después, su compatriota Carl von Linné invertiría la escala propuesta por Celsius para darle la forma que hoy conocemos, es decir 0 °C para el punto del hielo y 100 °C para el punto de ebullición del agua. Debido a su conveniencia,

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

la escala Celsius resultó una de las más difundidas y utilizadas para la observación de la temperatura y el análisis de fenómenos térmicos y lo sigue siendo hasta la actualidad.

Clavar escalones

Con el paso del tiempo resultó que los “peldaños” de la escala Celsius no estaban tan fijos como pensábamos. Factores como la presión atmosférica y las sales disueltas en el agua pueden modificar sensiblemente las temperaturas a las que el agua se congela o hierve. Al buscar una mejor escala, el físico William Thomson (Lord Kelvin) propuso a finales del siglo XIX una nueva escala de temperatura. Lo sorprendente de esta propuesta es que, por medio de cálculos matemáticos y experimentos con gases, Lord Kelvin dedujo la existencia de un punto en el que las moléculas y átomos de un sistema tienen la mínima energía térmica posible. Encontró que esta temperatura sería de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y allí fijó el cero absoluto a la que llamó escala absoluta de temperatura. Además del cero, para poder construir su nueva escala Lord Kelvin necesitaba otro punto de referencia y nuevamente lo encontró en el agua. Se trata del punto triple del agua, un fenómeno en el que, bajo una única combinación de presión y temperatura, es posible tener al mismo tiempo los tres estados o fases del agua: hielo, agua y vapor.

Gracias a su exactitud y la facilidad con que se puede realizar, la escala propuesta por Lord Kelvin da origen a la llamada escala termodinámica de temperatura. A su vez, la unidad de esta escala (K) es una de las unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades.

En México, los encargados de mantener “clavados” los peldaños de la escala de temperatura son los miembros del grupo de termometría del Centro Nacional de Metrología (Cenam), encabezados por el doctor Edgar Méndez Lango. En su laboratorio no hay clavos ni martillos, sino una extensa colección de botellas llenas de agua llamadas celdas del punto triple del agua. “La celda es un envase sellado dentro del cual tenemos una cantidad de agua extremadamente pura, es decir H_2O y solo eso”, explica Méndez Lango.

Para obtener nuestro punto de referencia, necesitamos que en la celda se formen las tres fases del agua: la sólida, la líquida y el vapor. ¿Imposible? “En realidad no”, aclara el especialista. “Sabemos que para obtener hielo hay que meter un recipiente con agua al congelador y ¡listo!, ¡ya tengo hielo! Si el congelador está demasiado frío, toda el agua se hará hielo. Con un poco de práctica puedo mover el control del congelador hasta encontrar una temperatura en la que coexistan en equilibrio el líquido y el sólido”. Para conseguir el vapor, el especialista explica que a menor presión, menor es la temperatura de ebullición. Así que comenzamos a bajar la presión de nuestra agua con hielo. Al cabo de cierto tiempo veremos que poco a poco el agua empieza a burbujear, pero también que la cantidad de hielo en la botella aumenta. Para obtener

el punto triple es necesario que las cantidades de agua, hielo y vapor permanezcan sin cambio, así que probamos hasta encontrar una presión y una temperatura en la que el agua hierva, sin que la cantidad de hielo aumente. De esta manera, controlando presión y temperatura, podemos obtener las tres fases en equilibrio.

El punto triple del agua solo se produce en la celda a $273,16\text{ K}$ ($0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$). Así que, si introducimos en dicha celda un termómetro, solo debe marcar ese valor. Si el termómetro muestra otro valor, entonces sabremos que tiene un error y podremos hacer los ajustes para corregir futuras mediciones.

Actualmente, además de la referencia al punto triple del agua, la escala de temperatura cuenta con otros 15 puntos fijos. Así se “clavan” en total 16 “peldaños”. Al vincular estas temperaturas con los puntos triples de gases como el oxígeno, el hidrógeno y los puntos de solidificación de metales como la plata, el oro o el cobre, podemos asegurar las mediciones de un termómetro para diferentes rangos de temperatura.

Si el día de hoy Phileas Fogg saliera a recorrer Latinoamérica, no tendría que preocuparse por la temperatura del agua para afeitarse. Su mayordomo podría calibrar un termómetro en alguno de los diferentes institutos nacionales de metrología existentes en esta parte del mundo. El trabajo de estos institutos es, justamente, asegurar que las mediciones realizadas en cada país sean correctas y confiables. De esta manera, a lo largo de todo su viaje, cada mañana Fogg tendría en el baño un balde con agua a unos exactos y vaporosos $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($85\text{ grados Fahrenheit}^1$).

DANIEL DE LA TORRE (MÉXICO)

Celdas del punto triple del agua



¹La unidad grado Fahrenheit no pertenece al Sistema Internacional de Unidades



No solo el 60 % de nuestro cuerpo está compuesto por agua. También las frutas que consumimos llevan una gran cantidad de agua en su composición. El control de la calidad del agua en la medicina es de vital importancia, ya que de ello puede depender el correcto funcionamiento de nuestros órganos vitales y así salvar muchas vidas.



**Alimento
y salud**

Las frutas: fuentes naturales de agua

Las hay de todos los tamaños, colores, texturas y sabores, pero tienen algo en común: su alto contenido de agua; un líquido sano y seguro que puede complementar de manera saludable las necesidades diarias del organismo.

En medio de una pesadilla, Sandra se veía caminando sedienta en medio de un gran arenal. El sol le quemaba la piel, el sudor mojaba sus ropas y la sequedad torturaba su boca. Cuando despertó angustiada, se descubrió anhelando un pedazo de esa sandía que había comprado en su camino de vuelta a casa, y confirmó que una parte de la realidad se había filtrado en el mundo de sus sueños, pues, efectivamente, tenía los labios secos. Sin pensarlo dos veces, se fue a la cocina, en pos de esa tajada que le alivió la sed y le hizo posible continuar el descanso.

Ella se había acostado sin antes recuperar el líquido que había perdido a través del sudor, durante la caminata que la llevó de vuelta al hogar y, por eso, su cuerpo la despertó, reclamando lo que consideraba necesario para seguir funcionando saludablemente.

“Un 60 % de nuestro peso es agua y se siente sed cuando el organismo ha perdido 2 % o más de esa cantidad de líquido”, explica la licenciada Luisa Amelia De la Zota, nutricionista del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Perú, quien precisa también que en los niños este porcentaje es mayor, pudiendo alcanzar hasta un 75 %. Aclara también que en las personas de la tercera edad suele dejar de funcionar eficientemente esa alarma natural de la falta de agua que es la sed, por lo que es necesario que los ancianos presten especial atención a su hidratación.

El agua ayuda a regular la temperatura del organismo y es el medio a través del cual los nutrientes llegan a las células, así como también el vehículo mediante el que se eliminan los desechos que ya no sirven al cuerpo. “Está en la sangre, en los músculos, en el líquido linfático, en el tejido óseo, en la piel; en toda la composición corporal siempre está presente el agua, hasta en los huesos, que parecen secos”, señala la especialista.

Del mismo modo, refiere que dependiendo de la actividad física que realice la persona, elimina un promedio de dos litros de líquido al día, por lo que es recomendable consumir como mínimo esta misma cantidad, equivalente a ocho vasos, en el transcurso de 24 horas. De lo contrario, si el cuerpo pierde y no renueva la cantidad perdida de agua, empieza el proceso de deshidratación, que afecta integralmente al organismo y puede generar calambres, visión borrosa, sequedad en la piel y la lengua, mareos, entre otros malestares.

Grandes proveedoras de los líquidos que el cuerpo humano necesita son las frutas. Todas ellas tienen al agua como el principal de sus componentes. Sin embargo, hay algunas que destacan precisamente porque poseen un altísimo contenido de este ingrediente. Entre ellas podemos mencionar la cocona, la naranja, la fresa, la piña, la toronja, la mandarina, la pomarrosa, la papaya, el pepino dulce, la lima, el tumbo costeño, el melón, la sandía y el camu-camu, cuyo porcentaje de agua fluctúa entre un 88,5 % y un 93,3 %.

“Es importantísimo comer frutas a diario”, recomienda De la Zota, aunque no aconseja remplazar con ellas la ingesta de agua. “Yo diría que lo recomendable es complementar con su consumo el requerimiento del organismo en cuanto a líquidos”, precisa, indicando nuevamente los dos litros como el mínimo a beber en cada jornada. En tal sentido, estima que la parte comestible de una naranja -que por lo general pesa entre 100 y 120 gramos-, equivale a 80 mililitros o a poco más de un tercio de vaso líquido.

Del mismo modo, calcula que una porción de sandía, de 100 gramos de peso rinde 93 gramos aproximadamente. Y en base a estos ejemplos, sostiene que una persona adulta puede ir sumando el aporte de agua de los diferentes alimentos hasta completar la cantidad que desea consumir. Para facilitar la tarea, explica que la cantidad de los líquidos se puede expresar

en gramos, si lo que se quiere es aludir a la masa, o en mililitros si la referencia es más bien al volumen.

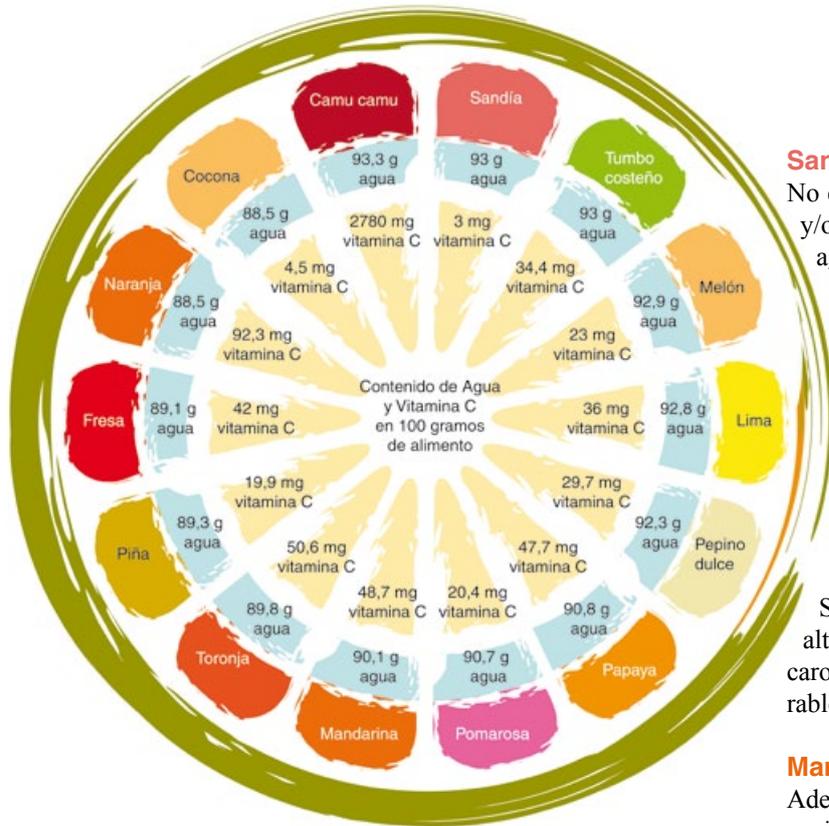
Como si el importante aporte de líquidos que hacen no fuera suficiente, las frutas ricas en agua suelen contener también una notable cantidad de vitamina C. Estas son sustancias que el cuerpo humano necesita pero que no produce por sí mismo. Son muchas y cada una de ellas es esencial para alguna función del organismo, por lo que deben ser administradas a través de los alimentos. Concretamente, la vitamina C que tienen las frutas ricas en agua, que también se conoce como ácido ascórbico, es fundamental para los dientes, las encías y los vasos sanguíneos. Por si esto fuera poco, las frutas tienen también una muy buena cantidad de fibra en su parte comestible y, en el caso de la naranja, también en la cáscara. La fibra no es un nutriente, pero aportando consistencia, contribuye al buen funcionamiento del intestino y favorece la digestión.

Las frutas que lucen un intenso color naranja, como la papaya o la mandarina, poseen, además, mucho betacaroteno, que el hígado y los intestinos transforman en vitamina A, para hacer posible el buen trabajo de la vista y las membranas mucosas, y dar a la piel un aspecto saludable.

“Es importante combinar los colores de las frutas porque en cada color hay nutrientes diferentes y por lo tanto una riqueza diversa; así como los alimentos blancos, derivados de la leche, dan calcio y las carnes rojas aportan hierro. Si al final del día constatamos que hemos ingerido alimentos de todos los colores, lo más probable es que hayamos tenido una alimentación balanceada”, señala De la Zota.

No obstante, la especialista advierte que en el caso de las frutas ricas en agua y vitamina C, esta última puede perderse si se cortan y la pulpa se mantiene mucho tiempo en contacto con el oxígeno del aire, pues de inmediato se inicia el proceso de oxidación. Por esta misma razón, no se muestra muy entusiasta de los extractos, pues si bien el agua y los otros nutrientes que pueda tener la fruta se mantienen intactos, a la ya aludida pérdida de la vitamina C se suma la de la fibra, que suele ser descartada y, por lo tanto, desaprovechada.

Algo parecido sucede con las salsas, los postres, las mermeladas y los platos de fondo, pues la cocción seca el líquido de las frutas y anula la vitamina C. Aunque los jugos y los helados son hechos con productos frescos, estos sufren también la ya aludida merma, al ser cortados o al permanecer



Fuente: Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud/Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Elaborado por María Reyes García, Ivan Gomez Sanchez Prieto, Cecilia Espinoza Barrientos, 8° Ed., Lima, Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009. Gráfico: Alberto Parra del Riego

en contacto con el aire. “Lo ideal es consumir la fruta cruda, entera y bien lavada”, señala la nutricionista, incluyendo en su recomendación la ingesta de la cáscara.

Respecto a esta capa externa, explica que su función es precisamente proteger el interior de las frutas y hace notar que son aquellas cuyo contenido de líquidos es alto las que suelen tener la cáscara gruesa, como es el caso del melón, la sandía, la piña y el coco, cuyos zumos se perderían fácilmente si el tejido que los envuelve no fuera lo suficientemente fuerte e impermeable.

¿Y de dónde provienen los líquidos que tan generosamente nos regalan las frutas? Pues de suelos que a su vez también son ricos en agua, como son los de la selva, donde las lluvias son frecuentes, o del subsuelo, pues plantas como los cocoteros, por ejemplo, tienen raíces muy largas, que expresando la sabiduría de la naturaleza, abastecen a la planta con el líquido que extraen de fuentes muy profundas.

Las más generosas:

Camu-camu (*Myrciaria dubia*)

Es una fruta exquisita, que crece en la selva del Perú. Destaca por su altísima cantidad de vitamina C pues es la que más la tiene. Gracias a ello, fortalece el sistema inmunológico del organismo y protege al cuerpo del ataque de los radicales libres que envejecen las células. Se usa en la preparación de refrescos, helados, cremas y postres.

Sandía (*Citrullus lanatus*)

No en vano su nombre traducido literalmente del inglés y/o el alemán -*watermelon*, -*Wassermelone*- es melón de agua, pues de cada 100 gramos de sandía, 93 son de líquido. Además de su fresca y dulce sabor ofrece al cuerpo humano una gran ayuda para la eliminación de toxinas, ya que es un diurético natural.

Tumbo costeño (*Passiflora tripartita*)

Tiene también 93 % de agua y, como casi todas las frutas, gran cantidad de vitamina C. Se come crudo y con él se preparan refrescos y postres.

Naranja (*Citrus sinensis*)

Su porcentaje de agua llega al 88 %, y, además de su alto contenido de vitamina C (92,3 mg), ofrece el beta-caroteno, que luego se convierte en vitamina A, tan favorable para una buena visión y una piel saludable.

Mandarina (*Citrus reticulata*)

Además de 90 % de agua, esta fruta tan agradable y jugosa, es rica en vitaminas A y C. También contiene vitamina E, potasio, magnesio y fósforo.

Piña (*Ananas comosus*)

Su principal componente es el agua, que alcanza el 89,3 % de su peso. Las más pequeñas son las más sabrosas y saludables, porque concentran mejor su sabor y sus beneficios.

Pomarrosa (*Syzygium jambos*)

El 90,7 % de su peso corresponde al agua que contiene y es una fruta baja en calorías. Crece en la selva peruana, donde se le consume cruda. Es una gran ayuda para combatir el estreñimiento y para limpiar la piel.

Fresa (*Fragaria vesca*)

Con alto contenido de potasio, las fresas ayudan a eliminar el agua a través de la orina. Contienen 89,1 % de agua.

MARIELLA CHECA (PERÚ)

Dato curioso:

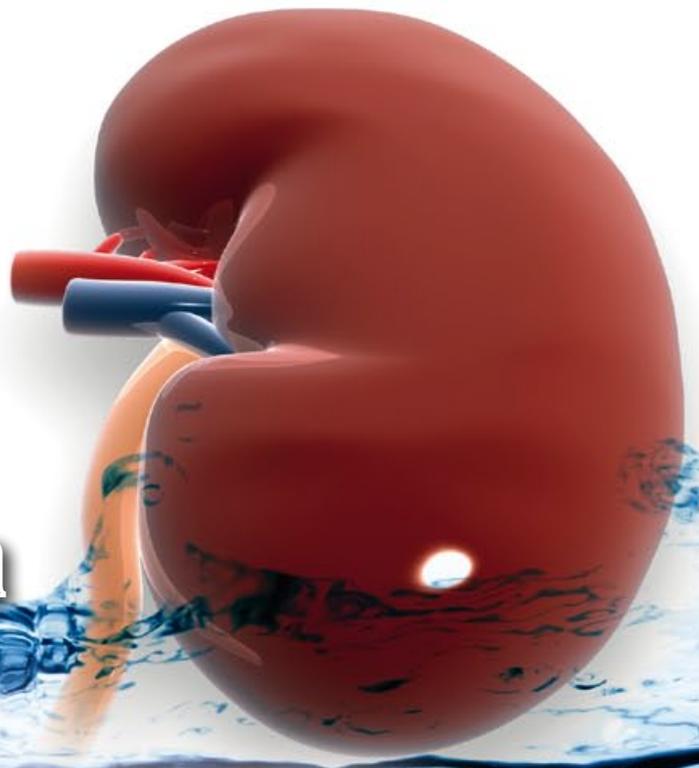
Si bien hemos visto que las frutas son consideradas una fuente natural de agua, existen también las frutas deshidratadas.

Las hechas pasas o los higos secos, por ejemplo, se conservan por mucho más tiempo que en su estado natural porque al perder sus líquidos, concentran los azúcares que llevan en su composición y estos actúan como conservantes naturales.

Además, los principales causantes de la descomposición de las frutas, como los microorganismos, las bacterias y los hongos, necesitan aire y agua para vivir, por lo que eliminar o reducir lo más posible la presencia de dichos elementos prolongará la vida del alimento.

Fotos (págs. 8-9): Frutas, Walter Hupiu

Cuando la calidad del agua es esencial para la vida



En las próximas 24 horas dos pequeños órganos que caben en la palma de una mano, tus riñones, filtrarán alrededor de 190 litros de sangre. ¿Cuál es la importancia de esta tarea y cómo trabaja un riñón artificial? Entérate sobre qué diferencia hay entre el agua de grifo y el líquido que se emplea para depurar la sangre cuando es necesario suplir la función renal.

Todos los días el cuerpo humano realiza la difícil tarea de regular por sí solo la composición de los fluidos de su cuerpo, la que continuamente se ve alterada por la ingestión de agua, sales y sustancias nutritivas.

Cerca de un quinto del total de sangre bombeada por el corazón en cada contracción pasa por los riñones, a los que llega por medio de la arteria renal. Esto significa que por esos órganos pasan alrededor de 1500 litros de sangre cada 24 horas. De ese total, estas sofisticadas máquinas procesan cerca de 190 litros de sangre diarios y eliminan algo así como 2 litros de desechos y el agua que sobra, bajo la forma de orina.

Los 190 litros de fluidos filtrados diariamente en los riñones representan tres o cuatro veces el total de agua contenida en el organismo de un adulto. El 60 % del peso del organismo del adulto es agua, porcentaje que varía con la edad.

Con forma de porotos y un tamaño aproximado a los 10 cm de largo por 6,5 cm de ancho, estos órganos que caben en la palma de una mano, se localizan cerca de la parte media de la espalda, justo debajo de las costillas inferiores, uno a cada lado de la columna vertebral.

Sus funciones principales son eliminar sustancias que nuestro organismo no necesita, producir hormonas para la formación de glóbulos rojos y los huesos, regular la presión arterial y controlar el agua y las sales de nuestro cuerpo. La remoción de los desechos ocurre en minúsculas uni-

dades ubicadas dentro de los riñones, y que son llamadas nefronas. Cada riñón tiene alrededor de un millón de nefronas y en cada una de ellas pequeñísimos vasos sanguíneos, los glomérulos, actúan como una unidad de filtrado o colador, manteniendo las proteínas y células normales en el torrente sanguíneo, y haciendo pasar los desechos y el agua en exceso. Además de conservar agua, los riñones también deben retener sodio y glucosa. Al mismo tiempo deben eliminar los productos nitrogenados que son tóxicos (en especial una sustancia orgánica llamada urea) y que se producen como consecuencia del desmembramiento de las proteínas.

