¡De acuerdo!

La ciencia a tu medida

Edición N° 3

Energía

¡Boom!
¡Qué energía la de los superhéroes!

El litro de luz, agua que ilumina

En el corazón del celular

A quemar energía bailando

Días de sol

La energía nuestra de cada día

Tierra de gigantes

La vida en el continente helado

y mucho más...

SIM

INM
Instituto Nacional de Metrología de Colombia

Prefacio

Estimado lector:

Esta es una revista llena de energía.

No sólo porque es el foco principal de los artículos de este número sino porque todo lo que somos, lo que hacemos y producimos está basado en energía. Sin ella, la vida tal como la conocemos en nuestro planeta no sería posible.

Al hacer deportes, al comunicarnos, estudiar, trabajar, alimentarnos, viajar o salir de campamento; en la ciudad o en áreas rurales, en tierra o en el mar...; en seres vivos y en materiales inertes… siempre hay energía involucrada y todo sucede a partir de ella y sus transformaciones.

El ser humano hace miles de años descubrió su poder y desde entonces se ha esforzado por aprovecharla, estudiarla y medirla. Aún no ha logrado crearla -y según los conceptos de hoy, nunca lo logrará- pero sí obtenerla de diferentes fuentes, transformarla, industrializarla y hasta conservarla. Pero a medida que fue lográndolo también aumentó el consumo de recursos no renovables y produjo efectos que hoy son motivo de preocupación.

Algo muy interesante es que la energía es un sistema cerrado; no se crea ni se destruye, sólo se transforma de una forma a otra (u otras). Existen varias definiciones de energía, según qué disciplina la trate. Una explicación simple, pero no universal, es que un cuerpo tiene energía si tiene la capacidad de realizar trabajo.

Imagina una gota de agua que pasa la compuerta del embalse de una represa para iniciar una caída de casi 200 metros a través del vertedero. A medida que cae pierde altura pero gana velocidad. O, dicho de otro modo, pierde energía potencial pero gana energía cinética. Cuando ella y las otras gotas que la acompañan golpean la paleta de la turbina la impulsan y provocan que gire. La energía cinética de la gota se transforma ahora en la de la turbina y a través de un generador ésta se transforma en energía eléctrica, una forma de energía de fácil aprovechamiento que nos ayuda a realizar trabajos y a vivir con mayores niveles de confort y comodidad. Podemos entonces decir que una gota de agua en un embalse es un cuerpo que tiene energía potencial aprovechable, que en este caso se transforma en energía eléctrica aunque también, pero en menor grado, se transforma o "se pierde" en energía térmica (calor). Una represa como la de Itaipú produce aproximadamente 95 millones de MWh al año. No podemos contar cuántas gotas intervinieron en esta producción que puede parecer mágica, pero sabemos que juntas producen mucha energía eléctrica y podemos estar seguros que la suma de esas diferentes formas de energías que produjeron son igual a la energía potencial que perdieron.

Para entregarte este nuevo número sin duda se ha transformado y utilizado mucha energía. Además de la energía eléctrica fácilmente identificable en el uso de aparatos y electrodomésticos que nos acompañaron en el proceso (obtenida de diversas fuentes), utilizamos energía química presente en las baterías de nuestros celulares, energía fósil para alimentar los motores de nuestros vehículos y de los aviones que nos transportaron para nuestra reunión anual; y eso sin contar la que se habrá transformado y utilizado para obtener papel y tinta en la imprenta. También obtuvimos y transformamos energía a partir de los alimentos que se transforma en energía química de nuestro cuerpo y en impulsos eléctricos que al llegar y salir de nuestro cerebro nos permiten mover los músculos para procesos vitales, escribir, leer, hablar, oir, caminar … En fin, la lista es larga.

Ahora la revista está en tus manos y mientras la lees tú también obtienes, transformas y consumes distintos tipos de energía. ¿Ya pensaste en cuáles?

Te dejo planteada la inquietud. Quizás quieras compartir con nosotros tu respuesta, así como tus comentarios y sugerencias a través de nuestra página: www.revistadeacuerdo.org

Recibe un cordial saludo,

ALEXIS VALQUI

Alexis Valqui, Director de la revista
¡De acuerdo! – La ciencia a tu medida
Foto: Alberto Parra del Riego

Índice

Prefacio
Alexis Valqui... 1

¡Boom! ¡Qué energía la de los superhéroes!
Claudia Mazzeo... 4

El litro de luz, agua que ilumina
Jaime Honorio González... 8

Vivir solo: ¿cómo ahorrar energía?
Lilliam Mora Vindas... 12

En el corazón del celular
Daniela Hirschfeld... 16

A quemar energía bailando
Claribel López... 20

Energía eficiente
Sofía Kalormakis de Kosmas... 23

Las energías alternativas salen de campamento
Enrique Garabetyan... 26

Fotos de fondo: río © M.Rosenwirth - Fotolia.com, paneles solares © digitalstock - Fotolia.com. Diseño: Alberto Parra del Riego

Energía

Desafíos extremos
Patricio Vargas ... 30

Días de sol
Claudia Mazzeo... 34

La energía nuestra de cada día
Canela de Olazábal... 38

Tierra de gigantes
Silvana Demicheli... 42

Contacto con el sol
Alberto Parra del Riego... 46

¿Amigo o enemigo?
Silvana Demicheli... 50

La vida en el continente helado
María Paz Sartori... 52

Fotos de fondo: refinería © joserpizarro - Fotolia.com, turbinas eólicas© Friedberg - Fotolia.com

¡BOOM!

¡Qué energía la de los Superhéroes!

La ficción y la realidad se miden de igual a igual con los superhéroes.
¿Y si algún día todo fuera posible?

La reflexión sobre cuánta ciencia hay en verdad en la llamada ciencia ficción ha motivado un sinnúmero de estudios y de publicaciones. Entre ellos, el ya mítico libro para los amantes de la física y de los comics *La física de los superhéroes. Cómo los comics pueden explicar leyes científicas de manera sencilla y divertida*, de James Kakalios, profesor universitario y fanático de los superhéroes.

En la introducción, su autor declara "en mis lecturas he advertido que los escritores y los artistas creadores de historias de cómics de superhéroes consiguen que su ciencia resulte correcta más veces de lo que cabría esperar. Aquellos que no están familiarizados con los cómics de superhéroes quedarían sorprendidos al saber que *todo* en los cómics podría ser científicamente correcto y que uno puede aprender mucha ciencia leyéndolos".

Cuando se trata de analizar por qué ciertas historias siguen teniendo vigencia a pesar de los cambios que experimenta siglo tras siglo la humanidad, suele decirse que además de ser potentes vehículos de transmisión cultural, ayudan a las nuevas generaciones a materializar nociones abstractas como la maldad, la generosidad, la traición, la envidia, la justicia.

Tal es el caso de las historias de superhéroes, en las que abundan personajes que le ponen cuerpo a estos conceptos intangibles, y que inspiran más de un sueño irrealizable entre quienes habitamos el planeta Tierra.

Porque, ¿quién no soñó alguna vez en ponerse una enorme capa roja y atravesar la corteza terrestre como Superman o Superchica? O en correr, como Flash, y desaparecer rápidamente de la vista dejando una estela blanca sobre la superficie del océano. O en tener la capacidad de inflar el pecho y ganar músculos hasta romper la ropa, generando un profundo temor en el interlocutor que se nos presenta como una amenaza, tal como el auténtico Hulk cuando se enoja. Hay quienes prefieren imaginarse trepando rascacielos, como el Hombre Araña. O usando una de las tantas armaduras flexibles de Iron Man con sensores, propulsores, escudos, armas y demás prestaciones.

Nuestros abuelos los amaban y seguramente los hijos de nuestros hijos también lo harán en el futuro. Esa devoción ha sido bien interpretada por la industria del cine y la TV que no paran de reeditar, una y otra vez, diferentes versiones actualizadas de clásicos como Batman, Superman o Flash. Como prueba de lo dicho basta con encender hoy mismo la televisión y ver una saga de nuevos productos como *Gotham*, serie en la que se dan cita héroes y villanos, o *Arrow*, que para sorpresa de todos reúne a Flecha Verde, Flash, el joven Bruce Wayne, Batman, y otros personajes de la década de los ´60, con un éxito que empuja la cuarta temporada televisiva consecutiva.

Los más curiosos tal vez hayan advertido que los superpoderes y las habilidades de muchos de estos personajes comparten con nosotros los terrícolas principios básicos de la física que involucran fuerzas y magnitudes y hacen uso de diferentes formas de energía. Así es como, para mover objetos, nuestros héroes utilizan la energía mecánica; para producir calor, la energía térmica; para correr, ponen en juego la energía cinética. Sus cerebros utilizan energía química y eléctrica.

En la vida real (y muchas veces también en la ficción) todo el tiempo se están produciendo a nuestro alrededor algún tipo de conversiones de energía, aunque algunos de estos procesos son más evidentes que otros.

Esto llevó al físico James Prescott Joule a enunciar en 1847 el Principio de Conservación de la energía, según el cual, ésta no se crea ni se destruye; se transforma.

Uno de los ejemplos menos evidentes es el de la llamada energía potencial gravitatoria. Aunque no solemos pensar que los objetos estáticos tienen energía, así es. Como la gravedad siempre intenta atraer los objetos hacia el centro de la Tierra, cualquier objeto que sueltes desde cierta altura ganará velocidad. Al hacerlo, el objeto perderá energía potencial gravitatoria, pero ganará energía cinética.

Ante todo es importante recordar que todos los organismos vivos, no importa en qué etapa evolutiva se encuentren (recordemos que Darwin dijo que todas las formas de vida evolucionaron a partir de una o de pocas formas simples de organismos) deben acceder a un recurso primordial para ejercer sus actividades, esto es, una fuente de energía. En el caso de las plantas, algas y un importante número de bacterias, la fuente de energía vital -el sol- se usa en forma directa, mediante el proceso de fotosíntesis. En cambio, los organismos no fotosintéticos -entre ellos, nosotros- obtienen la energía necesaria para la supervivencia en forma indirecta, a través de los alimentos.

Evidentemente, por eso comemos. Al hacerlo convertimos la energía química de los alimentos, en un compuesto denominado adenosín trifosfato (ATP, por sus siglas en inglés), que almacena la energía que nuestras células utilizan para realizar distintas tareas.

Cuando andamos en patineta, la energía que nos impulsa es la energía química del desayuno o del almuerzo, que nuestro cuerpo ha transformado en otro tipo de energía química: ATP. Es esa la que nuestros músculos utilizan, convirtiendo una parte de ella en energía mecánica que nos permite que impulsemos la tabla.

En la Argentina el papel del ATP en el proceso de transformación de los azúcares en el organismo fue estudiado por Luis Federico Leloir y su grupo. El tema es tan importante que el resultado de sus estudios le valió a Leloir el Premio Nobel de Química en 1970. Así, le dio a la Argentina en ese entonces su segundo premio Nobel en ciencias, transformándose en un verdadero superhéroe, tanto por el tenor de sus descubrimientos como por las precarias condiciones en que logró realizarlos. Eso sí, nunca necesitó usar capa.

Mi vida por una pizza

¿Notaste que cuando tenés que estudiar muchas horas seguidas, a medida que pasa el tiempo vas más seguido a la heladera en busca de comida? Es que tu cerebro está consumiendo la energía de las células y te demanda que repongas esa energía con nuevo combustible: alimento.

En las personas, la energía química de los alimentos se usa para obtener la energía necesaria para desarrollar las funciones vitales. ¿Y en los superhéroes?

Uno de los más emblemáticos a la hora de alimentarse es Flash. Casi todos recuerdan haberlo visto comer con enorme voracidad alimentos grasosos, para procurarse así el combustible que le permite correr alcanzando la velocidad de la luz (e incluso superándola). En realidad Flash come por la misma razón que lo hacemos todos: para abastecerse de materia prima para el crecimiento y regeneración de las células y para obtener energía para el funcionamiento metabólico. Resulta tentador tratar de deducir cuánto debe comer para alcanzar el valor aproximado de 300 000 km/s. Para ello lo primero a definir es su contenido como energía cinética (la que depende de la masa del objeto -en este caso Flash-), y además se debe agregar el parámetro de movimiento, esto es la velocidad a la cual se mueve nuestro héroe.

Ilustración: Torzo de superhéroe © kennykiernan - Fotolia.com

Lo anterior nos lleva a la relación $Ec = (1/2)\ m.v^2$. En donde Ec se refiere a la energía cinética, m es la masa de Flash y v su velocidad de movimiento, elevada al cuadrado.

De acuerdo con esta fórmula, las necesidades de ingesta calórica de Flash aumentan cuadráticamente cuanto más deprisa corre. Si corre dos veces más rápido, su energía cinética aumenta por un factor de cuatro, por lo que necesita comer cuatro veces más para alcanzar esta mayor velocidad.

Si Flash pesara 70 kg sobre la Tierra, entonces su masa sería de 70 kg. Cuando corría al 1 % de la velocidad de la luz (lo que dista mucho de la velocidad tope de Flash), su velocidad sería:

v = 300 millones de m/s. En este caso su energía cinética es:

$Ec = (1/2) \times (70\ kg) \times (300\ 000\ 000\ m/s)^2 = 3{,}15$ trillones de $kgm^2/s^2 =$ 0,75 trillones de calorías.

Te invitamos a realizar el cálculo de cuántas pizzas o hamburguesas le aportarían esas calorías. Recordá que una hamburguesa tiene entre 300 y 500 calorías, y una pizza entera entre 2100 y 2300.

La velocidad extrema ya no es sólo cosa de superhéroes. En 2012 un simple mortal logró lo que parecía sólo tarea de superhéroes: se transformó en el primer ser humano en romper la barrera del sonido, sin apoyo mecánico. El deportista austríaco Felix Baumgartner saltó en caída libre desde una altura de 39 068 metros. La cápsula que lo llevó hasta su punto de lanzamiento fue elevada por un globo de helio que tardó 90 minutos para llegar a la altitud prevista. Se calcula que su caída libre -hasta que se desplegó su paracaídas- duró 3 minutos 48 segundos durante la cual alcanzó una velocidad de 1342 km/h (lo que equivale a 372,78 m/s) . Flash, ¿se habrá puesto colorado?

El vuelo de Superman y las placas tectónicas

Volar es otra de las fantasías de los humanos. El primer superhéroe que voló fue Superman en 1941. En ese entonces, el personaje nacido con el nombre de Kal-El en el planeta Krypton y enviado por sus padres en una nave a la Tierra momentos antes de la destrucción de su planeta de origen, era incapaz de volar. Pero podía dar saltos de 200 metros, tenía una piel muy resistente, levantaba pesos imposibles de imaginar para un terrícola y corría más rápido que un tren expreso.

Muchos explicaban sus poderes como resultado de que el ADN kriptoniano estaba codificado para el desarrollo de huesos y músculos adecuados al campo de gravedad de Krypton, que era hasta 15 veces más intenso que el de la Tierra. Recordemos que la energía potencial gravitatoria es proporcional a la masa, a la altura y a la aceleración de la gravedad, por lo cual con un mismo gasto de energía en planetas con gravedad 15 veces menor sería posible llegar a alturas 15 veces mayores. Así, Superman se comportaría como cualquiera de nosotros en la superficie lunar, donde podríamos levantar con facilidad objetos pesados o saltar distancias mayores, debido a la existencia de un campo gravitatorio menor.

Pero con el tiempo el personaje de Superman fue siendo modificado por sus guionistas, los que lo dotaron de visión de rayos X y calorífica, fuerzas extraordinarias y capacidad de vuelo (ya no sólo de salto), entre otros poderes.

Cuando en una escena de la saga Superman detiene un terremoto que inicia su archienemigo Lex Luthor por medio de unas bombas atómicas y lo hace moviendo una placa tectónica, la credibilidad del personaje tambalea. Es ahí cuando se le acusa de ignorar una de las leyes de la mecánica, el principio de acción y reacción, o tercera ley de Newton que dice que: todo cuerpo que ejerce una fuerza sobre otro experimenta una fuerza de igual intensidad, en la misma dirección, pero en sentido opuesto. Pero Superman ni se mueve. Ni siquiera pestañea. La fuerza de igual magnitud pero de sentido opuesto brilla por su ausencia.

Otros críticos niegan la posibilidad de que pueda ocurrir un vuelo como el de Superman sin un mecanismo visible de propulsión. El vuelo de Iron Man,

Ilustración: Superhéroe golpeando © kennykiernan - Fotolia.com

si se quiere, es más realista. Al igual que los helicópteros, los aviones y las aves genera su propulsión enviando aire u otros gases hacia abajo. Pero Superman… ¿cómo lo hace?

El físico Wolfgang Ernst Pauli, ofreció una posible explicación. Considerado el fundador de la mecánica cuántica, postuló que una tercera partícula indetectable, el neutrino (pequeño neutrón), se llevaba parte de la cantidad de movimiento faltante.

"¿Esto qué tiene que ver con el vuelo sin alas de Superman? Lanzando un chorro de neutrinos en la dirección apropiada Superman podría volar y realizar varias de sus hazañas. Los neutrinos pueden surgir del decaimiento de partículas subatómicas inestables, y además la energía generada en esos procesos podría potenciar otras hazañas de este héroe.

La masa de Hulk

El hombre verde también está lleno de misterios. Surgido de la exposición a los rayos gamma, el increíble Hulk puede aumentar hasta 1566 kg su masa muscular al enojarse. Además, levanta pesos de hasta 100 toneladas, da saltos de 6,4 km y sus puñetazos ejercen una fuerza de 14 toneladas por pulgada cuadrada, de acuerdo con la información que suministran en el *packaging* los productores de su última película.

Pero, dejando de lado la musculatura que genera con su transformación, para empezar ignora el principio de conservación de la masa. Si antes de transformarse pesa entre 60 y 70 kg, ¿cómo obtiene la masa extra que lo hace aumentar de tamaño? Porque si mantiene la masa constante (alrededor de 65 kg) y aumenta el volumen cuatro o más veces, entonces ¿se vuelve menos denso?

Si tan sólo fueran simples mortales...

Es probable que aún no estemos en condiciones de comprender ciertos fenómenos de la física que dan vida a los superhéroes. Pero si no es así, y es válido analizarlos a la luz de conocimientos actuales, algunos poderes nos ocultan el lado oscuro de ser superhéroe. A Superman, por ejemplo, al volar al menos se le debería llenar la cara de insectos, además de smog y otros objetos voladores: aves, chatarra espacial y todo lo que encuentre a su paso. Pero en cambio lo vemos siempre impecable. Con el pelo limpio y recién peinado.

¿Y cómo es que no se estropea los ojos? Si al andar en bicicleta a cierta velocidad es imposible no lagrimear si no utilizamos anteojos, si nos movemos a la velocidad de la luz ¿qué protección sería necesaria?

Lo que sucede con la temperatura es otra incógnita. ¿Cómo hace para no congelarse cuando vuela a grandes alturas? Ni que hablar cuando alcanza el espacio exterior. ¿Usará ropa térmica especial y no lo sabemos?

Y si pensamos en el Hombre Araña y su facilidad para trepar edificios, ¿qué coeficiente de rozamiento necesita para quedarse pegado a la pared sosteniendo todo el peso de su cuerpo? Sus botas, ¿tendrán supervelcro?

Un capítulo aparte merecen las telas con que se les confeccionan los supertrajes. Desde la de Hulk, (que se rompe en mil pedazos cada vez que él crece, para volver luego mágicamente a su estado original), hasta las del Hombre Araña, Batman, Superman y Flash, todas se mantienen inalterables sin importar con cuántos vehículos se choquen, o a qué fricción sean sometidas. Es una verdadera pena que quienes las fabrican no ofrezcan sus servicios a los humanos.
También llama la atención algunas situaciones que tienen lugar en las metrópolis en las que viven estos personajes.

Por ejemplo, ¿cómo es posible que Superman levante un tren con sus manos y éste no se arquee, desmoronándose todos los vagones? O que las personas que suele rescatar el Hombre Araña en el momento en que caen desde inconmensurables alturas de rascacielos no se rompan todos los huesos al impactar su anatomía sobre la tela araña.

Más dudas: ¿Cómo hace Flash para comerse tantas pizzas y salir a correr sin hacer la digestión?

Y cuando corre, ¿cómo maneja la estática? Debería acumular una carga enorme debido al rozamiento entre sus botas y el suelo. Pero nada de eso pasa.

Por su parte Hulk, cuando salta y cae sobre un techo, ¿cómo es posible que no lo atraviese y aparezca en el piso varios metros más abajo?

En fin, todos misterios que los simples mortales, aún no hemos podido develar.

Tal vez algún día….

Claudia Mazzeo

Diseño: Alberto Parra del Riego

El litro de luz, agua que ilumina

Esta es la historia de cómo surgió y por qué ahora miles de ciudadanos en el mundo tienen una mejor calidad de vida gracias a la perfecta combinación de una botella plástica, agua y sol.

El origen

Casi nadie sabe de Uberaba, el pueblo donde vive -desde siempre- un mecánico inventor de un revolucionario sistema de iluminación, que no ha patentado ni patentará, y por el que recibe apenas algo de dinero a pesar de que ya beneficia a más de un millón de hogares en el mundo.

El hombre se llama Rafael Moser y allá por el año 2002, un soplo de inspiración lo llevó a inventar una nueva forma de iluminar habitaciones sin utilizar la luz eléctrica. Un sistema de energía totalmente limpia, tan barato como increíble, que tiene la virtud de iluminar no sólo lo que esté oscuro sino también -y al mismo tiempo- el rostro de quienes viven o trabajan en esas localidades.

Uberaba es una población de cerca de 300 mil habitantes ubicada en el estado de Minas Gerais, al sur del Brasil, donde a principios de siglo los apagones fueron pan de cada día. Fue entonces que buscar soluciones a la oscuridad se volvió parte fundamental de las conversaciones del pueblo, dominadas hasta entonces por el fútbol y la política.

En una de esas charlas, alguien preguntó cómo señalarían a los equipos de rescate el lugar de un accidente aéreo si fueran uno de los sobrevivientes. Y a los pocos segundos, otro respondió que tomaría botellas plásticas, las llenaría de agua y usaría los rayos solares sobre grama seca para producir fuego y la consecuente columna de humo.

Desde ese día Moser quedó intrigado y él, que siempre ha tratado de ver un poco más allá, comenzó a hacer pruebas con botellas plásticas rellenas de agua, una y otra vez. Hasta que, de repente, su mente se iluminó.

En una de las varias entrevistas que ha concedido para explicar su creación, el mecánico respondió a los periodistas ingleses de la BBC[1] una frase tan maravillosa como su invento: "Es una luz divina. Dios nos dio el sol a todos, así que la luz es para todos".

Técnicamente, esa luz divina se produce llenando un envase plástico transparente con agua -usualmente una botella de uno o dos litros de capacidad- a la que se le agregan dos cucharadas de hipoclorito de sodio (NaClO) y se tapa.

[1]British Broadcasting Company.

Foto cedida por la fundación Litro de Luz Colombia

El proceso de instalación es casi tan sorprendente por su sencillez como el invento mismo: primero, se abre un hueco en el techo del lugar a iluminar y (generalmente) se coloca una sencilla teja metálica también perforada; luego se introduce la botella en el hueco hasta la mitad, con la base hacia el interior; por último, se fija con pegante (para que se sostenga y al mismo tiempo se eviten goteras, entrada de polvo e insectos). Y no más. Dura casi 10 años y no hay que hacerle mantenimiento. Y nadie se electrocuta. Y no hay bombillo que se rompa o queme. Ah…, y es gratis.

El pasado

Unos años atrás, quien afirmara que era posible hacer llegar luz a la oscuridad de las casas con ayuda de un litro de agua hubiese sido tomado como alguien con demasiada fantasía. El ingeniero electricista Gerardo Porras, docente universitario y experto en la materia, explica en teoría lo que el mecánico Moser creó en la práctica: "El fenómeno que sucede en ese instante es el de la refracción, que es el cambio de dirección que experimenta una onda -en este caso la luz solar- al pasar de un medio gaseoso como el aire a un medio líquido como el agua y también en el sentido contrario. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos dos medios tienen índices de refracción distintos, originándose principalmente en el cambio de velocidad de propagación de esta onda lumínica".

Uno de los ejemplos clásicos para apreciar este fenómeno es aquel en el que se sumerge un lápiz en un vaso con agua: al observarlo, el lápiz parece quebrado.

Pero aunque la explicación científica es contundente, todo el mundo conoce el invento de Moser como el *litro de luz*. "Es prácticamente traer el sol, capturarlo y -a través del agua- poder refractarlo", agrega el ingeniero. La luz entra por la mitad de la botella ubicada sobre el techo y de inmediato la otra mitad -la que está por debajo- la refracta, iluminando la habitación. No es más. Pero no es menos.

La forma de la base de la botella es un factor clave ya que el efecto de distribución de la luz aumenta cuando el envase presenta en su base formas irregulares. Por eso las ideales son las que tienen cuatro protuberancias como apoyo, porque allí los ángulos de incidencia lumínica son casi perpendiculares, lo que hace que el proceso se produzca de forma más eficiente.

Otro aspecto clave para el litro de luz es la transparencia del agua, que debe ser lo más cristalina posible. "De una u otra forma, el agua envasada es un cultivo ideal de algas, plantas o residuos biológicos. Esas impurezas impedirían esa refracción, acortando la vida útil del litro. El cloro impide el nacimiento de microorganismos y permite la cristalinidad del agua, dándole al litro de luz una vida útil de entre 5 y 10 años", dice el ingeniero Porras.

La botella de Moser se instaló por primera vez hace 13 años en el principal supermercado de Uberaba y en las casas de algunos de sus vecinos. Y fue tal el éxito que un emprendedor filipino -Iliac Díaz- que supo de la innovación decidió adoptarla y aplicarla en su país. Lo hizo a través de *My Shelter Foundation*, organización que comenzó a instalar litros de luz *made in Philippines* en 2011 y ya ha colocado más de 30 mil en su país y en varias naciones más.

Díaz produjo videos para dar a conocer la nueva solución lumínica y tutoriales para que las propias comunidades necesitadas se animaran a hacerlo.

Mientras tanto, en Duitama (Colombia), a más de 17 mil kilómetros de Manila, la capital filipina, un inquieto jovencito con ganas de enfrentar la vida se encontró en la web uno de estos videos, quedando tocado para siempre. "En el momento en que veo el video, hago un *click* y pienso en los pueblitos que visité en años anteriores, mientras trabajaba en conectividad de banda ancha en zonas públicas. Eran pueblos oscuros, sin luz. Entonces le envié un mail a Iliac y aunque respondió que estaba empezando y no pensaba expandirse por el momento, me envió la información", contó Camilo José Herrera Díaz, que hoy tiene 29 años pero se emociona contándolo, igual que cuando decidió seguir adelante a pesar de la negativa recibida.

