¡De acuerdo!

La ciencia a tu medida

Edición N° 5

Transporte

La Física a 200 km/h

Ya es posible transportarse por el aire pero sin levantar vuelo

¡A tomar todo con medida!

La carrera de los biocombustibles

¡Tiempo de una aventura global!

Señales del espacio exterior

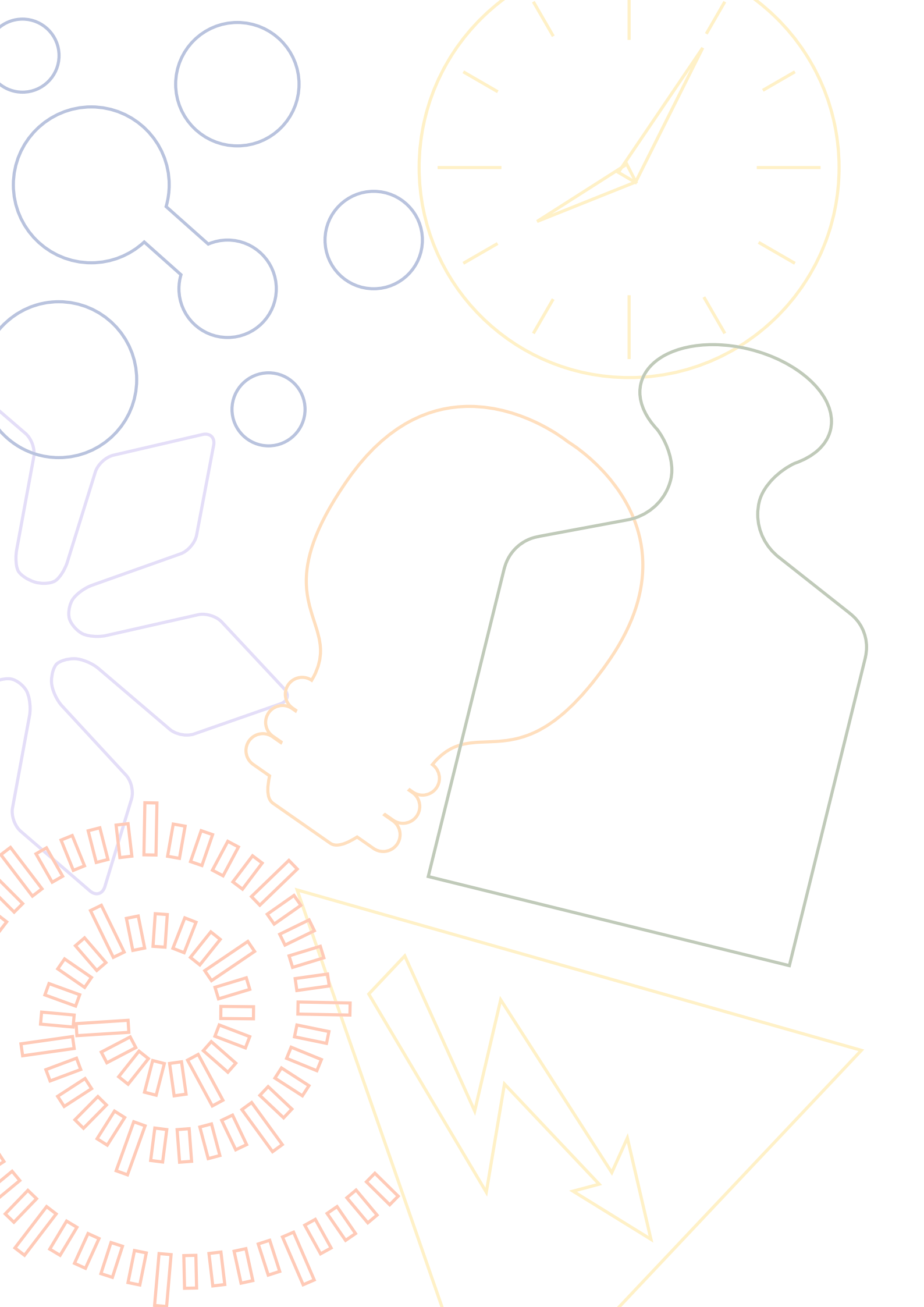
¿Cómo se garantiza la seguridad de los aviones?

¿Qué sabes sobre neumáticos?

y mucho más...

SIM

PTB
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin



Prefacio

Estimado lector,

Seguramente en alguno de tus viajes de vacaciones o cuando viajas para ir a clases habrás escuchado la pregunta *"¿Cuánto falta?"*.

Los niños la realizan una y otra vez, incluso ni bien el viaje ha comenzado, y la respuesta más frecuente que reciben es *"No falta mucho"* o *"Falta una hora, más o menos"*, ofrecida con la esperanza de que su noción del tiempo y la distancia no sea precisa.

"¿Cuánto falta?" es la pregunta que nos hacemos al utilizar el transporte público o cuando conducimos un vehículo en tráfico congestionado y se eleva nuestro nivel de ansiedad. Aunque más importante sería preguntarnos cómo y qué podemos hacer para llegar a destino sanos y salvos; porque, como dice un dicho popular, *"Más vale perder un minuto en la vida que la vida en un minuto"*.

A todos nos han inculcado la importancia de la velocidad prudente y el uso correcto de cascos y cinturones de seguridad. Pero ¿qué otros aspectos se deben tener en cuenta para reducir los riesgos del y en el transporte? ¿Qué sabes de los fenómenos físicos y la ciencia que hay detrás de cada uno de ellos? ¿Cómo los consideran actualmente la tecnología y la innovación para organizar las conexiones y el movimiento de personas y objetos en forma cada vez más segura y eficiente?

Para controlar la velocidad de flotas de buses o camiones así como para organizar el tráfico de rutas terrestres, marítimas y aéreas y reducir riesgos de accidentes, ahora se utilizan sistemas de navegación por satélite. Al definir las horas de salida y de llegada de los distintos medios de transporte se consideran los husos horarios y la diferencia de horas con la ciudad de destino en base a las propiedades de un átomo y ya no a la rotación de la Tierra. Los avances de la tecnología se aplican, por ejemplo, para mejorar las luminarias de vehículos, los materiales de los cascos, el mantenimiento de aviones, los surtidores de combustible y los medidores de presión de inflado de neumáticos.

"¿Cuánto falta?" también nos preguntamos impacientemente quienes creemos que el transporte sostenible es uno de los grandes desafíos del futuro y queremos que los pasos necesarios puedan lograrse en el menor tiempo posible. En este sentido, ya son varias las señales prometedoras en nuestra región. Sistemas como el teleférico de La Paz y El Alto de Bolivia y los buses eléctricos de hidrógeno en Costa Rica son una solución innovadora para el uso de energías renovables en el trasporte masivo y para reducir el impacto ambiental del transporte. La Ruta Verde del Canal de Panamá es otro buen aporte y el desarrollo de los biocombustibles avanza a paso firme.

Ahora bien, cuando se trata de transporte y seguridad, los datos sobre velocidad, distancia, tiempo y otros parámetros fundamentales deben ser precisos, para contar con la información correcta y tomar decisiones bien fundamentadas. Aquí no valen las respuestas aproximadas. Las mediciones confiables juegan un rol importante para que el sistema de transporte en su conjunto funcione eficientemente y para contribuir con la seguridad vial y el desarrollo del transporte sostenible. Los controles y aportes de los Institutos Nacionales de Metrología de nuestra región para que las mediciones sean correctas y confiables son por ello fundamentales, como verás en los artículos de esta edición que hemos desarrollado entre periodistas, metrólogos y expertos de varios países latinoamericanos.

En nuestro nuevo número encontrarás más respuestas a esta y otras preguntas, y ojalá que también a las que tú mismo te hagas.

Recibe un cordial saludo,

ALEXIS VALQUI

Alexis Valqui, Director de la revista
¡De acuerdo! – La ciencia a tu medida
Foto: Javier Arias

Índice

La carrera de los biocombustibles
Enrique Garabetyan... 27

La Ruta Verde
David Carrasco... 20

El sistema MNEA en el transporte
Rubén J. Lazos... 24

Un átomo revolucionará el transporte en Costa Rica
Jasson Clarke... 14

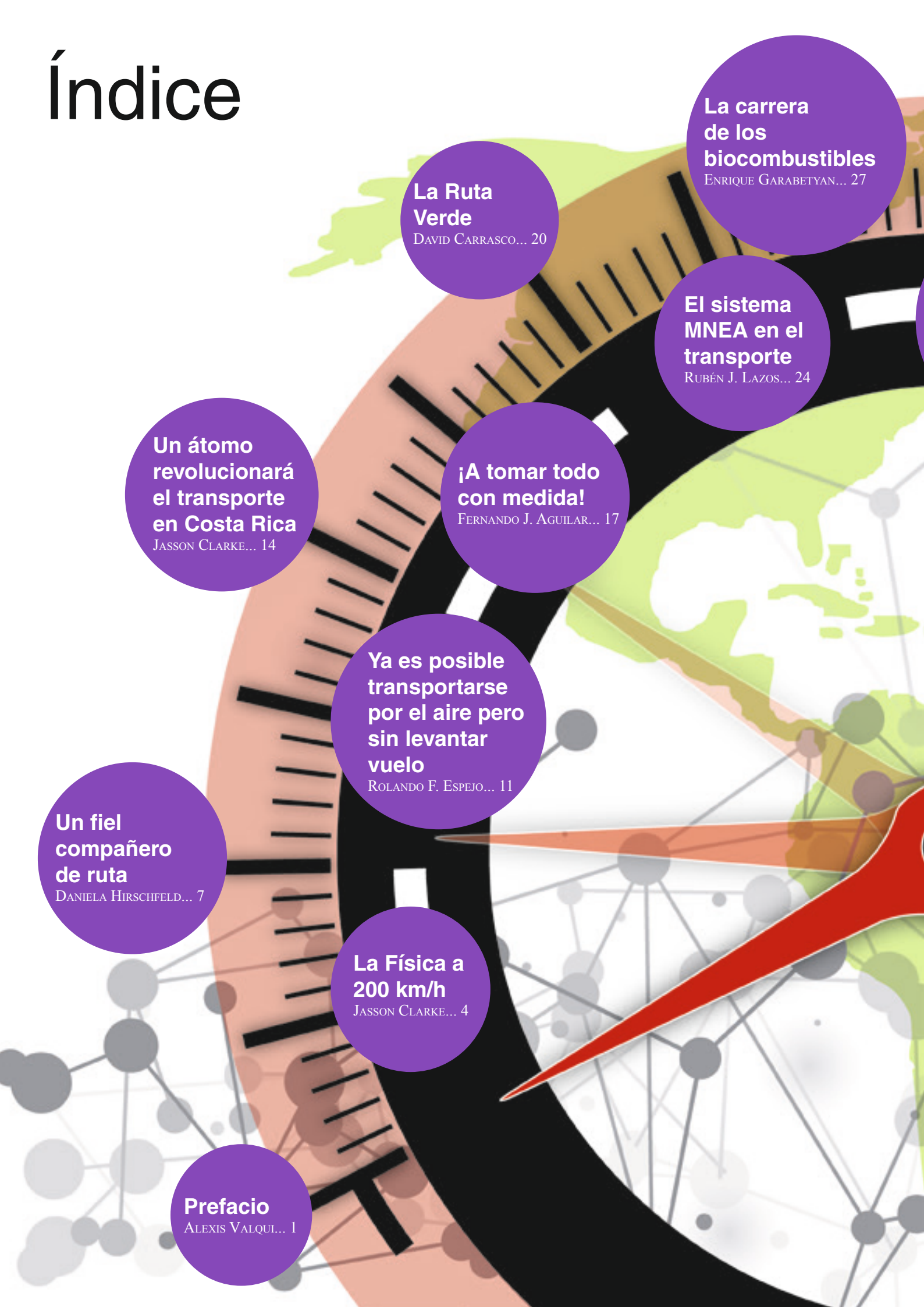
¡A tomar todo con medida!
Fernando J. Aguilar... 17

Ya es posible transportarse por el aire pero sin levantar vuelo
Rolando F. Espejo... 11

Un fiel compañero de ruta
Daniela Hirschfeld... 7

La Física a 200 km/h
Jasson Clarke... 4

Prefacio
Alexis Valqui... 1



Transporte

Señales del espacio exterior
Raquel Tineo... 33

¡Tiempo de una aventura global!
Liz C. Hernández y Nelson Bahamón ... 30

¿Cómo se garantiza la seguridad de los aviones?
Claudia Mazzeo... 36

¿Qué sabes sobre neumáticos?
Eva Montilla... 39

A todas luces
Claudia Mazzeo... 42

Controlando al surtidor
Jorge L. Parra... 45

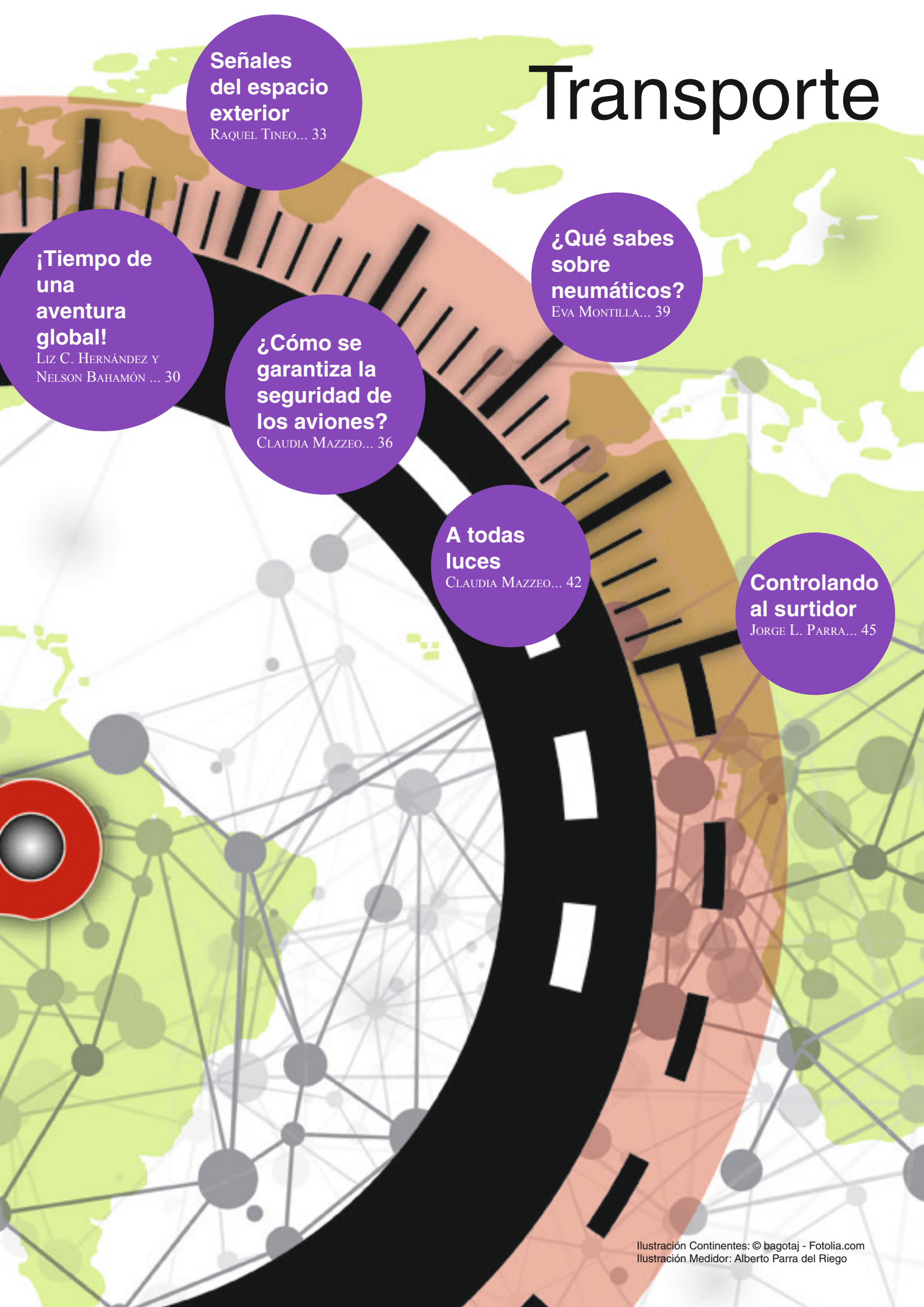


Ilustración Continentes: © bagotaj - Fotolia.com
Ilustración Medidor: Alberto Parra del Riego

La Física a 200 km/h

Los años de práctica invertidos por Danny en este deporte no fueron en vano: hoy es el único piloto costarricense dedicado enteramente al automovilismo y ha corrido en las ligas profesionales de kartismo de Europa y Estados Unidos.

Danny Formal, de 21 años, compite en la escudería *CTCC* de *Hyundai* en Costa Rica.

Foto cedida por Melvin Molina

A sus 21 años, el costarricense Danny Formal fue reconocido este año (2017) por una revista especializada como el mejor piloto de kartismo de los Estados Unidos. Para un piloto de carreras, conducir a altas velocidades es una tarea de destreza mental y resistencia física.

"En el 2002, mi papá se compró un kart después de un retiro de 15 años (y cuando) compitió le ayudé en la carrera. Tan pronto lo vi correr le dije que yo también quería hacerlo. Para mi cumpleaños, en diciembre de ese año, él me compró mi primer kart y desde ese día no he dejado de correr. El kartismo es uno de los deportes más demandantes que he realizado jamás. He jugado fútbol, fútbol americano, béisbol y muchísimos otros deportes, pero correr 30 vueltas en un kart es algo que no todos pueden hacer", afirma.

La Física detrás de las carreras

Un kart puede llegar a acelerar de 0 km/h a 100 km/h ¡en tan solo tres segundos!