¿Y si no funcionan?

Una de las funciones de los riñones es la de filtrar el sodio, sacándolo del cuerpo en la orina. Cuando por alguna razón estos órganos se dañan pueden no filtrar tan bien como cuando están sanos, haciendo que el sodio permanezca en el cuerpo y genere aumento de la presión arterial y un edema por retención de líquido.

La mayoría de las enfermedades de los riñones atacan a estas pequeñas unidades de funcionamiento, las nefronas, haciéndolas perder su capacidad de filtración. Esto puede suceder abruptamente, por ejemplo a causa de un accidente que ocasiona una lesión, operaciones quirúrgicas, o intoxicaciones medicamentosas, entre otras causas, aunque en la mayor parte de los casos las lesiones ocurren lentamente y de manera silenciosa, lo que lleva a advertir

el daño al riñón recién después de años -o incluso décadas- de iniciado el proceso.

Las dos causas más comunes de la insuficiencia renal suelen ser la diabetes y la presión arterial alta. Pero también existen factores hereditarios y otras causas bien diversas (entre ellas, infecciones, cálculos, obstrucciones, quistes y la acción de determinados fármacos).

La hipertensión va dañando progresivamente al riñón, evidenciándose cinco etapas diferentes. En las tres primeras, la función del o de los riñones se encuentra relativamente conservada y por lo tanto los médicos suelen indicar un tratamiento conservador; en la cuarta y quinta etapa en cambio, se pone en evidencia un deterioro mayor, con una disminución de la capacidad de filtración tal que es necesaria la realización de diálisis. Si bien es cierto que la enfermedad renal puede resultar asintomática, lo que suele suceder en la mayoría de los casos en etapas tempranas, también lo es que existen hoy estudios sencillos para detectarla, como el análisis de sangre y de orina. De ese modo, la enfermedad puede detectarse durante chequeos de rutina, o por casualidad cuando los análisis son solicitados frente al abordaje de otra enfermedad o sintomatología.

La pérdida gradual de la función renal se conoce como enfermedad renal crónica (ERC) o insuficiencia renal crónica. Algunas personas nacen con solo un riñón, y no obstante ello pueden llevar una vida normal y sana (con alimentación saludable). Dado que se puede vivir con un solo riñón, miles de personas en el mundo donan uno de sus riñones para ser trasplantado a un familiar o amigo.

¿Cuál es el límite de la función renal? Los especialistas indican que, cuando la función de los riñones se reduce a menos del 25 % de su capacidad, ocurren problemas de salud graves; si disminuye a menos de 10 ó 15 %, la persona necesita alguna forma de terapia de reemplazo renal, esto es, tratamientos para limpiar la sangre (diálisis) o un trasplante de riñón.

En la ERC, la función del riñón no se restablece, por eso es necesario sustituirla a través de la diálisis. No sucede lo mismo con la insuficiencia renal aguda (en la que el riñón sólo se encuentra afectado circunstancialmente).

Existen dos formas de diálisis empleadas para sustituir las funciones del riñón hasta que éstas se restablecen, o hasta que se decide y efectúa el trasplante: la hemodiálisis y la diálisis peritoneal.

La hemodiálisis, que es el tratamiento más frecuente, utiliza un filtro llamado dializador que funciona como un riñón artificial para depurar la sangre. Durante el tratamiento de hemodiálisis, la sangre sale del cuerpo mediante punción de una aguja fija y llega a través de unos tubos hasta el dializador, el que filtra tanto los desechos como el exceso de sal y agua. A continuación, la sangre limpia fluye a través de otro conjunto de tubos e ingresa sin re-

siduos, a través de otra aguja, en el cuerpo de la persona bajo tratamiento. La máquina de hemodiálisis monitorea el flujo sanguíneo y elimina los desechos del dializador.

Este procedimiento, que por lo general se realiza en centros especializados, suele prolongarse por tres a cuatro horas, siendo repetido tres veces por semana. Pero, ¿quién lo inventó y cómo fue la primera máquina?

Con un envase de salchichas y el motor de un limpiaparabrisas

En 1941 el médico holandés Willem Kolff observó por primera vez que era posible extraer urea y agua de la sangre a través de una membrana de celofán. Para lograrlo, sumergió una bolsa de ese material llena de sangre en una solución de azúcar y sal disueltos en agua, casi del mismo modo que cuando sumergimos en agua un saquito de té. Residuos tales como las partículas de urea pasaban así a través del celofán, en un proceso físico de difusión llamado diálisis (en este caso hemodiálisis o diálisis sanguínea). El paso del agua a través de la membrana es consecuencia de la presión osmótica, pero además puede ser complementada por un proceso de ultrafiltración, en el que el agua se impulsa en forma activa hacia afuera del medio sanguíneo. (Los riñones artificiales combinan los tres procesos mencionados).

Con ese conocimiento, el doctor Kolff, ayudado por el ingeniero Hendrick Berk, construyó el primer dializador utilizado con éxito en el mundo. En 1943, en el Hospital de Kampen, en la Holanda ocupada por el ejército nazi, Kolff utilizó por primera vez su invención, un riñón artificial, en un ser humano. El equipo de hemodiálisis que usó constaba de un tubo de celofán (del mismo tipo que el empleado para recubrir salchichas) que, plegado alrededor de un cilindro metálico, se llenaba con la sangre del enfermo impulsada por una bomba peristáltica. Todo el conjunto, accionado por el motor del limpiaparabrisas de un viejo Ford desmantelado, giraba sumergido en una batea que contenía un baño con la composición del líquido plasmático. El paciente falleció, como ocurrió con los siguientes catorce. Recién dos años más tarde, la paciente número 16, de 67 años de edad, fue la primera en sobrevivir a la



Los riñones vistos a través de una resonancia magnética (MRI).
Foto: © Andrey Burmakin - Fotolia.com

insuficiencia renal aguda y la hemodiálisis. Su nombre era María Schafstad y estaba encarcelada cuando entró en coma urémico. Kolff efectuó con éxito una prolongada sesión de diálisis; la paciente vivió 7 años más y murió de causas ajenas a sus problemas renales.

El primer país que aceptó abiertamente e instaló este método para su utilización inmediata fue Canadá, en Montreal.

Calidad de agua: ¿cuál sirve para hemodiálisis?

Es fácil imaginar que la calidad del agua que se emplea para realizar hemodiálisis es un factor clave en la eficacia del tratamiento. Debe responder a exigencias de calidad superiores a las establecidas para el agua potable ya que el agua de diálisis entra en relación con la sangre de los pacientes, pese a estar separada por la membrana del dializador, siendo uno de los elementos fundamentales del tratamiento dialítico.

En términos generales es posible afirmar que el agua empleada para hemodiálisis no debe superar el 10 % de la concentración de tóxicos establecida para el agua de consumo humano.

Un trabajo de revisión sobre tratamiento del agua para hemodiálisis publicado por la revista *Nefrología* indica que como la producción del líquido de diálisis se realiza por lo general a partir del agua de la red pública, la mayoría de las complicaciones registradas, en relación con la calidad del agua utilizada, han sido consecuencia de los contaminantes que contienen y por lo tanto de los métodos utilizados para su depuración y potabilización. Así es como en los líquidos de diálisis aparecen sustancias como cloro (añadido al tratar el agua potable), observando los médicos complicaciones en los pacientes como ser: reacciones a pirógenos (residuos de bacterias, que pueden causar fiebre), síndrome de agua dura (agua con alto contenido de calcio y magnesio disueltos), o intoxicación por aluminio (si bien este elemento es un componente natural del agua, en el tratamiento del agua potable suele agregarse sulfato de aluminio, el cual actúa como agente filtrante).

De esta manera, al igual que el agua potable, el agua para hemodiálisis puede contener tanto contaminantes de origen químico como microbiológico. Entre los primeros se encuentran además de aluminio, cloro, calcio y magnesio, flúor, nitratos, cobre, zinc, sodio y potasio. Entre los segundos, bacterias (como las *Pseudomonas*) así como virus, hongos, algas y protozoos.

En todos los países distintas instituciones, públicas y privadas, suelen efectuar análisis de aguas de hemodiálisis por demanda de hospitales y centros de tratamiento de enfermedades renales, para garantizar su control de calidad. Las legislaciones de cada país establecen cuáles son los

parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que estas aguas deben cumplir. Así, a partir del muestreo de las aguas destinadas a hemodiálisis, los laboratorios que hacen control de calidad analizan su contenido para ver si responden o no a esos parámetros fijados en términos de niveles máximos permitidos. Ese procedimiento requiere el uso de equipos de laboratorio especializados tales como cromatógrafos de intercambio iónico (C.I.) y espectrofotómetros de absorción atómica (AA).

Con una frecuencia de alrededor de 30 días, la que varía de acuerdo con lo que fija la legislación de cada país, se toma una muestra del agua que sale de los filtros de agua de diálisis (que filtran cloro y otros elementos descriptos, además de bacterias, en la sala de máquinas) y que va a las máquinas, y se analiza. No obstante, en caso que un paciente presente una reacción pirógena (fiebre, escalofríos) durante la sesión de diálisis, de inmediato se toma una muestra y se realiza un análisis bacteriológico.

Cifras en Argentina

En la Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) es referente en el control de la calidad del agua para hemodiálisis y existen diferentes normativas que establecen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que estas aguas deben cumplir.

De acuerdo con datos oficiales (INCUCAI, febrero de 2013) en el país hay alrededor de 28 mil pacientes que se someten a hemodiálisis, en 536 centros de atención.

Los especialistas del INTI señalan que una deuda pendiente en materia de análisis de agua para hemodiálisis es el establecimiento de criterios que permitan el aseguramiento de la calidad de las mediciones en los laboratorios que intervienen en estos análisis. Para lograrlo sería necesario implementar diferentes medidas como la realización de ensayos de intercomparación y el establecimiento y provisión de material de referencia a estos laboratorios.

Los ensayos de intercomparación o interlaboratorios son una herramienta de aseguramiento de la calidad de los resultados de las mediciones de un laboratorio, al permitir comparar sus resultados analíticos en un determinado ensayo con el de otros laboratorios de similar ámbito.

Los materiales de referencia proporcionan la trazabilidad esencial en las mediciones y son utilizados, por ejemplo, para calibrar equipos, controlar la calidad de los resultados de las mediciones y validar métodos.

CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)

Harina, huevos, azúcar, ¡y humedad!



El aire a tu alrededor y un delicioso pastel de chocolate tienen algo en común: contienen pequeñas moléculas de agua en forma de vapor, al que llamamos humedad. ¿Sabías que la humedad juega un papel muy importante al cocinar los alimentos?

- Luis, pásame la mantequilla y los huevos del refrigerador, por favor.

- ¿Estás seguro de lo que estás haciendo? —pregunta Luis con un poco de duda.

- Sí... bueno, casi. Bah, mi mamá es repostera, la he visto hacer esto un millón de veces.

- La verdad estoy preocupada, Adrián —dice Gabriela entre carcajadas—. ¡Ni siquiera has leído la receta!

Adrián, Luis y Gabriela quieren hacerle una fiesta sorpresa a su amiga Carolina, quien está por cumplir diecisiete años. Tomaron prestada la pastelería de doña Elena, la mamá de Adrián, para hornear el pastel de cumpleaños, además de galletas, pastelillos y bocadillos para la celebración.

Pero, aunque los tres han visitado la pastelería de doña Elena muchas veces, no están muy seguros de cómo proceder.

- Adrián, acuérdate que el pastel debe quedar esponjoso y húmedo, y las galletas crujientes, ¡no al revés! —bromea Luis.

- Muy gracioso, Luis. Tranquilos chicos, nada más necesitamos seguir las recetas y listo. Miren, esta es la del pastel, y esta otra, la de las galletas.

- Qué extraño, ambas recetas empiezan con los mismos ingredientes: mantequilla, huevos, azúcar y harina —dice Gabriela extrañada—. ¿Cómo van a salir galletas y un pastel de dos recetas tan parecidas? Mejor pidámosle ayuda a tu mamá, Adrián.

Doña Elena, con años de experiencia, accede gustosa a darles una mano a los muchachos, para que tengan la mejor de las reposterías en la fiesta.

- Antes de empezar, lávense las manos y pongan el horno a precalentar.

Mientras empiezan a cocinar, Gabriela aprovecha para salir de su duda. ¿Por qué ambas recetas tienen ingredientes similares, pero dan resultados tan diferentes?

Doña Elena no será científica, pero sí experta pastelera, y conoce bastante sobre la ciencia de los alimentos.

Y según les explica ella, mucho tiene que ver con el agua y la humedad.

¿Agua en el aire?

¿Has visto en los días cálidos que un vaso de vidrio, lleno de un refresco frío, suele tener gotas de agua en su exterior? Esas gotas son producto de la humedad del aire, que se condensa alrededor del vaso.

La humedad es el vapor de agua presente en el aire. Una parte del aire que nos rodea está formada de moléculas de agua.

El aire puede contener una cierta cantidad de vapor de agua dependiendo de la temperatura del ambiente. Cuanto más cálido el ambiente, el aire puede contener más humedad sin que el vapor se condense. Así como el aire contiene agua, los alimentos y los ingredientes que usan los muchachos para cocinar también la contienen. Casi todos los alimentos tienen alguna cantidad de moléculas de agua en su composición. En la repostería, el azúcar, los huevos, los lácteos y las frutas aportan la mayoría de la humedad a la receta, ya que son ingredientes con alto contenido

de agua. Con las altas temperaturas de la cocción, ese contenido de agua llega a su punto de ebullición, y se libera en forma de vapor.

- ¿Y se puede modificar ese contenido de agua?—pregunta Luis.

- ¡Claro! Mira, ¿ves esa tarta de queso con fresas de allá? —le señala doña Elena—. Esa se cocina en baño maría. Bajo el recipiente con la mezcla coloqué otro con agua caliente. Además de hacer la cocción más uniforme, el calor hace que el agua se evapore lentamente, aumentando la humedad del aire dentro del horno y manteniendo una temperatura estable alrededor de la tarta. Y estas frutas secas que tengo aquí, eran frutas frescas; las deshidraté usando aire caliente.

La mezcla óptima

La harina por su parte es un ingrediente higroscópico; en otras palabras, puede absorber agua. En la mezcla del pastel que preparan los muchachos junto con Doña Elena, los pequeños granos de harina absorben parte del vapor que liberan los otros ingredientes. El resto lo retiene el aire dentro del horno.

La harina también absorbe humedad del ambiente. En un día húmedo o lluvioso, una taza de harina que se deja a la intemperie por varias horas pesará un poco más que lo que pesaría en un día seco.

Si en tu casa pesas una taza de harina, y luego la dejas fuera al aire libre en un día húmedo, verás que la báscula registrará unos pocos gramos más que en la medición anterior.

- Sin embargo, la harina también puede perder esa humedad, —le explica doña Elena a Gabriela—. Ya que las galletas se cocinan a una temperatura más alta, la harina pierde más agua en forma de vapor.

- Además —añade doña Elena—, si ves la receta de galletas, tiene una cantidad menor de harina que la receta del pastel.

- ¡Claro! Menos harina significa menos humedad absorbida. Por eso las galletas son más secas que los pasteles —razona Adrián.

Para el mejor pastel

Cuando se hace una repostería, la humedad del ambiente puede afectar el resultado final. Y a veces, este puede no ser lo que esperábamos. Por ejemplo, si el día está muy seco, la repostería suele igualmente quedar muy seca. Y también funciona al contrario: en los días húmedos, los alimentos horneados pueden absorber demasiada humedad, lo que hace que los pasteles queden muy pesados y no crezcan, aún cuando les hayas puesto polvo de hornear, bicarbonato de sodio o levadura.

- ¿Y cómo hacer para que la repostería no se arruine por la humedad? ¡No me imagino la cantidad de ingredientes que podrían perderse si sale algo mal! —exclama Adrián a su mamá.

- Bueno, en la pastelería tengo un deshumidificador, que es básicamente un aparato que le quita el exceso de humedad al ambiente.

- He escuchado que en las grandes fábricas tienen todo el ambiente de producción controlado —añade Luis—. Me imagino que también miden la humedad.

- Pues sí, y lo hacen con instrumentos llamados higrómetros. Los higrómetros pueden ser de tres tipos: de absorción, de pelo o eléctrico.

- Pero yo no tengo un higrómetro en mi casa. ¿Cómo puedo hacer para que la humedad no me arruine un pastel? —pregunta Luis a doña Elena.

- Bueno Luis, usualmente evitamos abrir la puerta del horno durante la cocción, para mantener las condiciones de humedad y temperatura relativamente estables. Y podemos agregar un poco más o menos agua a la mezcla, dependiendo de la receta y de qué tan seco o húmedo esté el día.

- Pues parece que nuestra repostería salió excelente. ¡De seguro que a Carolina le va a encantar! —dice Gabriela sonriente, mientras saca el pastel del horno.

- ¡Sí, mira qué bien que quedaron estas galletas, crujientes y doraditas! —exclama Luis.

-Y el pastel esponjoso y de buen tamaño —les felicita doña Elena—. ¡Puede que los traiga a cocinar conmigo más seguido!

JASSON CLARKE (COSTA RICA)

¿Sabías que...?

El cabello humano y el de otros animales han sido utilizados por muchos años como sensores de humedad por sus propiedades higroscópicas y elásticas. Los cabellos son sometidos a tensión y se alargan o acortan según haya mayor o menor presencia de vapor de agua en el ambiente.

Imágenes (págs. 14-15): Pastel, Alex Ado; Condensación, Mike Fretto (<http://www.sxc.hu>)



Lo que una tabla de surf tiene que ver con la metrología es algo que los científicos pueden explicar. Algo en lo que todos estamos de acuerdo es que el deporte le hace bien a nuestra salud... y también al ambiente. Ya Londres 2012 y próximamente Río 2016 son una muestra de lo que significa organizar unos Juegos Olímpicos sustentables.



¡A moverse!

Olas, viento y medidas

“Eureka”, dijo Arquímedes una vez mientras se bañaba, allá por el siglo III a.C., al descubrir que todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del líquido desalojado. Ese es su famoso principio, pero también una de las razones por la que miles de personas en el mundo pueden disfrutar del surf y la vela.

En las playas más *cool* del planeta, los surfistas buscan la ola más desafiante, esa que les permita ser, por un momento, el rey de los mares. Algo similar ocurre entre quienes practican vela, aquellos que a bordo de sus embarcaciones —solos o con otros tripulantes— se adentran en ríos, mares y océanos persiguiendo la libertad que da la aparente ausencia de fronteras.

¿Quién pensaría entonces que esa sensación despreocupada depende de decenas de cálculos meticulosos y medidas exactas? Al flotar en esas aguas, ¿quién se acuerda del pobre Arquímedes, que tanto esfuerzo dedicó a elaborar su famoso principio? Lo cierto es que mientras disfrutamos de la brisa marina en la cara, hacer surf o navegar a vela no solo tiene que ver con la agilidad y la coordinación del deportista: primero hay que flotar. En la flotabilidad de la tabla interviene la fuerza de empuje descubierta por Arquímedes, la cual depende de la densidad del agua y del volumen del cuerpo sumergido. También influye la fuerza gravitatoria que actúa hundiendo la tabla gracias al peso del surfista y al de la tabla misma, el cual está relacionado con la densidad del material que se usa para su fabricación. ¿Quién dice ahora que el navegar es puro relax?

Daniel y Alberto Demicheli lo tienen claro. Por tradición familiar, estos hermanos siempre estuvieron vinculados a los deportes náuticos. Desde niños, mientras Daniel optó por el surf, Alberto eligió la vela o *yachting*, como se llama a este deporte internacionalmente. Con el tiempo ambos se hicieron profesionales, compitiendo a nivel internacional y participando en el desarrollo de sus deportes en su país, Uruguay. La pasión que sienten por sus disciplinas los lleva a practicarlos con la misma naturalidad que cualquier otro deportista, pero los años de experiencia les permiten también ser capaces de entender cómo las mediciones ocupan un lugar fundamental en esos deportes.

El surf

Antes siquiera de tomar una ola montado en una tabla de surf, los cálculos y medidas ya tienen un lugar destacado en este deporte, pues elegir el tamaño de la tabla no es algo antojadizo. Debe adecuarse, en primer lugar, a la complejidad física del surfista, para que la tabla flote cuando esté en el agua. Para eso, la suma del peso de la

tabla y del deportista debe compensar ese empuje del que hablaba Arquímedes y que actúa sobre ellos, ya que si fuera mayor ambos se hundirían.

Entonces, el primer paso será elegir el tamaño de la tabla según el físico del surfista. Cuanto más pesada sea la persona que practica surf, más gruesa deberá ser la tabla para que aumente su flotabilidad, pues al aumentar el grosor (manteniendo el ancho y el largo) se incrementa el volumen.