Ilustración: Alberto Parra del Riego

"Yo entonces fui a un barrio vulnerable de Duitama, La Milagrosa, hice una instalación de un litro de luz en una primera casa, tomamos fotos, las enviamos a Iliac y volvió un segundo correo y ya, ¡listo!". Acababa de nacer la fundación Litro de Luz, capítulo Colombia. Era junio de 2011 y desde entonces se han iluminado 3702 viviendas en 14 ciudades del país.

El presente

Pero si al litro de luz lo inventaron en Brasil y se dio a conocer desde Filipinas, el desarrollo colombiano a esta genialidad ha sido echar a andar el litro de luz-noche, que tuvo su prueba de fuego el año pasado en el barrio Granizal, uno de los más pobres y lejanos poblados de Medellín, donde viven 6 mil familias a las que, literalmente, no llegaba ni la luz. Allí la solución que inicialmente había sido planteada para iluminar interiores, se aplicó a resolver un problema para toda la comunidad: el alumbrado público.

"Nosotros estamos construyendo alumbrado público solar, que no genera facturación y que se logra con materiales que puedes encontrar en cualquier lugar del mundo, en cualquier almacén de distribución; una solución de nivel local pero de aplicación global, con desarrollo ciento por ciento colombiano", dice Herrera, quien se presenta como embajador de luz.

El litro de luz-noche es un claro ejemplo de uso eficiente de fuentes alternativas de energía. Se trata de un dispositivo fabricado en Colombia a partir de un panel fotovoltaico (de acumulación de energía solar) que de día almacena energía y de noche alimenta un circuito eléctrico, generando luz mediante la alimentación de un LED[1], o diodo de muy bajo consumo, colocado dentro de una botella con agua.

Los parámetros de este sistema son arrolladores: tiene un desempeño de 28 horas de iluminación y, aún cuando no alcanzara a cargarse por radiación solar baja, lluvia o nieve, podría funcionar hasta tres noches seguidas. Y tiene una vida útil de 70 mil horas de luz garantizadas; es decir, 16 años.

La luz, en poblaciones que no la tienen, genera un altísimo impacto positivo en la seguridad de niñas y mujeres, además de dinamizar el entorno social alrededor de la luz, que funciona automáticamente, sin interruptores, sin cortes y que se instala en apenas tres días. Y gratis.

El panel responde a un proceso mediante el cual la energía solar se transforma directamente en electricidad a partir de la conversión de una partícula con energía lumínica (fotón) en energía electromotriz (voltaica).

Cuando la energía lumínica incide en la célula fotoeléctrica, existe un desprendimiento de electrones de los átomos, los

En Cazucá, una deprimida colina al sur de Bogotá, Litro de Luz cambió la vida de sus habitantes instalando alumbrado público autosuficiente.
Foto cedida por la fundación Litro de Luz Colombia

que comienzan a circular libremente en el material a través de cientos de componentes que permiten obtener tensiones y corrientes adecuadas según la aplicación requerida. (Para esto, se debe calcular la potencia necesaria en base a la cual se diseña el tamaño de dicha celda, teniendo en cuenta la radiación solar del lugar donde será instalada).

El diodo utilizado en dicho dispositivo, conocido en el mercado como LED, no produce la misma iluminancia que un bombillo incandescente, pero al estar introducido dentro de una botella que contiene agua, al interactuar con procesos físicos de refracción, esa mínima cantidad de luz puede dar la impresión de ser aumentada progresivamente.

La iluminancia es -básicamente- la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie en un área determinada; es decir, cuánta luz está llegando desde una fuente luminosa a una superficie específica. No debe confundirse con la luminancia, la cual indica la cantidad de luz procedente de un objeto iluminado que el ojo humano percibe desde un punto de vista en particular. "El diodo puede disipar una potencia de 2 W mientras que un bombillo normal, utilizado en aplicaciones residenciales, disipa fácilmente entre 20 W y 40 W. Y con lo que consume en una hora un bombillo tradicional de 40 W, estamos hablando de 20 horas de funcionamiento de un LED. Ahí está el éxito", dice el ingeniero Porras.

En total, hoy hay 300 postes instalados en Colombia que benefician alrededor de 139 mil personas y por eso la meta planteada es ambiciosa: una proyección a escala para llegar a 50 países en los próximos 5 años.

Cuando llegó el turno de compartir la tecnología, el litro de luz-noche llegó a Filipinas, Pakistán, India y Estados Unidos, entre otros. Pero el momento glorioso sucedió en abril pasado cuando llegó a África -más exactamente

[1]Del inglés *light emitting diode*.

a Ghana y Kenia- donde se instalaron postes de luz suficientes para iluminar 5 aldeas en ambos países.

El futuro

Y después de la botella con agua y cloro y del poste con batería solar, ahora Litro de Luz prepara su tercera fase, también tan sencilla como innovadora: el poste con internet. Así de claro. Y así de revolucionario. Pues el poste de litro de luz-noche puede utilizarse para conectarse a la red y mediante una antena wi-fi, abrir un panel infinito de posibilidades a esas comunidades: educación virtual, desarrollo de contenidos focalizados por sectores, teletrabajo en las regiones, mayor acceso a la información, en fin, el verdadero "internet con propósito", como lo bautizó el emprendedor Herrera.

La primera etapa está pensada para conectar 1000 dispositivos que funcionen 24 horas. "Yo quiero poner 2000 postes en Colombia de aquí a 2016; estamos cerca. Y quiero enviar otros 2 mil postes a Ghana el año entrante. Y la *Caravana de Luz*, remata con total seguridad el emprendedor Herrera.

Bueno, de sueños está hecho el mundo. Además, 2015 fue declarado por Naciones Unidas como el Año Internacional de la Luz, ideal para trabajar en la meta de iluminar al mundo. La frase suena utópica pero podría volverse real si se tiene en cuenta el valor de cada poste de litro de luz-noche con internet, en comparación con la instalación tradicional.

Pueda ser que pronto lleguen a más rincones del mundo donde los necesiten. Pero sería apenas justo que uno de esos lugares fuera Uberaba, y ojalá que cerca de la casa del mecánico Moser.

Jaime Honorio González

La revolución

A Camilo le calza perfecto aquel aforismo de que nadie es profeta en su tierra. Hasta el momento no hay un sólo poste instalado en su ciudad natal de Boyacá, donde no ha recibido mucho apoyo. En cambio, con el Valle del Cauca la empatía ha sido total y desde 2012 trabajan con la Alcaldía de Cali, donde comenzaron realizando un proyecto para iluminar 1000 viviendas.

Ahora que Colombia sólo piensa en paz y en acciones post conflicto, la fundación Litro de Luz Colombia tiene dos apuestas. La primera, conocida como *Caravana de Luz*, es un programa que permitiría acercar este servicio a casi un millón y medio de colombianos, distribuidos en zonas que según el IPSE[1] representan el 52 % del territorio nacional.

Y la segunda apuesta es *Luz para la Paz*, un programa que apunta a encaminar proyectos de infraestructura en zonas de conflicto al tiempo que desarrollan la campaña *Haz la luz y no la guerra*, procurando -en palabras de Herrera- acercarse a esas comunidades vulnerables con luz y no con balas.

Variables	Postes de Litro de Luz	Postes tradicionales
Costo al usuario	0	Factura mensual
Radio de iluminación	33 m	40 m
Tiempo de obra	4 meses	12 a 18 meses
Costo de la red (4,5 km)	US$ 25 000	US$ 6 000 000
Iluminancia	7 lx	5 lx

Camilo Herrera, quien dirige la Fundación Litro de Luz-Colombia, se niega a ser llamado gerente o presidente; prefiere el título de embajador de luz.

Foto: © Jaime H. González

[1]IPSE: Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas

Vivir solo: ¿cómo ahorrar energía?

Gasto y ahorro de energía son de las principales preocupaciones de nuestra sociedad. Cada día los jóvenes están más conscientes de ello y se preocupan por ahorrar energía en su vida cotidiana.

Las 4:30 de la mañana. Suena el despertador. Karina apenas lo escucha, y entre dormida y despierta lo apaga. Sabe que ya es hora de levantarse y debe darse prisa si no quiere llegar tarde a la Universidad de Costa Rica. Desde hace un año esto le exige viajar en bus todos los días desde San Ramón -su ciudad natal- hasta San José, recorriendo diariamente cerca de 98 km. Sale de su casa a las 5:30 cuando el sol apenas empieza a asomar sus primeros rayos. Sus clases inician a las 7:30.

A raíz de ese esfuerzo está pensando seriamente en la posibilidad de irse a vivir a San José, para evitar ese largo viaje diario y poder dedicar ese tiempo a estudiar, descansar o hacer otras actividades. Además, ya es hora de independizarse y vivir sola. Así que ha estado mirando precios de alquiler y de algunos muebles que deberá comprar. Tendrá que cuidar mucho los gastos iniciales, pero quiere que su nuevo hogar sea claro y luminoso. Mucho blanco…y algunos toques de color. Sus padres le regalarán el dinero para comprar algunos de los electrodomésticos fundamentales, así que eso no le preocupa.

- Hola Karina, ¿cómo estás?

- Hola Roberto, ¡pura vida! ¿y vos?

- Pues muy bien, pero bastante ocupado con un trabajo sobre energía para el curso de Física.

- ¡Uh…qué tema! Yo en cambio ando muy entretenida con mis planes para mudarme. Justamente voy a ver algunos muebles que quiero comprar.

- Te acompaño. Y de paso te cuento. He descubierto muchas cosas interesantes con este proyecto. ¿Sabías que existen dos formas básicas en las que podemos tener un consumo de energía normal, sin excesos?

- No, no sabía. Pero... disculpame que te cambie de tema, Roberto. Decime, ¿cuánto gastás en comida, aproximadamente, por mes? Estoy haciendo cuentas para ver si logro manejarme sin tener que pedir ayuda a mis padres. Creo que voy a aceptar el trabajo del que te hablé la semana pasada.

- Suena genial. ¡Trabajo y casa nueva! Y sobre las cuentas… siempre pensamos en cómo ahorrar en comida, transporte, vestimenta pero nos olvidamos del consumo y ahorro de energía. Por eso te quiero contar varias cosas de mi curso y de la investigación. Ya verás cómo empieza a interesarte. Antes que nada, hay dos aspectos fundamentales que no siempre sabemos: primero, que todo electrodoméstico tiene un consumo natural de energía, pero el ahorro o gasto dependerá del uso que le demos. Hay hábitos o costumbres sobre cómo los utilizamos que influyen mucho en cuánto consumen y estando atentos a eso podemos reducir lo que nos llega en las cuentas a pagar. El otro aspecto importante es la tecnología.

- Despacio, Roberto. Acordate que las ciencias no son mi fuerte… todo me resulta difícil de entender.

- Bueno, empecemos por lo más sencillo. Fijate que es muy importante elegir el lugar correcto para ubicar los electrodomésticos. Por ejemplo, un refrigerador no debe estar cerca de ninguna fuente de calor; eso hará que la nevera se caliente y deba trabajar más para enfriar su interior. O sea, consumirá más, y eso representará más dinero en la cuenta de electricidad. También abrir y cerrar la puerta del refrigerador constantemente puede significar un aumento en el gasto de energía. Quizás parezca algo insignificante, pero todo suma para reducir las cuentas.

- Ah sí, algo había escuchado. Pero no había notado que eso impacta en la cuenta. ¿Qué más me podés decir?

- Te quiero explicar sobre el otro aspecto importante que se debe tener en cuenta: la tecnología.

Roberto le explica a Karina que ahora se pueden encontrar muchos electrodomésticos que ayudan a ahorrar energía, pero le aclara que esos aparatos con tecnología especial también se deben usar de forma correcta, de lo contrario la ventaja que poseen será poco útil.

- Mis padres me ofrecen regalarme algunos de los electrodomésticos. De repente en lugar de ver muebles, aprovecho para ver electrodomésticos contigo. ¿Te parece bien?

Ilustración: construcción ecológica © idea - Fotolia.com

- Muy bien, no hay problema. Entonces ahora te hablaré de las etiquetas energéticas que verás en algunos electrodomésticos y por qué son importantes a la hora de elegir. Pero me gustaría poder explicártelo mientras vemos alguna. Busquemos una tienda de electrodomésticos. Entretanto, ¿te acordás del enunciado de Física: la energía ni se crea, ni se destruye, solo se transforma? ¿Y que la energía se mide en joules?

- Sí, me acuerdo.

- Pero si hablamos de la energía consumida por unidad de tiempo nos referimos a la potencia. Eso quiere decir que si un aparato consume un joule cada segundo, la potencia es de un watt. (1W=1 J/s). Así que, si multiplicamos la potencia de un equipo por el tiempo transcurrido tendremos la energía consumida. Y de aquí surge la unidad que se utiliza para evaluar la energía consumida, el kWh.

En este local ya podemos ver lo de las etiquetas energéticas. Veamos alguna de un refrigerador.

Una etiqueta energética indica el consumo energético del aparato. Este dato es un valor o número acompañado de las unidades kWh/año (kilowatt hora por año). Por ejemplo, si dice 467 kWh/año significa que ese refrigerador consume una cantidad de energía anual de 467 kWh. Para saber cuánto representa eso en dinero por año debemos multiplicar ese valor por el precio del kWh. Si lo divides por 12 meses, ya tendrás un valor aproximado para tus cuentas. Y recuerda que dependerá del uso que le des.

Karina aprende que otro dato básico que figura en las etiquetas energéticas, es el volumen útil, lo cual es diferente al tamaño del refrigerador. Es la capacidad neta de la nevera, e incluye tanto la parte de enfriamiento como la parte de congelación. Normalmente este dato se expresa en litros (L), pies cúbicos (pies^3), o decímetros cúbicos (dm^3).

Roberto también le explica que la eficiencia energética es la disminución del consumo de energía, pero manteniendo el confort y la calidad de vida. Existen siete categorías de etiquetas energéticas y estas se identifican por letras y colores. El color verde y la clase A son para los equipos más eficientes, mientras que el color rojo y la clase G, son para los equipos menos eficientes.

- Hola chicos, ¿qué hacen? ¿Roberto, ya terminaste el trabajo de Física que nos dejaron?

- Hola Lucía, ¡todo bien! Le estuve contando a Karina sobre ese trabajo y de paso la información le ha servido porque anda buscando un apartamento para mudarse cerca de la Universidad. Ahora le comentaba sobre las etiquetas energéticas.

- ¡Qué bueno! Ese tema me gustó mucho. Pero también me llamó la atención lo de los sellos de eficiencia. Cuando compres algún electrodoméstico revisá si tiene uno. Estos son diferentes a las etiquetas energéticas.

Los sellos de eficiencia energética certifican a los equipos que los poseen como productos eficientes en el consumo de energía, es decir que en su proceso de funcionamiento a través de consumo de electricidad son más eficientes que otros similares.

Una plancha común para ropa consume alrededor de 1 kWh

Una secadora de pelo consume alrededor de 1,2 kWh

Ilustración: Vista aérea de apartamento © richman21 - Fotolia.com

Un secaropas automática consume alrededor de 2,5 kWh

Uno de los más conocidos es el sello EnergyStar, de Estados Unidos; en México está el FIDE y en Brasil el PROCEL. En Costa Rica se encuentra ENERGICE. Los equipos que llevan este sello, han sido evaluados por laboratorios acreditados.

Karina escucha a sus amigos atentamente; es mucha información, pero solo debe recordar que para decidir cuál equipo elegir, ante dos similares que poseen algún sello de eficiencia energética, lo recomendable es revisar la etiqueta energética para escoger el que consume menos energía. Además del precio, claro está.

- Lucía, ¿a qué más le debo prestar atención si decido vivir sola?

- En nuestro país es fundamental la iluminación, calentamiento de agua y el equipo de entretenimiento. Afortunadamente, en Costa Rica no debemos preocuparnos por el aire acondicionado o la calefacción en la casa.

- Karina, lo que Lucía dice es muy cierto. Sería importante elegir LEDS o fluorescentes compactos. El LED es más eficiente porque 80 % de la energía que consume se transforma en luz, mientras que las tradicionales bombillas incandescentes solo transforman en luz 20 % de lo que consumen. En este caso el resto de la energía absorbida se transforma en temperatura, pero no en luz.

- ¿Y por qué es esa diferencia tan grande?

- El LED es un semiconductor y cuando circula corriente eléctrica por él se producen espacios vacíos en la estructura del material −le aclara Roberto−; cuando esos espacios vacíos son ocupados por electrones, causan la emisión de energía en forma de luz.

- Lucía, ¿un calentador de agua cómo funciona? He escuchado que puede consumir mucha energía. ¿Qué debo saber sobre estos aparatos?

- Un calentador de depósito hay que programarlo para que caliente el agua solo un tiempo antes de usarlo (por ejemplo, media hora) de lo contrario, el gasto diario de energía aumentará. Pensá que cada vez que la temperatura del tanque disminuye a 34° C comienza a calentar nuevamente, hasta llegar a 60 °C (o la temperatura que hayas seleccionado).

Los chicos también le explican a Karina que si compra un tanque instantáneo debe revisar que posea flujo variable de agua y potencia en función de ese flujo. No es lo mismo calentar un chorrito de agua con 10 kW, que calentar una gran cantidad de agua con esa misma potencia. Cuando la ducha no cumple con estas especificaciones siempre calentará el agua en su máxima potencia, lo que implicará más gasto de energía.

En el tanque instantáneo, cuando se necesita agua caliente se activa una resistencia que puede entregar potencias de 6000 W, 12 000 W y hasta 18 000 W, según el caso. La resistencia utiliza la energía eléctrica para generar calor (efecto Joule) y calentar el agua. Aquí se debe tomar en cuenta la capacidad calorífica del agua, es decir cuánto calor se requiere para elevar en 1°C la temperatura. Teniendo una capacidad calorífica de 4,179 J/°C, un gramo de agua requiere aproximadamente 4,179 J de energía para elevar su temperatura en 1 °C.

- Listo, ¡¡les agradezco mucho!! Ahora estoy muy bien informada y tengo varias cosas en que pensar. Me voy porque tengo que regresar a San Ramón. Me espera un largo viaje, pero creo que eso cambiará muy pronto. Apenas me mude prometo que los invitaré a casa a tomar un rico café. Filtrado a mano… ¡¡ así ahorro!!

Lilliam Mora Vindas (Costa Rica)

Casa Trópika: la suma de talento costarricense.

Estudiantes de catorce diferentes carreras del Instituto Tecnológico de Costa Rica se unieron para diseñar y construir una casa sostenible que pudiera competir en el *Solar Decathlon 2014*, en Francia. La casa Trópika es el producto resultante del ingenio, conocimiento, trabajo, investigación y la visión de 34 jóvenes (con edades entre 18 y 21 años) que asumieron el reto, tres de los cuales se graduaron durante el proceso.

El *Solar Decathlon* es un proyecto del Departamento de Energía de los Estados Unidos, que busca promover la reducción de costos energéticos y lograr mayor eficiencia en los sistemas eléctricos a nivel global, entre otros aspectos. Evalúa confort, sostenibilidad, ingeniería y construcción, eficiencia energética, innovación, funcionalidad como hogar, comunicación y conciencia social, arquitectura, balance de energía eléctrica, diseño urbano, transporte y accesibilidad.

En el 2014 por primera vez una representación grupal costarricense participó en esta actividad y lo hizo con el proyecto Trópika, el cual obtuvo el primer lugar como casa favorita del público.

La casa es una sola habitación abierta que combina sala de estar, dormitorio y cocina, más un baño y surgió como una solución habitacional para el adulto mayor.

Esta propuesta se diseñó para cumplir con principios de sostenibilidad, por ejemplo: eficiencia en consumo de agua, reutilización de agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales y eficiencia energética. El Ing. Fabricio Bonilla, coordinador de energía del proyecto, resalta que los sistemas se diseñaron para ser pasivos; por ejemplo, para aprovechar la luz y ventilación natural. El 100 % de la energía que consume la casa se genera localmente y se aprovecha por medio de una instalación fotovoltaica.

La casa Trópika cuenta con un sistema para recolectar el agua de lluvia y utilizarla para lavandería, riego, inodoro y limpieza, gracias al uso de un filtro natural de piedra y arena. También integra el uso de la domótica, sistemas de control inteligente y de robótica para manejar la casa. "Tenemos un software que se puede usar por medio del teléfono móvil o la tableta para controlar el uso de electrodomésticos, agua e iluminación, entre otros", explica el ingeniero.

Con base en el diseño de la casa para Costa Rica, específicamente para el Valle Central, Trópika ahorra entre 34 % y 40 % de energía con respecto a una casa promedio con las mismas dimensiones y ubicada en el mismo lugar. La casa promedio, consumiría cerca de 3000 kWh al año.

En el caso de Trópika, los sistemas activos de acondicionamiento de aire pueden ser adaptados para otros microclimas del país. Por esto, si se compara con una casa promedio ubicada en zonas como Guanacaste o Limón que cumpla con estándares de confort por medio de equipos activos que consumen energía y sea equivalente en dimensiones, Trópika podría llegar a ahorrar hasta el 60 % de energía.

Fotos Casa Trópika: © Fabricio Bonilla

En el corazón del celular

Baterías de los teléfonos móviles

-Hola, ¿Martín?
-Sí, ¿quién habla?
-Te llamo por el sorteo *on line* en el que participaste, para avisarte que ganaste la cámara *ultra power* con todo el equipo profesional.
-¡Qué bueno! ¡No puedo creerlo! Me viene de maravillas porque me estoy yendo de viaje en unas horas. ¿Cómo hago para retirar el premio? Estoy en la calle ahora pero debo pasar hoy porque luego tomo el avión y no estaré por una semana.
-Perfecto, debes venir a la dirección que te pasaré ahora. Recuerda que si no vienes hasta mañana, la sortearemos de nuevo. ¿Puedes tomar nota?
-Sí, dime.
Silencio.
-¿Hola, hola, hola? —insiste Martín.
Y de pronto se da cuenta.
-¡No puede ser! ¡Me quedé sin batería en el celular!

Las anécdotas pueden ser miles. Lo cierto es que la batería debe ser una de las piezas de los teléfonos móviles que provoca más fastidio, al contrario del apego -y hasta cariño- que en estos días se tiene por el celular. Si bien es la batería la que se lleva los peores pensamientos a medida que las rayitas que indican su carga desaparecen, también es ella la que ofrece esa autonomía única de estar comunicado, informado y entretenido en cualquier momento y lugar. De hecho la batería hizo posible almacenar y entregar energía eléctrica -y por consecuencia, la movilidad- de muchos de los aparatos eléctricos: desde una simple linterna que ilumina la oscuridad, radios, televisores, teléfonos y computadoras hasta los equipos médicos que viajan en una ambulancia para salvar una vida.

Las baterías evolucionaron notablemente hasta llegar a lo que son hoy. Con el tiempo las utilizadas para celulares aumentaron la cantidad de energía que pueden almacenar para lograr mayor duración y autonomía -aunque a veces no parezca- así como la capacidad de entrega de mayor intensidad de corriente, que es la demandada por las múltiples funciones que se han ido incorporando a estos aparatos.

También redujeron su tamaño para que los móviles puedan llevarse en cualquier bolsillo, se hicieron más ecológicas y menos peligrosas. Al igual que la de los celulares, la historia de las baterías para teléfonos móviles no es tan antigua pero sí tiene ancestros más remotos que hicieron posible su origen.

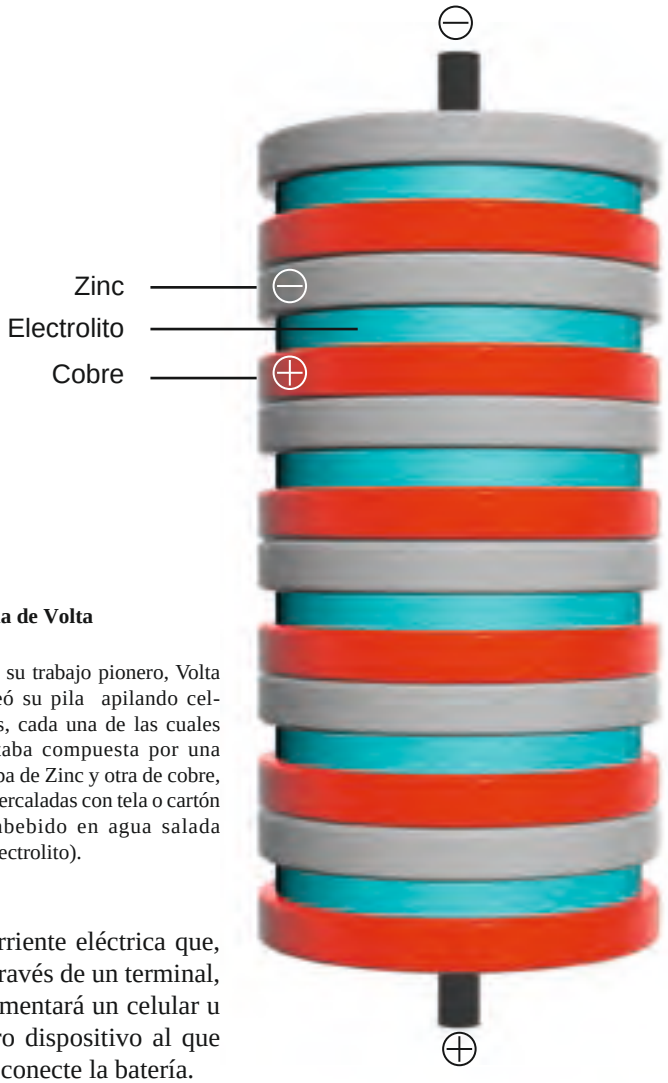
Genealogía de una reacción electroquímica

Quizás el año 0 de las baterías podría ubicarse en 1800, cuando el físico italiano Alessandro Volta inventó la celda electroquímica, un dispositivo capaz de transformar la energía que surge de una reacción química en energía eléctrica. Esto resultó fundamental en la época para realizar experimentos sobre la electricidad, sin depender de las breves chispas que se obtenían con la electricidad estática.