La segunda ley de Newton, o ley fundamental de la dinámica, establece que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.

Aceleración = fuerza / masa

En un kart, la fuerza principal de aceleración viene dada por el motor, de unos 42 caballos de fuerza (31,3 kW); y normalmente pesa apenas unos 100 kilogramos, la décima parte de un automóvil modelo sedán. La combinación de esa potencia que genera un torque suficiente y la reducida masa del kart le permiten lograr esa aceleración.

Los únicos cuatro puntos de contacto entre el kart y el suelo son los neumáticos. En proporción al tamaño del kart estos son más anchos y se preparan especialmente para dar al vehículo una mayor adherencia a la pista. Producen mayor fricción que la usual de vehículos convencionales, lo que evita que el carro derrape y se salga de control.

La fricción de los neumáticos y la del aire que circula encima y alrededor del vehículo oponen resistencia a la velocidad del kart. También lo hace la sustentación negativa (presión aerodinámica), una fuerza que empuja al vehículo hacia abajo y que es incrementada sustancialmente por la fuerza horizontal sobre los alerones. Sin embargo, estas fuerzas no son suficientes como para detener el kart, y este sigue acelerando.

Todos los vehículos en un giro o curva experimentan la fuerza centrípeta, cuya principal causa es el rozamiento de los neumáticos contra el piso. Para poder dar la curva con una fuerza centrípeta menor y mantener el agarre entre las llantas y el asfalto Danny desacelera, disminuyendo la velocidad. Y luego acelera para salir de la curva.

Foto: © Giovanni Burlini - Fotolia.com

La fuerza de fricción entre los neumáticos y el piso mantiene al kart sobre la pista. Pero esta fuerza tiene un límite, de modo que si se pretende tomar la curva a mayor velocidad, la fuerza para mantenerlo excedería el límite de la fuerza de fricción y el vehículo derraparía.

Según la primera ley de Newton, los objetos en movimiento tienden a continuar moviéndose en línea recta hasta que otra fuerza actúe sobre ellos. El giro que da Danny al volante y el de las llantas frontales generan una pequeña aceleración hacia un lado, haciendo que todo el carro gire. Una curva más cerrada requerirá una fuerza mayor, y por lo tanto un giro mayor del volante. Sin embargo, se requiere muchísima destreza para poder dar estos giros con éxito ¡a casi 200 km/h!

"Experimentás fuerzas de hasta 4 G al tomar los giros (cuatro veces la aceleración estándar de la gravedad terrestre), sin ninguna máquina que te ayude con el volante. Tus costillas se lastiman por la irregularidad de la pista y al entrar a una curva a mucha velocidad. Es extremadamente exigente físicamente".

El frenado también es una maniobra de mucho cuidado, pues desacelerar significa cambiar la cantidad de movimiento inicial (momentum) de 23 400 kg.m/s a cero. Por esto, los pilotos de kartismo procuran frenar en línea recta; porque introducir una fuerza lateral en el vehículo, como al tomar una curva mientras se frena, puede causar un derrape. Nunca se debe frenar en la curva. Se desacelera al entrar a la curva y se vuelve a acelerar antes de salir de la misma.

Cuando un vehículo se mueve en línea recta, su peso también lo hace. Este peso se encuentra en el centro de gravedad del vehículo y está distribuido entre las cuatro ruedas cuando el vehículo está estático y también cuando está en movimiento a velocidad constante.

Fotos cedidas por Melvin Molina Ilustración: Alberto Parra del Riego

Cuando el vehículo acelera, la fuerza se distribuye más hacia las ruedas traseras, mientras que en el momento de frenado se distribuye más hacia las delanteras. A este efecto dinámico le llaman —en la jerga— transferencia de masa o transferencia de peso, y por esta razón los neumáticos delanteros son más eficientes en el frenado. En una bicicleta lo notarás con mayor facilidad.

Esa transferencia de fuerza hacia el frente hace que el suelo ejerza también una reacción hacia arriba (principio de acción y reacción) denominada fuerza normal, que genera una mayor fricción contra el suelo y ayuda a desacelerar el vehículo y que no resbalen las ruedas.

En un kart como el que conduce Danny, el conductor está a tan solo 10 centímetros del suelo, lo cual baja el centro de gravedad y lo hace más estable. Hacer lo mismo en un vehículo normal, más separado del suelo, lo desestabilizaría con más facilidad.

¿Qué tan veloz soy?

Para poder competir en las grandes ligas del kartismo, Danny y los demás pilotos de carreras dependen de instrumentos que les permiten saber a qué velocidad van.

Estos aparatos se llaman velocímetros. Sus fabricantes los calibran y ajustan siguiendo normas y estándares internacionales. El estándar europeo, por ejemplo, establece que los velocímetros deben indicar una velocidad menor a la real para evitar que inadvertidamente se alcance una velocidad mayor a la pensada por un error del instrumento. Por otra parte, la velocidad indicada por el aparato nunca debe ser mayor al 110 % de la velocidad real más 4 km/h. Por ejemplo, si la velocidad real es de 80 km/h, el velocímetro del vehículo nunca debe indicar más de 90 km/h.

Para ser más exactos con esta medición también se utilizan otros instrumentos —como por ejemplo, cronógrafos— para medir el tiempo que tarda el vehículo en recorrer una distancia y calcular la velocidad promedio alcanzada. Otra posibilidad es el uso de radares de control de velocidad, una unidad que envía un haz de microondas que, tras rebotar en el vehículo en movimiento, la vuelve a recibir. La diferencia entre las frecuencias de la señal enviada y la recibida permite determinar la velocidad a la que se mueve el vehículo. La calibración de todos estos instrumentos se hace siguiendo estándares internacionales, lo que asegura su calidad.

Un futuro en el asfalto

Debido a lo desgastante que puede ser este deporte Danny se mantiene saludable física y mentalmente, para estar preparado para la siguiente competencia.

“Entreno en el gimnasio de seis a ocho veces por semana. Hay que estar extremadamente enfocado y listo para enfrentar cualquier dificultad que aparezca. Por suerte nunca me he bloqueado mentalmente en la pista de competencias. Pero sí, competir requiere de reacciones rápidas, mantenerse enfocado, estar consciente del entorno y ser multifuncional. Todo entra en juego”.

Para Danny, competir en kartismo le ha dejado tantas alegrías que no se ve dejando las pistas en ningún momento de su futuro. “Mis dos campeonatos mundiales compitiendo en la serie *Super 1* son sin duda las mejores memorias que tengo. Tengo muchos momentos que atesoro de las carreras. Ahora compito en automovilismo y no me imagino haciendo algo que no sean las carreras”.

Varios instrumentos se utilizan para medir diferentes aspectos del movimiento de un vehículo:

Los cronómetros son esencialmente relojes con una precisión certificada y comprobada. La mayoría son probados por el Control Oficial Suizo de Cronómetros.

Los cronógrafos son instrumentos para medir intervalos de tiempo gráficamente. Se utilizan en el deporte y en otras áreas; por ejemplo, en laboratorios, para calibrar medidores de energía.

Los cinemómetros (radares) miden la rapidez del movimiento y se usan para detectar a conductores que exceden el límite de velocidad. En Costa Rica, el Laboratorio Costarricense de Metrología (Lacomet) cuenta con el sistema necesario para calibrar los que utiliza la Policía de Tránsito.

Los velocímetros son indicadores dentro de los vehículos para medir la velocidad. Las embarcaciones y los aviones también usan velocímetros (llamados *pit logs* e indicadores de velocidad de vuelo, respectivamente).

Jasson Clarke (Costa Rica)

Ilustración:
Alberto Parra del Riego

UN FIEL COMPAÑERO DE RUTA

Ilustración casco: © deanz - Fotolia.com

¿Por qué cuando se cae una tostada siempre lo hace con el lado de la mermelada hacia abajo? ¿Por qué la cabeza es la parte que se golpea con más frecuencia al sufrir un accidente en moto? No es solo mala suerte. Ambos fenómenos tienen una respuesta científica con puntos en común. Las tostadas y la ciencia ayudarán a entender por qué el casco es el principal elemento de seguridad para quienes conducen motocicletas y otros vehículos, entre quienes los traumatismos de cráneo son la principal causa de muerte, lesiones graves y discapacidad.

Cuando se produce un choque a bordo de una moto, si bien el vehículo en general se detiene contra el objeto que impacta (otro vehículo, un árbol, una columna), el cuerpo del conductor seguirá moviéndose, y lo hará despedido hacia adelante hasta que finalmente impacte contra otra superficie. En esa trayectoria, como en la de la tostada que cae, el cuerpo tenderá a caer hacia su centro de gravedad, que es el punto que se comporta como si allí se concentrase todo su peso. Mientras que en la tostada el centro de gravedad está en el lado de la mermelada, el del conductor, cuando está sentado en la moto, se encuentra más arriba de la cintura. Al chocar, la parte superior de su cuerpo gira hacia adelante, por lo que al salir despedido de la moto tenderá a caer de cabeza. Pero el choque y los golpes no terminan allí. Y lo que sigue es justamente el momento más peligroso.

En un accidente de este tipo ocurren en realidad tres tipos de colisiones: la de la moto al chocar contra otro objeto; la del cuerpo del conductor cuando golpea contra el suelo u otra superficie; y la de los órganos internos del conductor que también seguirán su trayectoria hasta que llegue su turno de frenar. En el caso del cerebro se golpeará contra la pared interna del cráneo, rebotará impactando también contra la parte opuesta y continuará golpeándose hasta que pierda la energía de movimiento con cada impacto y finalmente se detenga. Ese golpe y rebote del cerebro dentro del cráneo es una de las principales causas de los traumatismos craneoencefálicos en un accidente y lo que provoca secuelas graves, incluso la muerte.

Todos tenemos un casco natural

El cerebro se encuentra resguardado en nuestra cabeza por tres barreras naturales de protección. La primera la ofrecen los huesos del cráneo, que ofician de carcasa externa; la segunda barrera la constituyen tres capas de tejido (llamadas membranas) que separan al cerebro de los huesos; y luego, entre ellas y el cerebro hay un espacio de aproximadamente un milímetro lleno del líquido (cefalorraquídeo), en el cual el cerebro flota. Estas tres barreras —carcasa, membranas y líquido— amortiguan los impactos y reducen la energía que llega al órgano.

Al sufrir un impacto en la cabeza, el que absorberá la energía del impacto en primera instancia será el cráneo y la distribuirá en toda su superficie, evitando que se concentre

en un solo punto de la cabeza. Luego, las membranas y el líquido cefalorraquídeo harán su parte, disipando y absorbiendo la energía, protegiendo también al cerebro.

Sin embargo, la posibilidad de que los huesos del cráneo absorban la energía sin romperse es limitada y depende, por supuesto, de la magnitud del impacto. Por eso, a lo largo de la historia, y sobre todo cuando surgieron y evolucionaron los vehículos a motor, el ser humano pensó en formas para aumentar la protección de su cabeza. Así surgió el casco, que los motociclistas empezaron a usar varias décadas después de que se inventara el ciclomotor y que ha tenido desde entonces diferentes formas y composiciones.

El impulso peligroso

Pero ¿qué es lo que sucede en un accidente en moto? Más allá de la imprudencia, la clave está en la energía cinética, en la masa del sistema moto-motociclista y en la velocidad a la que circula el vehículo. Y especialmente en la velocidad.

La energía cinética (Ec) de un objeto es la energía que posee como consecuencia de su movimiento, y se define como la mitad del producto de la masa por la velocidad al cuadrado ($Ec = ½ mv^2$).

Al chocar, parte de esa energía se usa en la destrucción del vehículo y parte en despedir al conductor de la moto, proyectándolo a una determinada velocidad. Cuando el cuerpo finalmente impacta contra el suelo, nuevamente parte de la energía se disipa al impactar en la superficie y el resto la recibe el motociclista, también bajo la forma de impacto. En el choque, la llamada cantidad de movimiento que trae el motociclista (producto de su masa por la velocidad con la que fue despedido) cambia su valor por efecto de la fuerza que le aplica el suelo al impactarse contra él. Esta diferencia de la cantidad de movimiento se denomina impulso (I) y es el producto entre la fuerza (F) aplicada y el tiempo de su aplicación (Δt), y se mide en newton por segundo.

Como el impulso es constante, si de alguna forma se logra aumentar el tiempo que dura el impacto, disminuirá la fuerza que se ejerce sobre la parte del cuerpo del motociclista que choca, que en muchos de los casos es la cabeza. Esto es lo que se llama amortiguar el choque, y una de las maneras de lograrlo es usando el casco.

El secreto del casco

El casco —de moto o de cualquier otro tipo— tiene como objetivo reducir la fuerza del impacto que llega a la cabeza de modo que se produzca el menor daño posible en el cerebro. En la práctica, el casco será el primer amortiguador del impacto y absorberá parte de la energía, haciendo que el cerebro golpee con menos fuerza contra el cráneo. A su vez actuará como barrera previniendo, por ejemplo, el contacto directo con objetos punzantes. Es decir, el casco hará lo mismo que hace el cráneo naturalmente, pero con mejores materiales.

Estas funciones protectoras del casco derivan de la combinación de las propiedades de los cuatro elementos que lo componen: una carcasa rígida, un material de relleno, otro de confort y la correa de sujeción, y todas ellas trabajan juntas para lograr su objetivo.

Habitualmente, la parte rígida del casco —que distribuye la fuerza del impacto en una superficie más grande y funciona como barrera— es de un material plástico muy resistente llamado acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Bajo esa carcasa, el casco se recubre con una capa de poliestireno expandido[1], cuyas propiedades le permiten amortiguar y absorber la energía del golpe (esta propiedad se reduce luego de cada golpe). Esta capa se recubre con una tela acolchada que será la que esté en contacto directo con la cabeza y la cara del conductor, le brindará confort y contribuirá a que el casco se mantenga fijo. Finalmente, la correa de retención ajusta el casco a la cabeza y asegura que no se desprenda si hay una colisión. El visor —la parte de plástico transparente que recubre la cara— es otro de los elementos del casco, aunque no está presente en todos los modelos.

En la actualidad, entre los tipos de cascos más comunes, el casco integral cubre también la zona maxilar y facial, y gracias a su visera evita lesiones y protege los ojos.

Garantía de protección

Para que el casco actúe eficazmente en su función protectora es fundamental que esté correctamente colocado y que sea del tamaño acorde a la cabeza del conductor, pero lo más importante es que sus materiales y su estructura cumplan con ciertas características establecidas en normas internacionales (que especifican requisitos o estándares de seguridad).

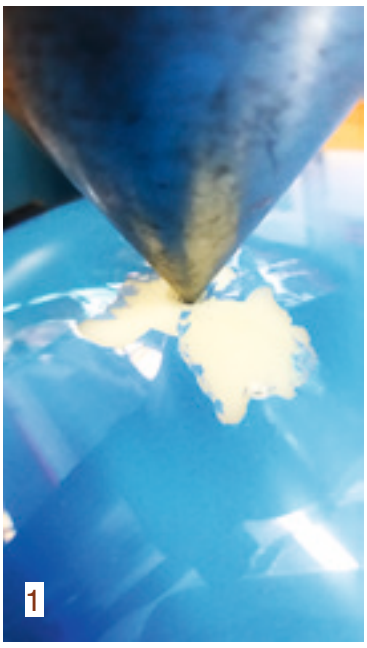
En cada país existen instituciones designadas para controlar o certificar que los cascos que se venden en el mercado cumplan con esos requisitos[2]. En Uruguay, uno de ellos es el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). En el caso de los modelos de cascos que se desean importar por primera vez al país, este organismo realiza ciertas pruebas (ensayos) para comprobar el cumplimiento de la normativa vigente; y para modelos ya aprobados, que se siguen comercializando en el mercado, se realizan pruebas sobre muestras de cada lote que ingresa al país.

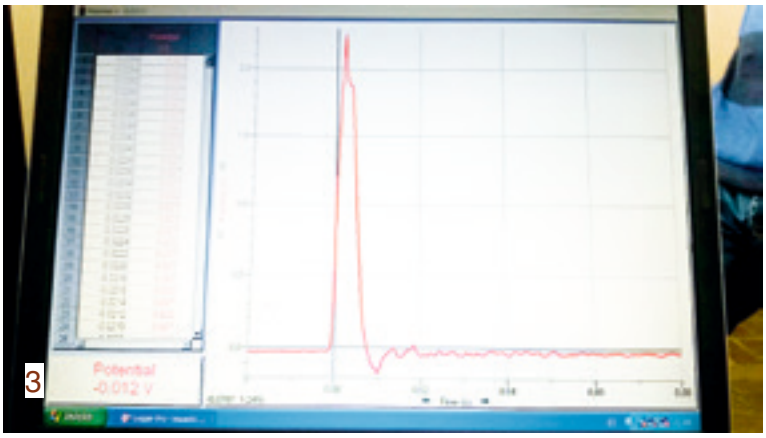
Uno de los ensayos que se realizan en LATU es para probar si el casco cuenta con la capacidad amortiguadora adecuada para proteger a la cabeza (ensayo de absorción de impacto) para lo cual se deja caer sobre el mismo una masa de

[1] En la región, el poliestireno expandido tiene diferentes nombres comunes, como espuma plast (en Uruguay) o tergopol (en Argentina), por ejemplo.
[2] En Uruguay los requisitos están establecidos en la norma UNIT 650: 2010.

5 kilogramos desde una altura de 2,5 metros. El equipo que se utiliza para realizar este ensayo está formado por dos parantes paralelos de unos tres metros de altura, y una barra móvil que recorre el largo de los parantes como si fuera una guillotina. Una pieza de madera maciza que simula una cabeza se ubica en la parte inferior del equipo y es sobre la que se coloca el casco que se ensayará. La cabeza de ensayo está asociada a una celda de carga que permite medir la fuerza que recibiría el cráneo en caso de un siniestro, estimada en decanewtons (daN), unidad de medida de la fuerza. La norma establece que este ensayo debe arrojar un valor de fuerza inferior a 2000 daN en las tres condiciones de estudio.