Luego, el tamaño de la tabla a elegir también dependerá de la habilidad del deportista —principiante o profesional—, de cuán grandes o pequeñas sean las olas y hasta de la inclinación del fondo marino. “A medida que aprendes a surfear, aprendes también a conocer tanto el mar como tus herramientas: las tablas”, aseguró Daniel, surfista desde hace 34 años y fabricante de tablas desde hace 20. Mundialmente, las medidas de las tablas se expresan en pies¹ y su longitud puede ir desde unos 6 hasta 9 pies. La velocidad que adquiere un surfista sobre una tabla dependerá de la fuerza de las olas, de la forma de la tabla y de su habilidad para ubicar la tabla de tal forma de maximizar el empuje de las olas. Teniendo esto en cuenta, las tablas más pequeñas son más ágiles, pero también más difíciles de maniobrar y poco recomendables para surfistas principiantes. En playas con olas grandes —con más de dos metros de altura—, el surfista tomará más velocidad, y allí las tablas largas serán las más adecuadas. En efecto, aumentar la longitud de una tabla implica incrementar la superficie de deslizamiento y eso brinda mayor estabilidad, que es uno de los factores más esperados si estamos practicando surf en una playa con olas grandes. Caerse seguro dolerá, además de ser peligroso.

La tabla puede variar también en su forma. Construida en la liviana espuma de poliuretano, revestida con fibra de vidrio y resina para hacerla impermeable (ya que si el agua penetrara en el material, la densidad de la tabla aumentaría y disminuiría la flotabilidad) y con una viga de madera reforzando la estructura, una tabla tiene una punta o nariz, un cuerpo central y una cola que puede variar de forma, donde se ubicarán tres quillas desmontables (que actúan como timón). Vistas de perfil, las tablas se curvan

¹Unidad del sistema anglosajón que no pertenece al Sistema Internacional de Unidades – SI (1 pie = 30,48 cm)

hacia arriba en la nariz y en la cola, lo que las hace hidrodinámicas. De esta forma se ayuda a que se acompasen a las olas, disminuyendo la fuerza de rozamiento con el agua y permitiendo el deslizamiento a más velocidad.

A su vez, para deslizarse sobre el agua no solo basta con dejarse llevar. En este punto intervinieron otros muchachos: a finales del siglo XV el renacentista Leonardo Da Vinci fue el primero que estableció las leyes de rozamiento que gobiernan el deslizamiento de un bloque rectangular sobre una superficie plana; luego llegó el ingeniero francés Guillaume Amontons —quien en 1699 dedicó mucho de su tiempo a teorizar sobre el rozamiento entre dos cuerpos y la resistencia que se genera en el deslizamiento— y finalmente fue el turno de Newton, con sus leyes que regulan la dinámica de los cuerpos.

Para evitar que la fuerza de fricción frene al surfista impulsado por las olas sobre el agua, los diseñadores dieron formas específicas a las tablas —cóncavas a lo ancho, como una canaleta, por ejemplo— que favorecen el deslizamiento.

Y si hasta ahora resultaron muchas las magnitudes que deben tenerse en cuenta al diseñar o elegir una tabla, eso no es todo. También habrá que considerar la salinidad del agua, que influye en su densidad y por lo tanto en la flotabilidad del surfista y su tabla.” Para surfear en aguas salobres”, ejemplificó Daniel, “la tabla deberá ser más gruesa, para compensar la baja flotabilidad; mientras que en el Caribe, con mayor salinidad, podrá flotar con una tabla fina”.

“Incluso la temperatura del agua influye”, puntualizó Daniel. En climas fríos, el surfista debe usar un traje de neopreno, que mantiene el calor del cuerpo pero absorbe agua, aumentando el peso del individuo. Por eso, las tablas en aguas frías deben ser más gruesas para compensar el peso y permitir que el surfista flote. “En aguas templadas, en cambio, el surfista no necesita traje y la tabla puede ser más fina”, aseguró.

La vela

Pero mientras en el surf la importancia de las mediciones logra camuflarse en la naturalidad del movimiento en el agua —y, por ejemplo, no son importantes a la hora de competir, pues las diferentes categorías solo consideran la edad del surfista—, entre quienes practican vela los cálculos y las medidas son imposibles de olvidar. Los principios y fuerzas que hacen flotar una embarcación son los mismos que en el surf, pero lejos del espíritu aparentemente más descontracturado de ese deporte, quien se sube a un velero deberá manejar indefectiblemente el mundo metrológico. Tanto es así que

Foto: © EpicStockMedia - Fotolia.com

en los clubes de regatas existe una comisión de medición, de importancia medular para la competencia deportiva.

En el *yachting*, las diferentes modalidades de práctica se pueden dividir en dos grandes grupos. Por un lado existen las regatas de handicap, que son competencias donde participan veleros de diferentes tamaños. En ellas, para que estas diferentes embarcaciones compitan entre sí es requisito que tengan características similares definidas, y su evaluación se hace en base a mediciones, que luego sirven para comparar el desempeño de cada barco según sus características. Las diferencias en las medidas se compensan sumando o descontando minutos en el tiempo de llegada.

A modo de ejemplo, un barco más liviano experimentaría una menor resistencia del agua al desplazamiento haciéndolo más veloz; o una embarcación con mayor superficie de vela recibiría un mayor impulso del viento, entre otras cuestiones que suponen una ventaja comparativa frente a otros barcos.

Entonces, para neutralizar los factores externos de modo que lo que esté en juego sean las habilidades de la persona intervienen los integrantes de la comisión de medición, que suelen ser aficionados al *yachting* pero sobre todo son idóneos en el universo metrológico. Precisamente, su misión es tomar periódicamente centenares de medidas; lo pueden hacer una vez al año, antes de alguna competencia internacional o si el barco sufre modificaciones.

Por otro lado hay regatas de clase, que incluyen categorías que agrupan embarcaciones con características iguales o similares. A nivel internacional, algunas de las clases más conocidas son Snipe (dos tripulantes), J24 (tres a cinco tripulantes), Optimist o Laser (un tripulante cada una), por ejemplo.

Cada una de estas clases tiene medidas específicas de eslora (largo), manga (ancho), peso y superficie de la vela y para competir, la comisión de medición del club al que pertenece el deportista debe fiscalizar que se cumplan los diferentes requisitos. El peso del barco e incluso el de la tripulación, el tamaño

de la embarcación en distintas secciones, el espesor de las velas, el ángulo del palo. Todo cuenta, y todo se utiliza para elaborar lo que se conoce como certificado de medición —que es propio de cada barco—, y por ello la labor de medición puede insumir hasta tres horas por barco, contó Bernie Knüppel, oficial de regata e integrante de la Comisión de Medición del Yacht Club Uruguayo. Equipado con cintas métricas, niveles, escuadras, densímetros y balanzas, entre otras herramientas, su labor es tan importante que los especialistas en mediciones suelen capacitarse en centros internacionales para manejar esos estándares.

Pero una vez a bordo de la embarcación, el vínculo con las medidas no termina. “Hay mucho de física y de otras ciencias en la navegación, y a medida que sabes más de física te das cuenta de que hay más cosas que puedes aprovechar. Por ejemplo, es muy importante conocer cómo trabajan las poleas, las palancas o los vectores, o el rozamiento”, detalló Alberto, que desde hace décadas está vinculado al *yachting*. También es útil para ayudar a que los movimientos de los tripulantes sean más rápidos y efectivos, de forma de maniobrar y colocar las velas en la posición que maximice la fuerza que ejerce el viento sobre la vela, entre otras cuestiones.

Hoy, luego de varios años de práctica, Alberto y Daniel coinciden en que el desarrollo de la tecnología ha colaborado mucho con sus disciplinas, mejorando el desempeño de los deportistas, ya sea a través de la creación de mejores materiales o de equipos como el GPS —un sistema que emplea datos procedentes de una red de satélites y que permite determinar a escala mundial la posición de un objeto o una persona en cualquier punto del planeta—, que facilitan la tarea a bordo de los barcos, por ejemplo.

Pero más allá de la tecnología, la esencia es la misma: las medidas siguen siendo importantes a la hora de surcar las aguas en busca de emociones.

DANIELA HIRSCHFELD (URUGUAY)



Para Daniel Demicheli, el surf es su pasatiempo y también su profesión, pues se dedica a hacer tablas en su taller, lo que supone moldearlas, medirlas y acondicionarlas para la práctica del deporte.
Foto: Silvana Demicheli

El deporte también le hace bien al ambiente

En el último encuentro olímpico, en Londres, los organizadores del evento se pusieron la camiseta verde a favor del cuidado del ambiente y decidieron ir por todo. Con una serie de medidas en la planificación, el desarrollo y una mirada a futuro, Londres 2012 se convirtió en sede de los primeros Juegos Olímpicos sustentables y Río 2016 quiere seguir esos pasos.

La celebración de Juegos Olímpicos 2016 con sede en Brasil, podría llegar a ser la primera tendiente a la emisión cero de carbono si se cumple con el proyecto ecológico que se impulsó especialmente para este evento deportivo. Los organizadores de Río 2016, a menos de 4 años de que la Llama Olímpica vuelva a encenderse, tienen un objetivo claro que sigue lo iniciado por Londres 2012: la construcción de los estadios en el país brasileño está siguiendo una lógica similar de cuidado del ambiente que lo aplicado por los organizadores anteriores.

Brasil puede convertirse en un verdadero ícono dentro de las tendencias verdes y sustentables a nivel mundial, si logra lo que se propuso. Río de Janeiro pasará por una profunda transformación urbana y social: serán priorizadas las construcciones de autopistas, túneles y líneas de *Bus Rapid Transit*, que implica un corredor exclusivo de ómnibus y la revitalización de la zona portuaria.

Sumado a los avances en lo que a protección ambiental respecta, hoy Brasil cuenta con la posibilidad de construir, en pleno Río de Janeiro, a través de un proyecto del estudio de arquitectura suizo RAFAA, un complejo olímpico ecológico denominado *Solar City Tower*. La estructura sería edificada

en la isla de Cotonduba y además de ofrecer un punto de observación ideal de la ciudad, permitiría aprovechar la energía solar para alimentar la Villa Olímpica. Se trata de una torre autosustentable, que proporcionaría energía tanto a la Villa Olímpica, como a la ciudad de Río de Janeiro mediante el uso de los recursos naturales renovables.

La implementación de este proyecto permitiría aprovechar la energía solar mediante paneles situados a nivel del suelo, mientras que el exceso de energía producida se canalizaría a una bomba de agua de mar en el interior de la torre, produciendo un efecto de caída de agua a la piscina. Al final del día, el agua sobrante sería liberada con la ayuda de turbinas, que al mismo tiempo generarían la electricidad necesaria para la noche.

Usemos como base los modelos exitosos

El Comité Organizador de los Juegos Olímpicos de Londres 2012 se caracterizó por incorporar la sustentabilidad ambiental al evento, un tema que cada vez cobra mayor relevancia en el mundo. Creó un plan de sustentabilidad ambiental social basado en cinco puntos estratégicos: cambio climático, basura, biodiversidad, inclusión y vida sana; el objetivo central era utilizar el poder de repercusión del encuentro deportivo para inspirar un cambio duradero. La idea era clara: pensar el concepto de sustentabilidad como un todo, esto es, considerar globalmente todos los aspectos que un evento necesita para llevarse a cabo (planificar, construir, trabajar, jugar, socializar y viajar).

Cuando se diseñó el complejo deportivo destinado a albergar a miles de deportistas y espectadores de todo el mundo, se tomaron en cuenta valores respetuosos con el ambiente a fin de evitar caer en los mismos errores que en las ediciones anteriores.

Londres, debido a la alta demanda de agua, se considera como una zona de alto estrés hídrico por lo que en los periodos de sequía presenta fuerte déficit hídrico. En la construcción del parque olímpico y de los distintos centros deportivos, la ODA (*Olympic Delivery Authority*) desarrolló un plan estratégico para reducir el consumo de agua potable en un 40 % respecto a los estándares de años anteriores. La iniciativa se apoyó en dos estrategias: la reducción del consumo y la utilización de suministros alternativos de agua para usos no potables.

Para eso fue necesario, como eje principal, la educación social, la utilización de sistemas de riego más eficientes y el empleo de las tecnologías que permitieran un ahorro del 30 % respecto a los estándares anteriores.

La reducción se pudo llevar a cabo a través del aporte del uso de agua no potable que supone un ahorro del 26 % sobre el 40 % deseado. Ésta se utilizó para las cisternas de los urinarios y los inodoros, para refrigerar el agua de la central eléctrica del Parque Olímpico y para alimentar los sistemas de riego.

El uso de fuentes alternativas de agua permitió reducir un 10 % el consumo de agua potable a través del uso de agua no potable. Se preparó el techo del velódromo con el fin de recoger agua de lluvia, la que se utilizó para reducir el consumo de agua de la red en un 75 %. Esta edificación es la infraestructura más eficiente de la Ciudad Olímpica.

La otra fuente de recepción de agua fue el tejado del edificio Caja de Cobre, donde se llevaba a cabo la disciplina de básquet, que permitió recoger el agua de lluvia, ahorrando un 40 % de su consumo anual.

Para la reutilización de aguas residuales se cons-

truyó una planta de tratamiento financiada y operada por Thames Water llamada *Old Ford Water Recycling Treatment Works*, que trata y recicla aguas negras, grises y agua de escorrentía del norte de Londres. La planta, que cuenta con una unidad de filtración, un birreactor de membranas (MBR), una unidad de absorción en carbón activo y una unidad de cloración, ha sido dimensionada para una capacidad óptima (desde el punto de vista energético) de 500 mil litros diarios, siendo la primera planta de reciclaje de agua a gran escala de Inglaterra. Para la distribución del agua regenerada se construyó una red de 3,6 km de tuberías.

Las demandas de los deportes acuáticos

El Centro para Deportes Acuáticos (CDA) es uno de los mayores consumidores de agua del parque londinense. Cada piscina cuenta con una serie de filtros que se utilizan para depurar el agua de la piscina debiendo cada uno de ellos ser lavado con más de 19 000 litros de agua, en un ciclo de 10 días.

Por su calidad, el agua de limpieza del filtro no podría ser utilizada en el natatorio, porque no cumpliría los requisitos necesarios para agua de baño y normalmente se tira. Sin embargo, en el centro de natación se incorporó un sistema de filtración que permite reutilizar el agua de lavado de los filtros para los retretes, con lo que se estima que pueden ahorrar 2,7 millones de litros al año.

Construyendo con conciencia

Desde el Comité Olímpico Internacional se planteó seguir con esta idea y el proyecto de llevar a cabo ideas sustentables para todas las etapas. El velódromo usado en Londres irá a Río 2016 y allí se están construyendo estadios a base de materiales reutilizados que fueron retirados de edificaciones sin uso y abandonadas. Dicen desde adentro del Comité que están seguros de estar tomando buenas decisiones. Concientizar a los organizadores, a los deportistas, a las empresas que apoyan y al público, es una forma de contribuir. Los ojos del mundo están puestos en estos eventos y es la mejor forma de dar el ejemplo.

Gran parte del diseño y de la construcción de las edificaciones de Londres se realizó con materiales reciclados o reusados. Los escombros de los edificios demolidos se usaron como relleno de los puentes. Más del 60 % de los elementos utilizados fueron llevados al sitio por vía férrea o acuática, evitando así el uso de transportes más contaminantes como camiones y aviones. Se buscó minimizar las emisiones de gases tóxicos y asegurar que las construcciones que quedarán como legado puedan hacer frente a los



efectos del cambio climático. Con las demoliciones de edificios se recuperó el 97 % del material para reutilizarlo en la construcción del Parque Olímpico.

Conciencia de sustentabilidad

Durante la celebración de los juegos en Londres, se alentó a las personas en todo el país a realizar actividades deportivas y llevar una vida activa, sana y sustentable. Es por eso que, para enfatizar la vida sana se le prohibió a toda persona llegar al predio olímpico en auto, por ende tampoco había estacionamientos públicos. Todos debían llegar mediante el uso de transportes públicos, en bicicleta o caminando.

Y como broche de oro, se decidió crear un plan estratégico para reciclar todas las botellas de plástico que fueran utilizadas durante los juegos. ECO Plastics y Coca-Cola financiaron juntos ese proyecto. La empresa de gaseosas inauguró este año la mayor planta de reciclaje de plástico en el mundo, ubicada en Lincolnshire, en el norte de Inglaterra. Un dato interesante y alentador es que cada botella reciclada puede ahorrar suficiente energía para que funcione una bombilla de 60 W durante seis horas y una tonelada de plástico reciclado ahorra 5774 kWh¹ de energía.

Vivirlo en primera persona

Martina González del Solar y Pedro Ibarra fueron a Londres. Ella, como espectadora. Él, como jugador del equipo masculino de hockey sobre césped. Ambos fueron testigos de la gran labor de los organizadores para desarrollar un



Martina González del Solar y Pedro Ibarra vivieron una experiencia inolvidable en Londres 2012, tanto dentro como fuera de las canchas. Foto cedida por Martina González del Solar

juego olímpico distinto. Un evento deportivo que aparte de fomentar la actividad física amateur y los valores del deporte, fomentó por primera vez el cuidado del ambiente tomando medidas desde la preproducción hasta el ocaso del torneo. Al igual que todos los que asistieron, ellos pudieron ser partícipes del esfuerzo realizado para que esto se lograra. Fortalecer la conciencia de que el mundo nos pide cuidado y que dejemos de hacerle daño fue el puntapié inicial con el que los organizadores se pusieron la camiseta verde, los ciudadanos de Londres tomaron la posta y los deportistas y espectadores acataron sin pedir explicaciones.

- ¿Sabían que Londres 2012 iba a fomentar la conciencia por el cuidado del ambiente?

Pedro: No, la verdad es que no nos habían dicho nada. Pero fue impresionante. Estaba todo organizado. Por ejemplo, había 5 tachos de residuos, uno para los plásticos, otro para los cartones, otro para los cubiertos, otro para los líquidos y otro para la comida.

Martina: Para el espectador era igual, de hecho había voluntarios controlando que esto se respetase.

- Tanta exigencia, ¿supuso alguna molestia?

Pedro: Para nosotros los deportistas no, sino que por el contrario nos sorprendió gratamente. Todo estaba limpio, daba gusto estar ahí. Además, sabíamos que estábamos colaborando con el cuidado del ambiente, lo cual nos llenaba como personas.

Martina: ¡Para nada! Todo estaba facilitado como para que las conductas fuesen naturales. Y te digo una cosa... nos contagiaron, porque nosotros en casa hoy lo estamos implementando.

- Los estadios estaban contruidos con un gran porcentaje de materiales reciclados, ¿eso trajo algún conflicto a la hora de desarrollar el deporte?

Pedro: No, ninguno. De hecho, si no lo sabías no se notaba. Todo estaba perfecto. Había espacios verdes para disfrutar, los estadios eran grandes y funcionales, los vestuarios increíbles y la villa donde vivíamos era súper cómoda.

Martina: Yo no jugué, sólo miré, pero te cuento que si vos tenías tu entrada para ver algún espectáculo deportivo, el transporte público era gratis y además funcionaban a la perfección.

Por suerte, para el futuro de nuestro planeta, este granito de arena gigante fue implementado de manera exitosa. Ahora hay que esperar que los objetivos cumplidos sean ejemplo para las próximas ediciones y que todo este esfuerzo no haya quedado en tan solo una anécdota, sino que en Río 2016, pueda implementarse lo que se está programando.

JAZMÍN BECCAR (ARGENTINA)

Fotos (pág. 21): Hoja, © Stauke - Fotolia.com. Atletas, © berc - Fotolia.com
Composición (pág. 21): Alberto Parra del Riego
Imagen (pág. 22): © Stephen Finn - Fotolia.com

¹El kWh no es una unidad del Sistema Internacional de Unidades.
1 kWh=3,6 × 10⁶ J



Una de las tareas de los científicos y metrologos es analizar el comportamiento de los diversos elementos que componen el mundo en múltiples situaciones. Para lograr mediciones exactas tienen que tomar en cuenta ciertos factores como la altura o la salinidad del agua, entre otros. Si deseas tomar un mate a 3000 metros sobre el nivel del mar o sumergirte en el Mar Muerto, es muy probable que te llesves interesantes sorpresas.



El medio ambiente



Experiencias con mochila

El aprendizaje de los viajeros

Los hermanos se dieron cuenta de que además de esos primeros síntomas, ya no tenían tanto apetito y por el contrario, Andrés comenzaba a sentir náuseas. En ese momento recordaron que habían leído sobre el mal de altura cuando estaban preparando el viaje. Este mal se empieza a manifestar, en general, por encima de los 2400 metros de altura. Los dos jóvenes desistieron, entonces, de la idea de ir a comer y volvieron a su lugar de alojamiento.

A su llegada al hostel, Joaquín pensó que no le vendría mal tomar un mate. Como muchísimos uruguayos, él viaja siempre con su mate, el recipiente que lleva el mismo nombre que la infusión. En su país, suele ser un tipo especial de calabaza de tamaño similar a una taza, que es sometida a un procedimiento de curación para poder preparar en su interior, la tradicional bebida.