Volta también descubrió que podía aumentarse el potencial eléctrico obtenido si las celdas se conectaban en serie, apiladas o alineadas "en batería" (aludiendo a una formación militar) y de ahí el nombre de pila o batería que hoy se utiliza para nombrar estos dispositivos.

Para fabricar una celda electroquímica se necesitan dos sustancias químicas diferentes (los electrodos) -que por lo general son dos metales- sumergidos o en contacto con una tercera sustancia (el electrolito), lo que permite el intercambio de partículas cargadas eléctricamente.

La reacción química que se produce entonces es conocida como Redox (reducción-oxidación) -muy común en la naturaleza- durante la cual hay una transferencia de electrones y mientras una sustancia se oxida (ánodo), la otra se reduce (cátodo). Este periplo de idas y vueltas de iones es el que produce la

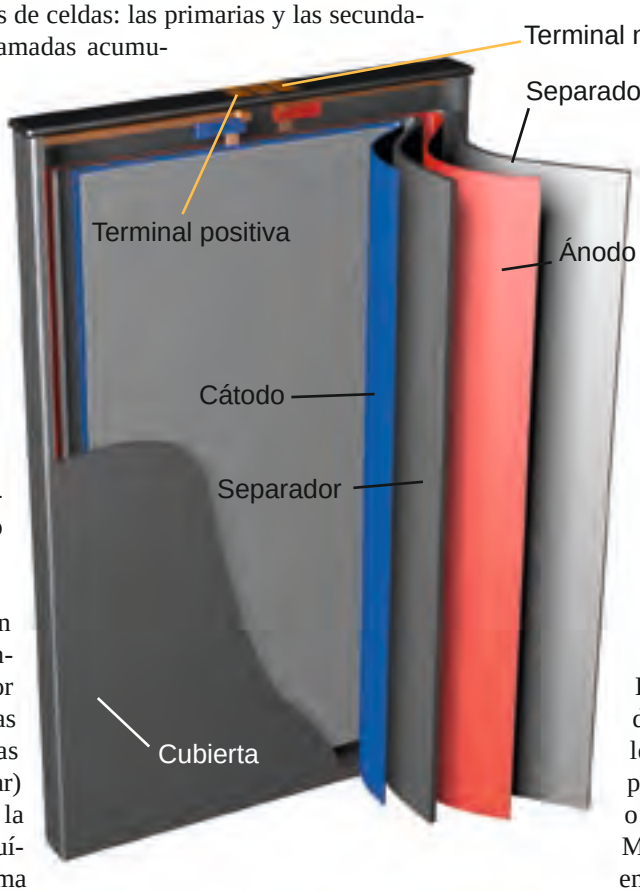


Pila de Volta

En su trabajo pionero, Volta creó su pila apilando celdas, cada una de las cuales estaba compuesta por una capa de Zinc y otra de cobre, intercaladas con tela o cartón embebido en agua salada (electrolito).

corriente eléctrica que, a través de un terminal, alimentará un celular u otro dispositivo al que se conecte la batería.

Existen dos tipos de celdas: las primarias y las secundarias (también llamadas acumuladores). La característica distintiva de las celdas primarias (pilas comunes) es que, una vez descargadas, no pueden volver a usarse porque sus elementos constituyentes no pueden ser devueltos fácilmente a su estado original.



En cambio, en las celdas secundarias (como por ejemplo, las pilas recargables y las baterías de celular) la reacción por la cual la energía química se transforma en energía eléctrica es reversible, y puede activarse aplicando al dispositivo una corriente eléctrica. Esto es lo que provocamos cuando cargamos un celular: que se transforme la energía eléctrica en energía química.

Una carrera de dos siglos

Desde Volta hasta el presente la pila evolucionó, y en los sucesivos intentos por mejorar su desempeño se experimentó con otros compuestos químicos. El motivo de estos cambios se debe a que en el diseño de las baterías lo más importante radica en los compuestos químicos que la integran, pues todos los parámetros que caracterizan a una batería están determinados por los materiales que las constituyen: el potencial eléctrico, corriente máxima, número de recargas que puede soportar, densidad por peso, entre otros.

Mientras Volta construyó su pila con cobre y cinc, otros crearon las suyas usando otros elementos y logrando otros avances. En 1859, Gastón Planté usó plomo y ácido, que a su vez fue la primera batería recargable de la historia (es el tipo utilizado hasta hoy en la mayoría de los automóviles). Luego, en 1866, George Leclanché inventó la pila de Zinc y dióxido de manganeso; y a él le siguió Carl Gassner, quien en 1887 desarrolló la primera pila "seca" (las actuales pilas comunes) utilizando un electrolito sólido en lugar de uno líquido, lo que evitaba el inconveniente de los derrames y la hacía más ligera y fácil de transportar.

Otros continuaron en este camino, como Waldemar Jungner, que en 1899 fabricó una pila de níquel y cadmio (combinación aún en uso, en las calculadoras, por ejemplo); y Thomas Alva Edison, que en 1903 mejoró el trabajo de Jungner sustituyendo el cadmio por hierro. Y finalmente, más cerca en el tiempo llegó el litio, el metal más liviano de la tabla periódica (peso atómico = 6,94). Aunque el litio metálico ya había sido empleado experimentalmente en 1912 por G. N. Lewis, las baterías de litio no fueron aprovechables comercialmente hasta la década de 1970.

Esta breve genealogía permite ver que el desarrollo de las baterías resultó bastante lento durante gran parte del siglo XX, para luego acelerarse en las últimas dos o tres décadas. Fue en los años 70 cuando M. Stanley Whittingham -un químico que entonces tenía 30 años y era investigador

en la Universidad de Stanford (EEUU)- desarrolló una batería que usaba como electrodos sulfuro de titanio y litio metálico, lo que permitía construir un dispositivo con alta densidad volumétrica de energía y liviano en masa.

El hallazgo llamó la atención del gigante petrolero Exxon que llevó a Whittingham a trabajar en la compañía y logró patentar la nueva batería. Sin embargo, el mismo poder que tenía la reacción química para generar energía también provocaba mucho calor y hacía que la batería se recalentara y tuviera tendencia a explotar. La alternativa aún debía afinarse.

Mientras, del otro lado del océano, en la Universidad de Oxford (Inglaterra), otro científico observó la promisoria batería y se propuso mejorarla. John Goodenough, que ya había trabajado en la ciencia de los materiales en el MIT de Boston (EEUU), buscó un material que brindara alta carga eléctrica pero que fuera más estable. Así, haciendo pruebas con su grupo de estudiantes de doctorado, concluyó que el cátodo de óxido de litio-cobalto permitía obtener hasta tres veces más energía eléctrica que con las baterías existentes hasta ese momento, y servía tanto para aparatos pequeños como grandes. En 1979 nacieron entonces las primeras baterías de litio-ión (en lugar de litio metálico utilizaban un compuesto de ese elemento).

Este compuesto, que tiene alta densidad de energía -es decir, que puede acumular mucha energía por unidad de peso-, permitía construir baterías más pequeñas que otras anteriores pero con elevada carga. En esa época, fines de los 70, la Universidad de Oxford no estuvo interesada en patentar el resultado de sus investigaciones por considerar que no tendrían aplicación comercial. Goodenough, entonces de 57 años, decidió donar sus derechos a un organismo público inglés sin sospechar el impacto que tendría su invento que llevaría a la actual revolución de los aparatos móviles.

La evolución continuó en 1985, cuando el japonés Akira Yoshino creó el primer prototipo de batería de litio-ión, lo que hizo que la empresa Sony tomara la idea para fabricar baterías más pequeñas para su producto estrella: las cámaras de video, que entonces comenzaron a reducir su tamaño. El éxito del negocio fue casi inmediato pero, pese a su papel fundamental en el desarrollo de ese tipo de baterías, Goodenough no recibió dinero por los derechos de su trabajo.

En 1989, Masahiko Oshitani desarrolló la batería de niquel e hidruro metálico, compuestos que permitieron aumentar la carga y soportar más recargas (de este tipo resultaron las utilizadas en muchos modelos de celulares).

Más adelante, un nuevo avance llegó en 1996, cuando surgieron las baterías de polímero de litio (LiPo), que son similares a las de litio-ión pero utilizan un electrolito sólido. Entre sus ventajas el uso de polímero de litio permite obtener baterías de tamaño reducido, gracias a su mayor densidad de energía.

Ventajas y desventajas

La evolución de los teléfonos celulares estuvo acompasada con el desarrollo de las baterías. Desde que en 1973 Martin Cooper, directivo de Motorola, hiciera la primer llamada desde el prototipo del que se considera el primer teléfono móvil —que pesaba un kilo y tenía una batería que duraba solo una hora—, estos aparatos disminuyeron su tamaño y sumaron cada vez más funciones, al tiempo que sus baterías se modificaron para posibilitar esos cambios.

En la década de los 70 y 80, los celulares usaron las baterías de níquel-cadmio (NiCd), pero eran muy grandes, el cadmio es un elemento sumamente tóxico, se recalentaban y tenían lo que se conoce como "efecto memoria" (efecto que se produce cuando la batería se carga sin haberse descargado totalmente y que va reduciendo poco a poco su capacidad de recarga).

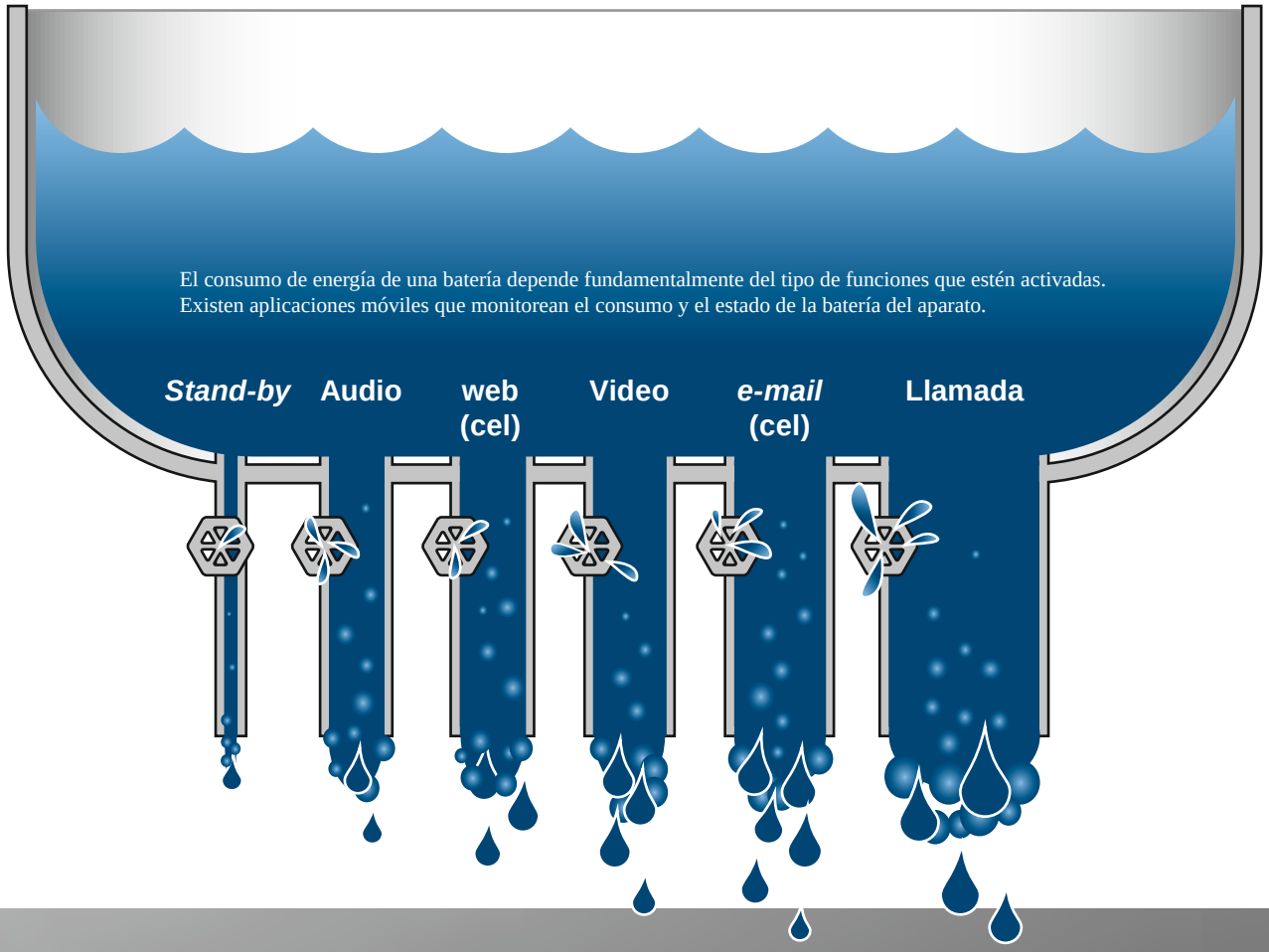
En los 90 se usaron las de níquel e hidruro metálico (NiHM); luego las de litio ión (ionLi), y ya más cerca en el tiempo las de polímero de litio (LiPo), que son las más usadas en la actualidad en los celulares.

Sin embargo, la historia de la baterías para móviles aún no llegó a su fin, pues son frágiles, aún se fabrican con materiales inflamables que requieren de circuitos que controlen su temperatura para que no exploten, y envejecen -es decir, pierden su poder de recarga-. Y eso provoca una de las pesadillas actuales de los usuarios de celulares: la necesidad de recargar el aparato cada vez con más frecuencia. Esto es una de las razones por la que varios grupos de investigadores en el mundo siguen buscando mejorar las baterías, probando compuestos o combinaciones que ofrezcan más energía por unidad de peso o volumen, y más eficientemente. Incluso, como el litio es un material escaso en la naturaleza y que al desecharse genera contaminación (como todas las pilas), los investigadores están tratando de crear baterías ecológicas. Una de ellas, por ejemplo, es la desarrollada por la Universidad de Uppsala (Suecia) que emplea alfalfa y resina de pino. Según los investigadores, su prototipo puede almacenar tanta energía como una de litio-ión y además es biodegradable.

Mientras eso sucede, Whittingham y Goodenough aún son testigos del impacto de su trabajo. De hecho, Whittingham, actualmente de 74 años, es profesor y director del Instituto para la Investigación de Materiales en la Universidad de Binghamton, en Nueva York (EEUU); y Goodenough, con 92, sigue trabajando en una pequeña oficina de la Universidad de Texas, donde enseña e investiga desde 1986. Desde allí, continúa buscando algo así como "la batería perfecta". Como sus colegas más jóvenes, él busca una súper batería que pueda almacenar más energía de forma segura y que, por lo tanto, tenga un tamaño reducido. Ese debe ser seguramente el sueño que lo mantiene vivo.

DANIELA HIRSCHFELD

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego



La clave está en los miliampères-hora

Quienes usan al máximo sus celulares, deben cargar la batería diariamente o incluso un par de veces en el día. Esto puede resultar molesto, pero lo aceptan para poder estar siempre *on line*. Para ello, la palabra clave es miliampères-hora (mAh)[1], nombre de la unidad que indica la intensidad de una corriente eléctrica en una hora y es una de las características que se expresa en las etiquetas de las baterías, referente a su duración.

Para entender la duración de las baterías del celular vale remitirse a los mAh. Por ejemplo, si una batería nueva tiene una carga de 1000 mAh, podría suministrar al dispositivo en el que se utiliza, una intensidad eléctrica de 1000 mA durante una hora. Si el celular al que alimenta esa batería consume una corriente de 500 mAh, la carga durará unas dos horas.

Pero en el universo de los *smartphones* la realidad es otra pues el consumo varía mucho de acuerdo con el tipo de funciones que estén activadas. Si la pantalla del aparato está encendida, si la radio está sonando o si un juego está en proceso, el dispositivo utilizará más energía. Y ya se sabe: las conexiones 3G, el *Bluetooth* y el *Wi-Fi* son los principales enemigos de las barritas indicadoras de carga. Para quienes tienen curiosidad, existen aplicaciones móviles que monitorean el consumo de energía y el estado de la batería del aparato.

Y más allá de esto, hay que considerar la vida útil de una batería, que se calcula en ciclos de carga y descarga. Si un día se usa la mitad de la batería y se vuelve a cargar hasta completar el 100 %, y al otro día se hace lo mismo, eso contará como un ciclo de carga, y no dos. De ese modo, un ciclo completo (hasta llegar a 100 %) puede completarse en varios días. En general, las baterías de litio-ión actuales tienen una vida útil de 500 ciclos de carga, y se estima que eso equivale a unos dos años de uso. A medida que se vayan sumando ciclos de carga, la capacidad de la batería irá disminuyendo. También existen *apps* para conocer la cantidad de ciclos de carga que lleva el móvil.

[1]Miliampères-hora no es una unidad del Sistema Internacional (SI) pero es la más utilizada en la jerga de teléfonos celulares.

¡A quemar energía bailando!

Al ritmo de una mezcla de géneros musicales, una nueva disciplina de ejercicio ha surgido en República Dominicana y cada día consigue más adeptos. Ayuda a mejorar la coordinación y la condición física, a reducir el estrés y permite "quemar" hasta 1200 calorías en tan solo una hora, dependiendo de la intensidad de los movimientos.

Durante los últimos años al retornar de las vacaciones me prometí que sería constante en mi ida al gimnasio pero, como tantas otras personas, a medida que avanzaba el año mi asistencia disminuía. Sin embargo, este año algo cambió. Ya hace meses que practico ejercicio regularmente y aún permanezco con el ánimo e interés inicial. Esto se debe a que he descubierto la Zumba, un método eficaz y divertido que me permite ejercitarme y mantenerme en forma y que sólo requiere bailar.

Cuando me resolví a inscribirme para iniciar las clases tuve ciertas inquietudes sobre cómo me afectaría mi edad, mi peso, el hecho de tener "dos pies izquierdos" (poca facilidad para el baile y para coordinar movimientos), además de ciertos nervios por enfrentarme a una alternativa nueva en la que había puesto mi esperanza para recuperar mi figura que seguía de vacaciones. Pero todas las dudas se aclararon al conocer a quien sería mi entrenador -Carlos Torres, instructor con certificación internacional de Zumba en República Dominicana- y contar con su apoyo para integrarme.

Lo primero que me llamó la atención fueron las reglas o normas de la Zumba, que resultaron más sencillas de lo que pensaba: todos pueden practicarla (desde niños de 6 años hasta personas de la tercera edad sin lesiones físicas), no requiere ningún equipo en particular más que ropa cómoda y un buen calzado para evitar lesiones y aunque no sepas bailar sólo debes mover tu cuerpo durante 50 o 60 minutos, al ritmo de una música que mezcla varios géneros: samba, cumbia, salsa, mezclas árabes, cha-cha-chá, bachata, reggaetón, merengue y *dembow* (un ritmo dominicano que surge por la combinación de estos tres últimos con hip hop).

La disciplina, que es una de las últimas tendencias en cuanto a ejercicio, invita a realizar movimientos rítmicos de cierta intensidad siguiendo la música, lo que demanda al cuerpo un trabajo extra que se traduce en gasto de energía.

La promesa de poder "quemar" hasta 1200 calorías en una hora de ejercicio, según la intensidad de los movimientos, me despertó curiosidad. ¿Se puede determinar el consumo de energía (quema de calorías) durante una clase? ¿Cómo se mide? ¿Existe un instrumento para hacerlo?

Acudo a consultar a mis amigos que trabajan en el Instituto Dominicano de la Calidad (INDOCAL). Son metrólogos, especialistas en todo lo relacionado con asegurar la calidad de las mediciones para que sean precisas y confiables: sistemas y unidades de medida, métodos, instrumentos y equipos de medición.

Ilustración: bailarinas © itsML - Fotolia.com
Diseño: Alberto Parra del Riego

En primer lugar me recuerdan que la caloría es una unidad utilizada para cuantificar el calor (el valor calorífico) y se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua pura en 1 °C, a una presión normal de 1 atm (atmósfera).

En el Sistema Internacional de Unidades (SI) la unidad de energía, trabajo y calor es el joule[2] y su símbolo es J.

1 cal = 4,187 J.

Existe un instrumento que utilizan para determinar el valor calorífico (cuantificar el calor) que liberan o absorben ciertas sustancias: el calorímetro. Es un dispositivo aislado térmicamente que contiene un fluido (generalmente agua, ya que posee propiedades termodinámicas conocidas) que registra los cambios de temperatura que se producen al entrar en contacto con la sustancia. La energía que ésta libera o absorbe es proporcional a la variación de temperatura. Las calorías que se queman en el cuerpo no podrían medirse con este calorímetro, pero sí podrían determinarse en base al mismo principio.

Mi interés por entender más sobre mi nueva actividad me lleva a consultar al experto dominicano en medicina deportiva y especialista en medicina regenerativa, doctor Jorge García Vincitore, quien trabaja en un centro médico en esta especialidad y células madres.

Según me explica, el método más exacto utilizado clínicamente para determinar la energía consumida por el cuerpo humano al realizar ejercicio es la calorimetría directa, por la cual se mide la energía que transfiere el cuerpo (por mecanismos de radiación, conducción y convención). Para ello se invita a la persona a realizar actividad física en una habitación especial que ha sido aislada térmicamente y por la que circula agua a través de un intercambiador de calor, manteniendo constante la concentración de oxígeno en el volumen de control. Basado en el concepto de un calorímetro tradicional, y que las pérdidas totales de calor corporal producen un aumento de temperatura en el agua circulante, a partir de ese aumento se determina el calor. A pesar de la exactitud del método, resulta costoso y es poco práctico.

Otro método, de menor nivel de precisión, se basa en aplicar la calorimetría indirecta: o sea, cuantificar el calor en base la medición de otras variables asociadas. Por ejemplo, el gasto de energía se asocia con la relación entre el volumen de oxígeno consumido y el CO_2 (dióxido de carbono) que se elimina en el proceso de respiración. En este caso se mide secuencialmente el consumo de oxígeno y la producción de CO_2 de un individuo durante y después la actividad física, aplicando como método la espirometría. Normalmente estas mediciones se llevan a cabo en un consultorio dedicado a evaluar pruebas de esfuerzos.

Por último, el consumo de energía en el ser humano también está directamente relacionado con nuestro sistema respiratorio y circulatorio. Cuando se realiza ejercicio el cuerpo requiere más oxígeno para liberar la energía almacenada en la grasa o azúcar (proceso de combustión a nivel celular), por lo que el corazón aumenta el ritmo cardíaco para bombearlo a través de la sangre y que llegue a las células.

"Determinar la frecuencia cardíaca es el método más utilizado en los gimnasios por la facilidad de la técnica", explica García Vincitore. Sin embargo, aclara, hay que considerar las características cardio-pulmonares del individuo, que están asociadas a las condiciones físicas desarrolladas por la práctica continua de alguna actividad física. Por ejemplo, una persona entrenada en determinada disciplina presenta un metabolismo más eficiente desde el punto de vista de consumo energético comparado con el de otra persona que practica la actividad por primera vez.

Considerando la frecuencia cardíaca (latidos por minuto -lpm)[3] y otras características como el peso de la persona, la edad y el tiempo de ejecución del ejercicio, se aplican ecuaciones empíricas que permiten estimar las calorías. Algunas de ellas no consideran las características cardio-pulmonares pero sí son diferentes en función del género de la persona sobre la que se desea aplicar la medición. (Existen varias presentadas en la web, e incluso calculadoras que permiten realizar la estimación en forma automática).

A partir de contar con esa nueva información me propuse cuantificar de manera práctica la energía consumida en una sesión de Zumba aplicando alguna de las ecuaciones, para lo que me dirigí al gimnasio armada con un cronómetro y una balanza.

---

[1]Desde 14,5 °C a 15,5 °C.
[2]El joule es definido como el trabajo realizado por una fuerza de 1 newton para desplazar 1 m en la dirección de la fuerza a un objeto cuya masa sea de 1 kg.
[3]La unidad de frecuencia en el SI es el hertz, definidio como la frecuencia de un fenómeno periódico cuyo periodo es 1 segundo y su símbolo es el Hz.
1 Hz = ciclo/s 1 latido por minuto = latido/60 s= 0,016 Hz

Les solicité a mi instructor y una practicante participar en una prueba: ambos realizarían una sesión de 20 minutos y yo me encargaría de calcular el promedio de sus ritmos cardíacos durante la sesión, a partir de mediciones de su frecuencia cardíaca en cuatro momentos: antes de iniciar la sesión, y luego de transcurridos 7, 15 y 20 minutos.

Estos son los resultados obtenidos:

	Instructor	Practicante (mujer)
Frecuencia Cardíaca Promedio	177 lpm	138 lpm
Edad	31 años	30 años
Peso	85 kg	66 kg
Tiempo Total	20 min	20 min
Consumo estimado*	367 cal	247 cal

*según ecuación

Para estimar el consumo de energía en una sesión completa de 60 min (3 veces la duración del tiempo en nuestro experimento) podemos aplicar una sencilla regla de tres, estimando entonces que el instructor consumiría alrededor de 1101 cal y la practicante 741 cal.

Ejemplo de ecuaciones empíricas para estimar quema de calorías:

Para ser aplicada al género masculino
[(-55,0969 + (0,6309 × ritmo cardíaco en latidos por minuto) + (0,1988 x peso en kilogramos) + (0,2017 × edad)] × tiempo en minutos/ 4,184

Para ser aplicada al género femenino
[(-20,4022 + (0,4472 × ritmo cardíaco en latidos por minuto) + (0,1263 × peso en kilogramos) + (0,074 × edad)] × tiempo en minutos/ 4,184

¿Será cierto el mito de que los hombres queman más calorías que las mujeres al ejercitarse?

Como ya hemos visto, la quema de calorías dependerá de características en su mayoría independientes del género: el peso, la edad, la estatura, la intensidad de los movimientos, el nivel de entrenamiento o condiciones físicas de cada persona.

Pero al acudir al especialista en medicina nuevamente con los resultados de la prueba, me explica que si comparáramos un hombre y una mujer de igual peso, edad y estatura, lo habitual sería que el hombre tuviera mayor tejido muscular, por lo tanto para mantener esa estructura física tendría un mayor consumo energético. La variable relevante sería entonces lo hormonal, puesto que la masa muscular del hombre -por poseer mayor nivel de testosterona- tiende a ser mayor que la de la mujer.

Otro aspecto interesante es que sí es cierto que puedes seguir consumiendo calorías después de finalizar los ejercicios.