Partes de un casco
Ilustración: Alberto Parra del Riego





1) Equipamiento utilizado para ensayo de penetración impactando sobre el casco. 2) Equipo para ensayo de absorción de impacto. 3) Perfil de la gráfica del ensayo de absorción de impacto que muestra el potencial de voltaje —que se traduce en la fuerza que impacta sobre el casco—.
Fotos cedidas por LATU. Autora: Silvana Demicheli

Otra prueba que se realiza es someter la estructura del casco a un test de resistencia a la penetración. En este caso se deja caer, desde un metro de altura, una masa de tres kilogramos que en el extremo tiene un cono de metal de entre 5 cm y 10 cm de altura. Con un medidor de longitud se mide la distancia entre el punto superior de la cabeza de ensayo y la punta del penetrador. Según la norma, la punta del cono no debe acercarse a más de 5 mm del punto superior de la cabeza o, dicho de otro modo, puede romper el casco y el relleno pero no acercarse a menos de 5 mm del cráneo.

Otras pruebas miden la deformación del casco al someterse a una fuerza en sentido lateral y longitudinal, la inflamabilidad de la carcasa (la velocidad a la que se quema el material de la carcasa debe ser inferior a 75 mm por minuto) y la flexibilidad del visor (debe doblarse 180 º sin quebrarse).

Los cascos que cumplan con los procesos de certificación establecidos llevarán un triángulo amarillo adhesivo —visible en su carcasa— que indica que cumplen con la normativa vigente. Esos son los cascos que hay que comprar.

Fidelidad con vida útil

A pesar de sus virtudes, el casco no goza de buena reputación entre muchos conductores: se dice que es incómodo, que da calor, que es pesado, que no permite ver bien y que es poco sentador. Sin embargo, la realidad es que se trata de un compañero fiel. Y esta fidelidad no está dada solo por su función protectora, sino también porque a lo largo de su vida (útil) pertenece a una sola persona. O al menos así debe ser.

Tan importante como comprobar que lleve el triángulo amarillo (que indica que el modelo ha sido aprobado y el casco certificado), es asegurar que se compra un casco nuevo, que no ha sido usado por otra persona, pues de lo contrario es muy difícil saber si fue tratado con responsabilidad o si ha sufrido impactos que disminuyeron su capacidad de protección.

La vida útil de un casco es de unos cinco años; cumplido ese plazo es aconsejable cambiarlo. Pero un casco debe desecharse de inmediato si el conductor sufrió un accidente, aunque no haya sido grave, o si el casco se cayó desde una altura significativa (más de 1,5 metros). También hay que considerar si ha estado expuesto repetidamente a la lluvia, al calor o al frío extremo ya que sus características protectoras se modifican: el plástico se debilita, las correas se estiran, la capa de espuma se deforma, las telas se empercuden o se rompen.

Algunos motociclistas retrasan la compra o el cambio del casco, principalmente por cuestiones económicas. Sin embargo, este gasto debe tomarse como una inversión que redundará en salud y en mantenerse con vida. En Uruguay[1], por ejemplo, casi la mitad de los fallecidos en accidentes de tránsito fueron motociclistas, y en su mayoría se trató de jóvenes entre 15 y 29 años. De ellos, la proporción de heridos graves y fallecidos entre quienes no llevaban casco fue casi 60 % más alta que los que sí lo usaban. A nivel mundial, los traumatismos craneales causan más de 80 % de las muertes de conductores de motos, y se estima que el casco disminuye hasta en 40 % las probabilidades de muerte.

Hay muchos modelos de cascos de moto, de todos los colores y con los más increíbles estilos y diseños. Seguramente cada motociclista podrá encontrar uno de su agrado y podrá verificar cuál de ellos cumple con las características de seguridad necesarias.

En este tema nunca mejor dicho que hay que pensar con la cabeza.

Daniela Hirschfeld (Uruguay).

[1] Según datos del Informe Anual de Siniestralidad Vial de 2016

El valor de una muerte

A lo largo de la historia, el ser humano creó elementos que le permitieron protegerse, principalmente considerando situaciones de peligro en las guerras. El casco fue uno de esos elementos que luego se emplearon más allá de contiendas; por ejemplo, al viajar a bordo de vehículos a motor.

Aunque en 1885 los alemanes Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach inventaron la motocicleta, hubo que esperar hasta 1935 cuando Hugh Cairns, uno de los primeros neurocirujanos de Reino Unido, pensó que los cascos que utilizaban los soldados en las guerras también podrían ser útiles para evitar las lesiones en el cerebro causadas por accidentes en moto.

Cairns no era motociclista. Su interés surgió ese año cuando debió atender a un famoso paciente. Lawrence de Arabia, arqueólogo, escritor y espía británico, que había sobrevivido a las más peligrosas aventuras en Medio Oriente, viajaba tranquilamente en su moto por las serenas calles de la ciudad de Dorset (Inglaterra), cuando intentó esquivar a dos jóvenes que iban en bicicleta y perdió el control del vehículo. Como consecuencia del choque, la cabeza de Lawrence impactó contra el suelo y sufrió un severo traumatismo de cráneo que le costó la vida. Cairns, que trató al paciente durante los seis días que logró sobrevivir, quedó muy impresionado y pensó que aquel valiente hombre podría haberse salvado si hubiera usado algo que protegiera su cabeza.

A lo largo de su carrera como neurocirujano del Ejército británico, Cairns desarrolló varios estudios y publicó artículos científicos que contribuyeron a que se tomara conciencia sobre la importancia del uso de casco. Con uno de esos artículos consiguió que todos los motociclistas que combatieron en la II Guerra Mundial usaran casco y dos años después demostró que su uso había reducido las fracturas de cráneo de los soldados en 75 %.

La historia continuó, los deportes con vehículos a motor se hicieron más populares y los beneficios del casco se extendieron más allá del campo de batalla y de la moto. También mejoraron las formas y los materiales con los que se fabrican los cascos, con el objetivo de aumentar la protección. El accidente de Lawrence de Arabia, de algún modo, salvó millones de vidas.

Ya es posible transportarse por el aire pero sin levantar vuelo

El sistema de transporte aéreo conocido como teleférico comenzó a funcionar en La Paz en 2014 y hoy es un ícono de la ciudad. Hasta mediados de 2017 ya fue utilizado por 75 millones de pasajeros.

Fotos cedidas por Ibmetro. Autor: Rolando F. Espejo

Ahora que ya estaban en la estación, a punto de entrar en la góndola que los iba a transportar por el aire de un extremo al otro de la ciudad, Damián se sintió contento de estar acompañado. Hacía apenas una semana que había llegado junto a sus padres a La Paz, muy lejos de su Montevideo natal, y hoy sería su primer día de clases en el colegio.

Mientras la góndola arrancaba su recorrido, miró el extenso tendido de cables de acero montados sobre altas torres que luego supo que tienen 12 metros de altura. ¡Como una casa de cuatro pisos! Las líneas se extienden por sobre los techos de la casas a lo largo de muchos kilómetros. La vista es tan impresionante que se sintió mareado.

–Mira, allá abajo se ve tu casa y justo enfrente la mía —le señaló Juan Carlos, su nuevo vecino de barrio y compañero en el mismo colegio, que por suerte lo acompañaba en su primer viaje.

Dos días antes, cuando la mamá de Juan Carlos se enteró que el hijo de los recién llegados iba a concurrir al mismo colegio que su hijo, les propuso que viajaran juntos hasta que pudiera conocer bien el recorrido.

Ahora, sentado en su asiento, Damián todavía estaba un poco intranquilo mientras la góndola avanzaba por el aire a más de 20 kilómetros por hora.

–Esto es algo imposible de imaginar en Montevideo —le comentó a su compañero.

–¿Es tu primera vez? —le preguntó Juan Carlos, viendo como se agarraba fuerte a la barandilla.

–Si. Nos mudamos a La Paz hace pocos días porque la empresa en la que trabaja mi papá lo mandó a un nuevo puesto. Yo soy uruguayo y en mi país no hay montañas y no tenemos estos vehículos. Hay unas aerosillas para subir y bajar de un cerro en el balneario de Piriápolis, ¡pero no es lo mismo!

De haberse tenido que quemar ese combustible se hubieran lanzado a la atmósfera más de 19 mil toneladas de gases contaminantes, como el dióxido de carbono (CO_2), que agrava el cambio climático por el efecto invernadero.

–Bueno el teleférico te va a encantar; desde lo alto todo se ve diferente: la gente, las casas, los autos…

Mientras miraba el colorido paisaje urbano bajo sus pies, Damián dudaba: no estaba muy convencido que viajar en una góndola que en ciertos momentos del recorrido se elevaba hasta la altura de un edificio de nueve pisos y avanzaba a una velocidad de casi 6 metros por segundo fuera realmente muy seguro. Y casi sin pensarlo se lo pregunto a su compañero.

–Si, claro —lo confortó Juan Carlos—. Es un medio de transporte muy confiable porque se le hacen controles y supervisiones permanentes. Además, suma otras ventajas, por ejemplo, mejoras ambientales. En sus dos años de operativa el teleférico permitió evitar el consumo de más de 10 millones de litros de gasolina, de la que se usa en los motores de otros vehículos.

Entusiasmado, Juan Carlos siguió contando que en las estaciones y construcciones del teléferico se instalaron otras tecnologías amigables y beneficiosas para el medio ambiente.

–Los responsables del sistema, junto con las autoridades de la ciudad impulsaron un plan de reforestación urbana y se plantaron 1429 ejemplares de árboles y arbustos a lo largo de la traza.

Para alimentar con energía eléctrica sustentable algunos de los servicios que ofrecen a los pasajeros —la iluminación de la cabina, la conectividad Wi-Fi y los intercomunicadores de seguridad—, se instalaron 1332 paneles solares que acumulan electricidad en baterías.

Mientras su compañero le comentaba otros datos una ráfaga de viento comenzó a balancear, suavemente, la cabina. Damián, poco acostumbrado a esa sensación, volvió a mirar las calles y avenidas atestadas de vehículos, se aferró con más fuerza y preguntó:

–Pero ¿cómo saben que es mejor usar el teleférico que el transporte urbano más común, como los minibuses y autos que se ven allá abajo?

–Porque los ingenieros en transporte realizaron los cálculos y equivalencias. Y encontraron, por ejemplo, que una cabina del teleférico puede transportar hasta diez pasajeros consumiendo 3,3 kWh de energía eléctrica. En cambio, si esas mismas diez personas realizaran un recorrido similar pero viajando en un minibús estándar, con su tradicional motor a explosión, se consumiría en el mismo viaje el equivalente a 157 kWh. ¡El transporte aéreo es muchísimo más eficiente! —aseguró Juan Carlos—. Y no te preocupes por las vibraciones y los movimientos que causa este vientito: cada cabina está diseñada para transportar hasta 800 kilogramos y los cables de acero trenzado del sistema tienen 5 centímetros de diámetro y están calculados para levantar hasta 300 toneladas.

–¿Y tú como sabes tanto de todo esto?—preguntó Damián, tratando de no sonar muy desconfiado.

–Es que mi padre trabaja en el Instituto Boliviano de Metrología y allí calibran los instrumentos de medición que utilizan los profesionales encargados del mantenimiento del teleférico. Justo en estos días el laboratorio se estaba ocupando del servicio de calibración de los torquímetros, que son los instrumentos que utilizan los técnicos del teleférico para hacer el control del aseguramiento de los pernos, en las torres de cada una de las líneas que componen el sistema.

Antes de que Juan Carlos pudiera continuar con sus explicaciones tuvieron que aprestarse a descender porque ya llegaban a su estación terminal. Damián, ahora mucho más tranquilo, miró a su compañero y se acordó de algo que su padre le había comentado al regresar de un viaje de trabajo en Santiago de Chile, sobre el smog y las dificultades de salud que causa.

–¿El teleférico también ayuda a disminuir la contaminación ambiental?

–Si. Mi madre es enfermera y me contó que en su hospital atienden a varias personas con problemas respiratorios. Haciendo mediciones dentro de un minibús los técnicos registraron 9,6 partes por millón de moléculas de un gas tóxico conocido como monóxido de carbono (CO), el mismo que emana por los caños de escape de los vehículos con motor a explosión. En la cabina del teleférico no se registró la presencia de CO, por encima de los parámetros normales —le explicó Juan Carlos.

Además es en medio de un embotellamiento de tránsito, dentro de los microbuses se ha medido un ruido de hasta 68,3 decibeles (dB), muy cerca de los 70 dB que propone como límite máximo la Organización Mundial de la Salud (OMS). En cambio, como tú mismo pudiste sentir recién, dentro de la cabina el sonido es mínimo. El máximo registrado en los ensayos fue de 59,3 dB. O sea, ¡mucho más tranquilo! —completó.

Mientras se enteraba de otras ventajas del teleférico, llegaron hasta a la puerta del colegio en el momento que sonaba el timbre para entrar a clase.

–Gracias por tu compañía y por todos los datos —le dijo Damián—. Seguimos charlando en el viaje de vuelta.

Rolando F. Espejo (Bolivia)

Por el cielo urbano

El teleférico no es, todavía, un sistema de transporte muy extendido, pero ya hay varias ciudades de América Latina que recurren a esta solución, especialmente las que se asientan en zonas de serranías, con mucho metros de desnivel entre los diferentes barrios y asentamientos.

Además de La Paz, también poseen teleféricos urbanos Medellín, Caracas y San Pablo —entre otras ciudades— que utilizan a diario miles de pasajeros. Y las autoridades de diversas ciudades de Perú y México tienen en estudio proyectos similares.

El teleférico de la ciudad de La Paz es uno de los más modernos ya que comenzó a construirse en el año 2014 y hoy (2017) ya posee cuatro líneas —roja, amarilla, azul y verde— habilitadas y otra media docena proyectadas o en construcción. Al terminarse, el sistema completo cubrirá más de 20 kilómetros.
Foto teleférico: © dvrcan - Fotolia.com

Foto guantes con átomo: © MG - Fotolia.com

Un átomo revolucionará el transporte en Costa Rica

Costa Rica aprovecha el hidrógeno para revertir un problema persistente: su dependencia del petróleo.

En Costa Rica se quiere renovar el sistema de transporte en el país y ya se dieron los primeros pasos: en Liberia, ciudad ubicada a 220 kilómetros de su capital, corre el primer bus eléctrico de hidrógeno del país.

Como explica el director científico de la empresa a cargo del proyecto —el físico José Castro Nieto—, el bus es solo uno de los componentes de un ecosistema de transporte basado en energías renovables, con el hidrógeno como protagonista.

"Este ecosistema tiene tres partes: la generación de la energía, la generación del hidrógeno y el uso del hidrógeno. La idea es redirigir la producción de energía a base de hidrógeno —por medio de métodos renovables, como paneles solares y turbinas eólicas— hacia el transporte", comenta Castro.

La electricidad en Costa Rica es producida "en un 98 % a partir de fuentes renovables, pero el transporte es 100 % dependiente de hidrocarburos y (es) contaminante. La idea es electrificar el transporte aprovechando nuestras energías renovables. Aquí nos hemos enfocado en implementar e integrar la planta que produce, almacena y dispensa el hidrógeno que utiliza el bus, y gestionamos el ecosistema para que el bus pueda operar", aclaró el experto.

Para el país, pequeño y en desarrollo, este es un logro importantísimo. Es estar un poco más cerca de no depender de la gasolina para mover su economía.

Un uso seguro

Algunas maneras de obtener hidrógeno contaminan, pues se puede extraer de combustibles fósiles. Pero en Costa Rica el hidrógeno se obtendrá de forma limpia, utilizando la energía solar y la eólica para impulsar el proceso de hidrólisis, que separa los átomos de hidrógeno en las moléculas de agua.

“Las plantas que se instalen en el país para producir, almacenar y dispensar el hidrógeno, conocidas localmente como hidrogeneras, necesitarán condiciones especiales para garantizar su seguridad”, según detalla el científico.

“Uno no tiene instalaciones de hidrógeno en espacios confinados. No puede ser que la producción de hidrógeno esté dentro de un edificio. Los techos de las instalaciones no van a ser de dos vertientes, sino de una sola para que, si hay una fuga del gas, este no se acumule en el vértice del techo”. También es necesario contar con un sistema de captura o de ventilación del gas para evitar su acumulación y un posible accidente.

El hidrógeno es inoloro y no es fácil detectarlo; pero es muy necesario hacerlo ya que es altamente inflamable y volátil. Los gases y vapores inflamables pueden explotar si su concentración está por encima de lo que se denomina límite inferior de explosión. (La concentración es la proporción entre una sustancia disuelta y su disolvente, expresada como porcentaje en volumen).

El límite inferior de explosión de la concentración de hidrógeno en aire es de 4 %. Una concentración mayor —por ejemplo, producto de una fuga—, sería la antesala a una explosión no controlada.

Para evitarlo existen sensores especializados que usan helio, o una mezcla de gases hidrógeno y nitrógeno como gas de traza. Un sensor electrónico responderá al más mínimo cambio en la concentración de hidrógeno en el aire: si esta se aproxima a un 4 % emite una señal de alerta indicando peligro.

Si el hidrógeno tiene un potencial explosivo tan grande, ¿por qué sería seguro utilizarlo en un vehículo? De acuerdo con el científico entrevistado, todo tiene que ver con la manera en que funciona el motor eléctrico de hidrógeno.

“No es un bus con un motor de combustión, sino uno con motor eléctrico. Los vehículos tradicionales tienen un motor de combustión interna donde la gasolina crea explosiones para mover los pistones, los que a su vez mueven el carro. Los vehículos eléctricos de baterías tienen un motor eléctrico, y la electricidad viene de las baterías donde se almacena. Los vehículos eléctricos de hidrógeno combinan elementos de ambos: también tienen un motor eléctrico pero la electricidad que alimenta al motor viene de celdas de combustible de hidrógeno, también llamadas *fuel cells*”.