Joaquín fue a la cocina, con el fin de hervir agua. Aún le quedaba yerba uruguaya en su mochila. Mientras calentaba el agua, empezó a conversar con un español quien le contó que venía de la zona este de Bolivia. Cuando Joaquín vio que el agua burbujeaba, la retiró del fuego y la pasó a su termo inmediatamente. Se fue a la habitación y siguiendo el método tradicional, puso un poco de yerba en el mate,

Hacia apenas un rato que los dos hermanos habían llegado con sus mochilas en la espalda, a Potosí, ciudad de Bolivia situada a 4000 metros sobre el nivel del mar. Tras haber recorrido casi 3000 kilómetros desde que salieron de Montevideo, Andrés y Joaquín se alojaron en un hostel céntrico y salieron a buscar algún lugar económico donde comer algo. Hacia un rato que sentían el estómago vacío. Pero al poco rato de iniciar su camino, comenzaron a notar que les faltaba el aire. Les costaba respirar. A Joaquín, además, le empezó a doler la cabeza y Andrés estaba algo mareado. Estaban sufriendo los primeros síntomas del llamado mal de altura.

Se denomina así a las reacciones fisiológicas que experimenta el cuerpo humano cuando llega a lugares de gran altitud. A medida que se asciende, se produce una disminución progresiva de la presión atmosférica y si bien la concentración de oxígeno en el aire a nivel del mar es constante (21 %), a mayor altura la presión parcial de oxígeno comienza a decrecer. Esto hace que disminuya el número de moléculas de oxígeno por metro cúbico de aire y comienza a disminuir también la saturación de oxígeno en la sangre.

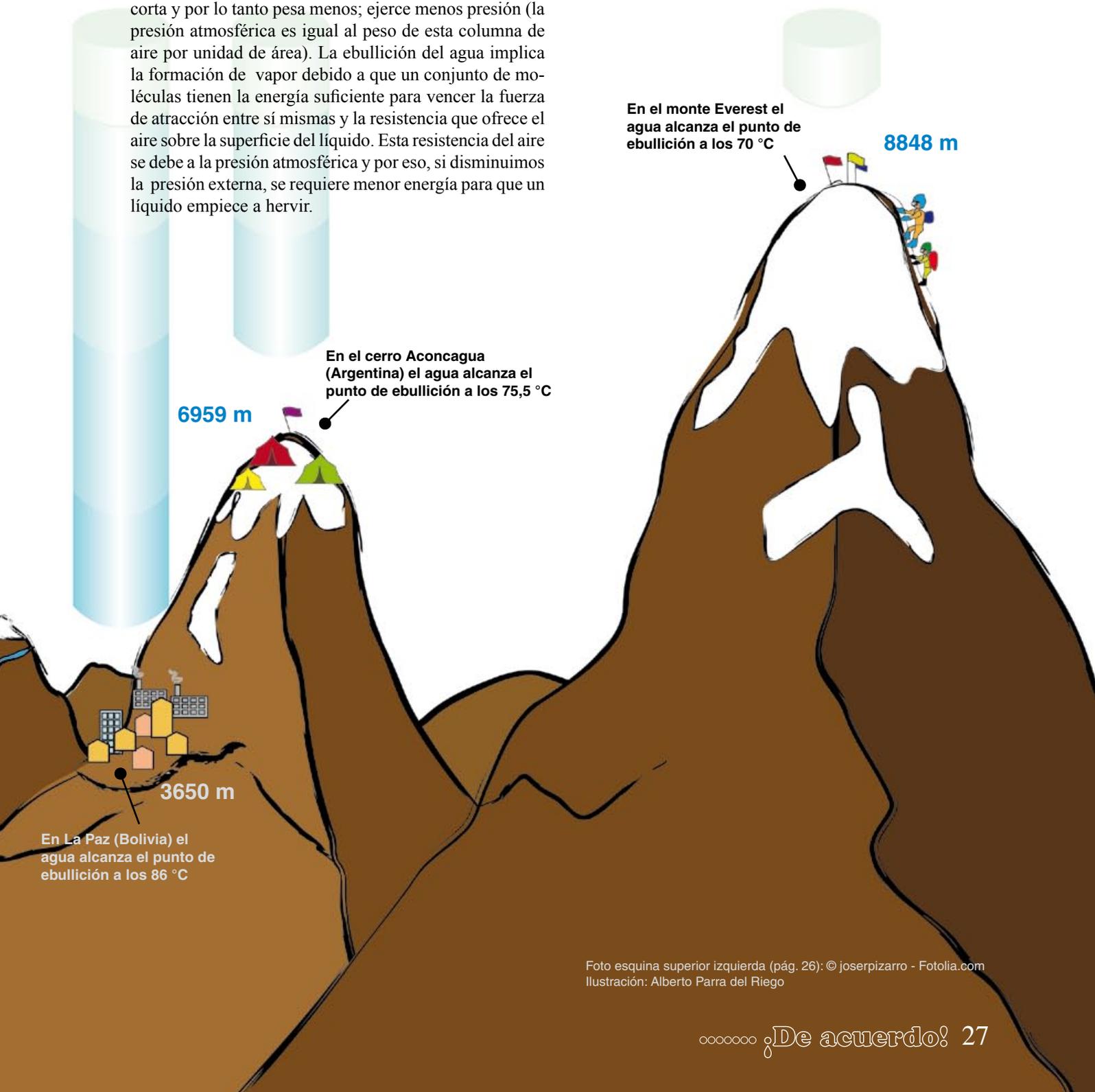


le echó agua del termo e introdujo su bombilla plateada. Pero en el primer sorbo, le pareció que algo no estaba bien o al menos, no era lo esperado. El mate estaba bastante más frío de lo que suponía. ¿Cómo podía ser si acababa de hervir el agua? Era otro de los efectos de la altura y sobre éste, Joaquín no había escuchado hablar ni había leído.

Si estamos al nivel del mar y ponemos agua a calentar, con un termómetro podremos comprobar que la temperatura a la que hierve es 100 °C. En cambio, en Potosí, La Paz o cualquier otro lugar con mayor altitud, la temperatura a la que el agua llega al punto de ebullición es menor. Este efecto se produce porque la presión atmosférica disminuye cuando la altura aumenta debido a que la columna de aire atmosférico que hay por encima es más corta y por lo tanto pesa menos; ejerce menos presión (la presión atmosférica es igual al peso de esta columna de aire por unidad de área). La ebullición del agua implica la formación de vapor debido a que un conjunto de moléculas tienen la energía suficiente para vencer la fuerza de atracción entre sí mismas y la resistencia que ofrece el aire sobre la superficie del líquido. Esta resistencia del aire se debe a la presión atmosférica y por eso, si disminuimos la presión externa, se requiere menor energía para que un líquido empiece a hervir.

La temperatura de ebullición es aquella a la cual la presión de vapor del líquido es igual a la presión externa. En este punto, el vapor no solamente proviene de la superficie sino que también se forma en el interior del líquido y se producen las burbujas y turbulencias, características de la ebullición. El punto de ebullición que se mide cuando la presión externa es de 1 atmósfera¹ (1013,25 hPa), se denomina temperatura normal de ebullición.

¹La atmósfera (atm) es una unidad de medida de la presión que no pertenece al Sistema Internacional de Unidades (SI). La unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades es el Pascal (1Pa = 1N/m²)



Por todo esto, a una altura de 1500 metros sobre el nivel del mar -donde la presión atmosférica será de 851,13 hPa- el agua hierve a 95 °C. Y por lo tanto, el agua para preparar el mate de Joaquín alcanzó la ebullición a los 86 °C, aproximadamente 14 °C menos que en Montevideo.

Al día siguiente, los dos hermanos se sentían un poco mejor, se levantaron y fueron a la cocina dispuestos a prepararse un café con leche. Allí, el español que Joaquín había conocido la noche anterior ya estaba desayunando junto con dos chilenas que habían llegado a Potosí esa misma mañana. Los cinco comenzaron a intercambiar experiencias. Joaquín comentó lo que le había sucedido con el mate y cómo había encontrado la explicación esa mañana, gracias al recepcionista del hostel. El joven que trabajaba allí, ya había escuchado comentarios parecidos por parte de turistas que notaban el agua más fría de lo que esperaban cuando la veían en ebullición. Él, por ser de Potosí, sabía que a esa altura la temperatura necesaria para hervir agua era bastante menor a los 100 grados Celsius y así se lo había explicado a los hermanos uruguayos.

El relato de Joaquín llevó a las jóvenes chilenas a relatar otra experiencia, también relacionada con el agua, que habían vivido recientemente. Fue camino a Bolivia desde Santiago de Chile, cuando se detuvieron por unos días en San Pedro de Atacama, localidad también chilena situada a más de 1600 km al norte de la capital del país. Cerca de allí, unos 50 km más al norte, se encuentra el Salar de Atacama que es el mayor depósito salino de Chile y el quinto mayor en el mundo.

Las dos santiaguinas comentaron que no quisieron dejar de conocer esa enorme extensión de terreno donde se acumulan sales del suelo que son arrastradas por la disolución que provocan las lluvias y que quedan allí depositadas, una vez que el agua se evapora.

Pero sobre todo, ellas quisieron conocer la laguna de Cejar, en el sector norte del Salar de Atacama. Es una laguna que se ha convertido en una importante atracción turística debido a que allí se puede tomar un baño y sentir el llamado efecto de flotación, provocado por la fuerte concentración de sales minerales en el agua.

Alrededor de la laguna, se acumulan las sales solidificadas por la evaporación y por eso el agua en la que se bañan los turistas, está saturada en sales minerales como el litio y el azufre.

Por esta razón, bañarse en la laguna de Cejar, es una experiencia única. El cuerpo flota con tanta facilidad que es posible quedarse totalmente relajado en el agua, sin hundirse. Se puede decir que resultaría casi imposible ahogarse porque la densidad de

esta agua es mayor que la densidad del cuerpo humano y de acuerdo con el principio de flotación, el hombre no se puede hundir en estas condiciones. La densidad del agua saturada en sales es superior a 1,1 g/cm³ mientras que la densidad del cuerpo humano es aproximadamente 1,05 g/cm³.

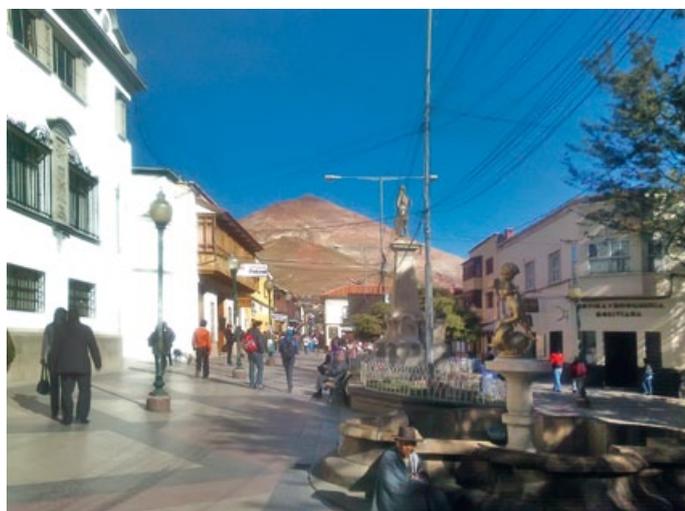
La flotabilidad viene establecida por el principio de Arquímedes según el cual “un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del volumen del fluido que desplaza”. Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes y se mide en newtons, de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades.

La fuerte concentración de sales hace que las personas floten y quienes se bañan en la laguna de Cejar, lo viven como una experiencia muy reconfortante. Las jóvenes viajeras chilenas disfrutaron mucho del baño en esa laguna y se alegraron de haber hecho el viaje en verano.

Allí otros turistas les contaron que, camino a Potosí, hay otro salar mayor aún que el de San Pedro de Atacama. Es el Salar de Uyuni que está a 3650 metros sobre el nivel del mar en el suroeste de Bolivia y es una de las mayores reservas de litio del mundo, además de acumular importantes cantidades de potasio, boro y magnesio. Este salar tiene el aspecto de un gran desierto blanco y si uno lo visita en invierno, puede encontrarse con temperaturas de 10 grados Celsius bajo cero (-10 °C).

El área que hoy ocupa este desierto estaba cubierta hace 40 000 años por el lago Minchin y posteriormente, hace 11 000 años, por el lago Tauca. Pero no es solo el salar de Uyuni; también los lagos Poopó y Uru Uru, que están un poco más al norte, son vestigios de estos grandes lagos prehistóricos.

El lago Poopó es el segundo más grande de Bolivia y es un lago de agua salada. Si la temperatura bajara a 0 °C podríamos observar el llamado descenso crioscópico del agua (o punto del hielo, como lo denominan los metrólogos) por el cual ésta no se congela a los cero grados Celsius.



Potosí. Ciudad ubicada en el sur de Bolivia con una altitud de 3900 metros.
Foto: Miguel Angel Montesdeoca



Salar de Uyuni.
Situado en el departamento de Potosí en Bolivia, es una de las reservas de litio más grandes del mundo y cuenta con una superficie de 10 582 km².
Foto: Miguel Angel Montesdeoca

Esto sucede debido a una propiedad de las disoluciones que, en determinadas condiciones, experimentan una disminución de la temperatura de su punto de congelación.

Es decir que si quisiéramos congelar una muestra de agua del lago Poopó, tendríamos que llevarla a una temperatura menor por la gran concentración de sales que se encuentran diluidas en el lago. La temperatura de congelación será, entonces, inferior a 0 °C que es la temperatura de congelación del agua pura.

El descenso crioscópico es mayor cuanto más sustancia se disuelva pero también depende de la naturaleza del disolvente y del soluto (la sustancia que se disuelve). La ley de Raoult expresa: “El descenso crioscópico es directamente proporcional a la molalidad y a la constante crioscópica del disolvente”.

La molalidad (m) es el número de moles de soluto que contiene un kilogramo de disolvente, en este caso el agua. El mol es la unidad con que se mide la cantidad de materia y una de las siete unidades de base del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es mol.

Para el agua, el valor de la constante crioscópica es de 1,86 °C/mol/kg. Esto significa que las disoluciones molales (m=1) de cualquier soluto, en agua, congelan a -1,86 °C.

Las historias de viaje que surgieron en aquel encuentro matinal, en el hostel de Potosí, no habían terminado. El desayuno se extendió un largo rato porque tras los relatos de Joaquín y Andrés sobre sus primeras impresiones en la ciudad, cuando experimentaron los síntomas típicos del mal de altura, la anécdota del agua para el mate que hirvió a los 86 °C y lo que contaron las chilenas sobre las peculiaridades del agua en los salares, el turista español les dijo que él también tenía algo para contar, relacionado con el agua. En su recorrido por diferentes países, había cometido el error de bañarse en un río contaminado y había tragado, sin querer, un poco de agua, lo que le había provocado una fuerte gastroenteritis.

La contaminación de los cursos de agua puede ser consecuencia de fuentes naturales o de actividades del hombre. La industrialización provoca, entre otras cosas, una generación de residuos cada vez mayor, muchos de los cuales son vertidos al agua. Una buena parte de estos residuos tienen un alto contenido de metales como plomo y mercurio, que contaminan el agua.

De acuerdo a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud, se considera que el agua está contaminada cuando ha sufrido modificaciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas que le hacen perder su potabilidad o impiden su utilización para actividades en las que se usaría en su estado normal. Entre las disposiciones existentes en diferentes países, también se considera que deben estar libres de contaminación las aguas destinadas a la preservación de los peces y de la flora y fauna hídrica. En Uruguay, por ejemplo, se estableció una serie de normas para prevenir la contaminación, a partir de una extensa clasificación de los cursos de agua, en función de determinados parámetros que miden en qué grado están presentes un gran número de sustancias contaminantes.

Para medir el nivel de contaminación del agua, lo más frecuente es realizar un análisis de una muestra de agua en un laboratorio pero existen ciertos parámetros que, por sus características, deben ser medidos en el lugar de muestreo. Para ello, es posible utilizar algunos instrumentos de campo como el oxímetro o el colorímetro.

Pero más allá de las posibles herramientas que existen para medir determinados tipos de contaminación, el viajero español nunca sabrá qué fue exactamente lo que le provocó una infección. Sin embargo, sí está seguro de que cuando se viaja por el mundo y por nuestro continente, se adquieren conocimientos día a día. Y no hay duda de que a Joaquín, Andrés, las dos chilenas y su nuevo amigo español, les queda mucho por recorrer y también mucho por aprender.

GRISELDA DÍAZ (URUGUAY)

¿Por qué el agua de mar es salada?

Cuenta una leyenda que un hombre recibió como regalo un molinillo mágico. El aparato tenía la virtud de darle a su dueño todo cuanto le pidiera. Un vecino ambicioso robó el molinillo y mientras escapaba en una lancha, el mal hombre le pidió sal. Del molinillo comenzaron a brotar grandes cantidades de sal. Pronto el bote se llenó y terminó por hundirse. Se dice que el mar es salado porque en sus profundidades, el molinillo mágico sigue produciendo sal sin parar.

Con molinillo o sin él, los océanos del mundo contienen una impresionante cantidad de sal. Para darnos una idea podemos decir que el agua de cualquier playa es 220 veces más salada que la de un lago o un río. Si retiráramos toda la sal de los océanos y la espolvoreáramos sobre la superficie de la Tierra, se formaría una capa de más de 166 metros de espesor, aproximadamente la altura de un edificio de 40 pisos. Es por esto que las vacaciones en la playa saben a sal.

Sentados sobre la playa, secándonos al sol después de un chapuzón, podemos sentir en la boca el fuerte sabor de la sal. Para los que son de piel sensible, una ligera comezón delatará la presencia de una capa de sal en el cuerpo. Pero, si el mar es alimentado por los ríos y arroyos, ¿por qué el mar es salado y los ríos no?

Un molino líquido

Aunque el molinillo de sal es parte de una leyenda, no es un error decir que la sal de los mares proviene de la lenta molienda de las rocas de la tierra. La sal marina comenzó siendo rocas en tierra firme. La lluvia y el agua, al fluir por los continentes del planeta, erosionaron y pulverizaron las rocas y a través de los ríos llevaron esos minerales al mar. “El sabor del agua de mar es salado por la presencia de cloruro de sodio. Y el sabor es amargo por el sulfato de magnesio, un segundo componente del agua de mar en orden de su concentración”, explica el Dr. Evgueni Choumiline del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional de México.

“Todo comenzó cuando la tierra era aún muy joven y con gran actividad volcánica”, amplía Choumiline. “Grandes cantidades de gases y vapor de agua formaron una atmósfera primitiva. En las nubes, al interactuar el vapor de agua con gases como el cloruro de hidrógeno y el sulfuro de hidrógeno, produjeron soluciones ácidas de altas concentraciones. El sodio, magnesio, calcio y otros

elementos fueron extraídos de las rocas por la reacción de sus materiales con esta solución acuosa ácida.”

Se estima que cada año los ríos y arroyos del mundo arrastran hasta el mar cerca de 4 millones de toneladas de sales. El agua marina es salada, no solo porque contiene sal, sino por la enorme concentración; esto significa que existe mucha sal en poca agua. Cuando el sol calienta la superficie del mar y el agua se evapora, el mar pierde agua pero no las sales. Este proceso ha hecho que a lo largo de los años la sal de los mares se concentre.

El mismo proceso también ha creado los asombrosos lagos salados como la Laguna de Cejar en Chile o el Mar Muerto en Jordania. A diferencia de otros lagos donde hay entrada y salida de agua y materiales, en los lagos salados el agua se evapora por el sol y el viento, lo que provoca concentraciones salinas sorprendentes, aún más altas que en el mar.

Los ríos no son la única fuente de materiales salinos que recibe el océano. Las sales también provienen de los organismos que lo habitan, tales como los moluscos, crustáceos o corales que forman sus esqueletos y conchas con las sales que toman del mar. Cuando mueren, estos organismos se disuelven devolviendo su material al mar. Además, el material que el agua ya no puede disolver, termina por acumularse en sedimentos en el fondo.

Beber hasta morir de sed

Nuestro planeta debería llamarse planeta Agua en lugar de Tierra pues cerca del 70 % de su superficie está cubierta de agua. Sin embargo esta enorme cantidad de agua es inútil para el consumo humano pues es salada y dañina para la salud. Tratar de beberla produce una extraña paradoja: cuanto más agua salada tomemos, más sed tendríamos y finalmente moriríamos de sed. El problema está en la ósmosis, un fenómeno físico que las células del cuerpo utilizan para mover líquidos a través de sus membranas.