Según afirma García Vincitore, nuestro cuerpo continúa quemando calorías hasta dos horas después de finalizar el ejercicio, debido a que consume energía también para recuperarse o restablecerse. Así que, si durante una sesión de 60 minutos quemas entre 800 y 1200 calorías luego, durante las dos horas siguientes, quemarás casi igual cantidad (dependiendo del nivel de intensidad con que hayas practicado la actividad).

Sobre otros ejercicios cardiovasculares y la cantidad de calorías que permiten quemar, los datos que obtuve son que una persona de 85 kg en un trote a razón de 11 km/h gastará alrededor de 1030 cal durante una hora; esta misma persona en una caminata de igual duración y a razón de 5 km/h gastará aproximadamente 538 cal, mientras que en la práctica del fútbol durante una hora puede consumir cerca de 1080 cal. Siempre la intensidad con que practique la actividad será un factor determinante.

Ya llevo meses practicando Zumba. Mi nivel de estrés ha disminuido, mi organismo está más saludable y mi figura ha regresado de su letargo. Pero además, al haber consultado a especialistas de diversas disciplinas relacionadas, he aprendido cómo funciona mi cuerpo y qué métodos e instrumentos se pueden aplicar para medir la quema de calorías -la medición de la energía calorífica- que se produce al hacer ejercicio. Sé que aquellos de mayor nivel de precisión exigen equipamiento especial y conocimientos profesionales específicos pero otros son aplicables en la propia sesión de ejercicio, tomando datos con herramientas simples y aplicando sencillas fórmulas preestablecidas.

Claribel López

¿Sabías que nuestro cuerpo continúa quemando calorías hasta dos horas después de finalizar el ejercicio? Esto se debe a que también consume energía para recuperarse o reestablecerse

Foto cedida por Claribel López

Energía eficiente

Desde hace varias semanas, Mariana ha notado que los días son más calurosos y que por su casa "se va la luz" con frecuencia. Todos lo comentan y muchos se quejan porque deben mantener el aire acondicionado prendido más tiempo que el habitual.

En la tele, los noticieros anuncian que la falta de lluvia y las altas temperaturas de los últimos meses son ocasionadas por la llegada de "El Niño", un fenómeno climático que calienta las aguas del Pacífico, reduce las lluvias y aumenta la temperatura del aire en Panamá.

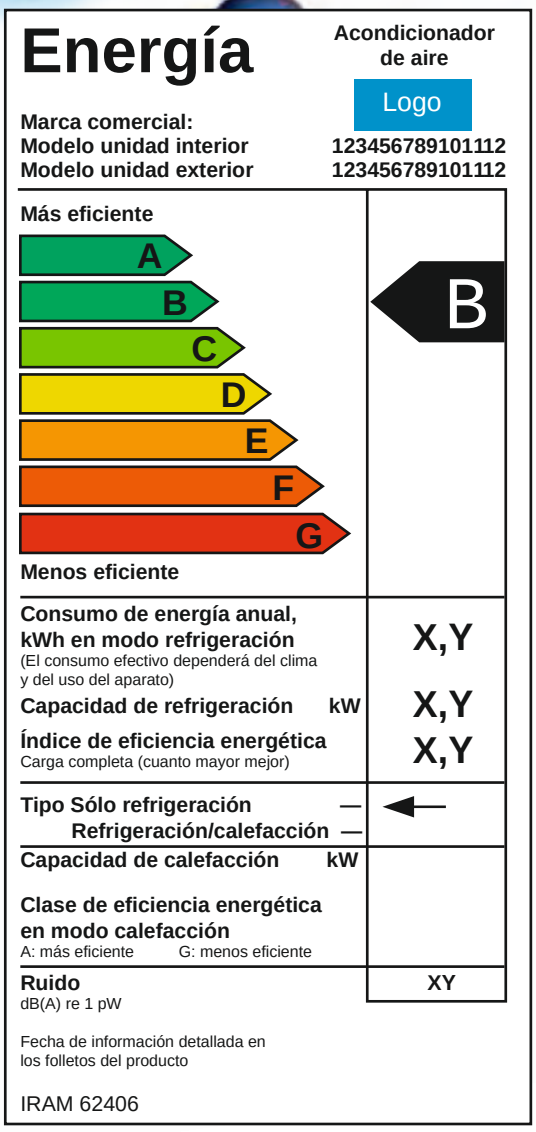
Al no llover se reducen los cauces de los ríos y lagos que normalmente alimentan las centrales hidroeléctricas; se van secando. Debido a que en Panamá la generación de energía es principalmente hídrica, esta escasez de agua impide generar la suficiente energía para abastecer a la población y se produce una crisis energética que obliga al racionamiento de energía. Como una forma de reducir su impacto los expertos recomiendan el uso de aparatos eléctricos más eficientes, de "etiqueta verde".

La familia de Mariana tiene que comprar un nuevo equipo de aire acondicionado para la sala de estar y por eso está más atenta a lo que hablan en la radio y televisión sobre el calor, la falta de agua y los tipos de equipos.

- ¿Qué significa eficiencia energética? ¿Qué son etiquetas verdes? —pregunta Mariana a su madre al oír el noticiero.

- Los aparatos con mayor eficiencia energética son los que gastan menos electricidad y desde hace unos años se les coloca una etiqueta que indica su nivel de eficiencia.

Durante el fin de semana, madre e hija visitan la tienda de electrodomésticos, donde Mariana puede ver en algunos una etiqueta de siete colores, con letras desde la A a la G.



Las etiquetas que hoy se ven en varios aparatos electrodomésticos además de indicar las características del modelo, agregan datos respecto a su eficiencia energética y la categoría a la que pertenecen.

- ¿Mamá, esta es la etiqueta verde?, pregunta a viva voz.

La madre se dirige al asesor de la tienda, quien también escuchó la pregunta y les explica.

- La A y el color verde indican que el aparato es más eficiente; son catalogados así internacionalmente porque consumen hasta menos de la mitad de la energía que los equipos no eficientes. Mientras que los que se identifican con la letra G y el rojo son los que gastan más energía.

- Eso es lo que queremos, señor, un aire acondicionado con etiqueta A. El de nuestra sala se ha malogrado y ¡hace un calor insoportable! ¿Cuál nos recomienda?, pregunta Mariana.

- Les recomiendo este equipo de tecnología *inverter*; es más costoso que otros pero es muy eficiente, con refrigerante ecológico y de diseño sofisticado.

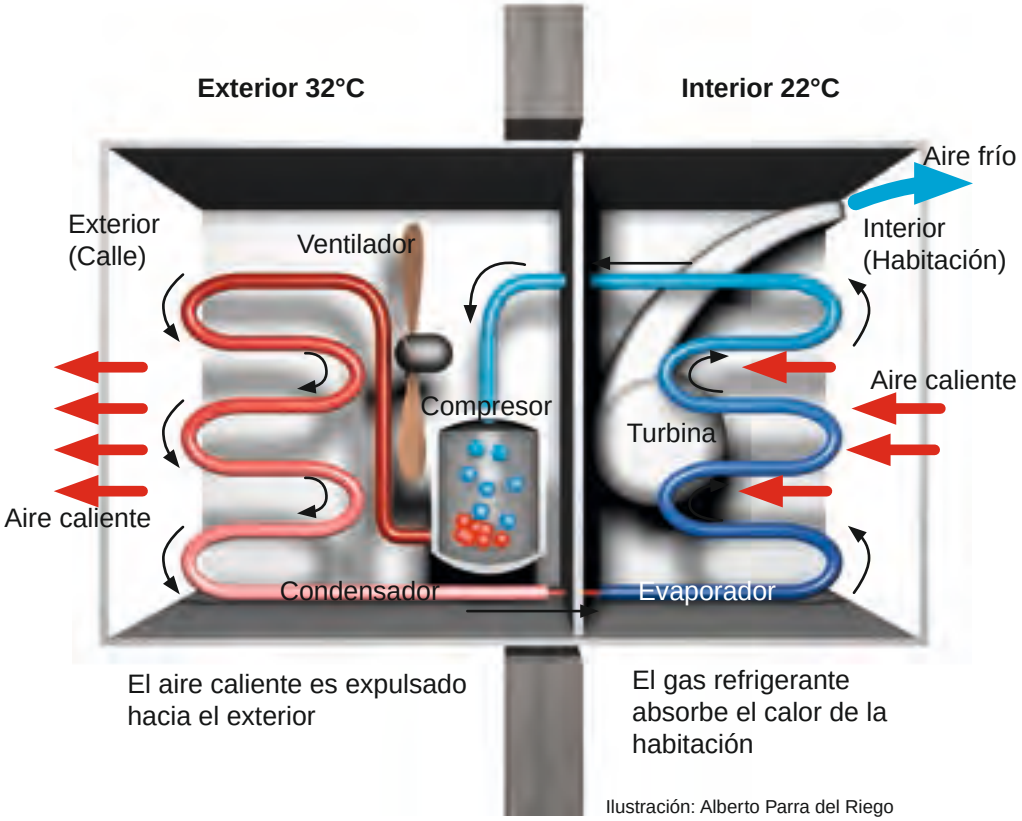


Ilustración: Alberto Parra del Riego

-¿Refrigerante ecológico?, pregunta la mamá de Mariana.

-Sí, así se les llama a los gases utilizados en los aires acondicionados que no destruyen la capa de ozono. Cuando los equipos se deterioran y se botan, los gases se escapan y algunos de ellos destruyen la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioleta del sol; y no sólo a nosotros, sino a toda la vida del planeta. De ahí lo de refrigerante ecológico —responde el asesor de la tienda.

Pero ¿por qué la familia de Mariana debería comprar esta tecnología *inverter* si claramente es más costosa?

Para comprenderlo es necesario explicar los principios de funcionamiento del aire acondicionado.

La temperatura es la medida de qué tan caliente se encuentra un cuerpo y está relacionada con la energía cinética de sus moléculas, es decir la energía asociada a su movimiento. La temperatura se puede medir en varias unidades, sin embargo, el Sistema Internacional de unidades (SI), utiliza como unidad de temperatura el Kelvin (K). El grado Celsius (°C) es aceptado por el SI para su uso y es el más difundido a nivel cotidiano, manteniéndose el uso del K principalmente en el ámbito científico.

Para entender cómo trabajan los acondicionadores de aire es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico sus temperaturas tienden a igualarse. En consecuencia, el cuerpo más caliente pierde energía y el menos caliente la gana.
- Los gases tienen la capacidad de ser comprimidos y al hacerlo aumentan su temperatura. Si la presión alcanzada es la adecuada y el gas luego se enfría llega a condensarse y pasa al estado líquido. Si luego se reduce la presión regresa al estado gaseoso; es decir, se evapora y al hacerlo se enfría, enfriando cualquier cuerpo que esté en contacto térmico con él.

Los equipos de aire acondicionado se basan en esto para su funcionamiento. Están compuestos principalmente por dos partes: el condensador (que está en contacto térmico con el aire exterior) y un evaporador (en contacto térmico con el aire de la habitación a ser climatizada).

Mediante un compresor, ubicado en el condensador del sistema, el gas refrigerante se comprime y eleva su temperatura, circulando luego a través de un radiador y entrando en contacto térmico con el aire exterior (de menor temperatura) por lo cual el gas se enfría, volviéndose líquido. Para acelerar el proceso de transferencia de energía en el radiador se utiliza un ventilador, que expulsa el aire caliente hacia el exterior.

El gas, luego de enfriarse y pasar a estado líquido, es enviado al evaporador donde pasa por un segundo radiador a través de una válvula que reduce la presión, disminuyendo su temperatura. Este radiador pone en contacto térmico al gas frío con el aire de la habitación, enfriándolo y regresándolo a la habitación por efecto de un ventilador.

Diferencias entre un compresor normal y un compresor *inverter*

El controlador de un acondicionador de aire con compresor normal lo mantiene encendido mientras los sensores indiquen que en la habitación no se ha alcanzado la temperatura deseada. Una vez lograda, el controlador apaga el compresor. El aire de la habitación comienza entonces a calentarse poco a poco hasta que alcanza el límite máximo de temperatura que se ha seleccionado, momento en el que el controlador nuevamente enciende el compresor y con ello el proceso del enfriamiento. Este tipo de control de temperatura se lo conoce como control *on-off*, en contraposición a otros tipos de control más sofisticados que toman en cuenta otros parámetros del aire y del equipo (proporcional, integral, etc).

Un acondicionador de aire con tecnología *inverter* posee un dispositivo (inversor) que controla la velocidad del compresor. A medida que el aire del cuarto alcanza la temperatura deseada, el controlador de este tipo de equipos envía una señal al inversor para que el compresor funcione más lentamente. No se detiene, sino que continúa funcionando muy lentamente, una propiedad que permite que el consumo de energía sea menor. Por otro lado extiende la vida útil del equipo la cual está relacionada con el número de arranques y paradas, y son menos frecuentes los mantenimientos.

-Señora, si bien estos equipos son un poco más costosos, a las finales usted estará ahorrando dinero, porque gastará menos energía y tendrá menos consumo mensual. Además, estará contribuyendo a reducir el impacto negativo al medio ambiente.

- Sí, porque cuanto más energía gastamos, más dióxido de carbono (CO_2) producimos y mayores son los cambios climáticos, dijo Mariana, recordando una lección de la escuela.

Al ver el interés de Mariana, el asesor de la tienda les diootra idea más para ahorrar energía:

- El ahorro de energía dependerá también de cómo se utilice el aire acondicionado. Por ejemplo, si dejan la puerta o las ventanas abiertas el inversor nunca reducirá la velocidad del compresor, ya que tendrá mucho aire por enfriar.

- ¡Eso no haremos más!, exclamó Mariana.
De regreso a casa, Mariana estaba pensativa y callada. La madre, curiosa y un poco preocupada por las nuevas reglas que ahora impondría a la familia para ahorrar energía ya que no quedaba duda que Mariana se lo había tomado en serio.

Sofía Kalormakis de Kosmas

El compresor *inverter* está compuesto de dos espirales. Uno de ellos se mantiene estático, mientras que el segundo gira en forma concéntrica llevando el gas hasta la parte central donde es comprimido. El gas entra frío (figura 1) y es llevado al centro (figura 5) hasta calentarlo. El compresor *inverter* logra un ahorro de energía debido a que está constantemente en funcionamiento; únicamente varía su velocidad dependiendo de la temperatura de la habitación o espacio que se desee acondicionar.

Ilustración: Alberto Parra del Riego

Las energías alternativas salen de campamento

En los últimos años la necesidad de que las actividades humanas sean ambientalmente sustentables se extendió a todos los rubros, incluyendo el camping y las actividades recreativas.

Transcurrían los últimos días de escuela secundaria cuando los cuatro amigos inseparables -que durante los doce años de escolaridad habían sido compañeros de ese ciclo con un viaje de vacaciones inolvidable: una semana juntos, lejos de las familias, repasando recuerdos, vivencias y experiencias que los llenaran de energía compartida para la etapa por venir.

Discutieron minuciosamente los lugares posibles, el equipo a llevar, la comida y el transporte, luego de buscar por internet opciones de todo tipo: una playa solitaria, las sierras cercanas a una gran urbe o el campo alejado del amable tío de uno de ellos que se los ofreció sin reparos. Finalmente encontraron una alternativa muy original: un camping flamante, recién inaugurado, ubicado en un gran terreno boscoso y con una bonita playa a la orilla de un río caudaloso. Estaba, además, ubicado a 20 kilómetros de la estación de tren más cercana y ofrecía buenos servicios si acaso el clima primaveral se volvía lluvioso y frío.

Pero, sobre todo, algo les llamó la atención al revisar el sitio web del lugar: se anunciaba que era un camping ecológico y ofrecía a sus visitantes la posibilidad de aprovechar opciones y herramientas amigables con el medio ambiente. "*Nuestras instalaciones sacan provecho a las más recientes, y antiguas, maneras de aprovechar energías alternativas en forma eficiente*", destacaba la *home page* del lugar. Y a los cuatro les despertó la curiosidad conocer cómo podrían hacerse concretos tantos conceptos e ideas de los que sus profesores les habían comentado en forma teórica durante tantos años sobre la mejor manera de cuidar el ambiente.

Primeros días

Para no desentonar con el lugar decidieron cargar las mochilas en sus bicicletas para poder pasear por el lugar y evitar, en todo lo posible, el uso de medios de transporte impulsados por motores a explosión, ya que utilizan combustibles fósiles y emiten a través de sus escapes gases que contribuyen a aumentar el efecto invernadero.

Al bajar del tren pedalearon durante noventa minutos bajo el fuerte sol del mediodía hasta llegar a la entrada del camping, donde con una gran sonrisa los recibió su propio dueño, un licenciado en física ya retirado.

El responsable del lugar los hizo pasar y tras convidarlos con sendos vasos de agua fresca les contó que se había jubilado recientemente y había decidido emplear al máximo los conocimientos adquiridos durante su carrera profesional en un emprendimiento comercial original: un campamento diferente a todo lo conocido. Y los invitó a recorrer las diversas parcelas del lugar, explicándoles en detalle las comodidades disponibles que podrían disfrutar durante los próximos días.

- Si colocan su carpa acá, a la sombra de estos árboles —y les indicó un pequeño bosquecito—, estarán a unos pocos metros de todo: de la playita del río, de los baños y también de la pileta. Además pueden usar las instalaciones del quincho[1] y de nuestro refugio techado y calefaccionado, si el clima cambia y se pone lluvioso y frío.

[1]Quincho:Término muy utilizado en los países del Río de la Plata para referirse a techos (cubiertas) construidos en base a fardos de paja, así como para nombrar áreas destinadas a barbacoas.

Ilustración: sol y panel solar © Beboy - Fotolia.com

Mientras los muchachos dejaban sus mochilas en el suelo vieron que al lado del fogón tradicional –donde pensaban instalar su hornillo de gas y hacer algún fuego para cocinar– resaltaba una rara estructura metálica, con forma de antena satelital, de aproximadamente un metro de diámetro y reluciente color plateado.

- ¿Qué es eso?, preguntaron al unísono.

- Ahí pueden cocinar —les explicó el dueño, quienes viendo sus caras de incredulidad agregó—: Es un horno solar. Lo usamos para calentar agua para el desayuno pero también sirve para hacer un buen guiso. Y no tienen que gastar gas de su calentador ni necesitan hacer fuego con leña.

Ante la mirada atónita de los chicos amplió detalles.
- Esta cocina solar la hicimos de aluminio, pero también se puede fabricar con acero inoxidable. Como ven tiene forma de parábola y si colocan una olla sobre el punto central del captador, en un lapso de entre 3 y 5 minutos de un día como hoy, que está claro y despejado, tendrán el agua suficientemente caliente como para preparar café, té o mate. Y dentro de un par de horas, al mediodía, también pueden usarla para cocinar una carne o hacer un guiso. ¿Les gusta?

Los adolescente miraban desconfiados: ese artefacto metálico, simple, sin pilas, sin cables, sin conexión de gas y solo empleando la energía del sol ¿podría calentar agua?, ¿cocinar fideos o arroz?, ¿un guiso?

Pero el dueño del camping no les dejó mucho tiempo para pensar.

- Luego lo prueban y me cuentan. Ahora acompáñenme y les muestro los baños y la zona de duchas.

A pocos metros de la carpa se ubicaba el pabellón de servicios que mostraba un aspecto muy particular: las paredes estaban construidas con piedras y rocas extraídas de una cantera cercana; las ventanas eran de vidrio doble y estaban orientadas hacia el Norte, mientras que el techo estaba construido en madera y sobre él se había colocado una fina capa de tierra donde crecía un nutrido y verde pastizal.

- Al césped lo pusimos para decorar, pero también contribuye a mejorar aún más la aislación de los espacios cubiertos y nos ayuda a mantener estable la temperatura que deseamos. También nos aporta un plus para disminuir la energía que necesitamos para calefaccionar esos ambientes.

Pero lo más llamativo estaba ubicado sobre el techo, junto a los tanques tradicionales. Allí sobresalían unas extrañas estructuras tubulares coronadas por un reluciente tanque metálico colocado en forma horizontal.

- Ese es uno de nuestros calentadores de agua que funciona con energía solar. Tenemos varios: usamos uno en mi casa, otro para los vestuarios del personal de servicio y la residencia del casero y un tercero para la piscina —les explicó entusiasmado—. Un día de verano, usando un colector solar adecuado, es posible calentar agua hasta una temperatura de 80 °C. Es más, debemos ser cuidadosos y antes de utilizarla hay que mezclarla con un poco de agua fría para evitar accidentes.

- ¿Y en invierno?

- También funcionan perfectamente: sirven para elevar la temperatura del agua hasta los 55 °C, que ya es bastante para el uso cotidiano.

Cocina solar
Una cocina solar, construida en aluminio o acero inoxidable, permite calentar agua y hasta cocinar una carne o comida de olla siempre que el día esté claro y soleado.

Foto: cocina solar © Byelikova Oksana - Fotolia.com

Pero los adolescentes tenían más preguntas.

- ¿Un calentador solar puede reemplazar totalmente a un calentador tradicional de gas?

- No del todo. En realidad, los expertos en el uso de energías alternativas nos recomendaron instalarlos entre el tanque central de agua fría del camping y el termotanque convencional, que genera una llama quemando gas común. La razón de esta elección es que en realidad el calentador solar no puede suplantar totalmente el uso de energía de origen fósil convencional sino que se combina con ella y ayuda a ahorrarla en hasta un 70 %. Claro, el motivo de esta combinación es bastante obvio: si hay una sucesión de días muy nublados el sistema de calentamiento solar no funciona y se debe recurrir al gas envasado o de red si se desea seguir disfrutando de agua caliente. Antes de armar la carpa ¿no quieren nadar un rato? —les preguntó el dueño tras el paseo.

- Si claro, salvo que el agua del río esté muy fría.

- Ese no es problema: vengan a la piscina. Nuestro sistema de calentadores solares es muy eficiente y lo tenemos bien dimensionado de manera de poder utilizarlos para, además, elevar en varios grados la temperatura del agua de la pileta. Por lo tanto, si gustan, pónganse las mallas y vengan; el agua está en 27 °C, ¡muy agradable para darse un chapuzón!

Entusiasmados, los cuatro se cambiaron y fueron a la pileta, donde el dueño ya estaba dando brazadas. Tras el baño y mientras se secaban al sol, el hombre les explicó que el aprovechamiento de energía solar térmica en todo el mundo está muy avanzado.

- Es una tecnología confiable y robusta que apenas necesita de un mantenimiento mínimo.

Y agregó que se calcula que en el planeta hay unos 400 GW de energía solar térmica instalada que ya están siendo utilizados en viviendas y hogares.

Los chicos quisieron saber en detalle cómo era el funcionamiento de los colectores solares y el físico les explicó lo siguiente:

- Normalmente calientan y almacenan el agua a unos 65 °C. Son capaces de aprovechar entre el 70 y 80 % de la energía solar que, en promedio, incide sobre esos equipos.

- Pero por la noche, ¿no se enfría el agua otra vez?

- Sí, pero su sistema de aislación es tan eficiente que se enfría en forma extremadamente lenta. Funciona de manera similar al termo[1] para agua caliente que ustedes trajeron en sus mochilas. De hecho, se calcula que durante el transcurso de una noche fresca el agua pierde apenas entre 2 y 3 °C de temperatura.

El físico luego les contó que para aprovechar esta opción energética al máximo también utilizan un sistema similar en el invierno para calefaccionar el quincho cerrado y las parrillas, así como los lugares cubiertos para lavar y cocinar.

- En esos espacios colocamos una losa radiante que es un sistema de caños por los que circula el agua previamente calentada por el sol en nuestro calefón solar a unos 45 °C. El líquido corre gracias al impulso que le da una pequeña bomba eléctrica. Con esta instalación nos ahorramos, en promedio, entre 10 y 30 % del combustible que consumiríamos recurriendo a una losa radiante con agua calentada exclusivamente por medio de un sistema de caldera a gas convencional.

También les comentó que detrás del bosquecito cercano a la pileta, habían instalado varios molinos de viento pequeños pero eficientes para aprovechar la energía eólica y generar electricidad.

Antes de irse a preparar la cena, el dueño del camping les mencionó que si querían escuchar música podían conectar sus celulares o reproductores MP3 al equipo de música de la sala de estar cubierta.

Los amigos se miraron con tristeza y le explicaron que no querían gastar las baterías de sus *smartphones*, por si necesitaban usar el GPS en alguna excursión o simplemente para llamar a sus padres y contarles que todo andaba bien.

- ¡Pero eso no es problema! —les contestó el dueño del camping con una sonrisa—. Cerca de su carpa encontrarán un pequeño poste de madera que tiene varios agujeros. En cada uno de ellos pusimos un enchufe conectado a una batería, que se recarga por medio de celdas fotoeléctricas. Éstas reciben la luz diurna y la convierten en electricidad que almacenamos en una batería. En resumen, pueden enchufar sus cargadores y usar tranquilamente sus teléfonos, el GPS o el reproductor cuando quieran y cuantas veces quieran.

Encantados, los amigos se fueron a preparar la cena pero pronto se dieron cuenta que se habían olvidado algo clave: ¡las linternas! Y corrieron a preguntarle al amable encargado si no podría prestarles una.

- ¡Por supuesto! Tengo varias para estos casos. Les doy ésta que es muy especial: ¿ven esta manija que tiene en la parte posterior? Tienen que girarla durante un minuto y cargarán una batería interna que alimenta una potente lámpara LED. Les va a alcanzar perfectamente. Si ven que la luz disminuye y se vuelve mortecina, no hay problema; vuelven a girar la manivela y la cargan otra vez. Se trata de una excelente aplicación, que sirve para convertir la energía cinética –generada al mover la manivela– en energía eléctrica, que se usa para alimentar una bombilla LED, de alta eficiencia y bajísimo consumo.

[1] Recipiente para conservar líquidos calientes.

Al día siguiente, al levantarse, una pregunta rondaba en la mente de los cuatro. Tras prepararse el desayuno en la cocina parabólica instalada junto a la carpa y darse una buena ducha de agua caliente proveniente del colector solar, buscaron al dueño que estaba en el fondo de su casa separando los residuos reciclables de los húmedos para poder armar un compost y luego vender en el pueblo los cartones, metales y botellas de vidrio.

Los chicos se acercaron y le preguntaron cuál era la razón real de haber instalado todos esos artefactos originales en el camping.

- ¿Fue solo para ahorrar algo de dinero?