Cuando se va a la hidrogenera, se carga un tanque de hidrógeno en estado líquido.

La celda de combustible en el vehículo toma el hidrógeno que llega en estado gaseoso y entra por un electrodo donde el átomo de hidrógeno se ioniza, perdiendo el electrón que genera la electricidad. Luego, al mezclarse el hidrógeno con el oxígeno del aire, se producen moléculas de agua que salen en forma de vapor por el tubo de escape. Es precisamente la reacción de oxidación del hidrógeno en la celda la que provee la energía para mover al motor. La reacción entre el hidrógeno y el oxígeno es exotérmica, o sea que genera calor.

“En la celda de combustible, el hidrógeno y el oxígeno vienen por tuberías diferentes y se mezclan exclusivamente por un proceso químico dentro de la celda. Por eso no hay un problema de explosión tan grande en los carros de este tipo”, explica Castro.

Con un tanque cargado de hidrógeno, ¿sigue siendo seguro? Afortunadamente, los tanques modernos son altamente resistentes. El hidrógeno es envasado a alta presión a aproximadamente 7 megapascales (MPa). Para garantizar la calidad y durabilidad de los tanques, se obtiene una muestra de tanques y son llenados y vaciados a presión más veces de lo que se usarían normalmente en un vehículo.

Cuando se dispensa o utiliza un fluido como el hidrógeno en un sistema, se usa un manómetro para determinar el nivel de llenado y para verificar si existen fugas en el tanque o en la instalación. El manómetro mide la presión del envase o sistema en megapascales, atmósferas, bares o psi (libras por pulgada cuadrada). En Costa Rica, el Laboratorio Costarricense de Metrología (Lacomet) es la institución encargada de calibrar estos instrumentos, protegiendo así los intereses de los consumidores que adquieren y utilizan el hidrógeno y otros fluidos, como el gas licuado de petróleo.

Foto auto verde: © malp - Fotolia.com

Lo mejor de dos mundos

Con el bus eléctrico de hidrógeno se obtiene lo mejor de dos mundos: la constancia y fiabilidad de los motores de gasolina, y la limpieza del uso del hidrógeno.

Según explica el experto, "los buses tradicionales tienen una autonomía de 400 km a 500 km, y se recargan de combustible en 5 minutos. Sin importar qué tan lleno esté el tanque, el funcionamiento del bus es el mismo. Luego, tenemos los buses eléctricos. No contaminan, porque son eléctricos, pero su autonomía es menor (aunque la de algunos modelos modernos sí es comparable con la de buses a gasolina o diésel). Sus tiempos de recarga además van de 2 horas a 8 horas, dependiendo de su instalación eléctrica. Y conforme la batería se descarga, su desempeño y su capacidad para suministrar corriente eléctrica disminuye. Los buses eléctricos de hidrógeno tampoco contaminan. Tienen una autonomía de 320 km a 400 km, comparable con los buses tradicionales. Se recargan en hasta 15 minutos y su desempeño no depende del nivel de combustible en el tanque, salvo cuando el tanque está vacío".

Aparte de tener el único bus de Centroamérica con un motor eléctrico a hidrógeno, la empresa —que se llama *Ad Astra Rocket*— también tiene la única hidrogenera. Por esto, el bus solo puede circular a 150 kilómetros a la redonda de la empresa.

Conforme la tecnología sea más común y se logre instalar más hidrogeneras en el país, será más frecuente ver más de estos silenciosos buses, y otros vehículos particulares de motor a hidrógeno, circular sin emitir más que vapor de agua.

Hidrógeno a bajo costo

Este no es el único esfuerzo que se ha hecho en Costa Rica para producir energía aprovechando el potencial del hidrógeno y dejar de depender del petróleo.

En el 2013, una estudiante universitaria de Química ganó un premio por su proyecto para producir hidrógeno a partir de fuentes renovables. Irene Sánchez Villalobos, de la Universidad de Costa Rica, logró sintetizar un catalizador basado en fosfato de cobalto que optimiza la reacción de electrólisis del agua, proceso con el que se obtiene el hidrógeno.

La electrólisis del agua requiere mucha energía para llevarse a cabo, pero el catalizador disminuye la cantidad necesaria para la reacción. El compuesto catalizador es de bajo costo y obtener las materias primas es sencillo, facilitando la obtención de hidrógeno y haciéndolo más accesible para las personas.

El transporte con energías limpias es uno de los grandes retos de Costa Rica. ¡Es emocionante el camino que recorreremos impulsados por el hidrógeno!

Jasson Clarke (Costa Rica)

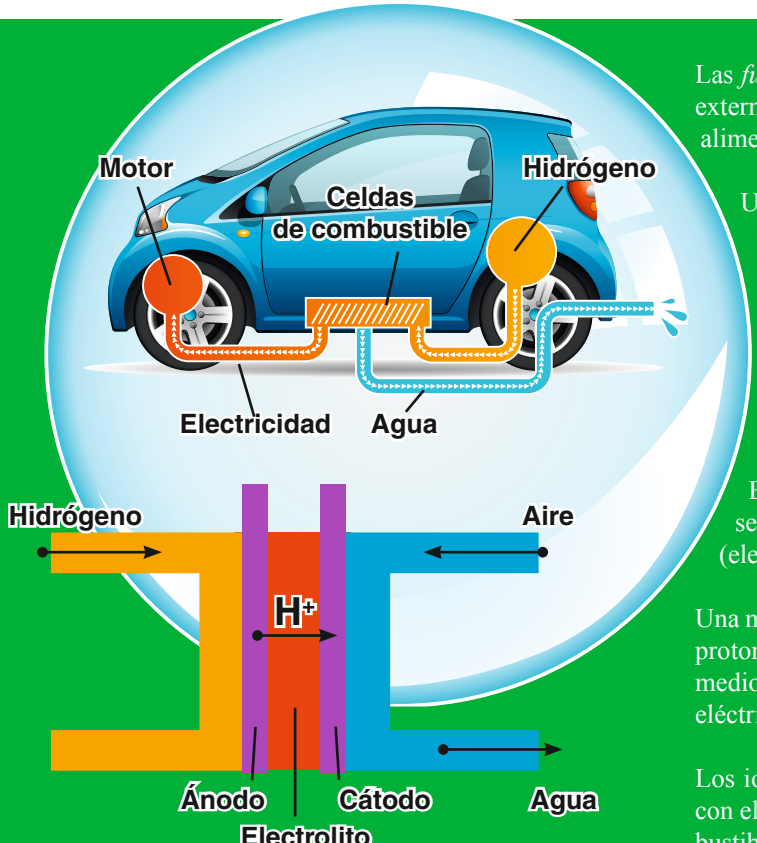


Ilustración: Alberto Parra del Riego
Foto auto azul: © Beboy - Fotolia.com

Las *fuel cells* o celdas de combustible suministran un voltaje externo mediante una reacción química, solo que el sistema se alimenta de hidrógeno y oxígeno en lugar de gasolina.

Un mol de gas hidrógeno y medio mol de gas oxígeno se combinan para producir un mol de agua en un proceso que se lleva a cabo a una temperatura de 298 K y a una atmósfera de presión.

Las celdas de combustible se componen de dos electrodos, separados por un electrolito. El oxígeno pasa por uno de los electrodos —el cátodo, de carga positiva— y el hidrógeno por el otro —el ánodo, de carga negativa—. En el ánodo, un catalizador hace que el átomo de hidrógeno se separe en iones positivos (protones) y iones negativos (electrones).

Una membrana en el centro de la celda solo permite el paso de protones hacia el cátodo. Los electrones que quedan viajan por medio de un circuito externo al cátodo, creando una corriente eléctrica que es usada para impulsar el vehículo.

Los iones positivos de hidrógeno, por su parte, se combinan con el oxígeno para formar agua, que sale de la celda de combustible en estado de vapor.

¡A tomar todo con medida!

Ilustración: Alberto Parra del Riego

José debía preparar un reportaje para el periódico universitario y lo que en principio pareció una complicación le permitió cumplir con su tarea y adentrarse en el mundo de la ciencia ¡con sólo levantar un dedo!

Hacía horas que José, un estudiante de la Universidad de El Salvador, escribía y borraba pero no había forma de que el texto lo conformara. Estaba en blanco. No se le ocurría sobre qué podía escribir para que el reportaje que le habían encomendado resultara un aporte interesante para el periódico universitario. Sabía que tenía condiciones, pero también sabía que a veces la inspiración no llega y la ansiedad solo empeora las cosas. Finalmente, para despejarse, resolvió visitar a su amiga Karina, que vive en Acajutla, ciudad portuaria ubicada en el departamento de Sonsonate en El Salvador, y pasar allí el fin de semana.

Le esperaba un recorrido de tres horas, así que se compró un refresco, comprobó que su celular tuviera carga y abordó el bus que le llevaría a su destino.

El viaje transcurrió tranquilo hasta que, a mitad el camino, el bus sufrió un desperfecto mecánico y entonces a José se le ocurrió continuar su viaje por otros medios. A esa hora había bastante tráfico en una ruta de muchos vehículos de carga que llegan a Acajutla con mercadería que saldrá por barco a diferentes destinos, así que se dispuso a "pedir jalón", como le tocó algunas veces cuando andaba corto de dinero.

Al rato de estar en el borde de la ruta, con su brazo extendido y su pulgar hacia arriba, un camión con doble rodado detuvo su marcha y su conductor le ofreció llevarlo. José conoció así a Víctor, quien resultó un compañero de viaje amable y conversador, que a poco ya le estaba contando con orgullo detalles sobre su trabajo y sus experiencias como camionero. Desde los 22 años manejaba camiones dentro del país y también en traslados internacionales. Siempre le había interesado la mecánica y comprender cómo funcionan las máquinas, pero algunos problemas económicos en su familia no le permitieron estudiar en la universidad, y tuvo que ponerse a trabajar siendo muy joven. Le contó que era un gran lector y José pudo comprobarlo: lo que los profesores en la universidad explicaban de manera muy técnica, Víctor lo explicaba de manera práctica. José siempre había tenido problemas para entender lo que fuera científico, pero esta vez, al asociarlo a la actividad concreta del conductor, todo le había resultado interesante.

El viaje resultó un jalón también para escribir su artículo y al encontrarse con su amiga, José estaba entusiasmado y no dejaba de hablar comentándole todo lo que había aprendido. Había tomado algunas notas en su celular y fotos del camión, y ya tenía la idea principal para desarrollarlo. Quería repasar y ponerse a escribir apenas llegaran a la casa.

–Trabajar como camionero no se trata sólo de conducir el vehículo y llevar mercadería de un punto a otro. Se es responsable de que la mercadería llegue bien y en condiciones, pero sobre todo se debe asegurar no provocar

accidentes; y en esto, el peso y la distribución de la carga en el camión son fundamentales —repetía José, tal como se lo habían explicado. Y entusiasmado continuó—: En esos camiones que transportan carga pesada, como ganado o mercaderías de otro tipo, es muy importante controlar el sobrepeso y por eso existen controles en las carreteras para el transporte de carga. Son esos puestos en los que nosotros generalmente ni nos detenemos. Recién hoy entendí lo importante que son.

Fíjate que un camión que pese más de lo permitido podría provocar la rotura de un puente, o partir su eje provocando un accidente con otros vehículos, e incluso la muerte del propio conductor o de otras personas. Para quienes caminan por el borde de rutas, o cuando los camiones de carga atraviesan zonas pobladas, un exceso de sobrepeso puede transformarlos en un arma mortal —completó, recordando el énfasis que había puesto Victor en ese asunto—. ¡A mí nunca se me había ocurrido pensar en eso! Imagínate el peligro que correríamos cada vez que hacemos ruta, si no se hicieran esos controles.

También me enteré que hay un acuerdo entre países, conocido como SOLAS, referido al control de peso de la carga de los barcos. Surgió después del hundimiento del Titanic. A partir de ese hecho quedó claro que era necesario tener certeza sobre el peso de la carga de un barco y se le reconoce como una variable determinante para evitar accidentes y proteger a las personas. Pero, aunque el acuerdo se firmó en 1914, no fue hasta el 2016 (¡casi 100 años después!) que se empezó a exigir que se cumpliera, y por eso ahora los barcos no pueden transportar contenedores sin antes haber verificado su peso bruto. Así, los camiones que llegan a puerto con mercadería están sujetos a rigurosos controles.

Hay mucha ciencia detrás de esos acuerdos y mediciones muy rigurosas para hacer las verificaciones —continuaba entusiasmado José—. ¿Sabías que el peso es la medida de la fuerza de atracción que ejerce la gravedad terrestre sobre un cuerpo, y se expresa como el producto de la masa por la gravedad? Yo no puedo recordar haber estudiado eso en mis clases de secundaria, siempre tan cruzado con los profesores de ciencia. Lo debo haber estudiado de memoria y lo olvidé rápidamente.

También aprendí de una ciencia que no tenía ni idea de que existía: es la Metrología, la cual se encarga de los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones. En muchos países hay un Instituto Nacional de Metrología. El de nuestro país se llama Centro de Investigaciones de Metrología (CIM).

Ese instituto es responsable de controlar las balanzas de los comercios del país, para asegurar que lo que exhiben como medida sea correcto. ¡Tampoco se me había ocurrido jamás que las balanzas deben verificarse cada cierto tiempo para comprobar que estén dentro de sus errores máximos permitidos!

Para evaluar el peso de los vehículos de transporte de carga, entendí que usan balanzas fijas y móviles, las cuales reciben controles así como las balanzas de los supermercados. Existen balanzas que pueden pesar los vehículos en movimiento como también de manera estática, es decir deteniendo el vehículo en cada eje; la carga total es obtenida de la suma de ambas cargas. Víctor me comentó también sobre sanciones que les aplican si comprueban que el vehículo lleva sobrepeso.

–¿Y cómo se aseguran que las mediciones son las correctas y que no sea injusta la multa?, —preguntó Karina.

–Me explicó que para asegurar que las balanzas tomen la medida correcta, deben estar siempre… —José dudó, y consultando sus notas del celular agregó—: calibradas.

José había logrado entusiasmar a su amiga, quien ahora también quería entender más del tema. Para continuar consiguiendo datos para el reportaje, ayudó a José a buscar más información en Internet, y lo apoyó en la idea de conseguir una entrevista con algún experto que les ampliara información y les explicara.

Karina leyó en voz alta: “La calibración consiste en una operación establecida bajo condiciones específicas e implica una relación entre valores y sus incertidumbres de medida, lo que permite establecer parámetros para obtener un resultado de medida a partir de una indicación. La calibración de una balanza consiste en determinar los errores e incertidumbres de medida utilizando pesas patrones debidamente calibradas. Las balanzas que se encuentren calibradas poseen un certificado de calibración”.

Decididos a que era necesaria una entrevista con un experto, pasaron el fin de semana armando programas divertidos, pero a cada rato se les ocurría alguna otra cosa relacionada con lo importante que son los controles de peso. Ya no sólo en las carreteras o puertos. Encontraban ejemplos de cuestiones en las que el peso correcto puede afectar lo que se recibe o decisiones importantes y aún de la vida diaria: la compra de alimentos, la autorización a un jockey para correr en una carrera de caballos, las pesas que levantan los físico-culturistas, la cantidad de sustancia o droga en un comprimido o una medicina, el envío de un paquete por encomienda, los paquetes de alimentos preempacados (una bolsa que indica 1 kg de azúcar; una lata que indica 500 g de frijoles). Los ejemplos abundaban.

A los pocos días, José llamó a Karina para comentarle que había visitado la Dirección General de Transporte de Carga y conversado con Óscar Rodríguez, el Director General. Le había hablado sobre la importancia de controlar el peso y también el tipo de equipo de transporte para la seguridad de las personas y porqué la aplicación de las sanciones correspondientes cuando había incumplimientos.

José le leyó las notas que tomó en la entrevista con el experto: “La distribución del peso de un camión la hacemos por eje.

Dependiendo del peso o volumen hay que verificar si los ejes que presenta la empresa, en la combinación que está haciendo en el camión, van a permitir soportar la carga sin afectar la carretera (…). Hemos restringido las modificaciones que se hacen a los contenedores porque muchos empresarios están comprando camiones que no son porta contenedores, sino "cabezales". Ellos compran el contenedor y aparte compran un cabezal y lo sueldan por las esquinas. Se presentan solicitando una validación de esos cabezales para que puedan convertirse en porta contenedores. Pero ese tipo de camión, cuando lleva sobrepeso y va en carretera, corre el riesgo de que la soldadura se rompa, dependiendo de la velocidad y la capacidad de maniobra del motorista. Entre 2016 y lo que va de 2017 (junio) hemos detenido alrededor de 133 cabezales que venían con ese cambio. Antes se les autorizaba, pero hemos cortado ese proceso para detener ese problema de seguridad. Gran parte de los accidentes de camiones suceden porque el equipo que llevan no es el adecuado".

También había anotado que las balanzas fijas y móviles están ubicadas en plataformas de pesaje por eje, especialmente acondicionadas. Y se requiere que esas plataformas estén niveladas y sean de una longitud igual o mayor que la longitud del vehículo a pesar. Para la calibración de esas balanzas se emplean pesas patrones de alto alcance (100 kg, 200 kg, 500 kg y 1000 kg). La calibración de la balanza consiste en colocar pesas patrones en forma ascendente y descendente desde su capacidad mínima hasta su capacidad máxima. Los errores que ofrecen estas balanzas están alrededor del 1 %, es decir 5 veces mejor que la tolerancia internacionalmente permitida del 5 % para el exceso de carga por eje.