La ósmosis es el fenómeno que permite a los líquidos del cuerpo humano desplazarse de una célula a otra recorriendo los tejidos sin necesidad de una bomba que impulse su recorrido. “Para explicar en qué consiste, recordemos el experimento que se hace en la secundaria donde, en un recipiente dividido por un celofán (membrana semipermeable), se pone de un lado agua saturada con sal y del otro agua de la llave”, explica Manuel Fuentes Díaz del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El fenómeno

de la ósmosis se da cuando el agua de la llave empieza a filtrarse a través del celofán hacia el lado del agua salada. La razón es que el sistema trata de balancear las concentraciones de sal, y como ésta no puede pasar por la membrana (que es semipermeable porque solo deja pasar el agua pero no las sales) la forma de disminuir la concentración es que pase más agua hacia el lado con más sales.

Cuando bebemos agua salada, las células (con menor concentración salina) ceden agua para equilibrar la concentración, con lo que se empiezan a deshidratar. Por otro lado, los riñones encargados de filtrar las toxinas de la sangre acumulan sal hasta que resultan dañados. Nuestro organismo también intenta eliminar la sal sobrante a través de la transpiración, la orina y las heces, pero para ello utiliza más agua. Finalmente se desencadena un proceso de deshidratación que puede desembocar en la muerte.

Agua para todos

Nuestra sociedad demanda cada vez más agua: agua para la industria, agua para el campo y por supuesto agua para las personas. Conforme esta sed aumenta, las reservas de agua dulce del planeta, agua sin sales en exceso, se ven más comprometidas. Debido a que el 97 % de toda el agua del planeta es salada, la desalación se ha planteado como solución al problema de la escasez de agua potable. Los beneficios de la desalación de agua en cuanto a los usos que de ella pueden hacerse ya en esa condición, son enormes. Uno de los beneficios más impactantes es lograr el desarrollo de ciudades o poblaciones donde hay muy poca agua dulce, como en las islas del Caribe, islas españolas, Japón, Singapur y los países árabes, o en zonas de baja disponibilidad acuífera como Florida y California en los Estados Unidos, el noroeste mexicano incluyendo la península de Baja California, y el norte de Chile y de Venezuela.

La desalación es el proceso de obtención de agua dulce a partir de agua salada. Existen diferentes métodos pero,

en la actualidad, sólo la ósmosis inversa (tecnología de membranas) y la destilación (que implica hervir el agua) proporcionan un coste económicamente competitivo.

En el proceso de ósmosis inversa se aplica presión a una solución salina y se hace pasar a través de una membrana semipermeable, por la que sólo pasa el agua hacia el lado de menor concentración salina, en contraste con la ósmosis normal, y las sales son retenidas en su mayoría.

El otro método, más utilizado por los países árabes, es el térmico, que básicamente consiste en aplicar calor al agua para evaporarla y luego condensarla. El agua que se recolecta es baja en sales. En estos métodos también puede aplicarse vacío, facilitando el proceso mediante la reducción de la temperatura de ebullición del líquido.

Sin embargo, *no todo es miel sobre hojuelas*. Las tecnologías disponibles actualmente todavía requieren de un gran gasto de energía (bombas para impulsar el agua en la ósmosis inversa o combustibles para calentar el agua en el método térmico) con lo que el costo del agua desalada se incrementa. “Los costos iniciales de inversión son altos, y los gastos de operación y mantenimiento no son competitivos respecto a los de la extracción en pozos y los del tratamiento de aguas superficiales. Por ello, la desalación se recomienda únicamente cuando no existe otra alternativa más económica para obtener agua potable”, explica nuevamente Fuentes Díaz.

Si hacemos caso a la leyenda, en algún lugar del fondo del mar hay un molinillo que, aún hoy trabaja continuamente salando el agua del mar. De la misma manera, a lo largo y ancho de nuestra Latinoamérica existen equipos de investigadores que “muelen y remuelen” su creatividad buscando soluciones para desalar el mar y brindar más agua para beber a quienes se mueren de sed frente a una playa repleta de agua.

DANIEL DE LA TORRE (MÉXICO)



El Mar Muerto. Llamado así por su falta de vida marina, está situado entre Israel, Cisjordania y Jordania. Su elevada salinidad impide al cuerpo humano hundirse de forma natural.
Foto: © toshket - Fotolia.com



El agua es utilizada desde hace muchos años para producir energía, la cual no solo ilumina nuestras oscuras noches sino que es capaz de mover toda una industria nacional. Es probable que en un futuro no se tenga que perforar la tierra ni contaminar el ambiente para lograr mover nuestros autos o motocicletas. Los científicos de Chile ya han comenzado a dar los primeros pasos investigando las posibles maravillas que el agua encierra.



Energía

Un largo viaje

Emilia y la gota de agua

A Emilia se le cerraron los ojos casi sin darse cuenta. Ese día se había levantado muy temprano para ir al aeropuerto a esperar a sus padres que llegaban de un viaje. Por eso, después del almuerzo, con su vaso de agua en la mano, se fue al jardín del fondo de su casa y se dejó caer en una tumbona. Al poco rato, estaba profundamente dormida y los rayos del sol pronto llegaron a la mesita donde había dejado el vaso con agua. Era verano y había poca humedad en el ambiente.

Muy pronto, Emilia comenzó a soñar y a sobrevalorar por algunos de esos lugares que sus padres habían visitado y sobre los que le habían estado contando durante la comida. Y mientras eso ocurría, otro viaje comenzaba: el de una gota de agua que, desde el vaso de Emilia, se desprendía para pasar del estado líquido al gaseoso por el calor del sol. En una palabra, la gota iniciaba su camino a través de la evaporación. Y por supuesto, no emprendió este viaje sola. En la atmósfera, habría otras muchas gotas.

Pero además de la energía del sol, ciertas condiciones atmosféricas eran necesarias para que la gota se evaporara. El aire no debía estar saturado, es decir con mucho contenido de vapor de agua, porque de ser así, no tendría capacidad de evaporar más. Por eso en los días muy húmedos, si colgamos ropa mojada, tarda mucho en secarse. Una vez evaporada, para continuar su viaje, nuestra gota necesitaría que hubiera corrientes ascendentes en la atmósfera. Y en ese recorrido hacia arriba, se iría enfriando hasta llegar a un punto en que volvería a ser líquida para pasar a formar parte de una nube.

Una nueva etapa del viaje comienza entonces. La nube es trasladada debido a diferentes fenómenos meteorológicos y casi nunca va a provocar lluvia en el mismo lugar donde se formó.

Los especialistas pueden hacer una estimación de la cantidad de agua que va a caer, mediante un modelo numérico que se llama hidroestimador y que se basa en la información de los satélites y de radares. Este pronóstico estimativo será útil para todo lo que depende de las lluvias como, por ejemplo, la agricultura y la generación de energía hidroeléctrica. Pero los datos más exactos son obtenidos, después, en superficie.

Los pluviómetros o telepluviómetros permiten medir la cantidad de agua que cayó.

El viaje iniciado por nuestra gota, la llevó a una nube y ésta terminó devolviéndola, junto a otras muchas gotas, en forma de lluvia. En este caso, volvió al agua. Cayó sobre el curso de un río que iba a derivar en un lago, formado por una represa. Aún sin saberlo, la gota tenía mucho que hacer todavía en este viaje. En esa zona, habían construido una represa para producir energía eléctrica mediante un proceso que consiste en transformar una forma de energía en otra. ¿De qué manera, la gota, iba a participar en ese proceso que consiste en pasar de energía potencial, a cinética y después a eléctrica?

La generación de energía hidroeléctrica o hidráulica aprovecha los cursos de agua. Una vez que se logra detener el curso de un río, mediante una represa, se forma un embalse que permitirá tener reservas de agua, incluso, para varios meses en los que quizás no llueva. Por eso, para quienes trabajan en las represas, son muy importantes las predicciones meteorológicas. Para realizarlas, existen diversos instrumentos que miden además de la cantidad de lluvia caída en todas las zonas de influencia del curso de agua, otras condiciones que facilitarán o no la generación de las mismas. Se puede medir la temperatura del aire, del agua y del suelo, la presión atmosférica, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la altura de la base de las nubes, la cantidad de evaporación y la radiación solar.

El mecanismo por el que se provoca la transformación de energía hizo que nuestra gota y todas las demás, un día sintieran que eran succionadas. Alguien había abierto las compuertas distribuidoras de la represa y chocaron contra las palas de una turbina a la que iban a dejarle parte de su energía. Fueron millones de gotas de agua las que lograron moverla, transformando la energía potencial en energía cinética, lo que se generó debido a la denominada caída, es decir la diferencia entre el nivel del agua del embalse y el del río que sigue su curso. La turbina, a su vez, transferiría la energía cinética a un generador que la convertiría en eléctrica.

Este procedimiento nos lleva a hablar de energía renovable porque el agua no se consume sino que una vez utilizada para generar un nuevo tipo de energía, continúa fluyendo río abajo. Otras fuentes de energía renovable son, por ejemplo, los vientos que producen energía eólica al golpear las moléculas de aire en movimiento contra las palas de las turbinas y el sol que produce energía solar térmica al calentar, con su radiación, agua en termotanques.

Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se van agotando como el carbón y el petróleo.

Para una mejor utilización de los recursos, es decir para lograr una política de energía sostenible, es necesario promover el uso de energías alternativas, como la eólica, la solar y la hidroeléctrica. Pero también es importante mejorar la eficiencia energética optimizando el uso que se le da a la energía.

Una vez que se obtiene la energía eléctrica, desde la central que la generó será transportada hasta los centros de consumo a través de líneas de transmisión, que son cables conductores de electricidad en alta tensión capaces de llevar grandes cantidades de energía a lugares que están a mucha distancia. Las líneas a través de las cuales se realiza este transporte soportan una tensión de cientos de miles de voltios de corriente alterna y se colocan en torres de alta tensión de entre 15 y 30 metros de altura. También se transporta energía eléctrica por medio de cables subterráneos de alta tensión. De esta manera, llega a las subestaciones de distribución desde donde, por medio de transformadores, se disminuyen los niveles de tensión de las líneas, llevándola a media tensión y finalmente a la tensión de uso en cada país (en Uruguay, por ejemplo, es de 220 V).

La energía que aportó la gota, cuyo viaje fuimos acompañando, volvió entonces a la casa de Emilia, transformada en energía eléctrica de baja tensión de 220 V y le dio luz a su habitación. Unos 400 millones de gotas de agua permitieron a Emilia estudiar de noche durante 3 horas, utilizando una bombilla de luz de 75 watts.

Un día, la mamá de Emilia decidió cambiar la antigua bombilla incandescente, de 75 W, por una flamante lámpara de bajo consumo que requiere menos energía; solamente 18 W. De esta manera, todas las noches Emilia se ilumina gracias a la energía de 100 millones de gotas de agua y ahorra otros 300 millones de gotas que son aprovechadas por Fabián, su vecino, para recargar la batería de su computadora portátil. Si Emilia o su papá observaran regularmente el contador de consumo de energía de su casa, verían que se mueve más lentamente que antes y seguramente, en la próxima factura de la compañía que les suministra energía eléctrica, comprobarán que el consumo del mes es menor.

Así es como Emilia, su familia y vecinos pueden tener luz y realizar otras muchas actividades que dependen de la energía eléctrica, gracias al aporte de aquella y otras muchas gotas que un día emprendieron un largo viaje.

GRISELDA DÍAZ (URUGUAY)



Represa del Palmar en Uruguay.
Foto cedida por UTE, Uruguay

El consumo de energía en números

Si Emilia se alumbra con una lámpara incandescente de 75 W, durante 3 horas diarias (10 800 s), el consumo de energía diario es de 810 000 joules (1 J = 1 Ws)

Para calcular el volumen de agua necesaria para producir esa energía en la turbina, utilizamos la siguiente ecuación que surge de igualar la energía potencial del agua antes de la caída con la energía eléctrica producida en la turbina:

$$E = 0,9 \times \rho \times g \times h \times V$$

E: Energía a generar en la turbina (810 000 J)

0,9 : rendimiento de la turbina (90 %) (se asume que un 10 % de la energía se pierde como energía térmica)

ρ : densidad del agua (aproximadamente 1000 kg/m³)

g: aceleración de la gravedad (aproximadamente 9,8 m/s²)

h: altura desde donde empieza la caída de la gota hasta la turbina (23 m, por ejemplo)

V: volumen del agua en m³ que debe pasar por la turbina para generar la energía deseada

$$\text{Despejando } V = E / (0,9 \times \rho \times g \times h)$$

$$V = 810\,000 \text{ J} / (0,9 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,800 \text{ m/s}^2 \times 23 \text{ m}) = 4,0 \text{ m}^3$$

100 gotas de agua tienen un volumen de 1 ml (un mililitro)

100 millones de gotas es 1 m³ (un metro cúbico)

Por lo tanto Emilia gastó 400 millones de gotas de agua para iluminarse durante 3 horas con una lámpara incandescente.



Energía a través de fusión nuclear

El mundo de hoy está en constante cambio. Es un mundo conectado tecnológicamente, con producciones industriales y mucha utilización de energía. De hecho, la demanda de energía se ha incrementado hasta el punto de tener hoy una escasez energética a nivel mundial y Chile, afectado por esta crisis, está buscando nuevas formas de producir energía además de la utilización de recursos fósiles, como el petróleo.

Para intentar obtener una solución a este problema, los científicos han comenzado a estudiar detenidamente el plasma y la fusión controlada, como una manera de generar energía a través de la fusión nuclear.

¿Qué es el plasma?

“El plasma es el cuarto estado de la materia. En el colegio nos enseñan el estado sólido, el líquido y el gaseoso. Cuando uno le entrega calor a un sólido llega un momento en que se transforma en líquido y si al líquido le sigues entregando calor se vaporiza y se transforma en gas. Si al gas le sigues entregando energía se transforma en plasma. Los electrones se separan del átomo y entonces te queda gas de partículas cargadas: iones, electrones y además partículas neutras”, señala el investigador en Física de plasma y potencia pulsada Leopoldo Soto, quien realiza sus investigaciones en la Comisión Chilena de Energía Nuclear y en la Universidad de Talca de Chile.

Un ejemplo donde podemos encontrar plasma en el Universo es en el Sol, al igual que en todas las otras estrellas. En nuestro planeta este estado de la materia es utilizado en diversas aplicaciones cotidianas, tales como en tubos fluorescentes, e incluso en los conocidos televisores con pantalla de plasma (de ahí su nombre).

Cómo producir energía a través de procesos de fusión nuclear

La fusión nuclear requiere crear un plasma a partir de átomos livianos y para realizar esto, la fusión más eficiente y fácil es aquella que se hace con los isótopos de hidrógeno. El hidrógeno normal (protio) en su núcleo tiene un protón (una partícula subatómica con carga positiva), y

Un desafío para la ciencia

en torno a él rota un electrón, (una partícula subatómica con carga negativa).

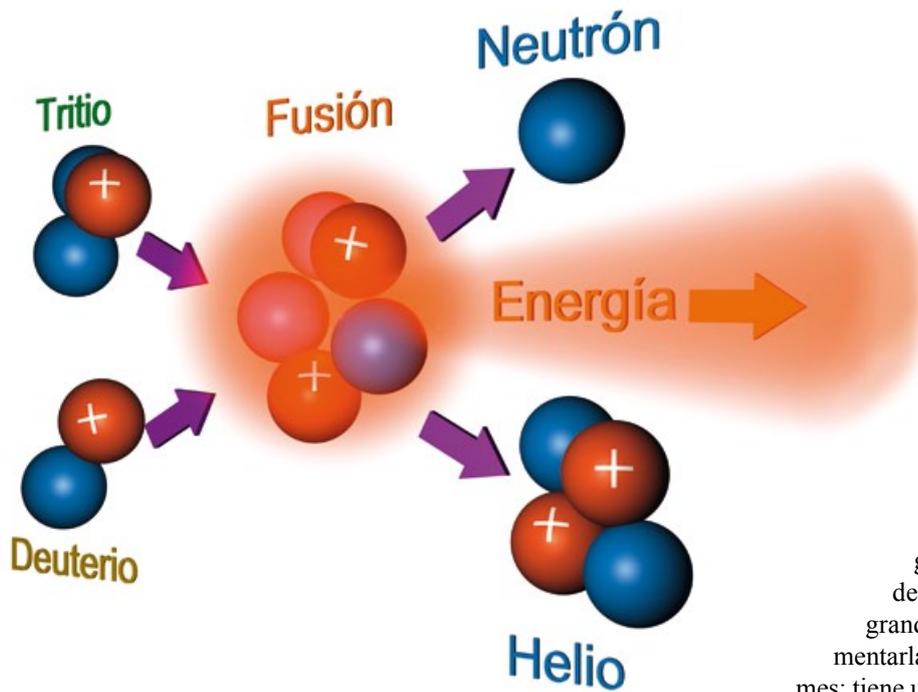
El siguiente isótopo que se necesita se llama deuterio, el cual sigue teniendo un protón y además tiene un neutrón (partícula subatómica con carga neutra) en el núcleo. Por último, también es necesario tener un isótopo denominado tritio que tiene dos neutrones, un protón y un electrón dando vueltas alrededor. Si se logran unir los núcleos de deuterio y tritio, éstos formarían un núcleo de helio, y quedaría un neutrón libre. Este neutrón saldría con mucha energía, y esa es la energía que produce la fusión”, explica Soto.

Ahora bien, la energía del neutrón debe ser capturada para ser aprovechada. Esto se logra mediante el choque del neutrón a la pared de un intercambiador de calor en contacto con una caldera llena de agua; el calor transformará el agua en vapor y ésta moverá turbinas que producirán electricidad. El proceso debe ocurrir con una inmensa cantidad de neutrones.

El hidrógeno (protio) y deuterio en su estado natural son fáciles de encontrar en la Tierra. El hidrógeno se encuentra en el agua y lógicamente en su forma más abundante lo encontramos en el mar. “Tenemos todo el mar para sacar hidrógeno pero lo más importante para la fusión son sus isótopos de deuterio y tritio. El deuterio se encuentra a la razón de un 0,015 % en el agua de mar y se produce en otras partes del planeta; y el tritio tiene una abundancia de 0,000 01 %, es decir prácticamente no hay tritio de manera natural. El tritio se puede obtener de manera artificial bombardeando litio con neutrones, lo que genera helio y allí se genera tritio” comenta el especialista.

Sin embargo, la fusión nuclear como medio de producción de energía todavía no se logra en ninguna parte del mundo. “Hoy en día se logra el experimento de unir núcleos de átomos de hidrógeno -se produce la fusión de algunos de esos núcleos- pero la energía que libera ese proceso es menor a la entregada para que el proceso ocurra, entonces no funciona como fuente de energía todavía”, señala Soto.

“Para lograr la fusión nuclear se requiere el compromiso de tres parámetros: temperatura, densidad del plasma y tiempo de duración, es decir, que el plasma se encuentre a una temperatura del orden de los 100 millones de grados Celsius. Además, a esa temperatura tiene que cumplirse que la densidad del plasma, multiplicado por el tiempo de duración del plasma supere un número determinado”.



Investigaciones sobre fusión nuclear en Chile

En Chile, además del Departamento de Plasma Nucleares de la Comisión de Energía Nuclear existe un grupo de investigación en la Comisión Chilena de Energía Nuclear que se dedica a estudiar estos temas. El propio Soto en el año 1999 desarrolló una idea presentada en un concurso científico: hacer investigación con recursos más limitados, especializándose en experimentos pequeños. “Pensé: nunca podremos construir la máquina más grande del mundo pero sí podemos construir la más pequeña y en eso ser líderes. Logramos bajar el límite de energía requerida (que estaba en miles de joules) a 0,1 joule, es decir cuatro magnitudes. En eso nosotros somos líderes en el mundo, en desarrollo, construcción y experimentos en fusión nuclear en dis-

positivos pequeños. Nuestras investigaciones las desarrollan ahora en otras partes del mundo y nuestros trabajos son citados por grupos de otros lugares tales como la India, Japón, México, Argentina, etc.”, explica el investigador.

Sus investigaciones han permitido concluir que el plasma resulta ser más estable en los experimentos con dispositivos pequeños que en las máquinas grandes, sin embargo aún hay muchos desafíos para poder lograr la fusión nuclear controlada.

Una vez que sea posible, se podría generar la energía a partir del agua de mar y en ese sentido Chile tiene grandes recursos naturales para implementarla. “Nuestro país tiene ventajas enormes; tiene una costa inmensa y tiene salares de litio en el norte de Chile que son de los más grandes que hay en el mundo. Si se logra la fusión para producir energía eléctrica se resuelven muchos problemas, porque si uno tiene suficiente energía eléctrica no tiene problemas, por ejemplo, en cargar los autos de batería. Si son autos de batería, el litio vuelve a jugar un rol importante porque estas baterías son más livianas y justamente en Chile tenemos mucho litio”. De esta manera, podríamos pensar que el agua de mar podría convertirse en una fuente casi ilimitada de recursos naturales que podrían ayudarnos a satisfacer las necesidades futuras de energía.

CAMILA IBARLUCEA (CHILE)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego
Foto: Mar, Francisco García



Tan cerca pero tan lejos. En los últimos años se ha hablado acerca de la escasez del agua, pero aún nos suena muy abstracto. Entender lo que ciertas personas tienen que vivir diariamente para lograr conseguir este transparente y aparentemente común elemento es algo que nos lleva a replantear nuestras expectativas con respecto al planeta azul.