La respuesta los sorprendió.
- En parte sí. Con estas opciones y desarrollos logramos alcanzar un ahorro de costos interesante para el progreso de nuestro negocio. Pero con mi familia también pensamos que es muy importante hacer un uso eficiente de la energía y disminuir la contaminación del planeta. Para eso, lo mejor es diversificar la generación y usar todas las fuentes posibles. Es lo que los expertos técnicamente denominan ampliar la matriz energética y hacerla lo más variada posible, lo que ayuda a disminuir el impacto del consumo de los combustibles fósiles.

Como los vio entusiasmados con las ideas y posibilidades para mejorar el medio ambiente, el hombre los invitó a caminar unos metros para enseñarles su más reciente instalación: una micro turbina para generar electricidad.

- Acompáñenme y les muestro. ¿Vieron el riachuelo que pasa por el fondo del camping? Bueno, con unos amigos ingenieros estamos ensayando una nueva alternativa para obtener energía eléctrica y recargar las diversas baterías que usamos en el camping. Se trata de una pequeña turbina flotante que se coloca en cursos de agua y aprovecha el movimiento para impulsar sus palas.

Les explicó que pensaba utilizar esa forma de generar energía para poder iluminar mejor el camino de entrada al camping y también para hacer funcionar una bomba nueva, de manera de poder elevar el agua hasta el tanque del casero.

- Además vamos a comprar una radio más potente y de mayor alcance para poder hablar con la comisaría del pueblo por si hay alguna emergencia, ya que la señal de los celulares no siempre nos alcanza.

- ¿Qué les parecen las innovaciones que tenemos instaladas en el camping? —les preguntó.

- Excelente. Se trata de un camping sensacional. ¡Ojalá pronto haya muchos otros empleando ideas, desarrollos y conceptos similares!

Enrique Garabetyan

Foto: © Enrique Garabetyan

Desafíos extremos

Pese a ser una carrera, la velocidad no es lo primordial. La destreza y preparación de los pilotos, los factores atmosféricos, avances tecnológicos y aspectos de la física influyen en la posibilidad de cumplir un buen papel en el *Rally Dakar*.

El *Dakar* es considerado el evento de vehículos más exigente del mundo, un desafío que lleva a los amantes de rally raid por complicadas rutas. Su origen se remonta al 25 de diciembre de 1978, cuando el conductor francés Thierry Sabine se extravió en el desierto de Teneré. Esto provocó que un grupo personas se uniera y movilizara durante varios días en vehículos 4×4 hasta encontrar al piloto galo, quien luego fue el fundador de esta afamada prueba. Es así como la competencia tuerca se estableció como un desafío para unir París con *Dakar*, el centro urbano más importante de Senegal, en África.

La carrera ha convocado a pilotos de distintas nacionalidades estableciendo hitos deportivos y también tragedias, como la muerte del fundador en 1986 -en un accidente en helicóptero durante la competencia- así como de varios deportistas, público, mecánicos y periodistas. Por eso los organizadores año a año han introducido modificaciones en el trazado, con el fin de mejorar las medidas de seguridad que protegen a todos los asistentes al evento.

En 1995 el rally tuvo un cambio radical ya que como lugar de partida se estableció la ciudad de Granada en España.

Fotos: Rally Dakar (6) © Marcelo Hernández

En 2008 no se efectuó la carrera, debido a amenazas del grupo terrorista Al Qaeda y a partir de 2009 la emoción se trasladó a Sudamérica.

La llegada de la competencia de raid más extrema del mundo a esta parte del orbe se produjo gracias a la geografía diversa existente en este continente donde coexisten desierto, montañas, dunas, quebradas, ríos y pampa. Los primeros países en ser escenario de la carrera fueron Argentina, Perú y Chile, a los que posteriormente se sumó Bolivia. Y fue en Sudamérica que se produjo la inclusión de los *quads* o cuadriciclos, en una prueba donde históricamente los deportistas habían competido a bordo de autos, motos y camiones.

Tanto en África como en suelo sudamericano los deportistas se encuentran expuestos al calor y frío extremos característicos del desierto. Y al sumarse Bolivia dentro del trazado de la carrera, los deportistas han debido hacer una preparación extra para afrontar los efectos de la altitud en la denominada *Puna de Los Andes*. Por lo general este término hace referencia a regiones altas y planas que están ubicadas a más de 3400 metros sobre el nivel del mar, lo que provoca efectos en las personas -como ahogo y mareos- debido a la hipoxia (situación en que el organismo no tiene las condiciones para el suministro adecuado de oxígeno).

Uno de los grandes representantes latinoamericanos es el chileno Francisco *Chaleco* López, corredor de motos. En su vasta experiencia como piloto, Chaleco participó en versiones de la competencia que se efectuaron tanto en África como en Sudamérica, obteniendo resultados destacados.

López hizo una reflexión sobre las carreras en que participó en los dos continentes y contó que "… ambas competencias fueron difíciles. En Sudamérica tenemos muchos cambios en el terreno, cordillera y nieve. En África fue inhóspito; si quedabas botado en el desierto era difícil encontrar una asistencia, un hotel o medicinas".

Una de las principales variables que debe tener en cuenta cada piloto que participa en el *Rally Dakar* es el calor. La prueba se lleva a cabo en los meses de verano del hemisferio sur (en África gran parte del trazado se efectuó en el desierto), por lo que tanto los competidores como las máquinas deben tener los resguardo necesarios.

Habitualmente se compara lo que sucede en el calor del *Dakar* con otro tipo de carreras que se realizan en climas fríos. En cuanto a las máquinas, las estructuras no se ven afectadas por las diferencias térmicas, ya que la tecnología ha permitido usar materiales adaptados que funcionan con absoluta normalidad en todas las temperaturas, pero sí afectan la potencia del motor. Consultado sobre cuál clima afecta más a un piloto, López afirmó que "siempre se debe estudiar lo que viene y no ir al azar. Si vas a Rusia, con frío, a un *Dakar Series*, obviamente se debe competir con parkas apropiadas".

Los pilotos que participan en el *Dakar*, ya sea a bordo de autos, motos o cuadriciclos, sufren en mayor o menor medida los efectos del aire. El viento, por su parte, puede ser un aliado o un enemigo y López contó cómo abordan los equipos técnicos esta variable para ayudar al desempeño de los deportistas. "Para la turbulencia, en las motos hay un encadenado aerodinámico. Lo que se busca es la seguridad, más que la rapidez y obviamente la moto debe estar pensada para que se refrigere de manera adecuada", dijo el deportista. Cuando el proceso de refrigeración se realiza a través del sistema de enfriado por líquido, el fluido pasa por cilindros que están cerca del motor. El mecanismo recoge el calor y lo disipa al aire a través de un radiador, bajando en consecuencia la temperatura.

En cuanto el factor de la altitud, las motos "tienen motor a inyección y un computador que lee si está en altura o a nivel del mar (analiza la densidad del aire) por lo que no es un problema. Es un sistema inteligente y carbura la moto de manera electrónica"— indica López. Los vehículos motorizados poseen sensores que detectan las condiciones atmosféricas, por lo que se controla el flujo de aire y de gasolina hasta alcanzar una mezcla

Foto: Llaves © pit24 - Fotolia.com

Foto: herramientas © pit24 - Fotolia.com

estequiométrica de 14,7 g a 1 g de gasolina, donde el gas posee la mayor parte de la mixtura.

La ciencia en el *Rally Dakar*

Uno de los que más conoce sobre temas de automóviles en Chile es Alejandro Schmauk, ingeniero civil automotor, ex corredor y comentarista de TV. Desde su visión, hace un análisis sobre lo que ocurre con la diversidad de máquinas y vehículos que participan cada año en el *Rally Dakar*.

"Se usan motores típicos de combustión interna y habitualmente los que ganan son motores diésel", contó el profesional. "A los motores a gasolina se les reduce la cantidad de aire que puede entrar y con eso se disminuye la potencia que generan los vehículos. El motor diesel tiene la leve ventaja de que es más eficiente -por lo que el depósito de combustible puede ser más pequeño- así como características técnicas para trabajar a bajas revoluciones, siendo útil en las dunas", agregó Schmauk.

Sobre las motocicletas, el ingeniero chileno explicó que "estas usan motores a gasolina y van por su propia ruta en la carrera pero no existe ninguna revolución tecnológica en el *Dakar*; es más la aventura y exigencia física de los tripulantes (la que está en juego) que la parte mecánica". En cuanto a la falta de oxígeno por la altitud, en el altiplano cuando el *Dakar* pasa por Bolivia, el ex corredor narró que "es más un problema para los pilotos, ya que los motores pierden potencia, pero no causa daño a los mismos".

Un aspecto de las máquinas que participan en esta prueba tan exigente es la estabilidad de los vehículos. Schmauk reveló que "si pretendemos andar con un vehículo del *Dakar* en pavimento, se torna inestable y propenso a volcarse, porque tiene el centro de gravedad más arriba". Esto se explica porque, según la física, la gravedad del planeta afecta a la masa de todos los cuerpos. La estabilidad de un cuerpo es menor cuanto más alto esté el centro de gravedad respecto al suelo, ya que una pequeña inclinación hace que la línea vertical que pasa por el centro de gravedad quede fuera de la base de apoyo y el cuerpo cae.

Los profesionales y técnicos de los distintos equipos que participan se enfrentan a las dificultades propias de una prueba que se corre sobre diversos terrenos. Una de las zonas más complicadas de atravesar son las dunas, donde la arena presenta desafíos para las máquinas y sus tripulantes. "En el *Dakar* conviven dos tipos de vehículos: están los de tracción en las cuatro ruedas (Mini y Touareg) y hay una división de vehículos de dos ruedas motrices, cuya tracción está en el eje trasero", contó el comentarista de TV. En esta última categoría están los afamados *Boogie* que son llamativos coches adaptados para competir en desiertos y dunas y que, según contó el ingeniero, intentan "atacarlas" procurando alcanzar altas velocidades.

La relación entre el peso de una máquina y la superficie de apoyo es la que influye en que se quede o no enterrada en las dunas, por eso los equipos optan por un vehículo liviano, que corra más rápido y utilizan neumáticos anchos que les dan alta flotabilidad, para que no se entrampe en la arena. ¿Qué sucede con los autos todoterrenos? Schmauk señaló que "los 4×4 tienen menos recorrido en la suspensión y son más pesados por reglamento. Lo anterior hace que en algunos tramos de la carrera los de una característica vayan mucho mejor que los de otra y viceversa", explicó.

Los adelantos técnicos que se desarrollan para el *Dakar* en los vehículos todoterreno, por

Foto: Dakar © Marcelo Hernández
Foto: [illegible] - Fotolia.com

ejemplo sistemas de suspensión y neumáticos, luego son adoptados por la industria automotriz y se ven luego incorporados en los que se comercializan en el mercado.

Fuentes de energía alternativas

Los expertos y técnicos que participan del Rally *Dakar* constantemente trabajan en mejoras que ayuden a los tripulantes a superar las dificultades que implica participar en el raid más exigente del mundo. Es por esto que en varias ocasiones la competencia ha sido un verdadero laboratorio para probar mejoras que podrían servir en las ediciones posteriores. Según contó el profesional chileno "hubo intentos de presentar autos que funcionaban con gasolina y gas, pero en la práctica fue publicidad, porque recorrían 200 kilómetros, se quedaban sin combustible y no tenían donde reabastecer".

Entre algunas innovaciones, tomando en cuenta las fuentes de energía, los expertos pensaron en el sol como un aliado y combustible ideal para competir en carreras en el desierto. Durante el día sería posible aprovechar esta fuente inagotable, por lo que se trabajó en introducir esta modificación en los autos. Sin embargo, "…los autos a energía solar no tienen ninguna posibilidad, porque en la práctica la eficiencia que tiene un motor de este tipo le da una autonomía muy baja —reveló Schmauk. Se puede partir con las baterías cargadas, recargarlas con la energía solar, pero aunque posea un solo panel (placa fotovoltaica) no alcanza a compensar el rendimiento cuando anda a máximo consumo, por lo cual no sería competitivo".
La inaplicabilidad de este tipo de combustible radica en lo difícil que se hace recargar durante la carrera a los motores que funcionan con esta energía, ya que deben cubrir largas distancias. En la práctica, cada cierto tramo se debería establecer puntos que proveyeran a los pilotos de baterías cargadas, lo que aumentaría los costos y también los tiempos de duración del rally.

Este año (2015) se anotó un *Buggy* 100 % eléctrico. El vehículo, ciertamente innovador, utilizaba cuatro baterías prismáticas de litio-ion que ofrecían 140 kWh de energía y una autonomía de entre 300 y 350 kilómetros. Esto significó para los pilotos realizar paradas para cambiar las baterías (400 kg en total) en sitios especialmente previstos y autorizados por los organizadores. El equipo, compuesto por dos españoles, fue finalmente descalificado en la tercera etapa entre San Juan y Chilecito porque al no estar familiarizados con la prueba saltearon involuntariamente algunos controles, pero el auto completó todo el recorrido.

El entrenamiento y el factor psicológico

No sólo la destreza de los pilotos, los factores atmosféricos (como el calor y la altitud), los avances tecnológicos y aspectos de la física influyen en la posibilidad de cumplir un buen papel en el *Dakar*. Los competidores se apoyan en la preparación física y emocional con ayuda de varias disciplinas para afrontar de buena manera esta prueba extrema.

"La carrera la preparo durante todo un año. Trabajo con nutricionistas, psicólogos deportivos, médico de cabecera, kinesiólogos, preparador físico, entre otros especialistas; con el psicólogo vemos la planificación, la concentración, la resistencia…" El deportista chileno comentó que en su caso, también fue importante "recoger experiencia de los errores que cometí cada año, en cada prueba; entrenar día a día, viajar a Europa a correr y trabajar con los mejores especialistas a nivel nacional e internacional".

Pero del mismo modo que la preparación y destreza de los pilotos siempre serán claves para el buen término del desafío, la ciencia siempre estará presente a la hora de enfrentar las dificultades y en las soluciones que se conjugan en esta carrera.

Patricio Vargas B.

Foto: motor © dreamnikon - Fotolia.com

Apesar de que existe suficiente evidencia científica como para evitar la exposición prolongada al sol, el bronceado intenso suele ser un objetivo que persiguen adolescentes y jóvenes argentinos, relacionándolo con el atractivo físico y la belleza.

Los medios de comunicación son al menos responsables de consolidar esa creencia, poniendo en escena exitosos personajes que desafían los efectos del sol a bordo de indomables veleros, mansos caballos, montañas nevadas, playas de ensueño o kilométricas y fastuosas piscinas, con la sola protección de una blanca e interminable sonrisa. Los filtros, pantallas o protectores solares, en cambio, aparecen solo en los avisos de venta de esos productos, relegando en esa ficción a la piel enrojecida, la ampollada, o incluso al cáncer de piel a la categoría de convidados de piedra.

Aunque es probable que los nacidos hacia fines del siglo XX, o a principios del XXI, crean que la admiración por el bronceado siempre existió, se trata de un fenómeno relativamente nuevo. En diferentes sociedades occidentales lucir una piel blanca al extremo era una característica distintiva de las clases altas, como la aristocracia y las familias reales. De ahí el término "sangre azul", emparentado con pieles tan pálidas que dejaban ver las venas, como suele suceder en los bebes. Para lograr mantener ese aspecto, se escondían debajo de sombrillas y sombreros generosos. Las clases más bajas, por el contrario, evidenciaban un tono tostado o caramelo, cosechado no justamente en la contemplación del ocio sino a consecuencia de trabajar a la intemperie y bajo el sol constante, sin ninguna protección.

Al iniciar el siglo XX, los avances científicos sacaron a la luz otra cara del sol. Sus beneficios para tratar la anemia, la depresión o el debilitamiento óseo, entre otros males, impulsaron a los médicos de entonces a recetar "baños de sol" en numerosos casos, adoptándolo con frecuencia como la mejor opción terapéutica. Este nuevo conocimiento propició el nacimiento de centros recreativos y balnearios destinados a ofrecer la posibilidad de asolearse.

A 15 años del inicio del nuevo siglo, la mirada sobre los efectos del sol suele ser más abarcativa. Existe consenso entre los médicos en que la incidencia de la radiación solar sobre la piel puede ser tanto positiva como negativa y que ello depende, entre otros factores, de la intensidad de los rayos solares y su longitud de onda, el tipo de piel expuesta, el tiempo de exposición, o la proximidad del sol. También se habla de etapas; y es que la radiación solar ultravioleta genera consecuencias a corto, mediano y largo plazo, y cada fase debe ser estratégicamente abordada.

De acuerdo con un trabajo de revisión publicado por la Sociedad Brasileña de Dermatología que reúne la información científica disponible en la actualidad en relación con los efectos del sol en las personas[1], la exposición a la radiación solar ultravioleta (UV) tiene beneficios físicos y fisiológicos relacionados con la síntesis de vitamina D y la prevención de enfermedades como osteoporosis, diabetes tipo 1, algunas formas de cáncer y las enfermedades autoinmunes. En contraparte, la exposición excesiva a esa forma de radiación es responsable de varias afecciones oculares como cataratas y pterigión (tejido o "telita" que se forma en la parte blanca del ojo), a la vez que genera trastornos en la piel tales como quemaduras, envejecimiento prematuro y cáncer.

El sol no sólo afecta la piel humana. Está comprobado que la radiación UV demora el crecimiento de cultivos y frutos, disminuye la producción de fitoplancton -base de la cadena alimenticia de ecosistemas acuáticos-, desencadena cánceres y mutaciones genéticas en peces y anfibios y hasta desgasta y deteriora pinturas y plásticos, entre otros materiales.

[1]Schalka s, Stein D, Ravelli FN, Steiner T, Terena AC, Marcon CR, et al *Brazilian Consensus on Photoprotection*. An Bras Dermatol. 2014,89 (6 Suppl 1):S6-73

Foto: gente bañándose © Adrián Gabriel Gilardoni

El índice UV

La radiación que emite el Sol (en todas direcciones, producto de las reacciones nucleares) corresponde a una parte del llamado espectro electromagnético.

La más común es la luz visible, pero también los rayos X o los rayos infrarrojos constituyen otras formas de radiación electromagnética. Pero, ¿qué tipo de radiación produce el sol? La radiación UV, ubicada en la banda espectral electromagnética entre los 100 y 400 nm (nanómetros[1]) de longitud de onda, corresponde a menos del 10 % del total de radiación solar que incide en la parte superior de la atmósfera. Esta se clasifica en función de su longitud de onda en UVA (entre 315 y 400 nm), UVB (entre 280 y 315 nm) y UVC (entre 100 y 280 nm), de acuerdo con la CIE - Comisión Internacional de Iluminación. Y se dice que cuanto más corta es la onda, más intensa es su energía.

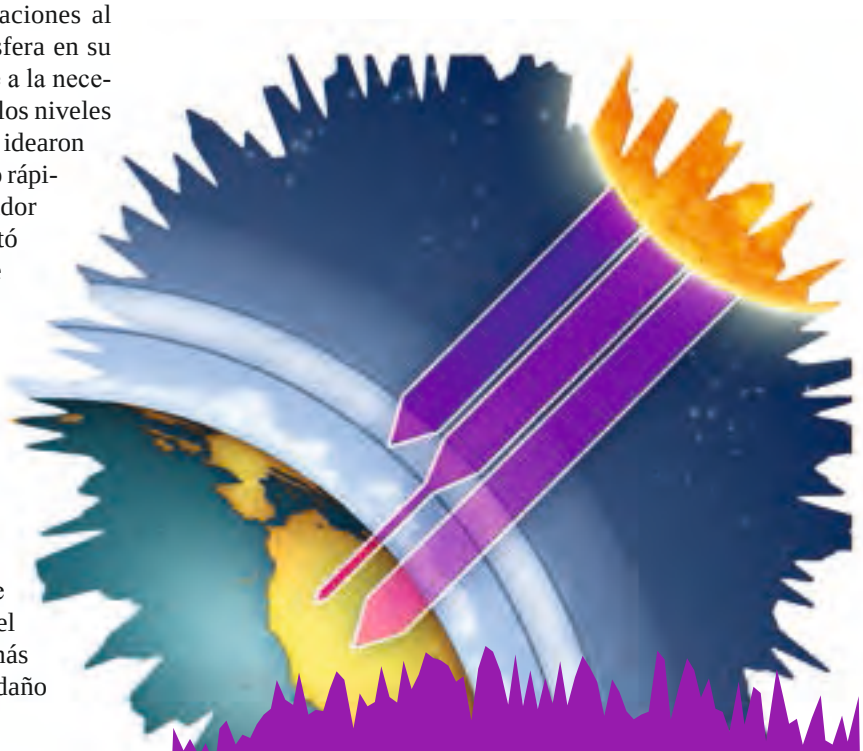
Preocupados por la prevención de enfermedades y los altos índices de radiación, en los últimos años proliferan recomendaciones sobre los horarios en los que conviene tomar sol, el tiempo máximo de exposición, y otros indicadores. No obstante, el investigador y meteorólogo Marcelo de Paula Corrêa advierte sobre los posibles errores que podrían ocasionar esas generalizaciones en la región. En un trabajo publicado en junio de 2015 el investigador del Instituto de Recursos Naturales de la Universidad Federal de Itajubá, en San Pablo (Brasil), dice que la información se sustenta en mediciones y estudios de radiación UV efectuados en el Hemisferio Norte, Estados Unidos y Europa, en condiciones geográficas y climáticas muy diferentes a las de la realidad tropical y subtropical de Brasil y Sudamérica. Asimismo, señala que los consejos que se ofrecen sobre el número de minutos a exponerse al sol suelen dejar de lado la hora del día, la época del año, el tipo de piel, la parte del cuerpo expuesta o el estado de salud de la persona.

El 90 % restante de radiación solar corresponde al espectro visible (entre 400 y 780 nm) y al infrarrojo (entre 780 y 4000 nm).

Los UVA son los rayos solares más comunes a los que estamos expuestos y constituyen 95 % de los rayos UV. Como los UV experimentan intensas atenuaciones al interactuar con los componentes de la atmósfera en su camino hacia la superficie de la Tierra, frente a la necesidad de brindar información a la gente sobre los niveles de UV imperantes investigadores canadienses idearon en 1992 el índice ultravioleta (IUV), empleado rápidamente por diferentes países como un indicador para la prevención sanitaria. En 1994 lo adoptó la Organización Mundial de la Salud y se transformó en el parámetro internacional de referencia para los servicios meteorológicos.

El IUV es una escala que relaciona la intensidad de la radiación UV con la aparición de eritema en la piel humana (reacción aguda, acompañada de edema, sensación de quemadura y en los casos intensos, aparición de vesículas y ampollas). Tiene como fin simplificar la información al público de acuerdo con una puntuación en la que 0 es el valor inferior y 11+ es el máximo. Cuanto más alto es el número, mayor es el potencial del daño solar en la piel y los ojos.

Lo mismo sucede cuando, en contrapartida, se sugiere no exponerse para nada al sol, o usar pantalla para prevenir el cáncer de piel aún sin estar al aire libre, sin ninguna alusión a las condiciones geográficas, estacionales o de salud de quien se expone al sol.



El debilitamiento de la capa de ozono también ha contribuído a incrementar la amenaza de los daños de los rayos UV en el planeta.

Ilustración: capa de ozono © Andrea Danti - Fotolia.com

[1] 1 nm = 10^{-9} m

A modo de ejemplo, de Paula Corrêa señala que en el Norte y NE de Brasil se alcanzan los valores más altos del IUV recomendados por la OMS (de 8 a 11+, equivalentes a muy alto o extremo daño para la salud) aún antes de las 9 de la mañana (horario en el que se aconseja la exposición). En síntesis, el investigador sostiene que para que pueda ofrecerse información clara y adecuada a la población resulta fundamental conocer las características de las radiaciones UV en las diferentes estaciones del año así como en las distintas regiones de cada país. Para ello se emplean espectroradiómetros, instrumentos que miden la irradiancia espectral de fuentes luminosas, entre ellas la solar.

Ante la falta de esa información clave, recomienda evitar prolongadas exposiciones al sol durante todo el año. Y en relación con los modos de protección a adoptar opina que es relevante que las medidas de protección sugeridas incluyan alternativas al uso de pantalla solar (como el uso de ropa protectora, sombreros y anteojos de sol) ya que en muchos países su costo la hace inaccesible para gran parte de la población. Como no se esperan cambios en la radiación solar al menos hasta el final de este siglo, de Paula Corrêa considera muy importante que esta información llegue a niños y adolescentes ya que "las nuevas generaciones deben adoptar nuevos comportamientos, más cuidadosos y diferente a los actuales"– afirmó.

Para evitar los daños, fotoprotección

Existen estimaciones según las cuales, en el mundo entero, el 45 % de los cánceres que podrían prevenirse son de origen cutáneo. En ese sentido, se postula la necesidad de enseñar a la población medidas de fotoprotección (término acuñado en 1988 y que hace referencia a los modos de evitar el daño que ocasionan los rayos solares reduciendo la exposición solar).

De acuerdo con el citado Consenso brasileño, el éxito de un programa adecuado de fotoprotección depende de la combinación del mayor número posible de medidas, las que deben adaptarse al perfil del paciente, su edad, sus características fenotípicas (color de piel, ojos y cabello), sus hábitos, las actividades profesionales que realice, la ubicación geográfica de su vivienda y los antecedentes propios y familiares de enfermedades relacionadas con la exposición al sol.

Las pantallas, filtros o protectores solares comenzaron a hacerse populares en la década de 1970. Básicamente están constituidos por sustancias que reducen el efecto biológico de la radiación en los tejidos. En Brasil y otros países de la región se los considera productos cosméticos; contienen filtros ultravioletas que interfieren la radiación solar incidente. Estos filtros son compuestos de origen orgánico o inorgánico. Los primeros, conocidos como filtros químicos, absorben la radiación UV promoviendo una alteración en su estructura molecular.

Los inorgánicos, o filtros físicos, tienen un origen mineral que promueve la reflexión de la radiación UV.

En los últimos años se habla también de "protección en pastillas". Existe evidencia científica de que determinadas sustancias, ingeridas en forma oral, pueden ejercer una acción preventiva frente a la acción de la radiación UV sobre la piel. Tal es el caso de ciertas vitaminas, compuestos antioxidantes y probióticos así como otras sustancias como la cafeína o el chocolate. No obstante, los especialistas destacan que su efecto es sólo coadyuvante y no nos libera de los cuidados del sol.