Ambos amigos ahora tenían claro que, en realidad, la seguridad es lo más importante y que los controles de peso se realizan para reducir los riesgos y daños en las carreteras. Controlar el peso también implica un importante ahorro en cuanto a los recursos destinados para la conservación de los caminos públicos y reducción en los costos operativos de los vehículos. Esto no se podría cumplir sin el desarrollo de un sistema que permite asegurar la precisión de las balanzas que controlan el peso por ejes para vehículos de transporte de carga en carreteras.

–Ahora sí estoy listo para escribir mi artículo. En cuanto lo tenga, te lo paso para que lo leas y me des tu opinión. Quién iba a decir que el desperfecto del bus me llevaría a reconciliarme con la ciencia, a bordo de un camión.

–El desperfecto del bus ¡y tu dedo pulgar! —agregó Karina, riéndose—. No olvides que ha resultado un protagonista en esta historia. Yo creo que hasta deberías ponerle nombre.

Fernando J. Aguilar (El Salvador)

Fotos Fernando J. Aguilar Ilustración: Alberto Parra del Riego

La Ruta Verde

El Canal de Panamá forma parte de un complejo ecosistema cuya protección exige enfoques ecológicos, tecnológicos y científicos para garantizar el suministro hídrico necesario para su operativa y el tránsito de las naves que lo utilizan para cruzar de un océano a otro.

Ilustración mapa: © kartoxjm - Fotolia.com
Foto Canal de Panamá: © zaschnaus - Fotolia.com

El Canal de Panamá es una vía interoceánica construida por el hombre que permite comunicar el océano Atlántico con el océano Pacífico atravesando tierras panameñas. Cada año, aproximadamente 14 000 naves la cruzan, clasificadas por segmentos: portacontenedores, graneleros, portavehículos (Ro-Ro), "quimiqueros", petroleros, refrigerados, portadores de gas licuado de petróleo, de pasajeros, de carga general, y otros.

Lo que permite el tránsito de grandes buques desde un océano a otro es una obra de ingeniería que demandó 10 años de construcción bajo administración estadounidense, luego del abandono definitivo del proyecto por los franceses en 1889. La vía acuática fue finalmente abierta para uso en 1914. Desde entonces, se estima que más de un millón de barcos la han utilizado para acortar sus travesías.

Las esclusas (o sistema de esclusaje) son un conjunto de "piletas" de paredes de hormigón que se extienden por más de 3 km, por las que las naves realizan el cruce. Para asegurar que siempre tuvieran suficiente agua y resolver otros desafíos técnicos y ambientales (por ejemplo, que las especies de ambos océanos no se mezclaran), fue necesario generar un lago artificial, el Lago Gatún.

El lago recoge el agua de lluvia y de afluentes tributarios y ésta se vuelca a las esclusas por la propia gravedad, permitiendo que los barcos puedan cruzar lo que en algún momento fue tierra firme. Al entrar al Canal, las naves suben por el primer tramo de esclusas, cruzan el lago y finalmente descienden por las que están ubicadas del otro lado del mismo. Debido a las rigurosas maniobras en aguas canaleras y en el esclusaje, el Canal de Panamá es el único lugar en el mundo donde el capitán de un barco en tránsito entrega el timón a otro piloto, panameño y certificado por el Canal.

Denominada también como *la Ruta Verde* de Panamá, la vía es considerada por técnicos del transporte como una "ruta toda agua" ya que para estibar la carga de los barcos en tránsito y asistirlos, no se requieren ferrocarriles ni camiones.

En junio de 2016 se inauguró un tercer juego de esclusas, con tinas de reutilización de agua. Este tercer juego permite que el tránsito de buques de nueva generación sea más rápido y por tanto que sea menor el volumen de gases que emiten a la atmósfera las enormes naves que lo cruzan.

Recurso hídrico vital para el Canal

La cuenca hidrográfica del Canal de Panamá tiene una superficie de 552 761 hectáreas. Provee el agua dulce tropical para el funcionamiento y operación de la vía interoceánica y sus tres juegos de esclusas.

En los últimos 100 años la cuenca ha enfrentado períodos de intensa precipitación pero también de sequías, lo que ha obligado a restringir el calado de las naves de acuerdo con cada circunstancia particular.

Alexis Rodríguez, especialista en protección ambiental de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) , explica que desde su inauguración se mantiene un registro pluviométrico mensual y anual, y se mide la altura de los embalses para programar los tránsitos de buques. Asimismo, se realizan estudios sobre la salinización del agua dulce represada.

Actualmente, el manejo integral de la cuenca abarca el cuidado del recurso hídrico, de la calidad de aire y de las tierras de las áreas canaleras. La ACP realiza, entre otros, monitoreos diarios de sus propias instalaciones con uso de dispositivos de medición, con el objetivo de que el Canal sea una ruta segura y confiable para sus clientes de la industria naviera mundial.

El especialista subrayó que esta "estrategia ambiental ha permitido a la ACP garantizar el recurso agua en calidad y cantidad en la cuenca canalera, y mantener estándares nacionales e internacionales" en todos sus proyectos. Añadió que no se descarta que en el futuro haya un *Sello Verde* para los productos que hayan pasado por el Canal de Panamá y sus puertos.

Menor emisión de gases

Las emanaciones de gases consideradas para la industria marítima son tres, y están reguladas por tres acuerdos internacionales o convenciones: las emanaciones de ozono (reguladas por la Convención por Montreal); las emisiones de CO_2 (regidas por el Convenio de Cambio Climático); y las de azufre y gases volátiles (vigiladas por el Convenio Marpol).

Rodríguez detalló que la Ruta Verde es un concepto estratégico, que se ajusta con lo que promueve la industria marítima: garantizar la sostenibilidad ambiental, con reducción de la huella de carbono al acortar distancias y disminuir el consumo de combustible.

Informes técnicos de la ACP revelan que, en sus más de 100 años de operación, el Canal de Panamá ha permitido una reducción de más de 650 millones de toneladas de CO_2 que se hubieran generado si las naves hubieran tenido que navegar por rutas más largas, como la del Cabo de Hornos (Sudamérica) o la del Cabo de Buena Esperanza (al Sur de África). Sólo durante el año 2016, la Ruta Verde redujo las emisiones de CO_2 en unos 18,5 millones de toneladas.

Para realizar estos cálculos, la ACP utiliza un software que permite estimar, por ejemplo, cuál sería el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 de un barco que viaja desde Asia con dirección a la costa este de Estados Unidos utilizando el Canal de Panamá, comparado con lo que consumiría por otras rutas alternativas.

Entre los indicadores de registro considerados para la medición figuran el combustible, las

Foto Canal de Panamá: © TravelStrategy - Fotolia.com
Ilustración Arbol: © benchart - Fotolia.com

distancias, velocidad promedio, tamaño y tipo de buque, si atraca en un puerto, o si en algún muelle utiliza ferrocarril o camiones para mover carga. Para la medir la huella de CO_2 en equipos de la ACP, se toma en cuenta el consumo promedio de combustible en naves por el factor de emisión. Ello da el valor requerido, de acuerdo con las reglas vigentes adoptadas internacionalmente.

Una mirada a un transporte más limpio

Para el 2050 se estima que la flota mundial estará formada por buques muy eficientes, de los cuales muchos usarán gas natural licuado (GNL) en diversas rutas. Y también para entonces "con buques más grandes, mejores motores y un control más inteligente de la velocidad, el sector confía en conseguir reducir un 50 por ciento sus emisiones de CO_2…", afirmó en 2015 Peter Hinchliffe, secretario general de la Cámara Marítima Internacional.

Por mandato del Comité de Protección del Medio Marino de la OMI para el año 2020 el porcentaje de azufre en el combustible de buques deberá bajar a 0,5 por ciento en el ámbito mundial. En el Canal de Panamá, no se permite la utilización de combustibles pesados *heavy fuel*, sino combustibles destilados (diésel o gasoil), lo que disminuye el porcentaje de azufre.

En la ACP también se utilizan drones para vigilar la cuenca del Canal de Panamá y poder detectar daños provocados por la tala e incendios ilegales, y la consecuente degradación de selvas que son las grandes aliadas que generan la captura de CO_2. Los drones se utilizan también para dar seguimiento a los programas de reforestación que promueve la ACP los cuales, según datos aportados por Rodríguez, ya han contribuido a la captura de 340 000 toneladas de CO_2 (certificadas por una fundación ambiental, la *Gold Standard*).

Otras mediciones de gases

Además de las mediciones de CO_2 la ACP dispone de estaciones para comprobar la calidad del aire en áreas operativas en la cuenca canalera. La Universidad de Panamá está a cargo del servicio y realiza mediciones de las emanaciones de óxido nitroso, óxido de azufre y material particulado en el aire producidas por los vehículos rodantes y equipos flotantes de la ACP. Las mismas "se han mantenido estables" y en los niveles permitidos por las normas ambientales nacionales, según Wilfredo Urriola, del Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá.

Urriola dirige esas mediciones técnicas en las vertientes del Pacífico y del Caribe. "Utilizamos instrumentos de fabricación estadounidense (algunos de ellos digitalizados), para generar datos confiables", indica el experto. Los monitores activos y pasivos, son además debidamente calibrados en el Centro Nacional de Metrología de Panamá (Cenamep AIP).

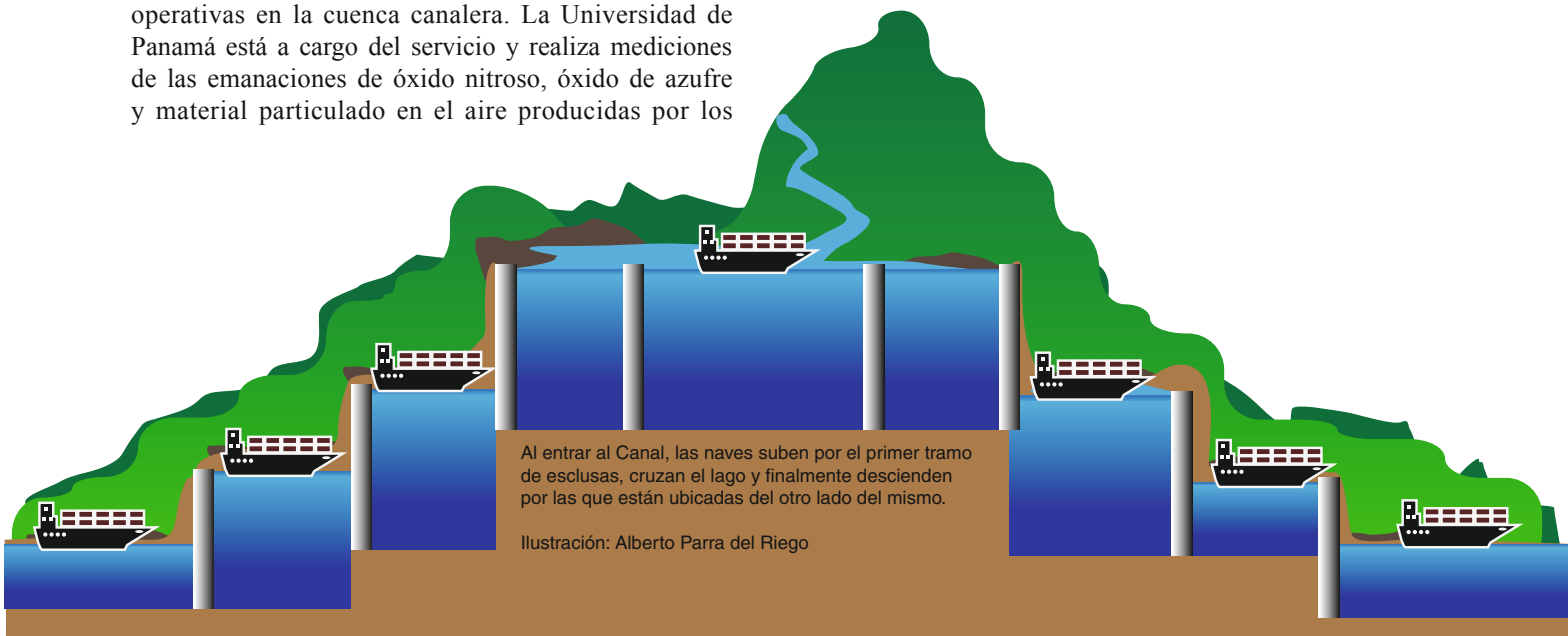
El personal asignado a esas tareas de monitoreo ha recibido formación técnica y capacitación por parte de institutos de investigación en el ámbito centroamericano y de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Todos los resultados obtenidos en las mediciones y hallazgos son puestos a disposición de la autoridad canalera.

A varios kilómetros de distancia de la sede de la ACP, la ingeniera Lourdes Sugasti, de la Universidad Tecnológica de Panamá, participa en un equipo de investigación científica relacionado con el estudio de la producción y absorción de CO_2 en suelo, en la isla de Barro Colorado, ubicada en la cuenca del Canal.

El potencial de suelos agrícolas, forestales y de pastoreo para actuar en la captura de CO_2 y como "sumideros" de carbono se analiza en diversas partes del mundo. El protocolo de Kyoto incluye como tales a suelos de pastoreo debido a que ocupan grandes extensiones y almacenan entre 200 Gt y 400 Gt de carbono (FAO, 2000). Los suelos de cultivo también son tomados en cuenta en la cuenca.

Sugasti detalló que en el trabajo se utiliza un analizador de gas y se obtiene la variabilidad espacial y estacional del CO_2 en la isla, rica en biodiversidad, que se formó cuando se inundaron esas áreas para crear el artificial Lago Gatún. El uso de cuatro cámaras cerradas y una portátil contribuyen a obtener datos para el análisis científico.

Sus equipos son debidamente calibrados en centros especializados en Estados Unidos.



Al entrar al Canal, las naves suben por el primer tramo de esclusas, cruzan el lago y finalmente descienden por las que están ubicadas del otro lado del mismo.

Ilustración: Alberto Parra del Riego

Foto: © jdross75 - Fotolia.com

La investigadora puntualizó que la concentración ambiental de CO_2 en un día normal en temporada lluviosa está entre 400 y 350 partes por millón, mientras que el flujo o respiración de CO_2 se estima entre los 5 y 16 micromoles en metros cuadrados por segundo. La temperatura desempeña un papel importante en el intercambio gaseoso y la actividad humana.

Sugasti prevé que la investigación permitirá entender el manejo del bosque que contribuye a generar el agua en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, y los efectos del cambio climático. En esa cuenca hay unos 1600 pequeños productores agropecuarios que son instruídos para no degradar la tierra y privilegiar cultivos de bajo impacto, como café y plátano, y la producción de miel.

Cenamep AIP privilegia la Metrología

Anselmo Araolaza, asesor científico del Cenamep AIP, afirmó que "sólo gracias a la Metrología se pueden considerar ciertos los datos cuantitativos suministrados a la ACP. Es necesario enfatizar que, mientras todos los instrumentos de medición involucrados hayan sido calibrados y mantenidos en estado de calibración en el tiempo, los resultados serán confiables".

"Estudiar los fenómenos ambientales, medir las variables de influencia basándose en la ciencia metrológica y con todo ello formular y proponer políticas de Estado para minimizar los daños al ecosistema, es una tarea fundamental", concluyó Araolaza.

David Carrasco (Panamá)

El sistema MNEA en el transporte

–Hola Alberto. Mira, ya tengo la reserva del sitio para acampar. ¿Tu viejo prestó el auto?

–Nos costó trabajo, Luis, pero lo logramos gracias a que va Laura, ya ves que es su consentida. Tuvo que prometerle que me vigilará como conductor designado.

–Todo cuesta. Las fechas de la reserva son las acordadas y quedaremos junto a la playa. ¿La quieres guardar?

-Sí, si quieres. ¡Qué curioso! —exclamó Alberto mientras leía la reserva—. Aquí dice que estaremos amparados por el sistema MNEA. ¿Sabes qué es eso?

–No lo había visto. Debe ser parte de la publicidad. Pero mira quién viene ahí… ¡El gran Matrix!

En efecto, un joven con gafas, delgado y de corta estatura, admirado por sus habilidades para el cálculo y la tecnología digital, a quien por ello sus amigos llamaban así cariñosamente, saludó como parte del grupo de vacacionistas.
–Hola, parece que estamos listos.

–Sí, creemos que está todo a punto. Por cierto, Matrix ¿sabes el significado de esto? —preguntó Alberto, señalando el texto de la reserva con las misteriosas siglas MNEA.

De inmediato Matrix consultó su *smartphone* donde, entre otras notas en internet, encontró una que se refería al MNEA como el sistema de la infraestructura para la calidad: Metrología, Normalización, Ensayos y Acreditación.

-¿Y eso qué es? —exclamó Luis.

Foto cedida por Cenam. Autor: Ruben J. Lazos

–Me parece que estos elementos trabajan juntos en un sistema —apuntó Matrix después de un momento de lectura. Y hablando mientras buscaba y leía continuó—: Entiendo que las normas se emiten para facilitar acuerdos entre partes interesadas, que su cumplimiento se verifica mediante ensayos, y éstos se apoyan en mediciones confiables. No entiendo bien el papel de la acreditación.

–¿Y cómo esto nos va a amparar durante nuestras vacaciones? No comprendo. ¿Crees que tu viejo pueda ayudarnos, Alberto? —preguntó Luis.

–Creo que sí. Entremos a casa, donde también podrán saludar a Laura —invitó Alberto, mirando de reojo el rubor súbito en la cara de Matrix.

Encontraron al papá de Laura y Alberto revisando los trabajos de sus estudiantes universitarios, de los cuales apartó su atención para responder afectuosamente a sus saludos.
–Hola jóvenes, ya saben que pueden contar con el auto.

–Gracias señor, Alberto ya nos había enterado —respondió Luis—. Ahora queremos plantearle una duda. Es sobre un sistema MNEA que, dicen, estará amparando nuestras vacaciones. Matrix ya encontró algo en internet, pero lo estamos entendiendo sólo a medias.