Economía del agua

¿Cuántos litros de agua hay en tu hamburguesa?

El agua virtual



13 litros

¿Alguna vez pensaste cuántos litros de agua consumes con tu desayuno? Arriésgate a calcular: ¿Un cuarto de litro?, ¿medio?, ¿un litro completo?, ¿dos litros?

En este artículo te mostramos cómo, aunque no tengas el hábito de beber agua durante las comidas, detrás de un modesto refrigerio puede esconderse un consumo del líquido vital cercano a los 1000 litros.

Cuando en marzo de 2008 el profesor e investigador británico John Anthony Allan fue notificado de que iba a recibir el *Stockholm Water Prize* —un premio internacional que pone de relieve hallazgos trascendentes en actividades vinculadas con el agua—, seguramente tomó su mejor copa, la llenó de agua y brindó. Atento a no derramar ni una sola gota.

Además de coronar su larga trayectoria, el reconocimiento le llegaba por haber acuñado en 1993 el término “agua virtual”, un concepto que busca hacer visible el agua implícita en productos y procesos, promoviendo así su ahorro.

La idea es que no solo consumimos agua al tomarla del grifo o cuando nos damos un baño. Lo hacemos también con cada alimento que ingerimos, al comprarnos ropa o zapatos y hasta hojas

de papel. Dicho de otro modo, se necesita agua tanto para hacer crecer un tomate como para extraer una tonelada de petróleo, o para producir un paquete de papas fritas. El agua virtual es una suerte de metáfora cualitativa que, de acuerdo con el propio Allan, define el volumen de agua necesario para producir un bien u ofrecer un servicio.

Detrás de una simple taza de café hay 140 litros de agua empleados para el crecimiento, la producción, el envasado y el transporte de los granos. En función de los gustos y de la cultura, la cantidad de agua virtual escondida detrás de un desayuno americano o europeo puede rondar los 1100 litros (algo así como tres bañeras llenas).

¿Cómo llegamos a esta última cifra? A los 140 litros del café es necesario agregar 80 litros más si se incluye una tostada de pan; 240 litros más si se bebe un vaso de leche; sumamos otros 70 litros si se agrega una fruta como la manzana; 120 si se consume un huevo, y 480 si se remata con una lonja de tocino.

En su libro *Virtual water: tackling the threat to our planet's most precious resource* (cuya traducción al español sería “*Agua virtual: enfrentando la amenaza al recurso máspreciado de nuestro planeta*”), Allan se refiere al concepto de agua virtual que impulsó en la comunidad científica en estos términos: “*Ha sido divertido encontrar una serie de ideas que miles de otros científicos y millones de ingenieros en el sector del agua no tienen*”¹ demostrándonos que no sólo realizó una contribución valiosa al dar mayor visibilidad en el mundo al problema del consumo desmedido de agua, sino que, además, los desafíos y el buen humor son el combustible que alimenta la creación. Los cálculos que llevan a afirmar, por ejemplo, que una papa esconde 25 litros de agua virtual y que un vaso (250 ml) de cerveza esconde en realidad 75 litros o una hamburguesa (150 g) el inquietante volumen de 2400 litros, son aproximados. Del mismo modo que no es lo mismo producir un tubérculo de 200 gramos que



25 litros



140 litros



70 litros

¹Traducción de la autora

producir uno de 50 gramos, al calcular el agua virtual es necesario también identificar el lugar y el tiempo de producción –los que inciden en las necesidades de agua del cultivo–, así como la tecnología utilizada (ya que si es menos eficiente seguramente consumirá un mayor volumen de agua).

De este modo, dependiendo de las prácticas agrícolas y el tipo de cultivo, se necesitan entre 1000 y 1700 litros de agua para producir un kilogramo de cereales. Esta cantidad incluye el agua que absorben las plantas, el agua que se evapora y el agua que se degrada debido a la producción agrícola.

Una persona vegetariana consume al alimentarse un promedio diario de 2700 litros de agua virtual. Si no es vegetariana y le gusta la carne, esa cifra asciende fácilmente a los 5000 litros.



135 litros

Producir un kilogramo de carne requiere 5 a 20 veces más agua que la utilizada para obtener un kilogramo de cereales. Esto se debe a que la crianza de estos animales lleva muchos años, y durante este tiempo, el animal consume cereales (trigo, avena, cebada, maíz, arvejas secas, harina de soya y otros cereales) y forraje (como pastos o heno seco). También bebe agua, la que además se necesita para abastecer las instalaciones.

El concepto de agua virtual es asociado al de huella hídrica o *water footprint*. La huella hídrica de un país es el volumen total de agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por sus habitantes. Incluye no sólo el agua usada para desarrollar cultivos u otros recursos orgánicos, sino también aquella que se utiliza en el proceso industrial y en el transporte de mercancías.

La huella hídrica mide la demanda de recursos hídricos en función de tres tipos de aguas: las llamadas agua verde, agua azul y agua gris. El agua verde alude al agua de lluvia y se emplea en la producción agropecuaria (actividad que genera la mayor demanda de agua en el planeta), la de insumos y bienes. El agua azul representa al agua dulce consumida de los recursos hídricos del planeta (aguas superficiales y subterráneas) por las personas, o para el riego artificial y el consumo del ganado. Y el agua gris, finalmente, es el volumen

de agua contaminada tanto por el uso doméstico como por la industria, incluyendo los desechos de la agricultura.

Pero si la huella hídrica de un país mide la cantidad de agua que gastan sus habitantes, ¿qué sucede con la huella hídrica de los países que exportan productos o servicios? ¿Quién incluye en la “contabilidad hídrica” el agua que un país emplea para producir un bien que luego vende a otro país?

Existe un flujo de agua virtual desde los países o regiones exportadoras hacia aquellos definidos como importadores. Arjen Hoekstra, considerado el padre del concepto huella hídrica, y reconocido por cuantificar esos flujos, destaca que es importante conocer el volumen de agua que sale y el que entra en un país bajo la forma de agua virtual. Con esa información, los países con escasez de agua pueden reducir la presión ejercida por el consumo interno, al importar productos que requieren un uso intensivo del agua y, en cambio, exportar bienes que consumen menos este recurso.

Estados Unidos, Argentina y Brasil exportan miles de millones de litros de agua virtual cada año a través de los cultivos y el comercio, mientras que otros países como Japón, Egipto e Italia importan miles de millones de litros de agua virtual.

Un especialista en economía ecológica, el ingeniero agrónomo Walter Pengue, señala en su libro *La apropiación y el saqueo de la naturaleza* que las exportaciones argentinas de soja, para la campaña 2004/2005, representaron 20 veces el volumen de agua del que disponen países como Israel.



2400 litros



120 litros

Por otra parte, cuando China importa 18 millones de toneladas de soja, ingresa “virtualmente” los 20 000 millones de metros cúbicos de agua que hicieron falta para producirla, indica Pengue y advierte: “Las agendas ambientales de Argentina, deberían incluir en sus cuentas nacionales la información referida al comercio de agua virtual”. A decir verdad, no se trata de un dato menor; es más bien una información vital que todo habitante debiera poder conocer a diario.

CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)

¿Cuál es tu huella hídrica?

Diferentes organizaciones proponen recorridos virtuales cuyo objeto es demostrar que cada gota de agua cuenta. National Geographic, por ejemplo, invita a los visitantes de su portal a cambiar el curso de los acontecimientos, recorriendo mediante un *tour del agua* nuestro hogar, dieta, el consumo energético que realizamos y nuestro comportamiento como consumidores. Todo con un fin: devolver al curso de lagos, ríos y acuíferos el caudal retirado debido al mal uso del agua.

<http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/change-the-course/water-footprint-calculator/>

CM

Para tener presente:

- De acuerdo con el Cuarto Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2012), los seres humanos estamos agotando los recursos naturales a un ritmo insostenible. Se necesitarían 3,5 planetas similares a la Tierra para sostener a una población mundial que lleve a cabo el actual estilo de vida de la población media europea o norteamericana.
- Un niño nacido en el mundo desarrollado consume entre 30 y 50 veces más agua que otro nacido en países en desarrollo, de acuerdo con el Primer Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2003).
- De toda el agua existente en la Tierra, el 97 % por ciento es agua salada, y del 3 % de agua dulce restante, cerca del 70 % se encuentra congelado en los casquetes polares. El otro 30 % está presente sobre todo como humedad del suelo o se encuentra en acuíferos subterráneos. Entonces, menos del 1 % del agua dulce del mundo es fácilmente accesible para ser utilizada por el hombre (U.S. Geological Survey, 2009).
- El volumen global de agua subterránea almacenada es poco conocido; las estimaciones van de 15,3 a 60 millones de km³ (Cuarto Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2012).

Los vegetarianos, a la vanguardia en el cuidado del agua

Los seres humanos consumen, en promedio, de 2 a 3 litros diarios de agua para beber, entre 30 y 400 litros para sus necesidades domésticas y de 1500 a 4000 litros para producir sus alimentos.

¿Qué pasaría si todos los habitantes del Planeta adoptaran una dieta alimenticia equiparable a la de la población europea o norteamericana, basada principalmente en el consumo de carne? Las necesidades globales de agua se elevarían por encima del 75 %.

CM

Hábitos de compra que ayudan

Para reducir el consumo de agua virtual, una buena opción es prestar atención al realizar las compras.

- Evita consumir productos cuya producción implica el uso de grandes volúmenes de agua.
- Presta atención a los envases y embalajes de los productos que eliges. Los volúmenes de papel y cartón excesivos suelen superar el valor de agua virtual implícito en los productos o alimentos que contienen.
- Familiarízate con el contenido de agua virtual de cada alimento, apostando al consumo responsable.
- Evita aquellos productos provenientes de lugares que sufren una alta presión interna sobre sus escasos recursos hídricos.
- Piensa antes de comprar: el 30 % de todos los alimentos producidos terminan en la basura.
- Reduce la cantidad de carne que comes y reemplázala lo más frecuentemente posible por otras fuentes de proteína.
- Al elegir vestimenta, compara el volumen de agua virtual que se emplea en la producción de los diferentes tipos de materiales (algodón, lana, cuero, jean).

CM

- La crisis mundial del agua no se debe a la disponibilidad física de agua, sino a las relaciones de poder desequilibradas, la pobreza y las desigualdades (UNDP: Human Development Report, 2006).
- En 2030, el 47 % de la población mundial vivirá en zonas de elevado estrés hídrico donde el suministro anual de agua es inferior a los 1700 m³ por persona (OECD: Environmental Outlook to 2030, 2008).
- Más del 80 % de las aguas residuales en todo el mundo no es recolectada ni tratada, siendo los asentamientos urbanos la principal fuente de contaminación (Cuarto Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2012).
- El 18 % de la población del mundo, o 1200 millones de personas (1 de 3 en las zonas rurales), carece de acceso a un baño y debe defecar al aire libre (Programa de monitoreo conjunto (JMP) de la OMS y UNICEF: avances en agua potable y saneamiento: énfasis en saneamiento, 2008).

Ilustraciones (págs. 40 - 41): Alberto Parra del Riego



Conectado al sistema de tubería de tu casa, hay un aparatito que mide constantemente cuánta agua usa tu familia, desde que se duchan por la mañana hasta que se lavan los dientes antes de ir a dormir. ¿Qué otra información nos puede dar el medidor de agua?

Diez treinta de la mañana. Sebastián sale de su cama, dispuesto a disfrutar de su primer día de vacaciones. No es cualquier día que uno puede levantarse tan tarde y con tan pocas preocupaciones, piensa Sebastián.

Toma su toalla y se dirige a tomar una larga ducha. Una hora completa bajo el agua caliente para quitarse el estrés de los exámenes y de los proyectos de fin de curso.

Luego de alistarse y desayunar, Sebastián toma un libro y sale al balcón de su casa a tomar aire fresco mientras lee la última novela policial que compró el mes pasado.

- “¡Hola Sebastián! Disfrutando esas vacaciones, ¿eh?” La voz que escucha le suena familiar. Alza la mirada y observa a don Miguel, quien llega todos los meses a tomar la lectura del medidor de agua de la casa de los Herrero.

- Buen día don Miguel, ¿usted debería darse unas vacaciones también!
- ¿Pero quién llegaría a medir el agua que pasa por tu casa? dice don Miguel con una sonrisa: el mismo chiste que entre ellos se hacen todos los veranos.

Esta vez, Sebastián se quedó pensando un rato. Don Miguel llega el segundo martes de cada mes, levanta una tapa fuera de la casa de los Herrero, toma unos apuntes y se marcha. Casi nadie es tan curioso como Sebastián, quien, para salir de dudas, le pregunta:

- ¿Cómo sabe cuánta agua usamos en la casa?
- Bueno, en realidad no soy yo quien lo mide; yo solamente transcribo el dato que indica el medidor.
- ¿Esa cosita? ¿Ese aparatito sabe cuánta agua usamos durante todo el mes? Imposible.
- Bueno, si quieres saber te puedo explicar; justamente en el camión traigo un medidor de agua igual al que está instalado en tu casa.

Agua que pasa por mi casa ... y por mi medidor

Como le explica don Miguel a Sebastián, cuando los romanos inventaron el sistema de acueductos hace más de dos mil años, nadie pagaba por utilizar el agua; su consumo era totalmente gratis.

Pues claro, tiempo después los gobernantes notaron que así se desperdiciaba mucho agua y la primera solución que encontraron fue cobrar el consumo igual a todos los habitantes.

- No me parece mal en realidad; todos usamos agua y deberíamos siempre pagar lo mismo.
- Sí, podría parecer así, pero míralo de esta manera: ¿cuántas personas hay en tu casa?
- Tres: mi mamá, mi papá y yo.
- Pues los Guzmán, de la casa de al lado, son seis y tienen tres perros. Al mes, ellos usan más agua que en tu casa. Además, mira la casa del frente. Supón que la familia Rivera salió ayer de viaje, y no estará usando nada de agua en tres semanas. ¿Sería justo que las tres casas paguen igual por el agua que usarán?
- Bueno, ya que lo pone así, sí sería bueno saber exactamente cuánta agua usa cada casa.
- Exacto. Sería difícil e injusto estimar cuánta agua usa cada familia si utilizamos como único dato la cantidad de personas. Por eso se necesita saber con exactitud el volumen de agua que utilizan.

El consumo de agua que registra un medidor es normalmente la cantidad de líquido que ha pasado por él desde su instalación. En las casas se mide cuánta agua pasa por el medidor cada mes, registrando la diferencia entre la lectura actual y la del mes anterior.

Por ejemplo, en la casa de Sebastián consumen mensualmente cerca de veinte metros cúbicos de agua.

Cada vez que se abre una llave de agua, ésta viaja desde una tubería principal de agua hacia el sistema de tuberías de la casa y a la llave, pero pasando primero por el medidor.

¿Cómo saberlo?

Medidores de agua los hay de muchas marcas y modelos pero básicamente, de acuerdo a su principio de funcionamiento, se dividen en cuatro tipos: volumétricos, de velocidad, ultrasónicos y electromagnéticos. De ellos, los dos primeros son los más utilizados en las casas y locales comerciales. Y probablemente sea uno de esos dos el que está instalado en tu casa.

El medidor que trae don Miguel, al igual que el que está en la casa de Sebastián, es del tipo volumétrico, y como sugiere su nombre, mide el volumen desplazado de líquido.

- Así funcionan los medidores volumétricos: dentro del cuerpo del medidor hay unos compartimentos que tienen un volumen determinado y un sistema móvil que se mueve con los cambios de volumen entre esos compartimentos. Este sistema es un pistón oscilatorio o un disco. Cuando el agua pasa por el medidor, las cámaras se llenan y vacían sucesivamente, haciendo que el pistón o disco se mueva una y otra vez. Este movimiento activa un imán, que pone a funcionar el sistema de registro del medidor.

Al medidor de tipo de velocidad también se le conoce como inferencial, debido a que el volumen que pasa por el medidor se deduce o infiere de la velocidad del chorro de agua que pasa por este.

- No, ¡eso suena muy complejo!
- Está bien, te lo explico de otra forma.

Don Miguel le enseña a Sebastián otro medidor que tiene cuatro aspas en su interior, formando un rotor o turbina.

- Bueno, este medidor es del tipo de velocidad. Al pasar el agua por la turbina, el medidor registra el número de vueltas que ésta realiza. A cada vuelta le corresponde un determinado volumen. Si el agua ingresa a más velocidad, hará girar más rápido a la turbina, lo que significa que ha ingresado un volumen mayor.

Los otros dos tipos de medidor, el ultrasónico y el electromagnético, son mucho más avanzados y se utilizan en las grandes industrias.

La medida exacta

Con tanta exactitud que ve Sebastián en los sistemas de medición de agua, le pregunta si habrá alguna forma de que estos registren más o menos volumen del que verdaderamente llega a su casa.

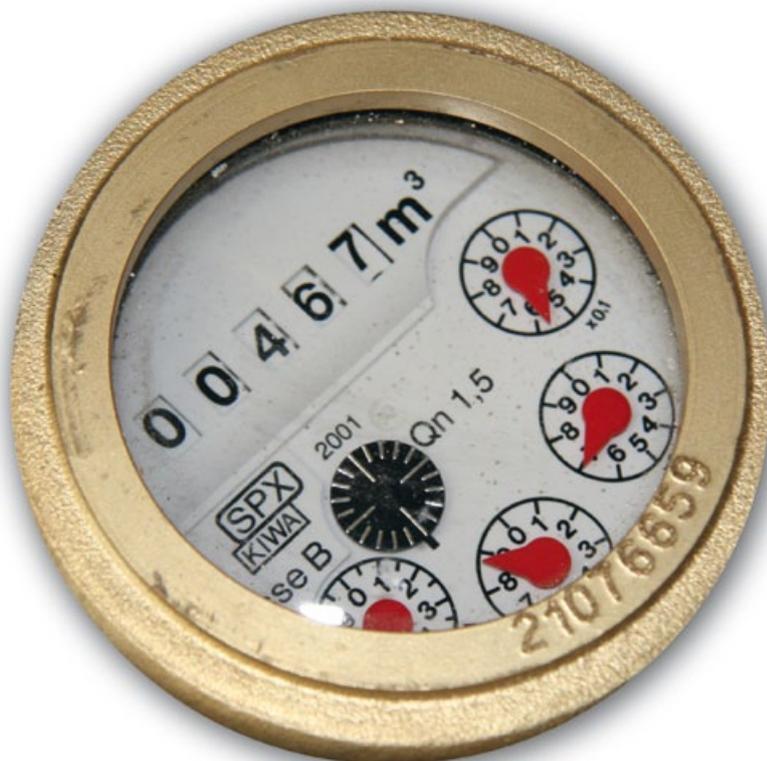
- Bueno Sebastián, en realidad el error está presente en casi todo lo que hacemos. Cuando se hace una medición, hay varios factores que pueden hacer que ésta sea más o menos cercana a la realidad. Algunos de estos errores los podemos controlar, porque sabemos cuál es su origen.

- ¿Y qué los puede causar?
- Como se necesita saber con exactitud el agua que se consumió en cada casa los medidores deben ser lo suficientemente sensibles para registrar hasta el último litro de agua. Pues dos de los factores más importantes que pueden afectar el funcionamiento de un medidor son: la temperatura y la presión del agua.

Como don Miguel le explica a Sebastián, los medidores funcionan en un rango determinado de temperatura del agua. Por suerte, este rango es bastante amplio, alrededor de 0 °C a 40 °C, y el agua que llega a la casa de los Herrero, y en general a todas las casas, está dentro de esos límites.