El uso de ropa adecuada y sombreros es una medida que ya adoptaban los egipcios y los persas en la Antigüedad para evitar las radiaciones. La composición de las telas y su espesor son factores que incrementan la protección; tal es el caso del poliéster y el nailon, y los tejidos cerrados y más compactos. En la actualidad hay telas tratadas con aditivos resistentes a los lavados y hay otras que se elaboran con hilos que incorporan filtros ultravioleta que ofrecen protección superior. También se recomienda el uso de telas claras, ya que los colores oscuros absorben más la radiación UV y se calientan más.

Los sombreros son un capítulo aparte. No solo ayudan a proteger la cabeza y el cuero cabelludo sino también las orejas, la cara y el cuello. La elección del modelo es determinante, destacándose las ventajas que ofrecen los de ala circular. Los de ala de 7,5 cm de ancho en adelante son mucho más adecuados que los de alas menores, que casi no ofrecen protección. Por su parte los gorros, prendas de elección de adolescentes y niños, ofrecen escaso resguardo del sol en la base posterior de la cabeza. Finalmente los anteojos son la herramienta más eficaz de fotoprotección a la hora de cuidar la salud de los ojos. Su eficacia depende del tamaño, la absorción de la radiación de los materiales y la reflexión posterior de la superficie de los lentes. Lo recomendable es usar aquellos que absorban del 99 al 100 % de todo el espectro UV (hacia 400 nm), reduciendo a la vez la transmisión de las luces azul y violeta.

Por otra parte, ya existen brazaletes que contienen compuestos microencapsulados capaces de cambiar de color de acuerdo con la cantidad de radiación solar que reciban y que permiten conocer, en tiempo real, si la exposición alcanzada llegó al máximo recomendado. Sin duda serán una ayuda para evitar las quemaduras, aunque con o sin pulsera, lo mejor es siempre estar atentos y no minimizar los efectos del sol.

Claudia Mazzeo

Piranómetros y pirheliómetros

La radiación solar que incide en la superficie de la Tierra se mide por medio de un instrumento llamado piranómetro. Se trata de un sensor diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar (en términos de kilovatios por metro cuadrado) en un campo de 180 grados. En los últimos años, se ha mejorado enormemente la precisión de las mediciones de radiación.

La Referencia Radiométrica Mundial se obtiene a través de varios pirheliómetros (instrumento que mide la radiación solar directa, por medio de haces de luz) ubicados en Davos, Suiza y fue adoptada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1979. La luz del sol entra en el instrumento a través de una ventana y es dirigida sobre un sensor de temperatura que convierte el calor en una señal eléctrica que se puede registrar (grabar).

La medida de las radiaciones

La radiometría es la ciencia que se ocupa del estudio de la medida de la radiación electromagnética. Su campo abarca todas las longitudes de onda del espectro electromagnético. El Centro INTI-Física y Metrología cuenta con un radiómetro criogénico cuya función es medir la potencia óptica en láseres de hasta 2 mW (miliwatt) e igualar una potencia óptica radiante del espectro visible con una potencia eléctrica. Su aplicación es muy variada: puede calibrar equipos que miden la potencia de los lectores de CDs y DVDs, así como también detectores para un uso fotométrico.

El laboratorio cuenta también con un láser de Argón-Kripton que emite en varias longitudes de onda de rango visible y se utiliza para calibrar detectores radiométricos secundarios. Con la inminente incorporación de un espectroradiómetro, el INTI contará con el primer laboratorio fotobiológico de América Latina que posibilitará medir niveles de radiación solar en tejidos. El equipo permitirá caracterizar fuentes de luz, analizándolas espectralmente, para verificar si existen componentes nocivos para la salud (que potencialmente puedan afectar a la piel o el ojo humano) de acuerdo con las normas internacionales.

La medición de la radiación solar resulta crucial a la hora de aprovechar este recurso renovable, tanto para producir electricidad (celdas fotovoltaicas) como para calentar agua a través de calefones solares.

¿Para qué es necesario contar con estándares internacionales de medición de la radiación solar? Por ejemplo para que los usuarios de equipos como los colectores solares puedan conocer el rendimiento y los parámetros de calidad de los diferentes modelos disponibles en el mercado antes de comprarlos.

Foto: Foto cedida por INTI (Comunicación)

La energía nuestra de cada día

Cuando el hombre primitivo descubrió el fuego y sus bondades, valoró tanto su hallazgo que quiso conservarlo para siempre. Ignorante aún de que ese proveedor de luz y calor podía ser encendido a voluntad así como de las maneras de lograrlo, nombró guardianes que garantizaran su permanencia. Ese mismo valor y cuidado que nuestros antepasados dieron a sus primeras fogatas debemos darle nosotros a las fuentes de energía que hacen posible la cómoda vida que llevamos en la actualidad.

El que ahora podamos prolongar el tiempo de luz o trasladarnos sin mayor esfuerzo de un lugar a otro echando a andar motores que son capaces de llevarnos por aire, mar y tierra ha implicado una evolución constante del ser humano y su capacidad para aprovechar la energía producida por su propio cuerpo, por el sol, el fuego, el trabajo animal, el movimiento del agua y del viento y la electricidad.

Sebastián Alfaro tiene 18 años y lleva exactamente la mitad de su vida practicando el *downhill*, un deporte que él describe como "extremo, de mucha concentración, que exige un buen entrenamiento, a cambio de un gran sentimiento de adrenalina". Dada su larga experiencia, no es de extrañar que haya obtenido cuatro veces el campeonato nacional de esta disciplina en Perú y que en dos ocasiones haya logrado el campeonato panamericano para su país natal, en la categoría Sub 17, así como el sexto puesto en la última competencia mundial entre los deportistas menores de 19 años.

Según explica, el *downhill* tiene como objetivo conducir una bicicleta para llegar de un punto a otro en una bajada en el menor tiempo posible. En el trayecto, que tiene una longitud aproximada de tres kilómetros y una duración promedio de cuatro minutos, se encuentran diferentes obstáculos que el deportista debe sortear. Para lograr su objetivo, el ciclista debe tener además de una gran capacidad de maniobra, una gran fortaleza y resistencia físicas, para lo cual debe entrenar sobre la bicicleta y fuera de ella. Por eso, apasionado de esta disciplina, Sebastián entrena dos veces a la semana durante cuatro horas seguidas. "El atleta trabaja en la carrera deportiva para superarse cada vez más. Cada vez que hago un esfuerzo físico siento cansancio. Es parte del trabajo; sé que si me canso es porque estoy haciendo un buen trabajo. El desgaste de energía lo siento desde que estoy en el entrenamiento, pero mi recuperación es bastante rápida", comenta el exitoso deportista.

Esta capacidad que tiene el también estudiante de Administración y Negocios del Deporte para recobrar las fuerzas, la atribuye a sus ocho horas de sueño y a la alimentación, mezcla de proteínas y carbohidratos: "La buena dieta afecta positivamente la rutina de entrenamiento, porque funciona como combustible efectivo para el cuerpo. Cuando uno se alimenta saludablemente se nota un cambio en el entrenamiento, uno se siente listo para trabajar. Podría decir también que cuando entreno fuerte, el hambre llega a ser el doble del de un día sin tanto trabajo.

Ilustración: hombre de las cavernas © HitToon.com - Fotolia.com

La cantidad de comida que ingiero durante el día es grande y entre las tres comidas consumo productos naturales para mantenerme en movimiento", detalla.

Ciertamente, la energía que las personas necesitamos y usamos para llevar a cabo muchas de nuestras actividades cotidianas proviene de los alimentos. Ellos hacen posible nuestros movimientos y el metabolismo que nos mantiene con vida. La unidad de medida que se utiliza para cuantificar la cantidad de energía que cada producto aporta a nuestro organismo es llamada caloría. Sin embargo, se usa más uno de sus múltiplos, la kilocaloría, pues una caloría es la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua y todas estas son magnitudes muy pequeñas.

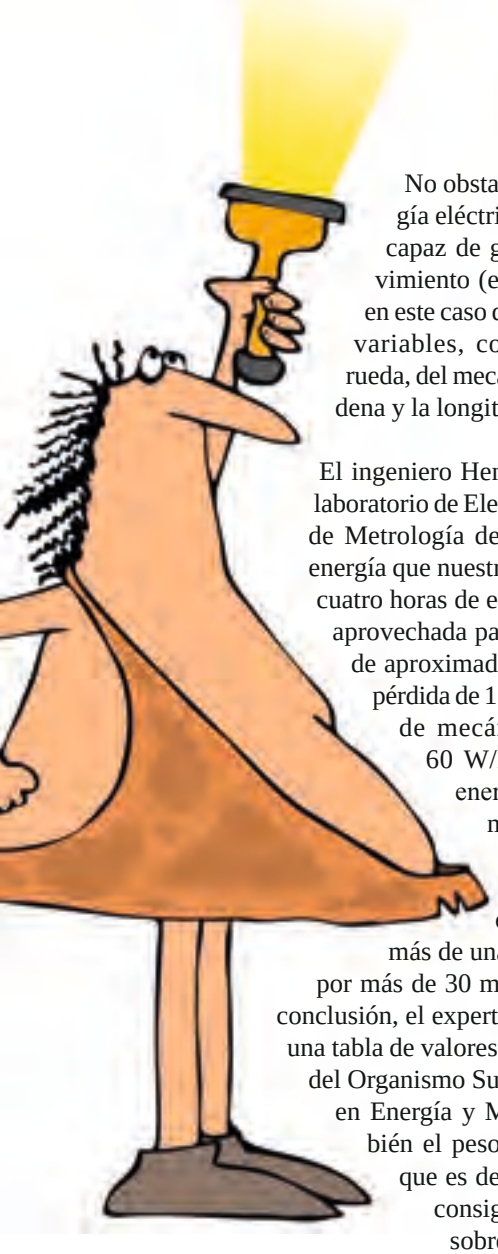
Así pues, cada tipo de alimento hace un aporte calórico que, en el caso de los que consume Sebastián, es de 4 kcal por gramo de carbohidratos y de 9 kcal por gramo de proteínas.

Y aunque la cantidad de energía que necesitamos para mantenernos activos varía de persona a persona y según el desgaste que tenga, puede decirse que lo que requiere el ser humano varía entre 1000 y 4000 kcal/día. "Si uno consume más de lo que necesita, o consume y se mantiene en reposo, entonces acumula reservas energéticas en el cuerpo y se produce el aumento de peso", explica el ingeniero Henry Postigo, subjefe de la Dirección de Metrología del Inacal, Instituto Nacional de Calidad del Perú.

El especialista refiere también que, gracias a la alimentación, las personas adquirimos una potencia energética o muscular que puede aprovecharse para generar energía eléctrica; por ejemplo, utilizando una bicicleta. El movimiento mecánico que realizamos los humanos puede generar corriente a través del uso de un dinamo. Éste consta de un imán, una bobina, un eje y un cabezal que roza con la llanta del vehículo. Al girar la rueda mueve todo el sistema, generando una diferencia de potencial y, si hay algo conectado a él, una corriente, la que tradicionalmente se ha usado para dar luz al foquito que nos permite notar la presencia de los ciclistas en las noches", señala.

Sebastián Alfaro, el peruano varias veces campeón de *downhill*, saca máximo provecho a su energía, concentración y adrenalina al practicar un deporte extremo en terrenos difíciles, como los de Pachacamac (enero 2015).

Fotos cedidas por Sebastián Alfaro
Composición: Alberto Parra del Riego



No obstante, la cantidad de energía eléctrica que el ser humano es capaz de generar a partir del movimiento (energía mecánica) como en este caso depende de muchas otras variables, como el diámetro de la rueda, del mecanismo que mueve la cadena y la longitud de esta, por ejemplo.

El ingeniero Henry Díaz, encargado del laboratorio de Electricidad de la Dirección de Metrología del Inacal, estima que la energía que nuestro atleta consume en sus cuatro horas de entrenamiento podría ser aprovechada para generar una potencia de aproximadamente 400 W, con una pérdida de 15 % en la transformación de mecánica a eléctrica (unos 60 W/hora). Tal cantidad de energía sería suficiente para mantener funcionando un televisor durante tres horas, una licuadora o una computadora por más de una hora, o una aspiradora por más de 30 minutos. Para llegar a tal conclusión, el experto toma como referencia una tabla de valores de consumo de equipos del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú y también el peso del campeón peruano, que es de 73 kg. Es que cálculos consignados en publicaciones sobre el tema, aseguran que un ciclista que pese 70 kg, pedaleando a una velocidad entre 10 y 20 km/h consume entre 245 y 410 kcal/hora. El ejercicio, practicado una hora diaria durante una semana, aportaría la energía necesaria para ver una película en DVD en una pantalla plana de 19 pulgadas.

Además de permitirnos constatar aquel principio que dice que la energía no se destruye sino que se transforma, saber más sobre la conversión de la energía calórica de los alimentos en la energía mecánica del cuerpo y de ésta en -por ejemplo- energía eléctrica, nos hace valorar el potencial que tiene nuestro organismo para el desarrollo de algunas tareas sencillas que, sin embargo, nos hemos acostumbrado a realizar con la ayuda de aparatos; y a valorar y cuidar las fuentes de energía de las que hoy disponemos para nuestra mayor comodidad.

Hoy en día, nada parece más natural que echar a andar el mundo con tan solo manipular botones. Haciéndolo, hacemos más tolerables las temperaturas muy altas o muy bajas, mantenemos limpios nuestros hogares, nos entretenemos, cocemos nuestros alimentos y los conservamos por más tiempo y, entre muchas otras cosas, nos ponemos en contacto con el mundo exterior, sin necesidad de dar un paso fuera de casa. Sin embargo, la vida no siempre fue así para el ser humano. Para comer, los hombres debían contentarse con lo que encontraban a su paso o, si querían carne, debían arriesgar la vida para cazar alguna presa; también debían buscar refugios naturales, como cuevas, por ejemplo, para protegerse de los cambios del clima.

La comodidad y facilidades de las que hoy gozamos no son, pues, naturales, sino fruto de los hallazgos y del conocimiento cada vez mayor de la humanidad respecto a su hábitat y a su entorno y al uso de los recursos para obtener energía. Gracias a este saber, los hombres y mujeres dejamos de tener al Sol como única fuente de energía directa -en forma de luz y calor- y fuimos descubriendo el fuego y más tarde el uso de los combustibles y otras fuentes de energía que hicieron posible muchas ventajas de las que hoy gozamos. El fuego fue aprovechado para suavizar y purificar los alimentos y así mejorar la alimentación, para solidificar la arcilla y así poder hacer recipientes útiles para almacenar y conservar productos y más adelante para fundir metales con los que luego pudo fabricar herramientas y utensilios.

Al descubrir la forma de encender el fuego y controlarlo, nuestra especie fue dando también con nuevos usos y aplicaciones, las mismas que, a su vez, hicieron mayor la demanda de su energía.

No es de extrañar, entonces, que conforme fue andando hacia el modo de vida que actualmente exhibe, la humanidad fuera incrementando su consumo de energía. Según la publicación Uso eficiente de la energía del Ministerio de Energía y Minas del Perú, para satisfacer sus necesidades básicas el hombre primitivo usaba solo su propia energía, que se estima en 100 W (una potencia de 100 J/s), mientras que actualmente cada uno de nosotros necesita 10 000 W para alcanzar la comodidad a la que nos hemos acostumbrado; es decir, cien veces más. Según esta misma fuente, la llamada civilización tecnológica demanda casi el doble de lo que consumía la industrial y esta, a su vez, casi triplicó la necesidad de potencia energética de la civilización agrícola avanzada.

Para echar a andar los diferentes artefactos que nos permiten satisfacer nuestras necesidades sin que tengamos que invertir tanta energía de nuestro cuerpo y tanto tiempo como antes, utilizamos principalmente la energía eléctrica, que nos abastece por ejemplo de iluminación, entretenimiento, refrigeración, agua caliente, entre otros; y la térmica, proveniente de la quema de combustibles fósiles, como la gasolina, el gas natural, el gas licuado de petróleo y el petróleo diesel, que utilizamos para poner en movimiento los vehículos a motor que nos permiten transportarnos, para procesos industriales, para calefacción, e incluso para generar energía eléctrica.

La electricidad no es otra cosa que el desplazamiento de electrones a lo largo de los cables de electricidad que los conducen hacia los artefactos que la convierten a su vez en iluminación, sonido, movimiento, calor, frío, etc. Por eso, se necesita de una energía que ponga en movimiento

dichos electrones y esto es, precisamente, lo que hacen las centrales de generación. Estas pueden ser hidroeléctricas, si generan la energía a partir de una o más caídas de agua; térmicas o termoeléctricas, si es generada a partir de combustibles – como gas natural, carbón mineral, bagazo de caña o petróleo-; geotérmica, si se obtiene mediante el aprovechamiento del calor existente en el interior de nuestro planeta; nucleares, cuando proviene de la ruptura de los átomos de uranio por el impacto sobre ellos de los neutrones; eólicas, a partir de la energía cinética del viento; o solares, si es la radiación solar la que produce dicha energía .

Las preocupaciones actuales

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), entre los años 1971 y 2010, la producción mundial de energía se duplicó y, de mantenerse las políticas actuales, ésta tendría un incremento del 35 % hasta el año 2035. Las proyecciones señalan, además, que este crecimiento se verá representado principalmente por energías de origen fósil, que son las que producen los gases de efecto invernadero y el consecuente calentamiento global.

"El tema del ahorro de energía está directamente relacionado con la necesidad de generar propuestas para enfrentar los efectos del cambio climático", explica Urphy Vásquez, coordinadora de los grupos de investigación del Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Al respecto, la especialista explica que las propuestas para enfrentar esta problemática abordan tres dimensiones: el uso de energías renovables, también llamadas "limpias", la eficiencia energética y la concientización y sensibilización de la población para que, a través de la educación, hagan un mejor uso de la energía evitando el malgasto.

Por su parte, Henry Postigo (INACAL), apunta a la sobreexplotación de los recursos y al peligro de que ésta se traduzca en una escasez de los mismos a futuro: "No vamos a tener toda la vida el combustible fósil. El exceso en el consumo de las fuentes naturales está generando desequilibrios a nivel mundial y nuestra madre Tierra ya no tiene el poder, el tiempo, que necesita para regenerarse por sí sola y seguir dándonos como nos daba antes; y ese ritmo de extracción tiende a crecer, lo que poco a poco nos está llevando al caos".

Ya en su Informe sobre Desarrollo Humano para los años 2007 y 2008, las Naciones Unidas afirmaban que los actuales modelos de consumo en poblaciones siempre crecientes hacen inviable la supervivencia en la Tierra. Del mismo modo, calculaba que serían necesarios seis planetas para satisfacer la demanda de los países desarrollados y los que están en proceso de desarrollo. Esta alarmante realidad había empezado a ser materia de preocupación desde los años 70 y en 1992 se llevó a cabo, en Río de Janeiro, la Cumbre de la Tierra o de Río. Producto de este encuentro, en el que participaron representantes de 178 países, son la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la Agenda 21 y la Convención para el Cambio Climático. Todos estos documentos reconocen que el único modelo capaz de garantizar el bienestar del planeta y la humanidad a futuro es el desarrollo sostenible, entendiendo por éste la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las futuras de atender las suyas.

También la Agencia Internacional de Energía (AIE) ha llegado a la conclusión, luego de estudiar profundamente el tema, que la eficiencia energética es lo único que podría ayudar a reducir la emisión de gases de efecto invernadero hasta en un 72 % hasta el año 2020.

Por este motivo, muchos países empezaron a tomar medidas de ahorro de energía y para la eficiencia energética. El ingeniero Postigo, considera que más que de una cuestión de cantidad, el buen uso de la energía es una cuestión de calidad: "Cada cosa debe ser usada para un fin", sentencia, describiendo así lo que él entiende por buenas prácticas de consumo energético. Además menciona la importancia de conocer el valor energético de las fuentes de energía que usamos, esa variable que hace que un aparato cumpla con su tarea de manera más eficaz, ya sea por una cuestión de rapidez o de potencia.

El desarrollo de la humanidad ha dado saltos cualitativos a partir del descubrimiento y uso de fuentes de energía y las seguirá precisando para su evolución. El conocimiento, la innovación y los compromisos colectivos e individuales con el ahorro y eficiencia energética seguramente resulten tan indispensables para mantener la vida humana en el planeta como lo fue el fuego para nuestros antepasados.

Canela de Olazabal

Ilustración: hombre de las cavernas (2) © Dennis Cox - Fotolia.com

Tierra de gigantes

En Uruguay, país hasta ahora reconocido internacionalmente por sus hazañas futboleras, se ha aprovechado un entretiempo para planificar y definir una táctica llamativa y eficiente que otros países están tomando como modelo, y que le ha permitido alcanzar la soberanía energética a partir de un mayor uso de energías renovables, fundamentalmente la energía eólica.

Aquella noche el Puerto de Montevideo mostraba un aspecto inusual. Tres enormes camiones con largas zorras de 38 metros se alineaban esperando ser completados con una carga poco frecuente. Los bultos a trasladar, por sus dimensiones, exigen utilizar vehículos con determinadas características que no existen en Uruguay por lo que habían llegado desde Argentina cruzando uno de los puentes sobre el Río Uruguay, frontera natural que divide y une a los países hermanos. Como su largo no les permite tomar curvas pronunciadas se les había autorizado el ingreso al puerto por un portón diferente al habitual, previendo un recorrido interno lo más recto posible. El chofer de un montacargas distribuía diestramente los contenedores más pesados sobre la zorra del primer camión, que sería el primero en partir dado que el peso le exigiría moverse a menor velocidad que los demás.

Alejandro se había presentado en el puerto bastante antes de la hora convenida. Él y sus socios habían programado este traslado organizando cada detalle durante casi dos años. La carga había llegado en etapas en distintos viajes de un barco que la transportó desde Alemania atravesando el Océano Atlántico, con una única parada programada en un puerto de Brasil (Natal) antes de su arribo a Montevideo. A lo largo de varios meses los contenedores se habían ido almacenando en el puerto a la espera del día en que se movilizaría todo el cargamento hacia una zona franca donde se realizaría el primer control de calidad para más adelante continuar hasta su destino final, en el centro del país.

A medida que cada camión completó su carga inició un recorrido de 70 km por una de las rutas nacionales escoltado por vehículos de la policía caminera, que detenían el tráfico en los cruces de manera que la marcha fuera continua. Se había autorizado el traslado en el horario de la noche justamente para que el tráfico fuera menor y la escolta aseguraba que ningún vehículo intentara rebasarlos o provocara frenadas bruscas, ya que el largo de las zorras y su peso representan un grave peligro para este tipo de maniobras. Avanzaban lentamente, a una velocidad de entre 20 y 40 km/h en promedio. Los camiones que transportaban la carga más liviana y se movían a mayor velocidad realizaron más de un viaje en la noche, de manera que para las 8 de la mañana todo el traslado se había completado.

En total se habían trasladado las turbinas, aspas y tramos de torres de los primeros 20 aerogeneradores que hoy forman parte del parque eólico Peralta I-II, el mayor emprendimiento privado del país, ubicado en uno de los departamentos del centro-norte de Uruguay.

Alejandro recuerda ese día mientras lo entrevisto. Se entusiasma y me explica detalles más rápido de lo que puedo tomar nota, pero trato de seguirle el ritmo. No puedo evitar pensar en el humilde ventilador de pie que utilizo en mi casa de playa los días de calor sofocante y me esfuerzo para poder dimensionar el volumen de las piezas de las que hablamos. Cada una de las aspas mide 45 metros, los tramos de acero que componen la parte superior de la torre se transportaron en secciones de 21 y 29 metros de largo y las *naceles* (carcasa superior que contiene la maquinaria) tienen una masa de aproximadamente 120 toneladas cada una.

Los preparativos en el predio donde iban a ser instalados también llevaron meses y se programaron de forma que

Foto de fondo: turbinas eólicas © Copyright ENERCON GmbH. Todos los derechos reservados.

todo estuviera listo para la llegada de los gigantes y que pudieran ponerse en pie en su torre de hormigón. Una vez armado, cada aerogenerador llega a los 108 metros de altura; el equivalente a un edificio de unos 35 pisos.

Las torres son construidas en una planta de producción cercana y se construyen y trasladan en tramos, los que luego se ensamblan, se adhieren con resina epoxi y se aseguran con tirantes de acero. El elemento de unión con el terreno es una cimentación (que soporta todas las cargas, estáticas y dinámicas) donde se enterrarán a una profundidad de 15 metros en promedio para que, aún con viento fuerte, vibren pero no se muevan.

Una vez que la torre se ha puesto en pie, una pluma enorme eleva el rotor -también en partes- hasta el extremo superior donde dos audaces obreros, atados a cintas de seguridad, lo guían hasta que encastra en su sitio y lo aseguran con tirantes especiales. La torre es hueca y la recorre una escalera interna por la que sube un experto que tiene a su cargo realizar las conexiones y ajustes necesarios para poner al aerogenerador operativo y en funcionamiento.

Las aspas se construyen con un diseño y forma especial para que sean más eficientes y que puedan girar aún con velocidades de viento bajas. Son fabricadas colocando láminas de fibra de vidrio empapadas en resina y se recubren con una capa de poliuretano para protegerlas de la lluvia, el viento y las radiaciones UV.

Los parques eólicos permiten aprovechar la energía cinética del viento y transformarla en energía eléctrica. Para esto se utiliza un generador eléctrico cuyo principio de funcionamiento es el mismo que el aplicado por Nikola Tesla (1856−1943) cuando diseñó el motor eléctrico. En un electrodoméstico -como por ejemplo, un ventilador de pie o un lavarropas- se genera movimiento a partir de una corriente eléctrica utilizando un motor. Lo que hacemos al encender el equipamiento es hacerle llegar energía eléctrica a electroimanes fijos y móviles, generando el movimiento que mueve entonces sus aspas o en el caso del lavarropas, su tambor.

En el caso del aerogenerador, la operación que se produce es la inversa: la energía cinética del viento impulsa las aspas que mueven un eje –electroimán- que la transforma en energía eléctrica, la cual es volcada a la red eléctrica a través de cables aéreos. Teniendo en cuenta el concepto de que campos magnéticos variables generan campos eléctricos y por lo tanto corrientes eléctricas, un electroimán que gira en una bobina de cobre genera un campo magnético variable en la misma, lo que a su vez genera una corriente eléctrica. Lo mismo sucede si la bobina es la que se mueve dentro de un imán fijo.

El generador está compuesto por una parte fija donde se ubica el cableado de cobre (preparado en forma artesanal) y una parte móvil, un imán que al moverse genera un campo eléctrico en el cableado capaz de generar una corriente eléctrica. Los cables de cobre recorren la torre y a nivel de tierra, dentro de la base, hay un módulo donde se ubican los componentes de conversión de energía eléctrica, así como el inversor que transformará la corriente continua en corriente alterna, apta para ser transferida a la red.