Una vez que el profesor escuchó los hallazgos de Matrix, decidió que lo mejor era ilustrar esos conceptos con un ejemplo.

–Empecemos con la compra de la gasolina para que se transporten en auto. La estación de servicio anuncia un precio por litro, por lo que al llenar el tanque conocemos el volumen despachado en el indicador del despachador de combustible. ¿Cómo nos cercioramos de que el volumen que nos entregaron es el que se indica? Bueno, no acostumbramos llevar un recipiente graduado para medir y comprobar el volumen recibido en cada compra. En este punto actúa, nos ampara, la regulación emitida por el gobierno con la finalidad de proteger a los consumidores, misma que especifica las tolerancias en el volumen despachado.

En muchos países aplica la especificación recomendada internacionalmente en cuanto a que el volumen realmente servido no puede variar por más del 0,5 % del volumen indicado en el despachador. Esto es, si el volumen indicado es de 20 L, el volumen de gasolina que debería recibirse no debe diferir más de 100 ml, de más o de menos. O sea, debería estar entre 19 900 ml y 20 100 ml. Esta disposición pretende promover la equidad de la transacción: dentro de estos límites y después de muchas transacciones, el que vende no debe dar menos en promedio y el que compra no debe recibir más, también en promedio —completó el profesor.

–¿Y por qué no despacha el volumen exacto de una buena vez? —interrumpió Luis.

Viendo el interés del joven de las gafas por participar, el profesor universitario animó a Matrix a continuar con la explicación.

–Bueno, creo que no es posible entregar un volumen exactamente de 20 L debido a los numerosos factores que afectan las mediciones, muchos de ellos incontrolables o peor aún, desconocidos; a la cuantificación de esta duda la llaman incertidumbre de la medida. Parece que la naturaleza impide realizar mediciones sin incertidumbre.

–Ahora lo entiendo; sin embargo, me sigo preguntando quién tiene la medida exacta —insistió Luis.

–Nos vamos entendiendo, —intervino el profesor. Los despachadores de las estaciones de servicio son verificados por unidades acreditadas que utilizan para ello medidas también de 20 L pero de mayor exactitud que el despachador. A su vez, estas medidas de los verificadores son contrastadas con otras de mayor exactitud aún, y sigue esta cadenita hasta llegar al patrón nacional de volumen de cada país. Según recuerdo, el patrón de volumen en México entrega 19,9997 L, con una incertidumbre de medida de sólo 0,8 ml; o sea, 0,0038 %. Noten que este valor es mucho menor que la tolerancia especificada.

–Un detalle muy importante —prosiguió el profesor— es reconocer que lo que interesa de los combustibles es la energía que pueden ofrecer al quemarse, más que su volumen. Así, de un litro de gasolina se obtienen alrededor de 35 MJ y de uno de diésel 37 MJ.

La unidad para medir la energía es el joule y su símbolo es J.
1 J corresponde aproximadamente a la energía requerida para elevar un metro una masa de 102 gramos, a nivel del mar, a velocidad constante y sin aceleraciones notables.
60 J es la energía eléctrica consumida cada segundo por una lámpara incandescente de 60 W.
1 MJ representa un millón de joules.
1 PJ -un Petajoule- equivale a 1×10^{15} J, esto es a mil millones de millones de joules.

Mientras tanto, Laura se había acercado silenciosamente al grupo y aprovechando un momento de silencio llamó la atención sobre la importancia que tienen la gasolina y el diésel para un país.

–Proveen la energía para hacer funcionar numerosas máquinas: motores para transportes terrestres, aéreos y marítimos, tanto de carga como de pasajeros, turbinas para

generar electricidad, motores para el trabajo agropecuario, etc. Para dar una idea de la importancia de estos combustibles en México, por ejemplo, según el *Balance Nacional de Energía 2015*, en ese año el consumo final total de energía en ese país fue de 5129,80 Petajoules (PJ), de los cuales 2246,40 PJ —correspondientes al 43,8 %— se utilizaron para el transporte. Ahora, del total de la energía consumida, poco menos de la mitad (2235,8 PJ) se obtuvo de la gasolina y el diésel. Tengo que agradecer a Matrix su ayuda facilitándome parte de esta información para mi trabajo del colegio —reconoció Laura.

Como profesor, el papá de Alberto y Laura dijo, resumiendo, que las normas metrológicas que refieren a instrumentos de medición contienen especificaciones para facilitar los acuerdos entre partes interesadas, ya se trate de la protección a la sociedad por parte del Estado o de convenios entre particulares; que el cumplimiento de dichas normas queda a cargo de laboratorios acreditados, es decir con competencias para desempeñar esos cargos formal y debidamente reconocidas; y todo ello soportado por mediciones confiables, cuyos resultados no dependan del laboratorio, de la persona o del instrumento utilizados para obtenerlos.

Matrix —callado desde el arribo de Laura— preguntó, visiblemente nervioso, si el sistema MNEA aplicaba a otros productos y servicios de transporte.

–Jovencito, estás en lo correcto —le aclaró el padre de sus amigos—. Las características de las carreteras, los límites para la velocidad, las dimensiones y peso de los transportes de carga, los horarios de las líneas aéreas, la seguridad de los vuelos, el espacio de los asientos, las emisiones vehiculares, el agua embotellada, los filtros solares, sólo como algunos ejemplos. Aunque hay situaciones en las que no aplica, como las emociones entre personas: es muy difícil medirlas y todavía más hacer normas para ellas.

Matrix hundió la cabeza y su cara se encendió aún más, ante las miradas comprensivas de sus amigos.

–Jóvenes, tengo que continuar la revisión de los trabajos de mis estudiantes y ustedes tienen que aprontarse para iniciar sus vacaciones. Ahora ya saben que lo harán confiando su transporte y otros aspectos al sistema MNEA.

–Y a Alberto, el conductor designado —remató Laura, mientras los acompañaba hasta la puerta.

Rubén Lazos (México)

Foto cedida por Cenam. Autor: Ruben J. Lazos

La carrera de los biocombustibles

Foto pista: © fotofuerst - Fotolia.com

–Pablo, a mi papá le regalaron cuatro entradas para la carrera de autos del próximo domingo —susurró Lucas a su mejor amigo, cuando salían del aula rumbo al primer recreo. Pablo frenó en seco, se dio vuelta, lo miró y lo abrazó.

–¿Y podremos ver los autos desde la tribuna? —preguntó con ansiedad.

Foto: © Laura Pashkevich - Fotolia.com

–Mejor todavía, ¡los pases que le dieron incluyen el acceso a boxes! —remató Lucas.

La espera de esa semana se hizo interminable. Y para atenuarla, cada día buscaron en Internet datos de la carrera, de cada equipo, de los pilotos y de sus autos. Lo que descubrieron los dejó pasmados: por primera vez en la historia del campeonato automotor nacional todos los competidores iban a probar un nuevo tipo de carburante, basado en los biocombustibles.

Foto: © jbd30 - Fotolia.com

–¿Los "bio" qué? ¿Qué son? ¿Un nuevo tipo de nafta? —se preguntaron.

Para entender de qué se trataba le pidieron más información a su profesor de Ciencias Naturales.

–No sé todos los detalles, pero sí recuerdo haber visto mucha información sobre ese tema en la página web del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de la Argentina. Podrían ir personalmente y pedir una entrevista con un técnico para que les explique —les contestó el profe—. Y hasta allí fueron Lucas y Pablo para entender más sobre el misterioso líquido que cargarían en sus tanques los autos de sus ídolos para la carrera del fin de semana.

Según les explicó el ingeniero químico Agustín Piccoletti, asesor del INTI para temas de Bioenergías, "los biocombustibles son aquellos que se obtienen a través de distintos procesos industriales usando

Foto: © babybamboostudio - Fotolia.com

como materia prima la biomasa en lugar de utilizar, como hasta ahora, el petróleo que se extrae del subsuelo".

Según el experto, la biomasa es toda aquella materia orgánica disponible en el ámbito natural. Desde árboles en pie a hojas secas, desde ramas de una poda a los restos de diversos cultivos y cosechas. También cuentan como biomasa para la fabricación de biocombustibles otros subproductos orgánicos, incluyendo el estiércol del ganado, algo que abunda

en los países con una economía agropecuaria como la de Argentina. En resumen, prácticamente todo lo que es de origen "verde". Hasta se puede utilizar como combustible el aceite comestible usado, ¡el que se empleó para freír en las cocinas de los restaurantes!.

Picoletti repasó con ellos un poco de historia y les explicó que el hombre "recurre a la biomasa como fuente de energía desde siempre. Al usar leña para cocinar, en un fogón, lo que se hace es transformar energía química en energía térmica. En el motor de un auto ocurre un fenómeno parecido: se transforma la energía química de las moléculas en energía mecánica, que sirve para mover el vehículo".

Pero lo cierto es que esa energía "acumulada" en la leña no está disponible en un formato que permita aprovecharla en forma eficaz. "Por eso es mejor someter a la leña (y a otras biomasas) a diferentes procesos industriales que permiten obtener biocombustibles que sí pueden ser transportados y aprovechados —por ejemplo en un motor de combustión— en forma mucho más eficiente y completa", completó.

Para todos los motores

Según les explicó Picoletti, "los expertos en energía categorizan a los biocombustibles en tres grupos, según su estado de agregación: biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiesel); biocombustibles sólidos (leña, briquetas, *pellets* y derivados); biocombustibles gaseosos (biogás y gas de síntesis)".

Por ahora, para impulsar camiones, buses y autos, ya sean de carrera o de calle, se usan básicamente los biocombustibles del tipo líquido.

Foto: © Thaut Images - Fotolia.com

El biodiesel, por su parte, se elabora como producto de una reacción química denominada transesterificacion, a partir de compuestos denominados lípidos que se encuentran en los aceites de diversas plantas— como la soja, la palma o el girasol— y se mezcla con diesel de petróleo para utilizarse en motores diesel.

Ambos productos , biodiesel y bioetanol, pueden utilizarse en forma directa como combustible para el motor de un auto, bus o camión pero, según el experto "por ahora —mayoritariamente en los países de América Latina— estos biocombustibles se agregan al diesel y la nafta tradicional, en porcentajes que varían entre un 12 % y un 20 %. Ese es el mismo porcentaje de ahorro de combustible basado en el tradicional petróleo".

Las autoridades correspondientes de cada país en el que se utilizan biocombustibles dictan reglamentos técnicos en los que establecen especificaciones de calidad a las que deben ajustarse los biocombustibles. En esas regulaciones se definen sus valores y tolerancias y se determina cómo y quiénes son los responsables de controlar la calidad de estos productos durante sus etapas de producción, mezcla y comercialización.

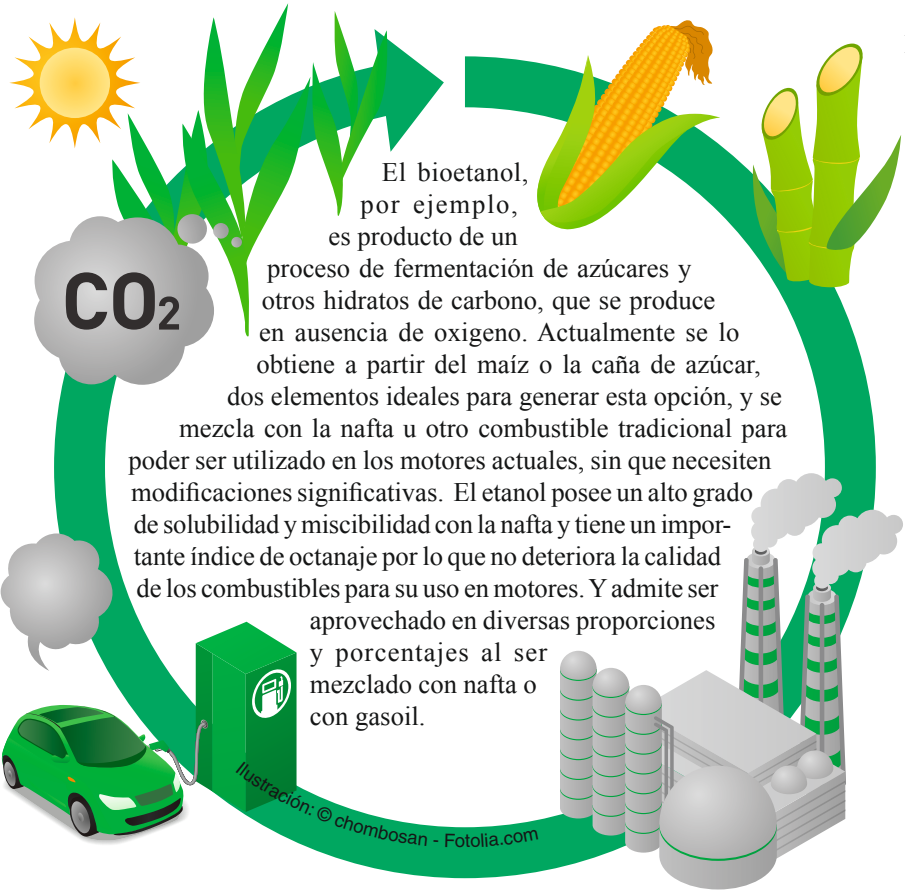


Ilustración: © chombosan - Fotolia.com

El bioetanol, por ejemplo, es producto de un proceso de fermentación de azúcares y otros hidratos de carbono, que se produce en ausencia de oxigeno. Actualmente se lo obtiene a partir del maíz o la caña de azúcar, dos elementos ideales para generar esta opción, y se mezcla con la nafta u otro combustible tradicional para poder ser utilizado en los motores actuales, sin que necesiten modificaciones significativas. El etanol posee un alto grado de solubilidad y miscibilidad con la nafta y tiene un importante índice de octanaje por lo que no deteriora la calidad de los combustibles para su uso en motores. Y admite ser aprovechado en diversas proporciones y porcentajes al ser mezclado con nafta o con gasoil.

Las propiedades químicas de los biocombustibles están fuertemente influenciadas por las propiedades de sus moléculas constitutivas, y se sabe que estas combinaciones mejoran una de las propiedades más importantes que los caracterizan para su utilización en motores: el índice de octanaje (en el bioetanol y la nafta) y el de cetanos, en el biodiesel. Si estos números son mejores, algo que se verifica con los biocombustibles, también aumenta la eficiencia del proceso de combustión y el rendimiento del motor.

Menor impacto ambiental

Hay que recordar que las emisiones de CO_2 en la atmósfera de la Tierra proceden de la oxidación del carbono presente en los combustibles durante la combustión. En condiciones óptimas, el contenido total de carbono del combustible se convierte en CO_2.

–Pero ¿qué se logra al combinar nafta con bioetanol y diesel con biodiesel? —le preguntaron los chicos.

–Disminuye significativamente el impacto ambiental —aseguró Piccoletti—. Al cambiar ese porcentaje de combustible de origen fósil por biocombustibles originados en biomasa de la naturaleza, se reduce —en forma global— el aporte global a la biósfera de gases como dióxido de carbono (CO_2) que son los responsables del calentamiento global, a través del llamado efecto invernadero.

El proceso es complejo, pero lo que ocurre con los biocombustibles es que ese CO_2 que se libera por el caño de escape de los vehículos que lo queman, ya no se origina en el petróleo formado hace centenas de millones de años y que permanece acumulado a miles de metros bajo la superficie terrestre. En cambio, el CO_2 que se agrega a nuestra atmosfera, proviene de las plantas. Estas han capturado CO_2 de la atmosfera para utilizarlo en sus procesos de fotosíntesis. Así se genera un ciclo del carbono completamente diferente que el tradicional, lo que permite un balance final en el que la cantidad total de moléculas de CO_2 presentes en la atmosfera de la Tierra se mantiene neutral, sin aumentar, como sí ocurre al utilizar el petróleo –les explicó el experto del INTI.

En resumen, a los amigos les quedó claro que si se fabrica y consume combustible originado en biomasa, el balance del dióxido de carbono en la atmosfera se mantiene sin cambios, mientras que si se recurre al petróleo aumenta la cantidad de CO_2 y eso alimenta el fenómeno del calentamiento global.

Entre los muchos artículos que Lucas y Pablo encontraron en la red sobre este tema, les llamó la atención un debate planteado ante el crecimiento de la demanda de biocombustibles. Es que para obtenerlos hay que plantar, por ejemplo, maíz. Y este cultivo compite, en tierra y recursos hídricos, con otros cultivos que son usados como base de la alimentación de millones de personas.

Ese tema lleva más de 20 años debatiéndose, pero muchos expertos afirman que ya está superado. ¿Cómo? Porque en lugar de usar maíz o caña de azúcar como materia prima para la elaboración de biocombustibles ya es posible recurrir a residuos de la industria forestal o al bagazo de caña de azúcar, aceite vegetal usado, restos de podas y otras fuentes de biomasa que actualmente se desechan o queman. Incluso se está experimentando con nuevos cultivos, como la jatrofa, que no es comestible y que, además, crece en lugares áridos, por lo que no compiten por las zonas y recursos agrícolas donde se planta trigo, maíz y otros productos que sí consume el hombre.

Ambos amigos fanáticos de las carreras, también supieron que todavía quedan algunos problemas por solucionar antes que el consumo de los biocombustibles aumente en forma acelerada. Según les explicó Picoletti “hay algunos procesos de fabricación para los que tenemos que considerar algunas mejoras. Por ejemplo, al fabricar bioetanol, aparece un subproducto, denominado vinaza que, si es desechado sin tratamiento, puede llegar a contaminar los cursos de agua por su alto contenido de carga orgánica”. Pero el experto confía en que nuevos desarrollos tecnológicos lograrán, en el corto plazo, solucionar estos inconvenientes. Y muy pronto la mayor parte de los combustibles que entrarán en el tanque de los vehículos provendrá de las plantas que nos rodean.