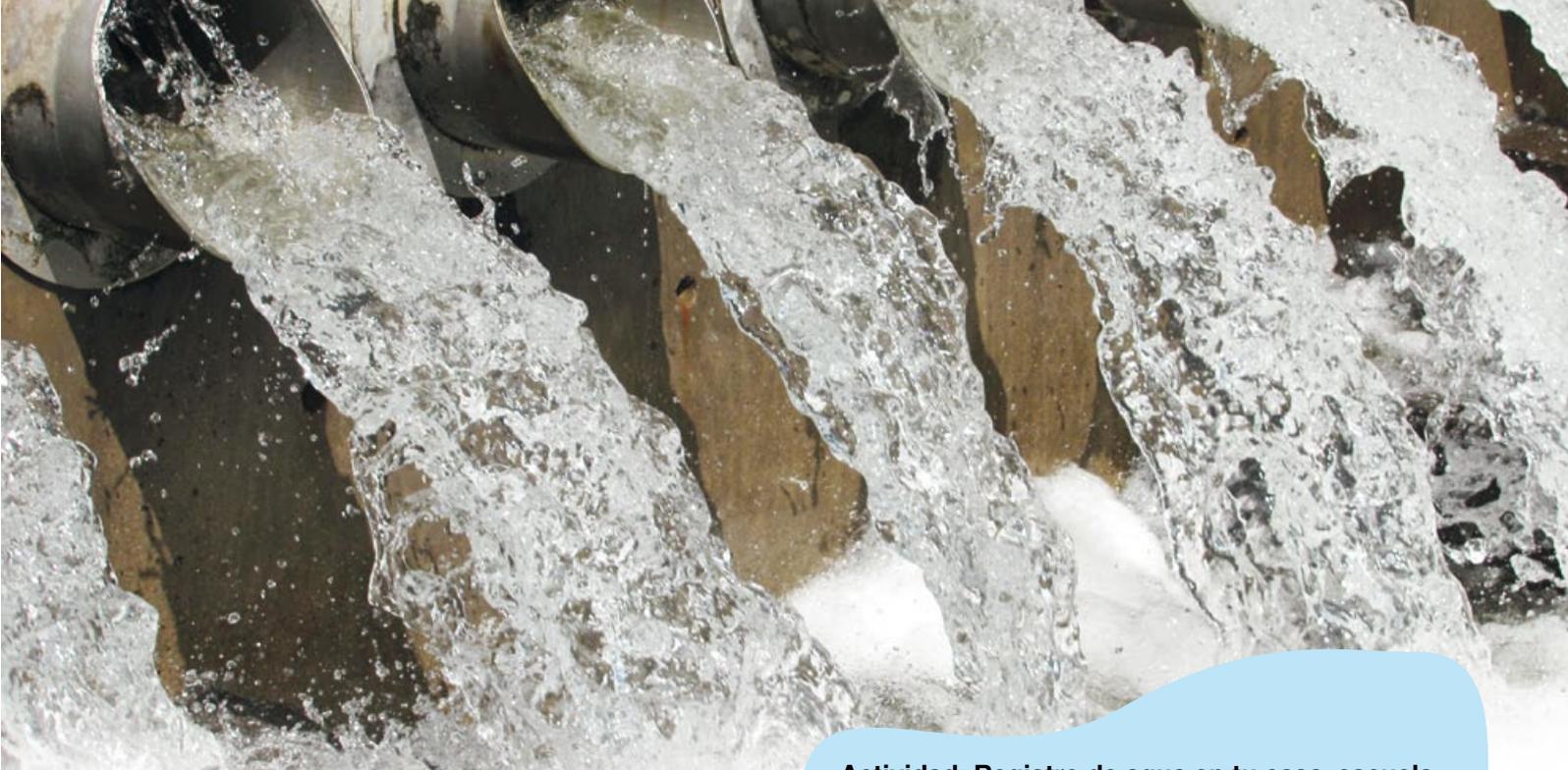
La presión del agua, por otro lado, también es un factor importante a considerar. La presión de agua es la fuerza con la que esta corre por las tuberías y a través del medidor. Los medidores de agua tienen un nivel máximo de presión que pueden soportar de forma permanente, dentro del cual funcionan sin deteriorarse y proveyendo una medición exacta. Además, el agua que pasa por el medidor debe ser potable y libre de impurezas, pues estas pueden afectar su funcionamiento y medición.

Para garantizar que los medidores funcionen correctamente, se verifica que este cumpla con los requisitos establecidos en los reglamentos de cada país. Así, tanto la compañía de agua como tu familia pueden estar seguros de que se paga lo correcto por el agua consumida.



Afuera de tu casa, muy probablemente haya un medidor parecido a este conectado a la tubería de agua para registrar la cantidad del líquido que consume tu casa.

Foto: Medidor de agua, Caroline Koolschijn (<http://www.sxc.hu>)
Ilustración (pág. 43): Alberto Parra del Riego



Medir el consumo de agua de cada casa ayuda a fomentar el ahorro y evitar desperdicios, pues cada quien paga por la cantidad que usa.
Foto: Dave Millet (<http://www.sxc.hu>)

Cada gota cuenta

- Vaya, debo irme pronto Sebastián, pero hay una última cosa que quiero decirte. Es bueno que en tu casa tomen cuidado de cuánta agua están consumiendo, y esa es otra función del medidor de agua. Como sabes, el agua potable es un recurso limitado, y debemos cuidarlo.

- Claro don Miguel. ¡A veces me sorprende cuando veo tuberías rotas desperdiciando litros y litros de agua en la calle!

- A mí también. Esas fugas de agua debemos evitarlas a toda costa y llamar a la compañía de agua tan pronto veamos una. Pero en el sistema de tuberías de tu casa también podría haber una fuga, sin que ustedes se den cuenta.

- Y me imagino que el medidor también registra el agua que se pierde por ese tipo de fugas, ¿cierto?

- Tienes razón. El medidor es capaz de registrar desde pequeños chorros de agua hasta grandes consumos cuando se abren varias llaves a la vez. Por eso, es importante que tu familia tome nota si la factura de agua llega muy alta. Si el consumo de ese mes ha sido fuera de lo normal, posiblemente se deba a una fuga en las tuberías de la casa.

- Perfecto, tendré eso en cuenta. ¡Vaya don Miguel, gracias por tomarse el tiempo de aclarar mis dudas!

- ¡Con gusto!, ¡y acuérdate de siempre conservar el agua para no desperdiciarla!

Al irse don Miguel, Sebastián se quedó pensando en esa ducha de una hora que tomó luego de despertarse y hasta le remordió la conciencia. ¡Cuánta agua y dinero habría ahorrado de haber tenido siempre presente que cada gota cuenta!

JASSON CLARKE (COSTA RICA)

Actividad: Registro de agua en tu casa, escuela o colegio

Te invitamos a realizar una campaña de ahorro de agua en tu casa o en tu centro educativo.

1. Toma la factura más reciente de agua de tu casa y registra cuántos metros cúbicos de agua consumieron en ese mes. Si la campaña la haces en el centro educativo, pídele a una autoridad informándole de tu iniciativa de ahorrar agua.
2. Luego, si la campaña es en tu casa, pídele a tu familia que se proponga no desperdiciar el agua.
 - Cierren la llave mientras se lavan los dientes, o mejor aún, usen un vaso de agua pequeño para enjuagarse, o cierren la llave mientras se afeitan.
 - Laven el coche con cubetas de agua en lugar de una manguera.
 - Intenten tomar duchas más cortas por las mañanas.
 - Verifiquen que no haya fugas o goteos en las llaves o inodoros.
 - Utilicen el lavado corto del lavarropas y el lavavajillas.
3. Si la campaña es en tu centro educativo:
 - Organícense para ahorrar el agua al máximo.
 - Eviten dejar llaves abiertas en los baños.
 - Con el permiso de los directores, coloquen botellas bien cerradas con arena o agua en los tanques de los inodoros, para minimizar la cantidad de agua por descarga.
4. Luego, cuando llegue la siguiente factura, mira cuánto bajó el consumo, tanto en metros cúbicos como en el dinero que tendrán que pagar esta vez.

Estas simples acciones le darán a tu familia o al centro educativo al que asistes un importante ahorro y a nuestro planeta, ¡un merecido respiro!



Aparentemente al alcance de todos, el agua limpia y saludable es todavía un lujo para millones de personas. Hay, pues, tareas pendientes para los gobiernos y precauciones que deben tomar los usuarios.

Doña Maura se levanta a las cinco de la mañana para cumplir la primera de sus tareas diarias: esperar la llegada del camión cisterna que abastece de agua al asentamiento humano en el que vive, en Ventanilla, en las afueras de Lima. Sus hijos la ayudan con mucho esfuerzo a subir por el cerro con los baldes ya llenos. Deben caminar con cuidado, porque cada gota que cae significa la pérdida de un bien escaso en su hogar y un alto costo en dinero, pues el producto que los repartidores adquieren por cerca de 20 centavos de dólar el metro cúbico, luego lo venden a cuatro, seis u ocho dólares, por idéntica medida.

El de Maura no es un caso aislado: 800 mil pobladores de la capital peruana padecen la misma situación y en todo el país, 2 millones de habitantes ciudadanos carecen de redes de agua segura. Incluir las zonas rurales eleva la cifra a 4 millones. Ya en toda Latinoamérica y el Caribe, son más de 34 millones las personas que tienen que tomar agua de fuentes naturales o valiéndose de métodos alternativos a las cañerías domésticas. Y para el mundo entero, las estadísticas revelan un total de más de 768 millones de seres humanos sin acceso a agua segura. Por eso, incrementar los servicios adecuados de abastecimiento y desagüe,

es una de las metas contempladas en el séptimo de los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas: *Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.*

“El agua es un determinante de la salud y una condición indispensable para el desarrollo económico de los pueblos”, señala la Ing. Ana Treasure, coordinadora regional del equipo técnico para agua y saneamiento de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Ella explica que el tiempo que se necesita para recoger el líquido y trasladarlo a los hogares resta horas de productividad a la familia, y que las enfermedades que se generan por el consumo de agua contaminada no solo alejan a los niños de las escuelas, sino también a las madres de sus puestos de trabajo y de sus ingresos, pues deben quedarse en casa para cuidar a sus pequeños.

“Los males que se detectan más rápido son los diarreicos”, revela la especialista, “pero estamos preocupados porque la presencia de químicos y de metales en el agua podría tener consecuencias a largo plazo: diversos tipos de cáncer, daños a los riñones e incluso males cognitivos, debido, por ejemplo, al plomo en el agua”.

Además de los componentes biológicos, como larvas o algas, el agua puede estar contaminada por sustancias orgánicas o inorgánicas. “La que viene de los Andes, va arrastrando metales. Tenemos minas, relaves y muchos procesos que terminan contaminando los ríos más de lo que debieran”, explica el Ing. Eduardo Ismodes, Presidente del Directorio de Sedapal, la empresa que abastece de agua segura a la ciudad de Lima. El directivo aclara también que la que brota de las montañas, a través de los manantiales, no siempre es tan pura como se cree, ya que en su estado natural puede contener metales. Como los contaminantes varían en cada localidad, el ingeniero señala que los que llegan a la planta de tratamiento de La Atarjea, que él lidera, suelen ser hierro, aluminio y/o arsénico.

El especialista comenta que el trabajo de purificación debe ser constantemente adecuado a las condiciones particulares del agua, pues no todos los días el grado y las características de la contaminación son los mismos. Por ello, la definición de los tratamientos se hace en base a los resultados de los análisis del laboratorio de calidad. Luego de los procesos químicos, físicos y biológicos, se logra llevar al 92 % de los hogares de Lima un agua cuyos niveles de limpieza superan los mínimos establecidos en el *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Sin embargo, Ismodes advierte que al llegar a las casas el líquido puede volver a contaminarse fácilmente si pasa por tuberías sucias o deterioradas, si es almacenada en una cisterna o si descansa en un tanque al que no se le da mantenimiento. Aun así, el especialista no recomienda el hervido y posterior almacenamiento del agua ya tratada, pues, según dice, dicho procedimiento elimina el cloro residual que la protege y la deja sin defensas

contra eventuales bacterias con las que pudiera entrar en contacto; el hervido es una solución solo si el líquido es consumido inmediatamente después de la ebullición.

Ana Treasure añade: “Hervir el agua resulta caro, ya que demanda el uso de combustible, y peligroso, porque un niño puede sufrir algún accidente y resultar con quemaduras”. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda, como alternativa a la cocción y ante una situación de emergencia, añadir lejía o cloro al agua antes de su consumo. La experta aconseja echar dos o tres gotitas del desinfectante por cada litro.

Según la ingeniera, los ecosistemas están muy estresados porque los acuíferos son afectados por la contaminación que generan los diferentes tipos de industrias, por los pesticidas que se usan en la agricultura, por la minería y por la falta de saneamiento que padecen las comunidades, sobre todo rurales. Al respecto, Treasure nos remite a las cifras del último informe que sobre el tema han emitido la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), y según el cual, hasta el año 2011 más de mil millones de personas en el mundo hacían sus deposiciones al aire libre debido a que no contaban con servicios adecuados: “Para que el agua esté limpia, necesita condiciones de saneamiento buenas. Cuando llueve, si la gente y los animales defecan al aire libre, el río se contamina con esas heces. Además, el agua genera la necesidad de saneamiento, porque el 80 % de la que se consume se vuelve a botar sucia, poniendo en riesgo la salud de la población si es que no se cuenta con instalaciones para la eliminación de excretas”.

El ingeniero Ismodes reclama también más cuidado y educación en este sentido, pues según dice, muchos usan las redes de alcantarillado como si fueran un basurero y vierten en ellas los desperdicios que debería llevarse un carro recolector. Las plumas cerca a los mercados y la grasa que sale de los restaurantes dificultan el mantenimiento de infraestructuras que fueron pensadas para 50 años de uso y a los 15 de funcionamiento ya están deterioradas.

Treasure destaca el rol fundamental que debe jugar la educación, no solo para que la gente se comprometa con el buen uso de las instalaciones con las que cuenta, sino para que tome conciencia de que el acceso al agua potable es un derecho humano cuyo respeto es justo y necesario reclamar y defender.

MARIELLA CHECA (PERÚ)

El agua no se puede beber de un espejismo ni fabricarla. Cuidémosla.
Fotos: Walter Hupiu



¿Midiendo con un repollo?

Cuando los Institutos Nacionales de Metrología a nivel mundial definían las unidades básicas de medición como el metro, el kilogramo y el segundo, jamás pensaron en involucrar a un repollo en sus sofisticados laboratorios. Sin embargo, un grupo de divertidos y entusiastas muchachos lo utilizaron para medir de forma experimental la acidez de ciertos alimentos y bebidas.

“Cuando llegamos a San José nos dimos cuenta de la simpatía de la gente que vive allí. Por suerte ya habíamos encontrado alojamiento desde Alemania por contactos con los pasantes del año pasado del ASA¹ y pudimos empezar directamente con nuestro proyecto”, comenta Mara Büter, una de los dos jóvenes alemanes que llevaron su experiencia a LACOMET (Laboratorio Costarricense de Metrología).

A través de talleres y experimentos vinculados con la metrología, LACOMET desea demostrar la importancia de las mediciones exactas en la vida diaria y despertar la curiosidad en niños y jóvenes por esta área de la ciencia.

En su página web (<http://www.lacomet.go.cr/niños>), LACOMET publica una serie de experimentos, desde la construcción de un simple termómetro hasta la utilización de un repollo para medir la concentración del pH y con ello determinar la acidez en los alimentos y bebidas. Estos parámetros son medidos también en la industria alimentaria –naturalmente con instrumentos un poco más sofisticados– para poder garantizar su calidad, asegurar que no tengan elementos dañinos y así proteger la salud de las personas.

¹ Programa alemán de cooperación internacional, que ofrece becas a estudiantes y jóvenes europeos con formación profesional técnica entre los 21 y 30 años.

Imagen (pág. 48): Repollo, © Angel Simon - Fotolia.com



“En el período de adaptación empezamos con la investigación sobre otros proyectos de metrología para niños. Nos dimos cuenta de lo que hace falta en el mundo hispanohablante en tal proyecto. Además profundizamos nuestros conocimientos del SI, Sistema Internacional de Unidades. Para finalizar nuestra primera etapa investigamos sobre la implementación del SI en la sociedad costarricense y desarrollamos un diagnóstico sobre la situación en el país. En la segunda etapa empezamos el desarrollo de diferentes tipos de materiales informativos. Nuestros tres grupos meta eran niños, jóvenes y adultos. Con la elaboración de tales materiales también profundizamos nuestros conocimientos sobre la metrología en general y nos dimos cuenta de la importancia que tiene en la vida diaria de cada uno de nosotros. Se elaboraron tres diferentes tipos de folletos para obtener un medio de difusión para cada grupo involucrado”.

“Después iniciamos la elaboración de un material didáctico. Esa era la tarea principal de nuestro proyecto. Nuestra visión de este material era que fuera útil para difundir el conocimiento del Sistema Internacional de Unidades (SI), demostrar la importancia de las mediciones en la vida diaria y cultivar en los alumnos el interés por la metrología. Además queríamos que el material pudiera ser utilizado por profesores y niños en todo el país. Por eso pensamos en un costo mínimo de los materiales requeridos, en el uso libre del material y en un enfoque autodidáctico, para que también los niños puedan trabajar solos con el material y los profesores en sus clases, aún cuando no tengan ningún conocimiento en metrología puedan implementarlo”, agrega Carlos Stickel, el otro miembro de este grupo joven de cooperación internacional (ASA) que apoyó a LACOMET.

Gracias a los convenios internacionales que los diversos Institutos Nacionales de Metrología llevan a cabo, es que hoy en día jóvenes de todas partes del mundo tienen no sólo la posibilidad de poder aprender otros idiomas y conocer otras culturas, sino de poder brindar y recibir conocimientos y experiencias científicas sin necesidad de vestirse de blanco. Sin embargo, en ciertos experimentos, hay que colocarse ropa que no se vaya a extrañar en un futuro, ya que el repollo puede dejar algunas marcas difíciles de quitar.

El desarrollo de los módulos de talleres desarrollados por LACOMET se desarrolla en tres partes:

- Introducción general a la metrología, su historia y su importancia
- El experimento
- Evaluación y explicación de los resultados.

Tanto la sección de introducción, como la evaluación y explicación de los resultados son lideradas por el (la) profesor(a) o maestro(a). Los experimentos tienen un enfoque interactivo y autodidáctico. Los alumnos realizan los experimentos siguiendo las instrucciones que se indican en los materiales didácticos, ya sea individualmente o en grupos pequeños.

A través de los experimentos los alumnos descubren la importancia de las ciencias y de las matemáticas en la vida diaria, mediante las aplicaciones que se detallan en cada uno de ellos.

“Nuestra etapa de implementación de las actividades empezó con algunas dificultades. Era muy difícil el contacto con las escuelas y colegios en San José. Mandamos cartas por email a diferentes escuelas para presentar nuestro proyecto. Muchos no entendieron bien cuál era nuestra meta. Primero quisimos observar clases en diferentes es-



El grupo de pasantes del ASA compartiendo algunos experimentos de metrología con los niños de un colegio en Costa Rica.
Foto: Marcela Prendas

cuelas para tener una idea de la metodología que se utiliza en Costa Rica. Muchas escuelas no nos respondieron y entonces fuimos a hablar directamente con los directores. Eso era un paso muy importante para la continuación de nuestro proyecto. Logramos el contacto con tres escuelas y pudimos acudir a ellas para observar las clases y ponernos de acuerdo con los profesores sobre las fechas y contenidos de nuestros talleres. Lamentablemente era época de exámenes y por eso finalmente no fue posible poder llevar a cabo nuestros talleres en todas las escuelas”.

“Pero en una escuela de Tres Ríos pudimos implementar todos los experimentos desarrollados. Era un gran éxito: los alumnos estaban muy felices e interesados. Los profesores también nos dieron una buena retroalimentación. Nos dimos cuenta de las grandes diferencias entre la educación pública y privada. En Costa Rica la quinta parte de la población vive en pobreza. Pero en San José centro y los barrios que conocimos, uno casi no se da cuenta de eso. Cuando llegamos a las escuelas públicas los profesores nos contaron de los problemas con los cuales tienen que luchar cada día”, comenta uno de los jóvenes que tuvo la posibilidad de viajar a Costa Rica como parte del convenio de cooperación.

“Por el contacto con un profesor logramos presentar nuestro proyecto entero en la Universidad de Costa Rica. Dimos una charla informativa para profesores de química”.

“Para finalizar nuestro proyecto desarrollamos una página web de la cual se puede bajar todo nuestro material didáctico (www.lacomet.go.cr/niños)”, comenta Mara Büter.

Las explicaciones de los experimentos son muy ilustrativas así que no es necesario tener conocimiento previo en metrología.

Para poder realizar los experimentos sólo se requieren materiales que usamos diariamente y que casi todo los tenemos en nuestras casas. Así el costo de materiales se reduce a lo mínimo.

Si deseas informarte un poco más acerca de este entusiasmante y muy novedoso mundo de la metrología lo único que tienes que hacer es encender tu ordenador, conectarte a internet, buscar la página de LACOMET y dirigirte al área de *Proyectos*. Allí encontrarás un rubro relacionado a *Metrología para niños y jóvenes*. También existe un área de *Descargas* en donde podrás bajar las explicaciones y aplicaciones de los experimentos desarrollados hasta el día de hoy.

“Por todas las experiencias buenas que hicimos en LACOMET y en Costa Rica en general, nos fue muy difícil despedirnos. Siempre nos vamos a acordar de la gente amable y las buenas experiencias que vivimos allí.”, concluyen los jóvenes alemanes que componen el grupo de trabajo de este gran proyecto para niños, jóvenes y profesores.

ALBERTO PARRA DEL RIEGO (ALEMANIA)

¿Cómo llegó el agua a la tierra?

El agua es un elemento vital para nuestra supervivencia. Se encuentra presente en forma de océanos, ríos y glaciares en un 71 % de la superficie de nuestro planeta. Nuestro cuerpo está compuesto en un 55 % a 78 % por agua y lo mismo sucede con las plantas, que necesitan de este elemento para subsistir. Debido a que los seres vivos dependen del agua, muchas veces nos hemos preguntado ¿Cuál es el origen de este elemento?