Un plan que avanza con viento a favor

En Uruguay la energía eléctrica es suministrada por una única empresa pública (del Estado) que es UTE – Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas. Durante décadas el suministro se basó en la energía hídrica (obtenida a partir de represas que aprovechan la energía del agua de ríos caudalosos) y la obtenida en centrales térmicas (que operan en base a fuel-oil, un derivado del petróleo) lo que representaba serias dificultades.

En verano, en estas latitudes se produce reducción de lluvias. Prácticamente todos los años, mientras los veraneantes en balnearios disfrutaban de una seguidilla de días lindos para aprovechar la playa y las vacaciones, la actividad agropecuaria sufría por la escasez de agua y la entrega de electricidad -base del desarrollo industrial e indispensable para los hogares- que se obtenía de las represas, se veía comprometida. Entre tanto, la electricidad ofrecida por la central térmica generaba otras preocupaciones: las frecuentes subas de precio del petróleo -que aquí debe ser importado porque no se produce- representaba costos millonarios destinados a la compra de barriles. Completando el cuadro de la anterior matriz energética (las distintas fuentes que se utilizan para obtener energía eléctrica), en momentos de escasez UTE compraba electricidad directa desde Argentina y Brasil, los países limítrofes, cuestión también sujeta a subas de precio y a altos costos inevitables.

La energía cinética del viento impulsa las aspas que mueven un eje -electroimán- que la transforma en energía eléctrica, la cual es volcada a la red a través de cables aéreos.

Foto: © Copyright ENERCON GmbH. Todos los derechos reservados.

A raíz de estas dificultades, hace diez años todos los partidos políticos se pusieron de acuerdo en que era necesario buscar soluciones que permitieran resolver el tema de la obtención de energía de otra manera y lograr diversificar la matriz energética. Era imperioso analizar opciones y desarrollar gradualmente lo necesario para que el país pudiera adquirir energía de otras fuentes y evitar estar atados al petróleo y electricidad importados o sujetos a los caprichos del clima.

Se definió entonces lo que se conoce como Política Energética para el período 2005−2020 (aprobada en 2008 e implementada a partir de 2010). Explicado en términos sencillos, es un plan que define un rumbo, metas a alcanzar, acciones a seguir para lograrlas y lo más importante es que se ejecutará no importa qué partido esté en el poder. Una vez que hay una política energética, el gobierno de turno toma decisiones que la respaldan, que permite ir cumpliendo lo pactado, y se sabe que el próximo que tome el mando también lo hará. Por lo general cuando se definen políticas de Estado, como la energética de este caso, se establecen cuestiones pensando en las generaciones futuras… pensando en qué necesitará el país en 15 o 20 años y qué pasos deben darse para contar con soluciones adecuadas.

En los años siguientes se aprobaron leyes y acciones que han llevado al país a avanzar en su ambicioso objetivo, algunas de ellas muy innovadoras. En 2007, bajo la Presidencia del Dr. Tabaré Vázquez -quien nuevamente fue proclamado Presidente este año (2015)- en Uruguay se tomó una decisión que resultó clave: se definió que el viento es un recurso público[1]. Esto, que puede parecer extraño, significa que todo propietario de tierra está obligado a permitir el paso para que se realicen estudios de condiciones climáticas, de suelos, de presión de aire y otros necesarios para analizar si el sitio es conveniente para instalar plantas de energía eólica. En caso afirmativo, está obligado a permitir su explotación -su transformación en energía eléctrica-, recibiendo una renta que será negociada en un valor acordado con quienes lo exploten.

En 2008 se aprobó otra medida que resultaría de un impacto espectacular para el país. Cualquier empresa privada, interesada en instalar un parque eólico puede hacerlo, siempre que cumpla con todos los requisitos y normativas que establece la UTE. No podrá vender electricidad a otros, pero la UTE se compromete a comprarle toda la electricidad que genere, por un período de hasta 20 años, según los casos. Incluso en los casos en que se instale para consumo propio (en el caso de industrias, empresas agropecuarias o hasta domicilios particulares) UTE comprará el excedente.

Pero un parque eólico no se instala en cualquier parte. Se realizan previamente muchos estudios, algunos de los cuales pueden llevar años. Además del recurso fundamental (viento) se deben estudiar el tipo de suelo, la topografía, que sea una zona de fácil acceso (para ingresar las partes y construir lo necesario), la distancia hasta la red de alta tensión a la que alimentará, así como que no se produzcan interferencias con vías de tren, con redes celulares y rutas de migración de aves, por ejemplo.

El territorio uruguayo resultó muy apropiado para la instalación de granjas o parques eólicos. No presenta grandes alturas, se producen vientos apropiados para el aprovechamiento en energía eólica en varias zonas del país (hay algunos puntos con 4000 horas al año con viento) y en muchas de ellas existen pocos obstáculos logísticos para que la energía producida pueda alcanzar la red eléctrica. Estas condiciones favorables, sumado a que el precio de aerogeneradores en Europa fue volviéndose más accesible a medida que esa industria crecía y maduraba, han dado lugar a que la explotación de la energía eólica en el Uruguay haya tomado impulso y crezca a pasos agigantados.

Actualmente existen varios parques eólicos privados, algunos operativos y otros en etapa de implementación; y la propia UTE también ha instalado parques propios. Se estima que para el año 2016 habrá un total de 23 parques eólicos en el país y unos 500 aerogeneradores, que levantarán sus brazos destacándose en el paisaje suavemente ondulado que caracteriza al territorio uruguayo.

Según ha afirmado el Presidente de UTE, ingeniero Gonzalo Casaravilla, en Uruguay podemos asegurar el abastecimiento y soberanía energética con recursos autóctonos y energías renovables.

El termino autóctono nos puede hacer pensar en la expresión "flora y fauna autóctona" tan nombrada en libros de estudio escolares (en mi caso, me llegan a la mente imágenes de animales y plantas características de mi tierra: zorros, guazú-virá, mulitas, ceibos, coronilla…) pero al hablar de fuentes de energía el término se utiliza para referirse a los recursos locales con que cuenta un país, a los que accede sin tener que importarlos (el agua, el sol o el viento) o que son producidos en su propio territorio, como es el caso de la biomasa.

Las fuentes más frecuentes para obtención de energía a partir del tratamiento de materia orgánica (biomasa) son los subproductos de las actividades agrícola y forestal. En Uruguay, hay varias empresas privadas que obtienen la energía que precisan para sus actividades a partir del tratamiento de sus propios residuos orgánicos, y que también le venden a UTE la energía excedente. Es el caso del "licor negro" de las plantas de celulosa y los residuos de explotaciones forestales, de plantaciones de arroz y de caña de azúcar.

Foto cedida por SACEEM

Actualmente, la red eléctrica del país se alimenta de energía obtenida por una planta solar fotovoltaica, parques eólicos y plantas de biomasa; además, claro está, de la central térmica que funciona en base a petróleo, y las centrales hidroeléctricas.

En febrero de este año, la UTE inauguró un parque eólico propio y con esto alcanzó los 500 MW de energía eólica en el sistema interconectado a nivel nacional. Para el año 2016 los parques y aerogeneradores podrán generar un total de 1300 MW lo que, sumado a lo que se genere por otras fuentes, significará contar con lo necesario para el consumo interno e incluso habrá energía excedente para vender a la región.

De aquí y de allá

Alejandro continúa con las explicaciones y su conversación es tan amena que el tiempo vuela. Estamos sentados en un parque y el viento se arremolina y mueve mis papeles, como alardeando por ser el centro de nuestra conversación.

La corriente eléctrica que alimenta la red nacional y que se distribuye para las distintas zonas del país es como un gran río que fluye alimentado por sus distintos afluentes. Así como no es posible saber el origen exacto de cada gota de agua que corre en su caudal, tampoco es posible saber de cuál central eléctrica es la energía que fluye acumulada por la red.

Pero sí es posible abrir o cerrar el paso de electricidad de cada central eléctrica, iniciando o apagando su funcionamiento según las circunstancias y según a qué zona se desea alimentar. Una pequeña oficina ubicada en Montevideo, en el Ministerio de Industria Energía y Minería, con monitores y equipamiento de última generación, es el lugar de trabajo de algunas personas que tienen en sus manos, literalmente, la distribución de energía eléctrica del país. Por ejemplo,

Foto: © Copyright ENERCON GmbH. Todos los derechos reservados.

prenden o apagan las turbinas hidráulicas en la medida en que hay viento en los parques eólicos, reservando el agua en las represas para cuando se le precisa, e incluso es desde allí que se orientan los aerogeneradores de los parques eólicos, según la dirección del viento.

Como ha explicado el doctor en ingeniería y profesor José Cataldo, la actividad de investigación desarrollada en los últimos años desde la Facultad de Ingeniería (Universidad de la República) permitió ajustar y adaptar modelos de predicción climática al clima de nuestro país y en este momento se cuenta con la predicción operativa de todos los parques eólicos del Uruguay.

La política energética aplicada en Uruguay ha impresionado a otros países que hoy la toman de modelo. A partir de la diversificación de la matriz energética y de iniciativas que conjugan los esfuerzos públicos y privados, se ha logrado la soberanía energética y la reducción del uso de fuentes de combustibles fósiles. Algunos días, en determinadas condiciones climáticas, sea podrá abastecer a todo el país de energía eléctrica utilizando únicamente fuentes de energías renovables, como ocurrió la noche del 9 de agosto de este año, en que el 69 % de la demanda se cubrió a partir de energía eólica y el resto con la obtenida de las represas y de plantas de biomasa.

Silvana Demicheli

Energía eólica también para el transporte

El barco *E-ship 1*, en el que se transportaron los componentes desde Alemania hasta Montevideo fue diseñado especialmente para este tipo de carga y también utiliza el viento para su propulsión. El sistema no es nuevo, sino que fue diseñado en 1920 por el ingeniero alemán Anton Flettner y está basado en el efecto Magnus. La propulsión es producida a partir del aire generado por la rotación de 4 cilindros verticales en su cubierta, los que también facilitan la navegación ya que contribuyen a absorber las turbulencias que ocurren cuando las condiciones marítimas son adversas. Permite un ahorro anual de 25 % de consumo de combustible y evita una emisión de 5 000 toneladas de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera.

Foto: © Copyright ENERCON GmbH. Todos los derechos reservados.

Foto de fondo cedida por SACEEM
Composición: Alberto Parra del Riego

Contacto con el sol

¡Atacama!

No sólo el *Rally Dakar* tiene como protagonista principal los desiertos de una parte de Latinoamérica. Desde el 2011 se realiza una competencia de autos solares en el desierto de Atacama (Chile) que llegó a tener nada menos que 1400 km de recorrido en uno de los desiertos con el mayor nivel de radiación en el mundo.

Existen dos categorías que compiten: los autos híbridos, que se desplazan gracias a energía eléctrica y fuerza humana, y los *Evolución*, que se movilizan gracias a la energía solar en un 100 %.

La competencia es parte de un programa de la ONG *La ruta solar* que desea *"incorporar conscientemente las tecnologías sustentables a la vida diaria"*[1].

En el 2016 tendrá un recorrido de 2000 km para la categoría *Evolución* que conectará Calama con Antofagasta.

[1]Fuente: www.larutasolar.com

Foto: vista aérea de mundo iluminado © djahan - Fotolia.com

El sol, con un diámetro de 1 392 000 km, que corresponde a 109 veces el diámetro de la tierra, constituye la mayor fuente de radiación electromagnética que comprende nuestro sistema planetario.

La radiación del sol está compuesta por diversos tipos de radiaciones electromagnéticas, distinguiéndose entre las visibles y las no visibles. Su visibilidad depende de la longitud de onda. La luz visible para el ser humano se encuentra entre los 360 nm y los 760 nm de longitud de onda. Dentro de las no visibles se encuentran la radiación ultravioleta, con una longitud de onda menor a 360 nm y la radiación infrarroja con una longitud de onda mayor a 760 nm.

La atmósfera cumple una función de barrera protectora frente a la radiación solar. La capa de ozono ubicada en la estratósfera, por ejemplo, absorbe gran parte de la radiación ultravioleta.

Sin embargo parte de la radiación solar es esencial para la vida de la mayoría de las especies que habitan en la Tierra.

Diseño fondo: Alberto Parra del Riego
Foto: planta germinando © lily - Fotolia.com, mundo © odriography - Fotolia.com

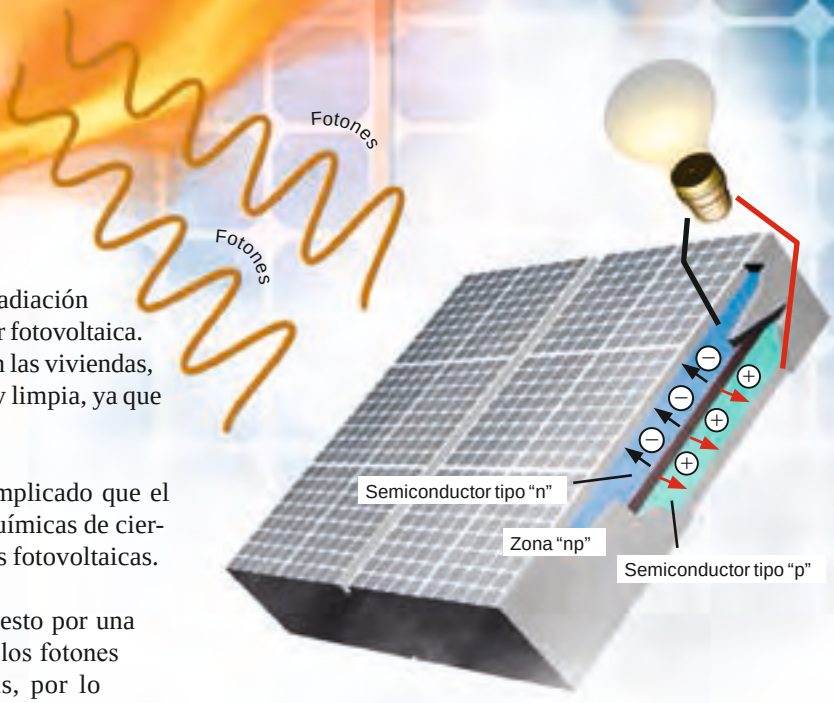
Calentando el agua

Cuando hablamos de la transformación de la radiación solar en calor, nos referimos a energía solar térmica. Por lo general este sistema es utilizado para el calentamiento de agua.

¿Cómo funciona? El sistema es en realidad muy sencillo. El agua al circular por una tubería que utiliza paneles solares, va calentándose, para luego ser almacenada en un tanque para su posterior utilización.

El agua caliente almacenada se utiliza en los sistemas sanitarios, calefacción, refrigeración, entres otros.

Encendiendo un foco



Cuando hablamos de la transformación de la radiación solar en electricidad, nos referimos a energía solar fotovoltaica. Este sistema es utilizado desde hace varios años en las viviendas, proporcionando una fuente de energía inagotable y limpia, ya que no produce emisión de CO_2.

¿Cómo funciona? El sistema es un poco más complicado que el anterior, ya que utiliza las propiedades físicas y químicas de ciertos dispositivos semiconductores llamados células fotovoltaicas.

La radiación solar llega hasta un panel compuesto por una capa cristalina antirreflectante dejando pasar los fotones hasta las celdas fotovoltaicas compuestas, por lo general, de silicio.

El silicio no puede ser puro, debe combinarse por un lado con otras sustancias como el fósforo (que posee un electrón adicional con respecto al silicio), compuesto que llamaremos semiconductor "n". Por otro lado, el semiconductor "p" está compuesto a su vez por silicio y boro (que posee un electrón menos que el silicio).

Al colocar estos dos semiconductores uno a lado del otro, los electrones sobrantes migran hacia la zona "np", buscando lograr un equilibrio.

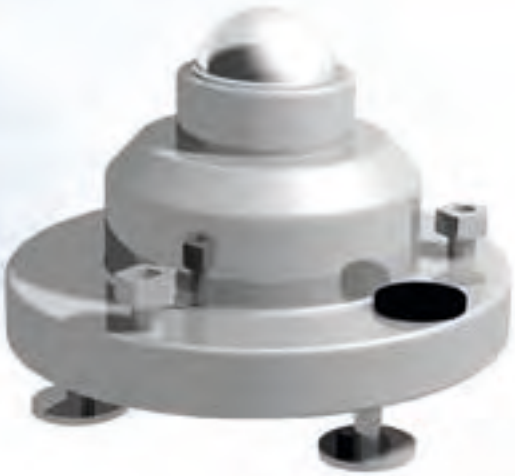
Cuando los fotones (luz) inciden sobre el semiconductor "n", estos liberan los electrones sobrantes del silicio y fluyen hacia el semiconductor "p".

Si colocamos un puente que conecte ambos terminales de los semiconductores, instalando por ejemplo una bombilla de luz en medio, estaremos generando corriente eléctrica. Evidentemente la bombilla se encenderá.

¿Y en México?

"En el Centro Nacional de Metrología de México (CENAM) se trabaja en diversos ámbitos relacionados con las tecnologías basadas en la luz en diferentes aplicaciones y mediciones que impactan desde la iluminación general, métodos ópticos de análisis, medición de la radiación ultravioleta, escalas de tiempo y hasta las telecomunicaciones por fibra óptica. Por ejemplo, a través de la Dirección de Óptica y Radiometría, se trabaja en el desarrollo de lámparas de referencia basadas en tecnología de estado sólido de alta eficiencia (LED) para brindar confiabilidad a las mediciones y verificaciones de productos comercializados nacionalmente; en la producción de materiales de referencia para métodos ópticos de análisis como espectrofotometría UV-Vis, índice de refracción o color; en el desarrollo de sistemas para calibración de medidores de dispersión cromática en fibras ópticas monomodo y calibración de instrumentos para medición de radiación solar, entre otros. Por otro lado, la Dirección de Tiempo y Frecuencia desarrolla nuevas capacidades de medición de frecuencias ópticas, donde los láseres de pulsos ultracortos son elementos clave"[1].

El piranómetro



En los últimos años hemos escuchado hablar mucho acerca de los índices de radiación solar, relacionándolos rápidamente a los rayos ultravioleta, causante de severas enfermedades a la piel.

Pues bien, el instrumento que mide la radiación solar se llama piranómetro. Este aparato, parecido a una nave espacial de los *comics* de los años setenta, posee un sensor o termopila que mide la radiación entre los 300 nm y los 3000 nm. La cubierta de cristal que protege el sensor permite medir la radiación en un ángulo de 180°.

Expectativas

Entre los años 2004 y 2014, se ha multiplicado por 48 la capacidad mundial anual de energía solar fotovoltaica, pasando de 3,7 GW (gigawatt) a 177 GW. Al mismo tiempo, y para lograrlo, ha sido creciente la inversión de recursos para el desarrollo de esta tecnología, lo que demuestra el lugar de interés que ocupa (sólo en 2014 se invirtieron en el mundo casi 150 billones de dólares para el desarrollo de tecnología solar fotovoltaica).

Alberto Parra del Riego

[1]Fuente: http://www.cenam.mx/noticias/aluz.aspx

Ilustración fondo y artefactos: Alberto Parra del Riego

¿Amigo o enemigo?

Como ya se sabe, las sobredosis son perjudiciales. El exceso de alcohol, el exceso de comida, el exceso de drogas, el exceso de sol… La cuestión es cómo y cuánto consumir sin pasar la raya de lo permitido, saludable o conveniente para una vida armónica. En el caso de los recursos que se utilizan para obtener energía, el punto de equilibrio entre lo que se consume y lo que se contamina interpela a la humanidad actual en sus hábitos y en sus deseos, en su creatividad para encontrar soluciones así como en su compromiso y solidaridad con las generaciones venideras.

El efecto invernadero es esencial para la vida en nuestro planeta.

Sin anhídrido carbónico (CO_2) ni vapor de agua en la atmósfera la temperatura media de la Tierra sería muy baja (cercana a −18 °C) lo que haría inviable la vida tal como la conocemos.

Los gases de efecto invernadero actúan como una barrera térmica que aporta al equilibrio entre la energía solar que llega a la superficie de nuestro planeta y la de la radiación infrarroja (ondas caloríficas) que ésta emite de regreso al espacio. Se produce así un balance energético en base a una temperatura en las que ambos flujos se equilibran y a la que se han adaptado las formas de vida actual.

La presencia de CO_2 en la atmósfera tiene un origen natural y es beneficioso, a la vez que inevitable. Es producto de algunos procesos como la respiración de los seres vivos, la descomposición de organismos, las erupciones volcánicas, por nombrar algunos. El problema surge cuando las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera aumentan (en particular las del CO_2), lo que amplifica el efecto y produce un mayor calentamiento global. Este es un fenómeno que viene en aumento, ligado fundamentalmente a ciertas actividades humanas como, por ejemplo, las emisiones producidas por la actividad industrial. Se estima que actualmente se están añadiendo a la atmósfera 40 000 millones de toneladas al año.

Lo preocupante no es sólo el aumento de las concentraciones (en la atmósfera y también en los océanos y en la biósfera) sino que los gases invernadero permanecen activos durante mucho tiempo. En el caso del CO_2 un 50 % del emitido hoy a la atmósfera tardará 30 años en desaparecer; un 30 % permanecerá varios siglos y el 20 % restante durará activo miles de años.

Una de las principales causas del aumento de emisiones de CO_2 es la combustión de los hidrocarburos fósiles (petróleo, gas natural o carbón) como fuente de energía. Formados principalmente por carbono e hidrógeno su uso extendido se debe a que, aún con sus desventajas, siguen siendo las fuentes primarias de energía con mayor capacidad para producir calor al quemarse. Son también considerados fuentes no renovables de energía porque para que se formen se precisan millones de años o sea que si se consumen en su totalidad no se renovarán por un muy extenso período de tiempo.

¿Combustible jurásico?

Existen teorías recientes que proponen que los combustibles fósiles tienen un origen abiótico, o sea, son inorgánicos; pero según la teoría más aceptada, su origen es orgánico. Algunos restos de algas terrestres y marinas, fitoplancton, polen, maderas, hojas y criaturas que vivieron hace millones de años quedaron depositados en el fondo de lagos y mares y fueron cubiertos por lodo, arcilla y otros sedimentos, compactándose por el peso. Un largo proceso físico-químico de descomposición (en ausencia de oxígeno) se produjo por acción de la presión y altas temperaturas lo que dio lugar a la formación de hidrocarburos cada vez más ligeros -líquidos y gaseosos-. Estos productos, por la diferencia de densidad, ascienden a la superficie a través de la porosidad de las rocas, pero determinadas circunstancias geológicas impiden el ascenso y se forman así yacimientos de hidrocarburos a diferentes profundidades, a los que se accede por perforación. Las temperaturas entre 60 y 100 ºC permitieron la formación de petróleo crudo o aceite. Las superiores a 150 ºC transformaron el aceite en gas natural.

Ya desde la década del '70 las naciones han tomado el problema del posible agotamiento de los combustibles fósiles y el aumento del efecto invernadero con preocupación, y buscan alternativas que le permitan a la humanidad obtener energía, indispensable para sus actividades, sin dejar como legado un planeta inhabitable para futuras generaciones.

El desarrollo de las energías alternativas como la solar y la eólica, tomó especial impulso en los `90 y cada vez son más los países que procuran reducir el uso de recursos no renovables y en particular de los hidrocarburos, y sustituirlo por otras opciones. De todas formas, la sustitución no será por ahora total ni inmediata, por lo que se destinan grandes esfuerzos e inversiones para asegurar mayores controles y soluciones innovadoras.

Qué, cuánto y cómo. Esa es la cuestión.

Las mediciones de los gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera se controlan de muy diversas formas. Los gobiernos están reglamentando los niveles permitidos y estableciendo controles para medir la emisión producida por los vehículos, por las industrias y por otras actividades como las agrícolas y ganaderas, que son también grandes contribuyentes.

Una iniciativa que cobra cada vez más adeptos, es medir el volumen de emisiones de CO_2 que se genera desde el ingreso de la materia prima a una empresa hasta la salida como producto terminado, e informar este valor para que los consumidores puedan conocer ese aspecto. Se trata de rastrear la Huella de Carbono que genera cada producto durante su extracción o producción; eso es lo que se registra, mide e informa -por ejemplo, en una etiqueta- para que los consumidores más conscientes del cambio climático puedan optar por consumirlos o no. Incluso las actividades como la agropecuaria, forestal y otras con impacto en este sentido, se han sumado a la iniciativa, promovida generalmente desde los gobiernos.

La NASA lanzó el año pasado (2014) una nave espacial destinada exclusivamente a medir las fuentes de emisión de CO_2 en la Tierra e identificar cuáles son los lugares donde éste más se absorbe (llamados sumideros o "lagunones" de absorción). Es muy importante identificar esto, ya que serán elementos que permitirán comprender mejor el fenómeno del calentamiento global, y definir estrategias o acciones que permitan reducirlo y controlarlo. La misión del OCO-2 (Observatorio Orbital del Carbono-2) durará como mínimo dos años. Todos los días tomará más de 100 000 mediciones del dióxido de carbono que yace por encima del suelo y del agua en el hemisferio más iluminado de la Tierra. También será medida la fluorenscencia que producen las plantas al realizar la fotosíntesis y absorber dióxido de carbono, para entender mejor este proceso.

Desde otro ángulo, un grupo de investigadores, liderados por el biólogo Dave Evans de la universidad de Washington, realizó durante 10 años un estudio en zonas áridas del planeta, para determinar cuánto del dióxido de carbono emitido a la atmósfera es absorbido por estos terrenos a medida que las emisiones aumentan, contribuyendo así a disminuir el cambio climático. Descubrieron que el grado de absorción es mayor al esperado por lo que estas tierras, como el desierto de Atacama, resultan valiosas ya que actúan como esponjas que ayudan a reducir el aumento de los niveles en atmósfera del problemático gas.

La metrología –ciencia de las mediciones y sus aplicaciones- acompasa su desarrollo al de las industrias y a las necesidades de medición de sustancias que tengan impacto en la salud. Sistemas de medición, instrumentos y normativas se aplican y mejoran continuamente para asegurar controles y datos confiables que aporten a la seguridad, al comercio justo y a la calidad de vida de las comunidades.