Después de conseguir información sobre el tema, Lucas y Pablo quedaron todavía más entusiasmados, esperando el momento de poder ver, desde muy cerca, la bandera a cuadros cuando diera la largada de la primer carrera de autos impulsados por biocombustibles.

Enrique Garabetyan (Argentina)

Glosario

1) **Miscibilidad**: Es un término utilizado en Química que refiere a la propiedad de algunos líquidos para mezclarse con otros en cualquier proporción, formando una solución homogénea.

2) **Octanaje**: El octanaje o número de octanos es un índice que mide la calidad y la capacidad de las gasolinas para evitar detonaciones y explosiones en los motores de combustión. Cuanto más elevado es, mayor puede ser la compresión de la mezcla de combustible y aire en el cilindro, en comparación con un combustible de menor octanaje. A efectos prácticos, un combustible de más octanos mejora el rendimiento y disminuye el consumo.

3) **Lípidos**: Los lípidos son moléculas orgánicas formadas por átomos de carbono e hidrógeno y, en menor proporción, oxígeno. Es un conjunto diverso y heterogéneo pero tienen en común ser insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos, como el éter, el cloroformo y el benceno, entre otros.

¡Tiempo de una aventura global!

Cada año, un grupo de jóvenes provenientes de diferentes países se embarcan, literalmente, en una aventura que les permite ser viajeros en el tiempo mientras se forman como líderes y estrechan lazos de amistad.

Para la aventura, organizada por el Gobierno de Japón, 120 jóvenes representantes de todos los continentes arriban a Tokio, capital de ese país, y luego de dos semanas inician un crucero junto a otros tantos jóvenes japoneses, recorriendo varios países. En cada edición del programa, representantes de uno o varios países de Latinoamérica son invitados a participar.

El Barco para Jóvenes Líderes del Mundo —conocido como SWY por su sigla del inglés, *Ship for World Youth Leaders*— recorre durante casi dos meses varios países en el océano Pacífico y les permite aprender sobre las culturas, experiencias de vida, aspiraciones y metas de las doce naciones visitadas.

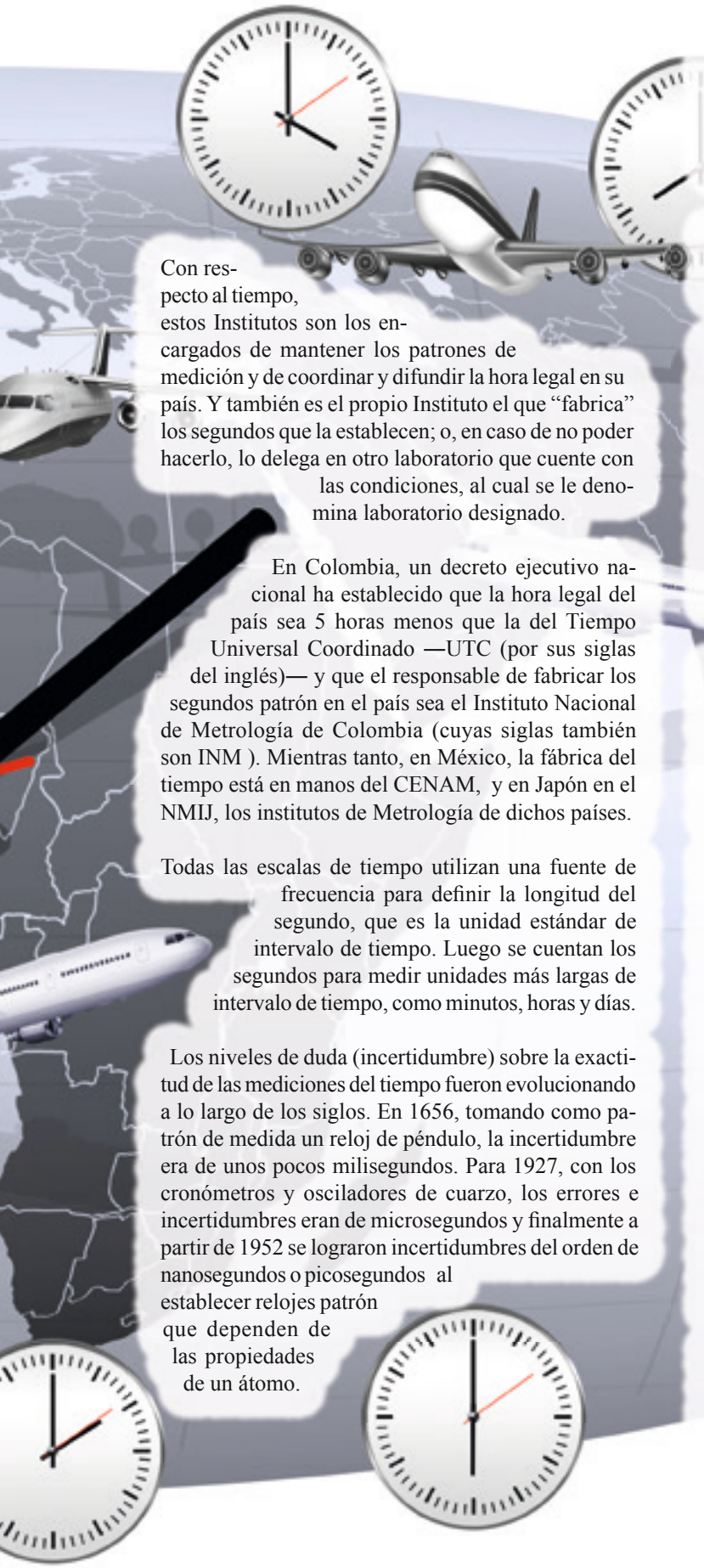
En la cultura japonesa, el uso del tiempo y la puntualidad se consideran componentes vitales en las relaciones sociales y son respetados y valorados en el trabajo, las comunicaciones, el comercio y, por supuesto, el transporte. En el SWY, cada día se sabe exactamente a qué hora estar en qué lugar y por cuánto tiempo se estará, y los horarios se cumplen con una rigurosa puntualidad.

Al viajar desde un lado del mundo al otro, recorriendo varios países y utilizando diferentes medios de transporte, es imprescindible coordinar las mediciones del tiempo y sincronizar relojes en varias oportunidades, para llegar puntuales a las actividades y para respetar horarios.

Tictac: midiendo el tiempo

El tiempo es una magnitud física íntimamente ligada con el transporte. Toda persona que viaja de un lugar a otro está pendiente de la hora de partida o de llegada de un trayecto, cualquiera que sea el medio de transporte que utilice : bus, avión o barco. El desarrollo de los medios de transporte trajo consigo la necesidad de coordinación y sincronización y esto implicó desarrollos en la forma como se mide el tiempo.

El primer paso para ponerse de acuerdo respecto a la medición del tiempo es usar la misma escala de medición. Ahora bien, a lo largo de los siglos, los Estados y los gobernantes han definido cuáles son los patrones de medida para su territorio y quiénes serán sus custodios. A fines del siglo 19, varios países se pusieron de acuerdo en qué patrones utilizar para medir determinadas magnitudes (incluyendo el tiempo como una de ellas), y qué tipo de organizaciones serían las encargadas de asegurar que las mediciones fueran correctas y comparables con las que se realizaban en los demás países. Estos institutos se conocen como Institutos Nacionales de Metrología (INM).



Con respecto al tiempo, estos Institutos son los encargados de mantener los patrones de medición y de coordinar y difundir la hora legal en su país. Y también es el propio Instituto el que "fabrica" los segundos que la establecen; o, en caso de no poder hacerlo, lo delega en otro laboratorio que cuente con las condiciones, al cual se le denomina laboratorio designado.

En Colombia, un decreto ejecutivo nacional ha establecido que la hora legal del país sea 5 horas menos que la del Tiempo Universal Coordinado —UTC (por sus siglas del inglés)— y que el responsable de fabricar los segundos patrón en el país sea el Instituto Nacional de Metrología de Colombia (cuyas siglas también son INM). Mientras tanto, en México, la fábrica del tiempo está en manos del CENAM, y en Japón en el NMIJ, los institutos de Metrología de dichos países.

Todas las escalas de tiempo utilizan una fuente de frecuencia para definir la longitud del segundo, que es la unidad estándar de intervalo de tiempo. Luego se cuentan los segundos para medir unidades más largas de intervalo de tiempo, como minutos, horas y días.

Los niveles de duda (incertidumbre) sobre la exactitud de las mediciones del tiempo fueron evolucionando a lo largo de los siglos. En 1656, tomando como patrón de medida un reloj de péndulo, la incertidumbre era de unos pocos milisegundos. Para 1927, con los cronómetros y osciladores de cuarzo, los errores e incertidumbres eran de microsegundos y finalmente a partir de 1952 se lograron incertidumbres del orden de nanosegundos o picosegundos al establecer relojes patrón que dependen de las propiedades de un átomo.

Las escalas de tiempo modernas, como la UTC, definen el segundo basado en un fenómeno de radiación usando un átomo de cesio, y por lo tanto los segundos patrón son producidos por osciladores de cesio. Los relojes modernos utilizan esta escala como base para medir el tiempo. Las escalas de tiempo anteriores, incluidas las versiones anteriores del UTC, se basaban en observaciones astronómicas que medían la frecuencia de la rotación de la Tierra.

Todos en sincronía

Cada medio de transporte debe estar sincronizado a la hora legal de su país a través de un sistema de control, con el fin de estar articulado con todo el sistema y armonizar el servicio con otras actividades internas y externas. En el caso de viajes internacionales, el medio de transporte también debe estar sincronizado a la hora del país de destino.

La sincronización del horario es también fundamental para evitar riesgos de accidentes cuando se deben organizar varios vehículos que transitan por un mismo espacio, como es el caso de trenes que corren por mismas vías, o aviones y barcos que deben transitar en simultáneo por determinadas rutas.

El sistema público de transporte en Japón es tan puntual que es muy fácil planificar un viaje entre varias líneas del subterráneo, o entre el metro y el *Shinkanzen* (tren bala), o el autobús y un avión. Para los jóvenes viajeros es imprescindible estar sincronizados para presentarse a tiempo a tomar el tren o el subterráneo que los llevará de un sitio a otro y respetar la puntualidad exigida para todas las actividades. Así que, para evitar confusiones o atrasar las actividades de todo el grupo, deben estar atentos y sincronizar los relojes cada vez que es necesario.

Pero hay otro tiempo que se debe sincronizar porque se desajusta y nos afecta cuando viajamos: es el tiempo interno de nuestros organismos, comandado por nuestro "reloj biológico". Si alguna vez has viajado de un país a otro, cambiando de huso horario, quizá hayas notado que durante los primeros días te despiertas con más cansancio o te cuesta dormir a tu hora usual pues sigues con energía y no logras conciliar el sueño.

Ilustración de fondo: © i-picture - Fotolia.com

Entre más distantes son los países, más difícil es lograr que el organismo se adapte a la hora local. Para quienes viven en Latinoamérica —ubicada en el hemisferio occidental de la Tierra— al viajar a países del hemisferio oriental el ajuste es de los mayores que deben hacerse; por ejemplo, la diferencia horaria entre Japón y Colombia es de 14 horas, y entre Japón y Costa Rica es de 15 horas.

Una hora para cada zona

En el siglo XIX, fue necesario establecer un sistema unificado de medir el tiempo por el alto desarrollo del transporte y las comunicaciones. Los husos horarios fueron la respuesta para tomar en cuenta los diferentes momentos en que distintas partes del mundo entran y salen de la luz del día. Si todo el planeta estuviera en un mismo huso horario, las 12:00 sería mediodía en un país y medianoche en otro país, pero una hora de la mañana en un tercer país y de noche en un cuarto.

Debido a la curvatura y la rotación de la Tierra sobre su eje, diferentes partes del mundo reciben luz en distintos momentos. Dada la velocidad de la rotación, la Tierra gira 15 grados cada 60 minutos. Por ello, se establecieron 24 husos horarios distintos, cada uno con una longitud de 15 grados.

Todos los husos horarios se definen en relación a un meridiano que se toma como meridiano de referencia internacional y que se le conoce también como meridiano cero. Desde 1884 se acordó que el meridiano cero es el meridiano de Greenwich, que recibe ese nombre por pasar por el Real Observatorio de Greenwich, ubicado en Inglaterra y haber sido el seleccionado durante la *Conferencia Internacional del Meridiano* que se realizó ese año.

Así, por cada huso horario al este (oriente) del meridiano cero, se suma una hora con respecto al primero, pero si nos encontramos al oeste (occidente) hay que restarla. Estas sumas o restas, se reflejan en la selección de la zona horaria cuando un usuario configura la hora local en su teléfono o televisor inteligente o en su computador personal, dado que debajo del nombre de cada ciudad se observan las siglas GMT (por sus siglas del inglés, *Greenwich Meridian Time*). En el caso de Bogotá, donde está localizado el INM de Colombia, se asocia el meridiano GMT – 05:00.

¡Es hora de sincronizarse!

Para los participantes de un programa como el SWY, el ajuste horario no termina al llegar a Japón. Durante el viaje en crucero por el Pacífico de este año (2017) los participantes visitaron Vanuatu, Fiji, Nueva Zelanda e Islas Salomón, ubicados en zonas horarias distintas. Esto implicó adelantar o retrasar relojes, incluso varias veces en la misma semana, para sincronizarse con la hora del país al que arribaran; y por tanto, esto significaba una hora más o una hora menos de sueño, según viajaran al este o al oeste.

Los cambios de hora son fáciles de hacer en un reloj, pero el cuerpo los toma con mayor dificultad. Los llamados relojes biológicos, de ritmos circadianos, son procesos metabólicos del organismo que alternan la actividad de las personas y otros seres vivientes. Tienen períodos de entre 20 y 28 horas, y regulan los momentos de vigilia y sueño.

El desfase horario, también conocido como *jet lag*, es una disrupción (interrupción) de ese ritmo circadiano, causado cuando el cambio en el tiempo y las señales de luz que recibe el cerebro hacen que este le indique al cuerpo que altere sus patrones normales de vigilia y sueño para ajustarse a su entorno. ¡Y a veces los cambios son fuertes!

Estos cambios físicos son similares a los que experimentan quienes pasan varios días durmiendo poco y en horarios irregulares. Para contrarrestar los efectos, se recomienda seguir un horario regular y destinar suficientes horas para dormir. De no manejarse bien, el desfase horario tiene un efecto negativo en el desempeño mental y físico de la persona que viaja.

Como ves, el tiempo y el transporte son temas interconectados, y medir el tiempo con exactitud es fundamental para que todas las actividades que dependen del transporte, como la industria, el comercio y el turismo puedan llevarse a cabo con eficiencia. También para aventuras como las de estos jóvenes viajeros que recorren espacios y tiempos, formando lazos de amistad para los que no hay escalas ni patrones de medida.

Liz C. Hernández y
Nelson Bahamón (Colombia).

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia en INM Colombia.
Foto: Alberto Parra del Riego

Señales del espacio exterior

Ilustración de fondo: © LightAndShare - Fotolia.com

Cuando queremos llegar a un lugar que no conocemos, lo primero que muchos hacemos es utilizar nuestro teléfono celular para ver el lugar exacto en un mapa. Inclusive podemos ver cuál es el recorrido que debemos hacer desde donde nos encontramos y cuánto tiempo nos tomaría llegar, según vayamos en auto o a pie. Y esto es posible gracias a señales que llegan desde el cielo. ¡Es increíble!

Seguramente a veces utilizas un taxi cuando es muy tarde como para volver en bus a tu casa y lo pides a través de una aplicación de tu teléfono celular; y tu taxista utiliza alguna de las aplicaciones que permiten ver el estado del tránsito para evitar las rutas congestionadas y no demorarte. ¿Cómo es posible esto? Gracias al receptor de señales de satélites que viene incorporado en nuestros *smartphones*.

Por si no lo sabías, si tu celular tiene activada la opción "ubicación", diversas aplicaciones pueden tener acceso a los lugares que visitas con frecuencia; incluso algunas permiten revisar el reporte de tu desplazamiento desde su sitio web. Para medir el tráfico, estas aplicaciones se basan en dos tipos de informaciones: primero, hacen un registro histórico de los viajes que realizamos todos los días y luego promedian cuánto se tarda un auto en llegar de un sitio a otro. Así, dependiendo de la hora y día, recopilan la información de los *smartphones* de usuarios que transitan usualmente por las vías.

Este es uno de los tantos usos que permite el Sistema de Navegación Global por Satélite, conocido como GNSS (por sus siglas del inglés, *Global Navegation Satelite System*) y que, asociado con la tecnología adecuada, podría estar siendo el punto de partida para mejorar el transporte en las ciudades.

Un GNSS es una constelación de satélites que transmiten rangos de señales utilizadas para el posicionamiento y localización de un objeto en cualquier parte del globo terrestre —ya sea en tierra, mar o aire— mediante la determinación de las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado. Actualmente hay tres de estos sistemas operativos a nivel mundial: el GPS (del inglés, *Global Positioning System*) que pertenece a los Estados Unidos; el GLONASS (del ruso, *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*) que pertenece a Rusia; y el llamado *Galileo*, de la Agencia Espacial Europea. China, por su parte, espera tener operativo su sistema llamado *BeiDou Navegation Satellite System* para el año 2020.

¿Cómo funciona el sistema de navegación por satélite?

La determinación de las coordenadas geográficas de una ubicación se realiza con un dispositivo conocido como receptor GNSS. Este equipo recibe una señal de un

satélite (emitida por su reloj atómico) y, dado que la velocidad de esa señal es conocida, empleando el tiempo que la onda tarda en llegar mide la distancia que lo separa del satélite que emitió la señal. Así, el satélite indica que el receptor se encuentra ubicado en un punto sobre la superficie de la Tierra, en una esfera de igual radio respecto a la distancia hasta dicho receptor y centro en el mismo satélite.