Hay una teoría que sugiere que los océanos se formaron cuando el hidrógeno y oxígeno se combinaron químicamente bajo la corteza del planeta y emergieron como vapor volcánico que luego se condensó, se convirtió en lluvia y llegó a la superficie.

Pero actualmente, la teoría que persiste más fuertemente entre los científicos es que el agua llegó a través de cometas que impactaron a la Tierra. “Los cometas traen el material original del sistema solar y hay algunos que están ubicados en el cinturón de Kuiper, una región que está en la parte externa del sistema solar. Lo importante de estos cometas es que sus componentes, entre los cuales se encuentra el agua, no han sido alterados por la radiación del Sol, por lo que podemos conocer la composición química primordial de nuestro sistema solar”, señala el máster en Astronomía de la Universidad de Leiden y profesor del departamento de Enseñanza de Ciencias Básicas de la Universidad Católica del Norte de Coquimbo (UCN), Hugo Zeballos.

De hecho, en el último tiempo esta teoría ha cobrado más fuerza debido a la extracción de material de los co-

metas que han orbitado cerca a la Tierra. En el año 2011 un grupo de científicos descubrió agua en el cometa Hartley 2 usando el telescopio espacial *Herschel*. “Los telescopios que orbitan en el espacio poseen una especie de paneles donde atrapan partículas del cometa con un gel especial, que luego son analizadas en los laboratorios”, explica Zeballos. Este método permitió analizar los componentes químicos existentes en los cometas y se pudo comprobar que la composición del agua encontrada era la misma que la que encontramos en la Tierra.

El agua de la Tierra presente en los océanos posee una porción denominada agua pesada compuesta de oxígeno y deuterio, que es un isótopo del hidrógeno con un neutrón extra en su núcleo. Para que el cometa sea la fuente de origen del agua de nuestro planeta debe contener la proporción exacta de agua regular y agua pesada de la que encontramos aquí. Hasta el cometa Hartley 2, no se había encontrado ningún cometa que cumpliera con este criterio, pues generalmente los otros cometas estudiados presentaban el doble de agua pesada, en comparación a la de la Tierra y esto se debía a que provenían de otras regiones del sistema solar, alterando su composición por la trayectoria en el espacio.

Otras teorías

Sin embargo, estas no son las únicas teorías. De hecho este tema ha sido objeto de debates por los científicos durante muchos años y aún no se ha establecido una teoría que sea considerada como la definitiva para resolver esta interrogante. Otra teoría plantea que el agua llegó a la Tierra cuando recién estaba en formación, mediante el impacto de asteroides y meteoritos ricos en agua, distribuyendo este elemento en diversos lugares de nuestro planeta a través de la fuerza bruta. “Los meteoritos como son generalmente expuestos al Sol han perdido un poco de su material primordial o identidad, por eso ha sido más difícil poder comprobar esta teoría”, explica Zeballos.

Y por último, existe una teoría mucho más reciente, que postula que nuestro planeta recibió moléculas de agua a través de polvo interestelar que tenía agua adherida en su interior. “Las moléculas pueden ser encontradas en granos de polvo que se generan en atmósferas de estrellas frías en proceso de crecimiento (gigantes rojas), cuando la temperatura baja y los silicatos, que es el principal componente de los granos de polvo, se condensan” comenta el especialista.

Los avances científicos para estudiar cometas y orígenes del Universo

Todas estas teorías han llevado a los científicos a interesarse principalmente por el estudio de cometas y asteroides. En este sentido, un país que lidera en astronomía en Latinoamérica es Chile ya que alberga importantes centros astronómicos ubicados en el norte de su extensa franja territorial. La presencia de estos grandes telescopios permite seguir investigando sobre estas temáticas e intentar descubrir además el origen del Universo o el estudio de la energía y materia oscura¹. En la región de Coquimbo, la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA) administra a *Southern Astrophysical Research Telescope (SOAR)*, *Gemini* y el Observatorio Interamericano Cerro Tololo (CTIO). Este último posee la recientemente inaugurada cámara de energía oscura¹ o *DeCam*, una cámara de 570 megapíxeles que permitirá seguir a cometas y asteroides, además de estudiar la energía y materia oscura. “Una máquina como *DeCam* es la apropiada para descubrir cometas, asteroides y objetos que se están moviendo dentro de nuestro sistema solar pues puede cubrir mucho del cielo en poco tiempo, repetir las operaciones y ver cuándo hay una estrella moviéndose, o bien un asteroide o cometa, y empezar a estudiar particularmente en este campo a familias de asteroides o cometas”, señala el Director del Observatorio de AURA en Chile, Dr. Christopher Smith. Incluso desde los primeros días de operaciones de *DeCam* ya había científicos proponiendo

mapear el cielo y hacer búsquedas de asteroides, cometas y objetos del cinturón de Kuiper. “Junto con *DeCam* se puede empezar a estudiar su composición química a través de varios filtros y una vez que tienes la composición de la familia puedes elegir algunos cometas y empezar a estudiarlos con espectrografía², lo que permite tener un estudio más preciso de su composición. Para eso puedes usar los espectrógrafos del telescopio *Gemini* o bien de *SOAR*”, señala Smith.

Otro futuro proyecto de AURA que ayudará en esta búsqueda será el *Large Synoptic Survey Telescope (LSST)* que también estará emplazado en la región de Coquimbo. Se trata de un telescopio de 8,4 metros que posee una cámara de 3200 megapíxeles que permitirá mapear el cielo en sólo 3 noches. “Con el *LSST* obtendremos una base de datos enorme de asteroides, cometas y objetos; su rastreo será impresionante, pues vamos a encontrar de un 80 a 90 % de los objetos moviéndose en el sistema solar”, nos explica.

Por último, a 5000 metros de altura en Llanos de Chajnantor, se encuentra el radiotelescopio *ALMA*, que posee 66 antenas de alta precisión que permitirán estudiar los orígenes del Universo. “*ALMA* permitirá estudiar la formación de planetas, galaxias lejanas, formación estelar y moléculas como la del agua, a través de longitud de ondas milimétricas y submilimétricas, que se encuentran entre el infrarrojo y las ondas de radio”, comenta el especialista. Se espera que con estos telescopios y los nuevos proyectos astronómicos que se comenzarán a construir los científicos sean capaces de encontrar nuevas evidencias que respalden definitivamente alguna de las teorías que explican el origen del agua en la Tierra. Son teorías que los astrónomos siguen estudiando y anhelan en un futuro próximo poder encontrar una respuesta.

CAMILA IBARLUCEA (CHILE)



Hugo Zeballos, máster en Astronomía y profesor de Ciencias Básicas de la Universidad Católica del Norte.

Foto: Camila Ibarlucea

Ilustración: Alberto Parra del Riego

¹ La primera es una misteriosa forma de energía que explicaría por qué la expansión del universo se acelera y la segunda es materia que no produce radiación electromagnética.

² Técnica que permite determinar la distribución de la intensidad de la radiación detectada por cada valor de longitud de onda.

Créditos

Editorial:

Laboratorio Tecnológico del Uruguay - LATU

Director de la revista:

Alexis Valqui (PTB)

Comité Editorial:

José Dajes, INDECOPI - Perú; Gabriela de la Guardia, CENAMEP - Panamá; Silvana Demicheli, LATU - Uruguay; Francisco García, RNM - Chile; Oscar Harasic, EE UU; Ileana Hidalgo, LACOMET - Costa Rica; Héctor Laiz, INTI - Argentina; Rubén Lazos, CENAM - México; Luis Mussio, OIML; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Marcela Prendas, LACOMET - Costa Rica; Gelson M. Rocha, INMETRO - Brasil; Claudia Santo, LATU - Uruguay; Silvio F. Santos, INMETRO - Brasil; Alexis Valqui, PTB - Alemania

Comité Ejecutivo:

Silvana Demicheli (LATU); Alberto Parra del Riego (PTB); Alexis Valqui (PTB)

Secretaría Técnica:

Silvana Demicheli (LATU)

Apoyo logístico:

Diana Kleinschmidt (PTB)

Redacción:

Centro de Desarrollo del Conocimiento - CDC (LATU)
Avenida Italia 6201 Edificio Los Talas - CDC, Montevideo. CP 11500 Uruguay.
capacita@latu.org.uy (00598) 2601 3724 # 1325 y 1326

Revisores:

José Dajes, INDECOPI - Perú; Gabriela de la Guardia, CENAMEP - Panamá; Silvana Demicheli, LATU - Uruguay; Francisco García, RNM - Chile; Ileana Hidalgo, LACOMET - Costa Rica; Héctor Laiz, INTI - Argentina; Rubén Lazos, CENAM - México; Luis Mussio, OIML; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Marcela Prendas, LACOMET - Costa Rica; Gelson M. Rocha, INMETRO - Brasil; Claudia Santo, LATU - Uruguay; Galia Ticona, INDECOPI - Perú; Alexis Valqui, PTB - Alemania

Autores y colaboradores técnicos por artículo:

- **El agua: punto de partida.** Autor: Daniel de la Torre. Colaboración técnica: Édgar Méndez (CENAM) - México
- **Las frutas: fuentes naturales de agua.** Autora: Mariella Checa. Colaboración técnica: José Dajes (INDECOPI) - Perú
- **Cuando la calidad del agua es esencial para la vida.** Autora: Claudia Mazzeo. Colaboración técnica: María Eugenia Vivado - Argentina
- **Harina, huevos, azúcar ¡y humedad!** Autor: Jasson Clarke. Colaboración técnica: Luis Badilla Rojas (LACOMET) - Costa Rica
- **Olas, viento y medidas.** Autora: Daniela Hirschfeld. Colaboración técnica: Claudia Santo (LATU) - Uruguay
- **El deporte también le hace bien al ambiente.** Autora: Jazmín Beccar. Colaboración técnica: Héctor Laiz (INTI) - Argentina
- **Experiencias con mochila.** Autora: Griselda Díaz. Colaboración técnica: Claudia Santo (LATU) - Uruguay
- **¿Por qué el agua de mar es salada?** Autor: Daniel de la Torre. Colaboración técnica: Evgueni Choumiline (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional), Manuel Fuentes (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) - México
- **Un largo viaje.** Autora: Griselda Díaz. Colaboración técnica: Claudia Santo (LATU); Madeleine Renom (Facultad de Ciencias, UdelaR); Pablo Thomasset (IEEE) - Uruguay
- **Energía a través de fusión nuclear.** Autora: Camila Ibarlucea. Colaboración técnica: Francisco García, RNM - Chile
- **¿Cuántos litros de agua hay en tu hamburguesa?** Autora: Claudia Mazzeo. Colaboración técnica: Alfredo Rosso (INTI) - Argentina
- **Agua pasa por mi casa ... y por mi medidor.** Autor: Jasson Clarke. Colaboración técnica: Luis Badilla Rojas (LACOMET) - Costa Rica
- **Agua que no has de beber...** Autora: Mariella Checa. Colaboración técnica: José Dajes (INDECOPI) - Perú
- **¿Midiendo con un repollo?** Autor: Alberto Parra del Riego. Colaboración: Mara Büter y Carlos Stickel - Alemania
- **¿Cómo llegó el Agua a la Tierra?** Autora: Camila Ibarlucea. Colaboración técnica: Francisco García, RNM - Chile

Diseño y diagramación:

Alberto Parra del Riego

Página web:

www.revistadeacuerdo.org

Imprenta:

westermann druck GmbH, Braunschweig, Alemania

Copyright:

LATU- Revista ¡De Acuerdo! Derechos reservados.

Fecha de Edición:

Octubre 2013

ISSN: 2301-0932

Foto de la portada:

© EpicStockMedia - Fotolia.com

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) fue creado en noviembre de 1992. Busca proteger los derechos de los consumidores y todas las formas de propiedad intelectual, fomentar en la economía una leal y honesta competencia y promover la calidad en beneficio de todos los peruanos.

El INDECOPI atiende cuatro grandes áreas: defensa de la competencia, protección al consumidor, propiedad intelectual e infraestructura de la calidad.

La infraestructura de la calidad está integrada por la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias, el Servicio Nacional de Acreditación y el Servicio Nacional de Metrología.

Servicio Nacional de Metrología - SNM

El SNM, creado el 6 enero de 1983, es el encargado de promover el desarrollo de la ciencia metrológica y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades de medida del Perú. Su función principal es mantener los patrones nacionales de medida y promover el desarrollo de la metrología científica, industrial y legal en el país.

El SNM busca contribuir al desarrollo nacional a través de servicios de calibración que permitan asegurar la transmisión de la unidad de

medida en la industria, ciencia y comercio. También ofrece materiales de referencia certificados de pH, conductividad, metales en agua, entre otros. Ofrece pasantías, dicta cursos de capacitación y Diplomados en Metrología.

El Servicio cuenta con personal altamente capacitado y patrones de medición de alta exactitud con trazabilidad a institutos metrológicos internacionales, reconocidos por el *Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)*.

Los laboratorios del SNM cumplen con los requisitos del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del CIPM de implementar un sistema de gestión de la calidad, basado en la Norma ISO/IEC 17025 y/o ISO Guía 34, los cuales han sido aprobados por el *Quality System Task Force (QSTF)* del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Actualmente, cuenta con laboratorios de masa, flujo de líquidos y gases, tiempo y frecuencia, electricidad, longitud y ángulo, volumen y densidad, fuerza, torque y presión, termometría y humedad, y de metrología química. Participa activamente en comparaciones regionales e internacionales para demostrar su competencia técnica. A la fecha se tienen publicadas 110 capacidades de medición y calibración, en la base de datos del BIPM.

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias a la participación y colaboración de los siguientes Institutos Nacionales de Metrología:



Centro Nacional de Metrología
(México)
www.cenam.mx



Centro Nacional de Metrología
de Panamá
(Panamá)
www.cenamep.org.pa



Servicio Nacional de Metrología
(Perú)
www.indecopi.gob.pe



Instituto Nacional de Metrología,
Qualidade e Tecnologia
(Brasil)
www.inmetro.gov.br



Instituto Nacional de
Tecnología Industrial
(Argentina)
www.inti.gob.ar



Laboratorio Costarricense
de Metrología
(Costa Rica)
www.lacomet.go.cr



Laboratorio Tecnológico del Uruguay
(Uruguay)
www.latu.org.uy



Physikalisch-Technische
Bundesanstalt
(Alemania)
www.ptb.de



Red Nacional de Metrología
(Chile)
www.metrologia.cl

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias a la financiación de:

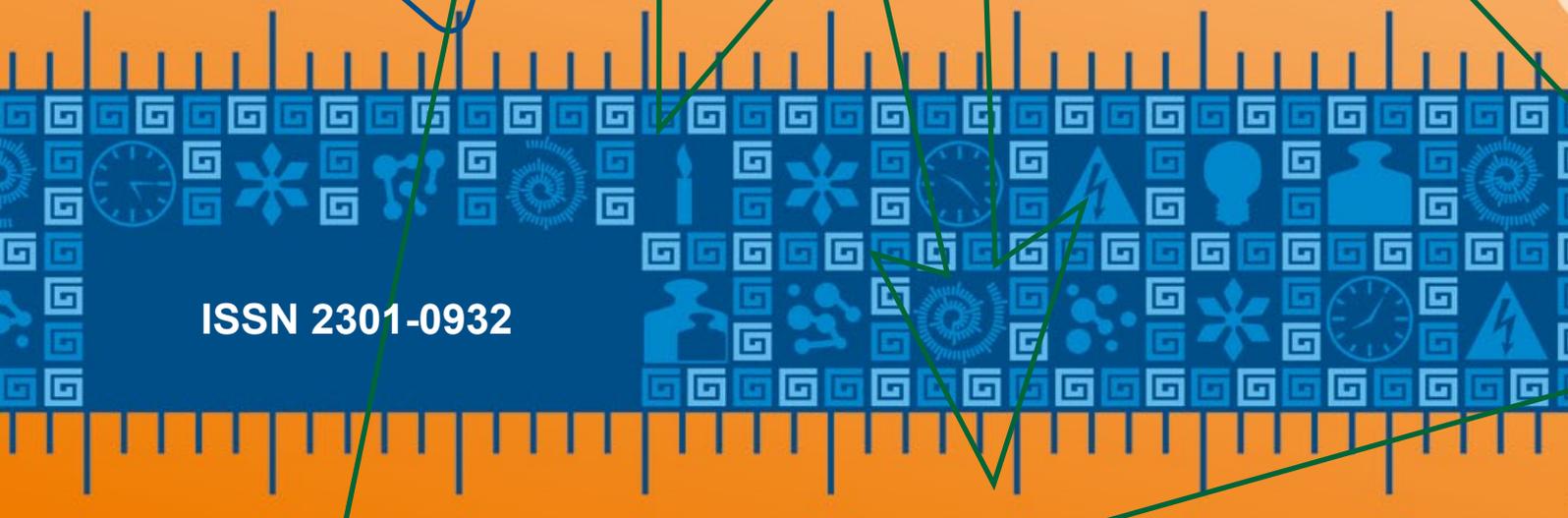
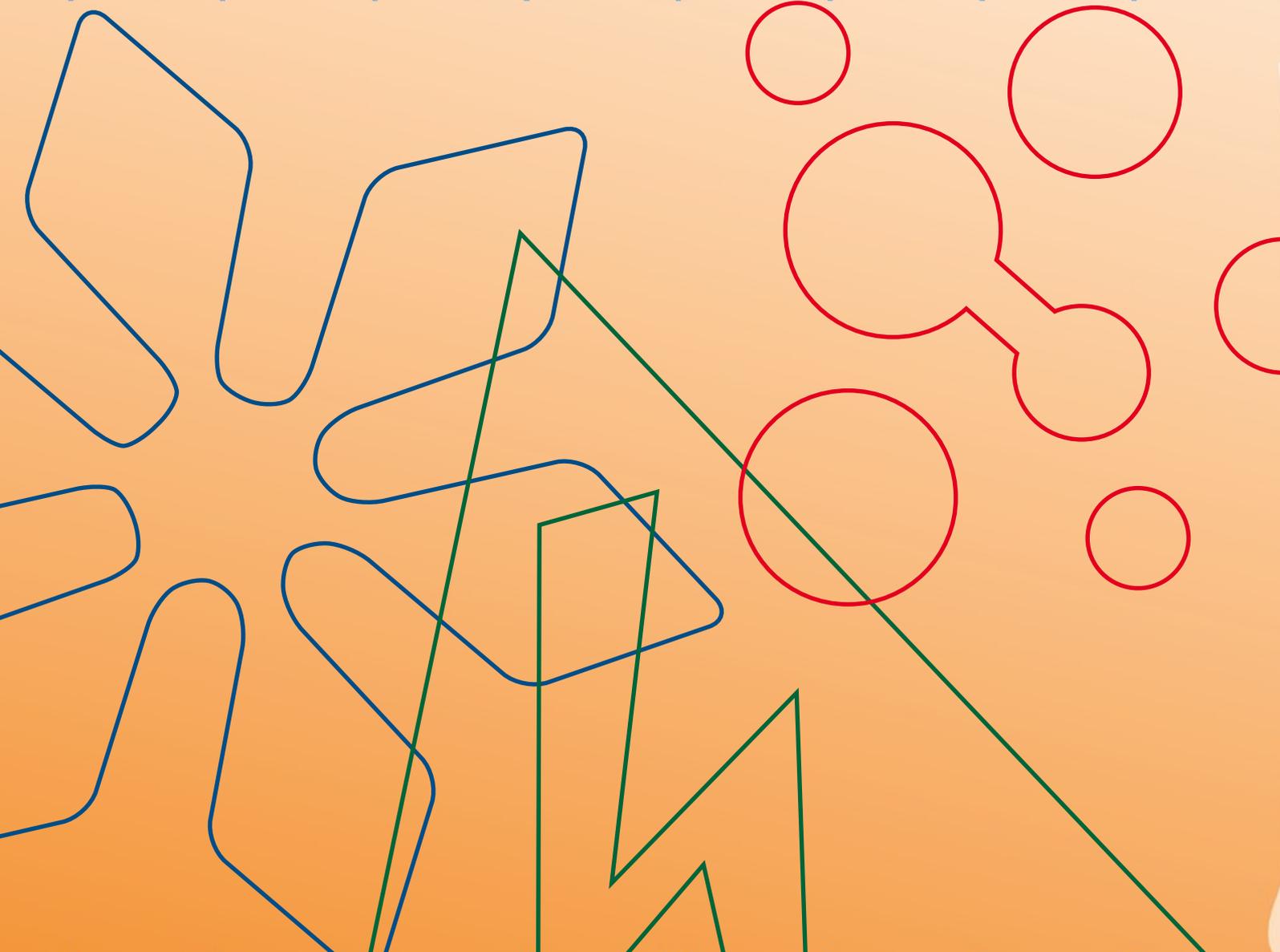


Ministerio Federal de Cooperación
Económica y Desarrollo
(Alemania)
www.bmz.de

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias a la cooperación de:



Sistema Interamericano de Metrología
www.sim-metrologia.org.br



ISSN 2301-0932