En cuestiones tan sensibles y vitales como esta, donde las mediciones son la base de toma de decisiones como una multa injustamente aplicada porque en realidad la cantidad de emisiones no era superior a la permitida, o una autorización a aumentar la producción de una empresa a partir de un control erróneo, los aportes de la Metrología y de los Institutos de Metrología son vitales. El control y calibración de aparatos de medición, la formación de personas idóneas que sean capaces de aplicar mediciones correctamente, y la mejora continua de herramientas, métodos y procesos, aseguran que los esfuerzos aporten efectivamente a los resultados buscados.

Pero hay algo más profundo y difícil de medir en toda esta problemática. Se trata de qué tan dispuesto está cada uno de nosotros a renunciar a ciertas comodidades y reducir usos que agravan el problema, para así poder contribuir a lograr el punto de equilibrio entre los niveles de consumo y los que la Naturaleza puede tolerar. Es allí que se centra la cuestión. `En lograr la dosis justa.

Silvana Demicheli

Fotos de fondo: fosil Trilobita © merlin74 - Fotolia.com,
Dactyloceras © nikhg - Fotolia.com, Tyranosaurus Rex © atm2003 - Fotolia.com
Diseño de fondo: Alberto Parra del Riego

La vida en el continente helado

Foto cedida por Elina Ordoqui

El aire era frío y se avecinaba una tormenta. Así fue que en enero de 1984 la primera misión oficial de la Fuerza Aérea Uruguaya desembarcó en la Antártida, precisamente en la Isla Rey Jorge ubicada en la península. Los uruguayos no tenían trajes adecuados para afrontar el clima gélido. Se vestían con algunas camperas, varias capas de ropa, gruesos buzos de lana, pantalones de franela y botas de infantería militar.

A los pocos días, con la llegada de la carga por barco y en medio de una tormenta, se aprontaron para comenzar a construir la primera base uruguaya en la Antártida. El material fue desembarcado en la playa y ante la llegada de una fuerte ventisca helada, los aventureros debieron montar un improvisado refugio hecho con cajones y algunos paneles de madera de los recibidos para la construcción de la futura base. Mantenían la temperatura con calentadores individuales de alcohol y se alimentaban con guiso de porotos enlatado.

Treinta años después de aquella primera misión, las condiciones de vida de los uruguayos en la Antártida han cambiado mucho. Es un día de verano en el continente helado y la nieve cae incesantemente desde la madrugada. La veo caer por la ventana desde la cucheta de mi habitación en la Base Científica Antártica Artigas (BCAA). El viaje en el avión militar Hércules junto a una delegación de estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República rondó las 10 horas de vuelo.

Con vista a la bahía Maxwell, el más reciente edificio de la base uruguaya conocido como AINA (Aula de Interpretación de la Naturaleza Antártica) está decorado con la bandera uruguaya en su fachada. Mi habitación mantiene la calidez gracias a los calefactores a electricidad generada por gasoil antártico, que tiene sustancias anticongelantes. El desayuno está casi listo en el comedor en un edificio contiguo; hay té, café y pan casero.

Vivir y trabajar en la Antártida, con condiciones climáticas extremas, sólo es posible gracias a la energía eléctrica que se utiliza para calefaccionar e iluminar las habitaciones, para hacer funcionar la cocina, para comunicarse con el exterior e incluso para bombear agua desde un lago próximo, la cual se utiliza para el aseo y la cocina. Todo es eléctrico.

Los tanques donde se almacena el combustible con sustancias anticongelantes fueron sustituídos por nuevos este año. La recarga se realiza una vez al año, en verano.

Foto cedida por Elina Ordoqui

La BCAA tiene tres generadores de energía que funcionan con gasoil antártico. Anualmente consumen 190 000 L de combustible, según informó el mayor Alejandro Capeluto, jefe de la base. Este gasoil lo dona Ancap, la empresa estatal de los productos derivados del petróleo y por su parte la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) -también estatal- garantiza que la base cuente con energía. En julio de 2015 el consumo fue de entre 90 kWh y 95 kWh.

Son varios países los que se han adaptado a este clima helado de la isla Rey Jorge. La población en la Antártida varía dependiendo de la época del año. Las bases chilenas *Frei y Escudero* -vecinas a la uruguaya- tienen unas 70 personas en invierno y llegan a 160 en verano. Uruguay en invierno tiene 8 personas y en verano puede llegar a las 60. En la base argentina Carlini habitan 26 en invierno y unas 90 en verano. Todo debe estar listo para que en verano las bases antárticas reciban a sus científicos que acuden por meses a trabajar.

Balbín sale si las condiciones climáticas se lo permiten. El frío no lo detiene, sí el viento que puede ser fuerte como para tirarlo al piso; el máximo registrado fue en agosto de 2013 con 150 nudos, unos 300 km/h. En la zona se forman los sistemas de mal tiempo (sistemas de baja presión). Los cambios son drásticos y frecuentes. La temperatura más baja se registró en 1991 en agosto con -27,2 °C, aunque la sensación térmica (reacción del cuerpo) puede a menudo bajar a -50 ºC. La nieve se acumula durante meses hasta cubrir los techos de varias edificaciones.

Durante el invierno la dotación que permanece en la base se encarga del mantenimiento y de calefaccionar todas las instalaciones aunque no se usen. El trabajo es más complicado de lo que parece.

"Este año una estufa de un cuarto quedó apagada por accidente", el ambiente se enfrió y "se partió la cisterna" del baño contiguo, contó el mayor Alejandro Capeluto, jefe de la BCAA. "El agua se congeló. Cuando el agua se congela se expande. Por eso hay que mantener todo calefaccionado siempre y tenemos que recorrer toda la base para asegurar que esto ocurra", explicó.

Clima

Cada seis horas el meteorólogo Alexis Balbín -de la BCAA- camina a la intemperie varios metros nevados desde su refugio de trabajo hasta la sala de equipos de registro. Mide la temperatura con un termómetro (termo significa calor y metro, medir) y registra los datos. Lee la velocidad del viento con un anemómetro (mide la fuerza que ejerce sobre él) y determina la humedad relativa con un termohigrómetro y un termómetro de bulbo húmedo. Con un pluviómetro recoge y mide las precipitaciones que, como casi siempre caen en forma de nieve, primero debe derretirlas para medir el agua equivalente.

Los registros sirven para investigar, alimentan bases de datos nacionales e internacionales y son tomados en cuenta para definir cuándo hacer trabajos en el exterior de la base. Desde 2013 la BCAA tiene una estación meteorológica que toma datos automáticamente pero ha dejado de funcionar y se espera la llegada en diciembre de personal idóneo para repararla.

Al consumo habitual de verano de calefacción y luz se le suman resistencias en lo calefones y cámaras sépticas, para evitar que se congelen.

"La semana pasada tuvimos picos de -25 °C con vientos de más de 100 km/h y se congelaron las tuberías" (encargadas de abastecer de agua la base), agregó Capeluto. Tuvieron que colocar mangueras anti-incendio de emergencia y recurrir a las reservas de agua dulce que se encuentran calefaccionadas mientras desarmaban y descongelaban las tuberías tapadas.

La base toma el agua del lago Uruguay pero otros países complementan con hielo derretido. "En la gran mayoría de nuestras bases se derrite hielo para obtener agua dulce", indicó Julio Villamonte, jefe del área de Desarrollo de Bases de la Dirección Nacional del Antártico de Argentina. Lo derriten en recipientes rodeados de resistores eléctricos que producen calor.

Fotos de fondo: Campamento y pingüinos © Maria Paz Sartori

Ahorro

"La eficiencia energética es mantener los niveles de confort -o en algún caso, mejorarlos-, consumiendo menos cantidad de energía", indicó el ingeniero Daniel Gómez, especialista de la Unidad de Eficiencia Energética (UEE) de UTE.

Con este objetivo en 2014 el Instituto Antártico Uruguayo firmó con UTE un convenio para trabajar en eficiencia energética en la BCAA. Con el apoyo de Ancap, UTE planteó reducir en un 43 % el gasto de energía, es decir, generar un ahorro de combustible de esas proporciones. El plan inicial incluye propuestas de cambio en las luminarias —por más eficientes, de tecnología LED—, en el bombeo del agua, en el sistema de calefacción (60 % de la energía tiene este fin), mejorar el aislamiento del edificio y el lavado de la vajilla.

El planteo inicial de UTE fue calentar agua con el gasoil antártico para calefaccionar la base. El agua caliente recorrería las instalaciones por tuberías y radiadores, como en la base coreana vecina. Además, se recuperaría el calor que emana de los generadores eléctricos. La propuesta cambió ya que "los tiempos, la operativa y los costos son diferentes allí", dijo el ingeniero Marcelo González Ferreira, responsable de la UEE.

UTE adaptó su proyecto inicial e instaló un sistema de aire acondicionado en el comedor que se abastece de energía generada con gasoil antártico. Hasta ahora la base usó estufas eléctricas con generadores a gasoil. Estas estufas "son tecnologías para calefacción totalmente válidas pero consumen 1kWh y entregan en calor la misma cantidad; en cambio la tecnología que finalmente montamos (equipos de aire acondicionado eficientes de última generación) consume 1kW y entrega en el orden de 3,6 kWh", comparó Gómez. Esto es posible ya que el sistema "cosecha" calor del aire del ambiente.

Instalar el aire acondicionado en el comedor fué una primera etapa; le seguirán otras habitaciones. El comedor es una gran sala que consume un tercio de la energía total. Tiene un living, sala de reuniones y una cocina anexa. El nuevo equipo funcionó durante dos semanas en fase de prueba y en diciembre los técnicos de UTE volverán a la Antártida para dejarlo definitivamente operativo. Mientras funcionó "el ahorro fue grande. El consumo de energía era cuatro veces menor" (si se lo compara con el antiguo sistema de calefacción) destacó Capeluto.

También está funcionando un sistema (un intercambiador entálpico) que renueva el aire cuando es alto el nivel de dióxido de carbono fruto de la respiración. Antes, cuando el aire estaba "viciado" se abrían ventanas, algo poco eficiente; ahora el sistema lo regula y habilita el ingreso de oxígeno sin necesidad de abrirlas, explicó Gómez. Ahora "el aire se renueva sin perder mucha energía y la transfiere al aire que entra". El cambio de las luminarias por LED comenzó en 2014.

Solo el cambio del sistema de calefacción de la base podría ahorrar el 39 % de la energía que hoy se consume. Ahorros menores generan el cambio de la totalidad de las luminarias por tecnología más eficiente (un 3,5 %). Según los cálculos de UTE, porcentajes menores representan los aportes de las mejoras en aislamientos, de instalar de un panel solar térmico y mejorar la forma de lavado de la vajilla, en caso de concretarse.

En otras bases

Los usos de la energía en otras bases vecinas de la isla Rey Jorge son similares. Chile, Argentina y Rusia utilizan principalmente hidrocarburos para generar energía eléctrica, calefaccionar ambientes y bombear agua.

Valery Lukin, jefe de la Expedición Rusa Antártica informó que la energía para hacer funcionar las 5 bases permanentes viene de generadores a base de combustible diésel con una potencia total de 1,2 MW. Rusia tuvo una "experiencia negativa" usando energías alternativas en la Antártida, informó Lukin.

"Hoy lo más confiable es el gasoil. No podemos dar un paso en falso. Si nos quedamos sin generadores, lisa y llanamente, tenemos que evacuar", enfatizó Capeluto.

Las energías alternativas, como la eólica o solar han sido poco difundidas en la Antártida. Hay razones que lo explican. En invierno el sol se asoma unas pocas horas al día. Los vientos son demasiado intensos y variables como para que un generador eólico pueda soportarlo y sus engranajes se tapan de hielo y se rompen.

El gran desafío de la generación de energía en la Antártida es "utilizar energías limpias, adaptadas a condiciones de ambientes extremos", opinó Marcelo González Aravena investigador del Instituto Antártico Chileno.

De todos modos hay algunos ejemplos como el de la base australiana *Casey*, que instaló dos generadores eólicos o la base coreana *Jang Bogo* que inauguró en 2014 con un moderno diseño eco-amigable con generación de energía solar y eólica. Chile y Argentina han usado paneles solares y equipos eólicos para refugios o pequeñas construcciones.

Las energías alternativas en la Antártida son un tema "económico, de costo-beneficio, pero también hay motivos de marketing", comentó González Ferreira. Lukin coincide en que las energías alternativas en la Antártida tienen aún "un carácter publicitario". Otros aspectos como la reducción del impacto ambiental inclinan la balanza y hacen que, pese a costos y complicaciones, los países igual intenten incorporarlas. El desafío es asegurar la energía con generadores gasoil, intentar complementarlo con fuentes alternativas y reducir el consumo.

María Paz Sartori

Fotos de fondo: © Maria Paz Sartori

Frío y calor en una habitación

La termografía es una tecnología que mediante imágenes permite evaluar a qué temperatura se encuentran diferentes lugares dentro de una habitación.

La UTE utilizó la tecnología dentro de la Base Científica Antártica Artigas y detectó grandes variaciones de temperatura en una misma sala. Sobre la mesada de la cocina la temperatura rondaba los 20 °C mientras en el piso había 4 °C por una mala aislación del suelo. En la edificación de meteorología había un máximo de 64 °C próximo a estufas prendidas y 4 °C en las uniones de piso y pared. Mejoras en la aislación "repercutirían en el ahorro de gasoil" y en la mejora del confort, comentó Daniel Gómez, especialista en eficiencia de UTE.

Ciencia bajo cero

Un científico y un buzo con un gruesísimo traje de goma se adentran en un lago semicongelado de la península Antártida a bordo de un gomón Zodiac. Quieren recoger algas llamadas diatomeas del punto más profundo del lago Uruguay. Son útiles para analizar qué ocurrió allí en el pasado e importantes para predecir cómo evolucionarán.

Los intereses de los científicos en la Antártida son variados: el cambio climático, adaptación de especies al frío y conservación. El Tratado Antártico define al continente como "una reserva natural dedicada a la paz y la ciencia".

Impacto ambiental

Diseñar un proyecto de eficiencia energética en Uruguay y diseñar uno para la base uruguaya en la Antártida es muy diferente. Se debe respetar el Tratado Antártico. "Cualquier intervención debe tener aprobación", informó el ingeniero de UTE Marcelo González, líder de un equipo que aprendió sobre la marcha a moderar ambiciones.

El Tratado Antártico -firmado en 1959- exige controles de todas las actividades y el Protocolo Ambiental evaluaciones del impacto ambiental para proteger la fauna y flora.

En 2014 el Instituto Antártico Uruguayo firmó con el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) un convenio para diseñar y gestionar el Programa de Monitoreo Ambiental de la base. Científicos del LATU viajaron para controlar la calidad del agua, del aire, de sedimentos, del ruido asociado a la generación de energía y del área de tanques de combustible luego de su recambio para preservar este ecosistema único, informó Elina Ordoqui, líder del equipo.

A las bases científicas de la Antártida acuden anualmente a investigar cientos de científicos, principalmente en verano. Este año viajó a la base uruguaya un equipo de ténicos del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para tomar muestras y mediciones como parte de su Programa de Monitoreo Ambiental. Los datos serán valiosos para medir el impacto y actuar para prevenirlo.

Foto cedida por Elina Ordoqui

Fotos: Paisaje y letrero © Maria Paz Sartori

Créditos

Editorial:
Laboratorio Tecnológico del Uruguay - LATU

Director de la revista:
Alexis Valqui (PTB)

Comité Editorial:
María Celeste Cameron, INTN - Paraguay; Juan Carlos Castillo, IBMETRO - Bolivia; Jose Dajes, INACAL - Perú;
Gelson M. da Rocha, INMETRO - Brasil; Gabriela de la Guardia, CENAMEP - Panamá; Silvana Demicheli, LATU - Uruguay;
Francisco Garcia, CESMEC - Chile; Oscar Harasic, OEA - EE UU; Ileana Hidalgo, LACOMET - Costa Rica; Fernando Kornblit, INTI - Argentina;
Ruben Lazos, CENAM - México; Claribel López, INDOCAL - República Dominicana; Luis Mussio, OIML- Francia; Luis Fernando Oviedo, INM - Colombia;
Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Carlos Eduardo Porras, INM - Colombia; Marcela Prendas, LACOMET - Costa Rica;
Claudia Santo, LATU - Uruguay; Silvio F. Santos, INMETRO - Brasil; Alexis Valqui Haase, PTB - Alemania

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

Secretaría Técnica:
Silvana Demicheli (LATU)

Apoyo logístico:
Valentina Guarinoni (LATU)
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:
Alejandro Crosa - Uruguay
Silvana Demicheli, LATU - Uruguay
Francisco Garcia, CESMEC - Chile
Fernando Kornblit, INTI - Argentina
Ruben Lazos, CENAM - México
Diego Molina, ENERCON GmbH - Uruguay
Luis Mussio, OIML - Francia
Elina Ordoqui, LATU - Uruguay
Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania
Eduardo Quagliata, LATU - Uruguay
Ofelia Robatto, LATU - Uruguay
Claudia Santo, LATU - Uruguay
Alexis Valqui, PTB - Alemania

Autores y colaboradores técnicos por artículo:
- **¡Boom! ¡Qué energía la de los superhéroes!** Autora: Claudia Mazzeo. Colaboración técnica: Fernando Kornblit (INTI) - Argentina
- **El litro de luz, agua que ilumina**. Autor: Jaime Honorio González. Colaboración técnica: Camilo José Herrera Díaz (Fundación Litro de Luz - Colombia); Luis Fernando Oviedo, Gerardo Porras (INM) - Colombia
- **Vivir solo: ¿Cómo ahorrar energía?** Autora: Lilliam Mora Vindas. Colaboración técnica: Marcela Prendas (LACOMET); Fabricio Bonilla - Costa Rica
- **En el corazón del celular**. Autora: Daniela Hirschfeld. Colaboración técnica: Claudia Santo, Eduardo Quagliata (LATU) - Uruguay
- **Energía eficiente**. Autora: Sofía Kalormakis de Kosmas. Colaboración técnica: Gabriela de la Guardia (CENAMEP) - Panamá
- **A quemar energía bailando**. Autora: Claribel López. Colaboración técnica: Haygas Kalustian (INDOCAL); Jorge García Vincitore; Carlos Torres - República Dominicana
- **Las energías alternativas salen de campamento**. Autor: Enrique Garabetyan. Colaboración técnica: Fernando Kornblit (INTI) - Argentina
- **Desafíos extremos**. Autor: Patricio Vargas. Colaboración técnica: Francisco García (CESMEC); Francisco López; Alejandro Schmauk - Chile
- **Días de sol**. Autora: Claudia Mazzeo. Colaboración técnica: Fernando Kornblit (INTI) - Argentina
- **La energía nuestra de cada día.** Autora: Canela de Olazábal. Colaboración técnica: Henry Postigo, Henry Díaz (INACAL); Sebastián Alfaro; Urphy Vásquez (Universidad Católica del Perú) - Perú
- **Tierra de gigantes**. Autora: Silvana Demicheli. Colaboración técnica: Claudia Santo, Eduardo Quagliata (LATU); Alejandro Crosa - Uruguay
- **Contacto con el sol**. Autor: Alberto Parra del Riego. Colaboración Técnica: Alexis Valqui (PTB) - Alemania
- **Amigo o enemigo**. Autora: Silvana Demicheli. Colaboración técnica: Alexis Valqui (PTB); Claudia Santo - Uruguay
- **La vida en el continente helado**. Autora: María Paz Sartori. Colaboración técnica: Daniel Gómez (UTE); Claudia Santo, Eduardo Quagliata (LATU) - Uruguay

Diseño y diagramación:
Alberto Parra del Riego

Página web:
www.revistadeacuerdo.org

Copyright:
LATU- Revista ¡De Acuerdo! Derechos reservados.
ISSN 2301-0932 - ISSN 2301-1718 (En línea)

Fecha de Edición:
Octubre 2015

Fotos en Portada:
Tyranosaurus Rex © atm2003 - Fotolia.com
Turbinas eólicas © Friedberg - Fotolia.com
Auto en Rally Dakar © Marcelo Hernández
Refinería © joserpizarro - Fotolia.com
Paneles solares © digitalstock - Fotolia.com

Instituto Nacional de Metrología de Colombia - INM

Creado en noviembre de 2011 como uno de los pilares fundamentales del Subsistema Nacional de la Calidad (SNCA), tiene como finalidad posicionar al país de forma permanente y efectiva en los mercados internacionales, propender por el avance hacia la producción de bienes de alto valor agregado y mejorar la competitividad nacional, buscando que el aparato productivo nacional esté en la capacidad de realizar procesos que cumplan con métodos precisos de aseguramiento de la calidad.

El INM tiene bajo su responsabilidad la metrología científica e industrial, brindando las bases para el cumplimiento de estándares internacionales y ofrece la capacidad técnica de trazabilidad para la verificación de la calidad de los productos que se fabrican o se comercializan en el país, así como el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de calidad.

Como función principal del INM, se encuentra el ser articulador y ejecutor de la metrología científica e industrial del país, igualmente debe establecer, custodiar y conservar los patrones nacionales de medida correspondientes a las magnitudes físicas y químicas.

Los patrones de medición, custodiados por INM, deben garantizar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de unidades (SI) definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). El INM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), miembro activo del BIPM, firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medida (CIPM-MRA) desde el año 2013.

Por medio de la Red Colombiana de Metrología - RCM, actualmente se coordinan los laboratorios encargados de mantener la trazabilidad en la industria colombiana. Considerando la importancia de la magnitud de tiempo y frecuencia, el INM es el encargado de mantener, coordinar y difundir la hora legal de la República de Colombia.

En temas de Química, se encarga de producir, de acuerdo con su capacidad y con referencia a estándares internacionales, materiales de referencia requeridos por el país; así como establecer mecanismos de homologación de los materiales de referencia que se utilizan en el país de acuerdo con estándares internacionales.

En sólo cuatro años de existencia oficial, el INM ha logrado ser reconocido como miembro pleno del BIPM, además de haber iniciado las publicaciones de sus Capacidades de Medición y Calibración (CMC); teniendo como visión para el año 2020 ser el centro de investigación, desarrollo e innovación líder en materia Metrológica en Colombia, con proyección internacional y capacidades de medición reconocidas, actuando con responsabilidad social.

http://www.inm.gov.co/
Twitter:@inmcolombia
Facebook: INM de Colombia

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

Instituto Boliviano de Metrología
(Bolivia)
www.ibmetro.gob.bo

Instituto Dominicano para la Calidad
(República Dominicana)
www.indocal.gob.do

Instituto Nacional
de Calidad
(Perú)
www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Metrología
de Colombia
(Colombia)
www.inm.gov.co

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

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

Instituto Nacional de Tecnología,
Normalización y Metrología
(Paraguay)
www.intn.gov.py

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

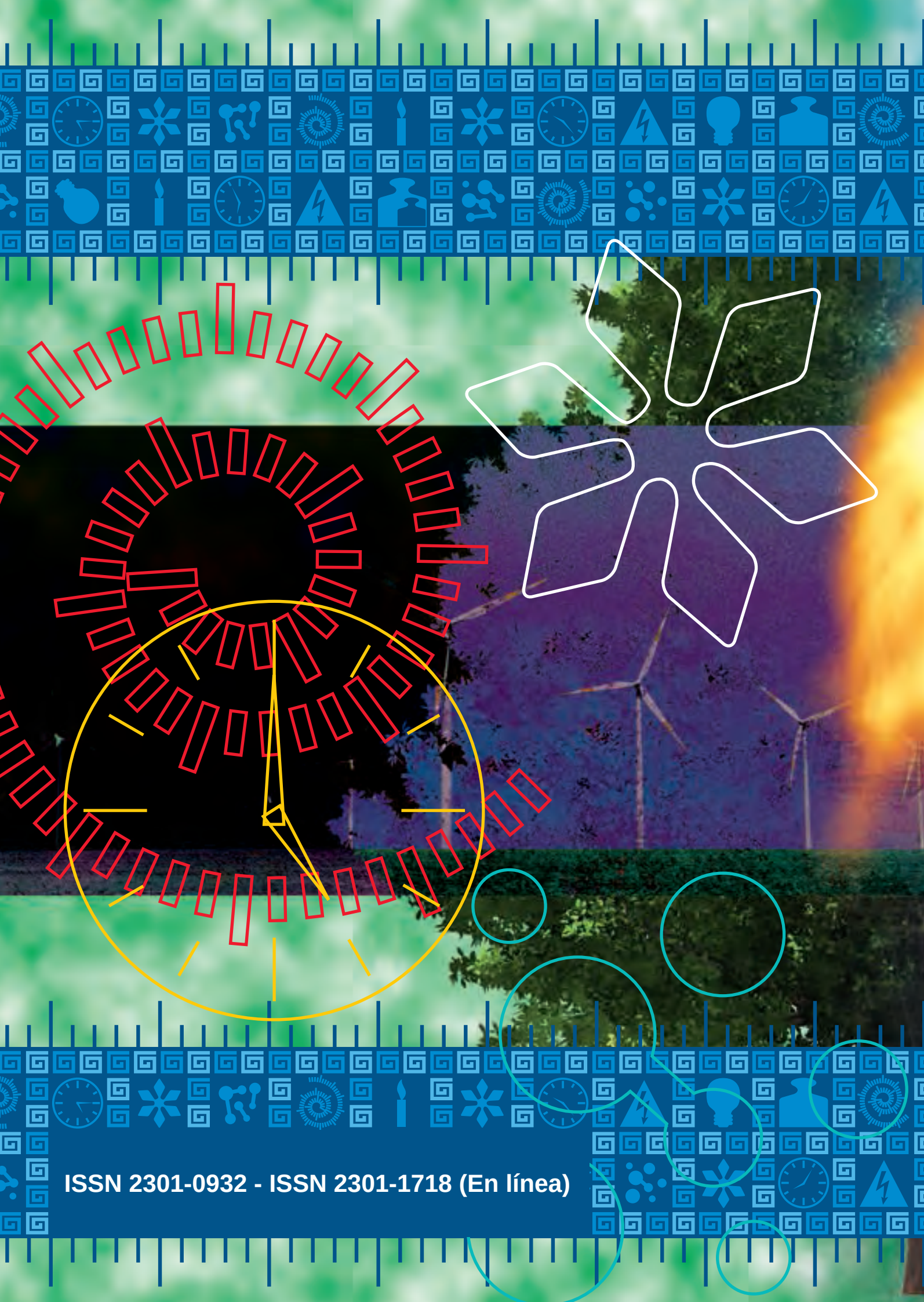
Red Nacional de Metrología
(Chile)
www.metrologia.cl

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 - ISSN 2301-1718 (En línea)