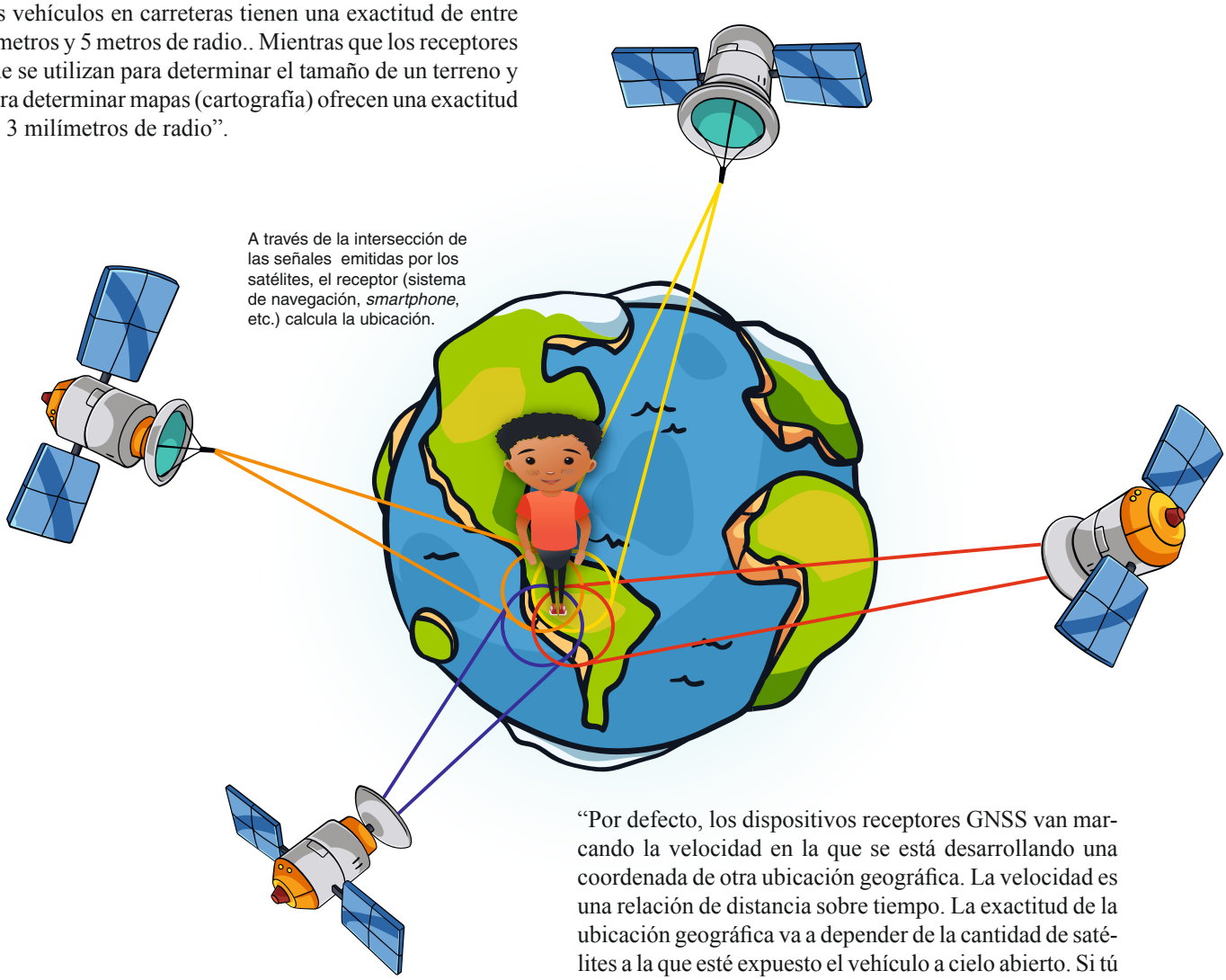
El proceso se repite con tres satélites más y mediante geometría se calcula la posición del receptor sobre la Tierra. Con tres satélites se puede hacer el cálculo de la posición, y al conocer un cuarto punto de referencia se puede eliminar el error de sincronismo de los relojes.

Hay diversos aparatos receptores de GNSS que ofrecen distintos niveles de exactitud. Según José Ramírez —quien trabaja en el Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad (Inacal) de Perú— "los celulares tienen alrededor de 10 metros de exactitud. Los equipos que se utilizan para determinar la velocidad de los vehículos en carreteras tienen una exactitud de entre 3 metros y 5 metros de radio.. Mientras que los receptores que se utilizan para determinar el tamaño de un terreno y para determinar mapas (cartografía) ofrecen una exactitud de 3 milímetros de radio".

El GNSS y el control de la velocidad de vehículos

El GNSS también es utilizado para verificar y controlar la velocidad a la que viajan los vehículos de transporte de carga o de pasajeros dentro de un territorio.

En Perú, la Sutran (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías) utiliza una aplicación informática que le permite verificar y controlar, en forma electrónica, la velocidad de todo tipo de vehículos de pasajeros que tienen permiso de viajar de manera interprovincial por carreteras, incluso los turísticos, y aplicar las multas respectivas cuando sobrepasan el límite permitido. El sistema se basa en dispositivos incorporados a los vehículos: un receptor GNSS capta, mientras están a cielo abierto, las coordenadas de su ubicación geográfica; y un módem (chip o tarjeta SIM) con capacidad de transmitir datos, transmite esas coordenadas.



A través de la intersección de las señales emitidas por los satélites, el receptor (sistema de navegación, *smartphone*, etc.) calcula la ubicación.

Los satélites están provistos de relojes atómicos, los cuáles emiten señales de radio sincronizadas a un receptor.

"Por defecto, los dispositivos receptores GNSS van marcando la velocidad en la que se está desarrollando una coordenada de otra ubicación geográfica. La velocidad es una relación de distancia sobre tiempo. La exactitud de la ubicación geográfica va a depender de la cantidad de satélites a la que esté expuesto el vehículo a cielo abierto. Si tú tienes la distancia y el tiempo con una exactitud satelital, por lo tanto, la velocidad que te genera el dispositivo es solamente un cociente", explica el director de la Oficina de Tecnología de esta entidad, Juan Huertas.

Ilustración planeta y satélites: © taw4 - Fotolia.com
Ilustración persona: © HaveZein - Fotolia.com

Según fuentes oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú, de acuerdo con las mediciones realizadas entre los años 2007 y 2016, las principales causas de los accidentes de tránsito fueron los excesos de velocidad (31,50 %) y la imprudencia del conductor (27,39 %). Por tipo de accidente, en un 60 % la causa es por choque; sin embargo, para que éste se produzca, antes debe haber un exceso de velocidad.

Importancia de la calibración de receptores

Desde el año 2015, según explica Ramirez, para las mediciones de velocidad con GNSS (o sea, para el sistema de fiscalización electrónica) dicho Ministerio ha fijado un margen de tolerancia de 10 km/h. Esto quiere decir que si la velocidad máxima permitida a un bus de pasajeros es 90 km/h, se considerará una infracción si la velocidad es de 101 km/h o mayor, y se le aplicará una multa. Por eso es tan importante asegurar que la medición de la velocidad de los vehículos que transitan por carretera sea correcta y confiable, y para ello es esencial que los receptores estén bien calibrados.

La calibración de un receptor se realiza mediante la comparación de la lectura de posición en un sistema de posiciones con coordenadas conocidas, denominados puntos fijos. Este sistema de puntos fijos es determinado y monitoreado usando receptores de mejor exactitud, conocidos como estaciones de referencia. A éstas se les calibra la base de tiempo, usando como patrón un reloj atómico (patrón nacional de tiempo), asegurando así la trazabilidad de la lectura de los receptores GNSS al Sistema Internacional de Unidades.

Pero ¿qué sucedería si en algún momento se bloquea uno de estos sistemas de posicionamiento? Según Ramírez, no debería haber problemas puesto que los sistemas GNSS funcionan como una radio y en frecuencias distintas; por ende, muchos receptores son multifrecuencia y pueden leer más de un sistema GNSS. El receptor satelital de los *smartphones* de última tecnología ya es multifrecuencia.

Ramírez también aclara que a la fecha (octubre 2017) no existe ninguna entidad que se encargue de calibrar los receptores de GNSS en Perú, ni en la región. Por ello, Inacal está preparándose para ofrecer este servicio, el cual se prevé que esté listo para fines de 2017 o inicios del 2018.

Efectos en la reducción de accidentes

En 2016, el promedio de excesos de velocidad fue de 105,37 km/h y para lo que va del año 2017 es de 105,13 km/h. “Ese promedio debe bajar", alerta Huertas, pues según cifras oficiales de Ginebra, Sociedad Global de Seguridad Vial (por sus siglas en inglés, GRSF), “si tú reduces en 5 km/h el promedio de excesos de velocidad, tu porcentaje de colisiones puede bajar más o menos 18 % y tu porcentaje de lesiones entre 15 % y 20 %. Entonces se reducen también los muertos y heridos. En el Perú, solo el 2,43 % de accidentes de tránsito ocurren en vías nacionales, sin embargo, son los que generan el 25,79 % de la mortalidad y 10,32 % de heridos por accidentes”, agregó el experto.

Lo ideal sería que este sistema de fiscalización pudiera ser incorporado en las zonas urbanas donde se producen 40 veces más accidentes que en carreteras, debido a que también afecta la productividad.

El objetivo de la Sutran es que, a través de esta herramienta de fiscalización electrónica de velocidad por GNSS es reducir el porcentaje de accidentes en vías nacionales ya que cada punto que se logre reducir tiene un alto impacto en la reducción de muertos y heridos por accidentes. En Perú, donde el PBI per cápita es de US$ 6000 (según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática), el costo de una vida que se pierde por accidentes de tránsito tiene un costo social de US$ 420 000, según el método del Programa Internacional de Evaluación de Carreteras - IRAP (por sus siglas del inglés, *International Road Assesment Programme*).

¿Cuánto cuesta el tiempo que perdemos por el tráfico?

El especialista en industria automotriz, tráfico y movilidad urbana, Willard Manrique, analizó el efecto del tráfico en la ciudad de Lima y comentó recientemente al diario La República que “si consideramos que una persona con el sueldo mínimo gana por hora laboral 3,54 soles y demora en promedio dos horas o más para ir a su trabajo y para retornar a su hogar, podemos inferir que puede estar perdiendo un tiempo valorizado en 7,08 soles diariamente; o 212,4 soles al mes”.

Según Ramirez, el uso del GNSS podría resolver el problema del tráfico en las ciudades. “Si algunos autos compartieran la información de posicionamiento y velocidad de sus receptores GNSS a una central controlada por la autoridad de transporte, se podrían hacer más fluidas las calles que estén atoradas; por ejemplo, a una vía que esté libre, modificarle los semáforos para que hagan fluir el tránsito. Los vehículos con receptores GNSS enviarían su señal a una central y ésta enviaría otra señal para modificar los semáforos en un tiempo razonable. Así, los semáforos cambiarían su frecuencia según el tráfico”. explica.

Está claro que así como nos hemos vuelto cada vez más dependientes de nuestros *smartphones* y sus aplicaciones, también dependeremos cada vez más de señales del espacio exterior para saber dónde estamos y hacia dónde vamos.

¡Quién lo hubiera dicho!

Raquel Tineo (Perú)

¿Cómo se garantiza la seguridad de los aviones?

Cuando un avión llega sano y salvo a destino la primera mirada de agradecimiento de los pasajeros suele estar destinada a los pilotos. En realidad, si bien tienen un papel importante en el desarrollo del vuelo, existen numerosas áreas que intervienen a lo largo de la cadena que conforma la seguridad del transporte aéreo.

¿Pensaste alguna vez qué hace a los aviones seguros? Ya desde su concepción la seguridad está implícita en el diseño de la aeronave; abarca una serie de procesos que culminan (pero no terminan) con el vuelo en línea e incluye a técnicos que se encargan del mantenimiento y las reparaciones, controladores que guían a los pilotos y vigilan el tráfico aéreo, auxiliares de vuelo, inspectores y demás personal de seguridad.

El buen funcionamiento de un avión, en realidad, depende de numerosos factores. De acuerdo con el portal *Hispaviación*, estos son: la redundancia de sus sistemas críticos, la robustez de la estructura de la aeronave, su resistencia frente a los efectos de la fatiga de los materiales y tolerancia a los daños externos, la fiabilidad de funcionamiento de los sistemas, la efectividad de los sistemas de aviso y de detección de anomalías, el establecimiento de intervalos de mantenimiento programado que garantice la detección a tiempo de cualquier problema y la mejora continua durante los años que dure la fabricación de cada modelo de avión.

El principio de redundancia se basa en garantizar que, frente a posibles desperfectos en el funcionamiento de un equipo o sistemas, exista otro que asuma sus funciones. Así, instrumentos de vuelo como los indicadores de velocidad y altitud, o los sistemas de comunicaciones, se encuentran incluso triplicados en la cabina de los pilotos.

En lo que hace a la estructura de los aviones, los materiales que se empleen deben garantizar que pueden soportar ciertas cargas máximas. Las alas, por ejemplo, suelen soportar alrededor de tres veces el peso del avión (3G) y cargas de rotura de 4,5 G, límite hasta el que no se permiten deformaciones estructurales ni roturas.

Recordemos que las aleaciones de aluminio con las cuales se construyen las alas de los aviones están sometidas a fuerzas o cargas. El fabricante debe conocer las características del material y diseñar la pieza de manera tal que cualquier deformación resultante no sea excesiva y no se produzca la rotura.

En vuelo, son las alas las que soportan todo el peso del avión, por lo que tienden a curvarse hacia arriba por un efecto combinado del peso y la sustentación, en contrapartida de lo que sucede en tierra. Eso lleva a que el manual de mantenimiento del avión marque bloques de horas de vuelo tras los cuales es necesario hacer un examen exhaustivo de la estructura.

La sustentación es definida como la fuerza desarrollada por un perfil aerodinámico moviéndose en el aire, ejercida de abajo hacia arriba, y cuya dirección es perpendicular al viento relativo y a la envergadura del avión. Es una de las cuatro fuerzas principales que actúan sobre un avión en vuelo, y que son peso, empuje (o tracción) y resistencia, además de sustentación.

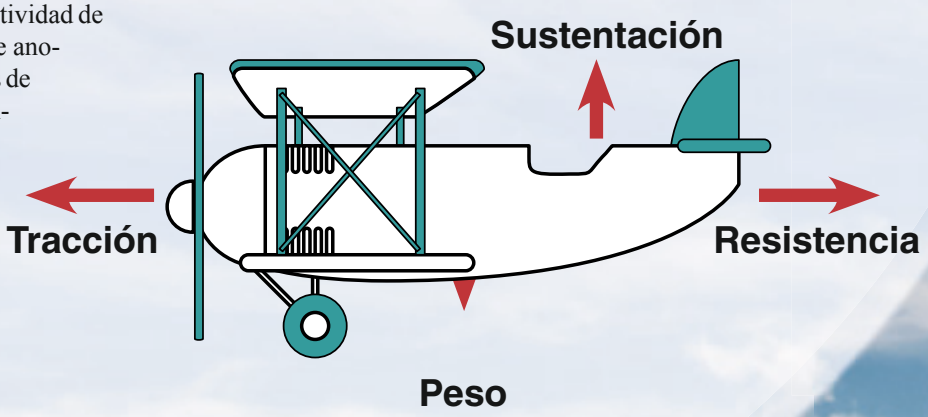


Ilustración aeroplano: © Jemastock - Fotolia.com

Estas cuatro fuerzas actúan en pares; la sustentación es opuesta al peso, y el empuje o tracción a la resistencia.

Con respecto a los controles, otro tanto sucede con el motor. El avance de la tecnología del motor a reacción ha hecho posible que el de un *Boeing 767* deba ser revisado cada 30 000 horas de vuelo, una enormidad en comparación con el motor a pistón del *DC-3* que requería revisión cada 500 horas.

Todas las aeronaves, piezas y equipos aeronáuticos que se fabrican en el mundo deben construirse conforme a las normas técnicas, y validarse siguiendo un único sistema de certificación definido por la autoridad aeronáutica correspondiente. Hay poco más de dos docenas de países cuya industria es capaz de diseñar y fabricar aviones comerciales.

En la Argentina, a mediados de los años 90, el organismo regulador en aeronavegabilidad reconoció al INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) como el organismo competente primario para efectuar la calibración de los equipos, aparatos, instrumentos de medición y medidas materializadas utilizados en fábricas de productos aeronáuticos, por operadores de productos aeronáuticos y en talleres aeronáuticos de reparación.

Reconoció además las calibraciones realizadas por otros laboratorios, entre ellos los del Servicio Argentino de Calibraciones (SAC) creado por el INTI. Se trata de una serie de laboratorios cuyo objetivo es brindar a la industria la posibilidad de calibrar sus propios instrumentos y realizar sus mediciones en laboratorios cuya competencia técnica está asegurada, que los patrones de referencia utilizados sean trazables al Sistema Internacional de Unidades SI y los certificados e informes emitidos sean técnicamente válidos.

Mediciones y calibraciones

La trazabilidad (propiedad de un resultado de medición de estar relacionado a referencias establecidas llamadas patrones de medida) en las calibraciones de los equipos y herramientas aeronáuticos es indispensable para poder asegurar la condición de aeronavegabilidad de una aeronave. Recordemos que la trazabilidad es la capacidad de relacionar los resultados de una medición individual a patrones nacionales o internacionales mediante una cadena ininterrumpida de comparaciones (la cadena de trazabilidad).

El Laboratorio de Ensayos y Calibraciones del Taller Aeronáutico de Reparaciones de la línea de bandera argentina, *Aerolíneas Argentinas* (AR), ingresó al SAC en 2004 y hoy es reconocido en la comunidad metrológica y aeronáutica.

"Entre las diversas tareas que desarrollamos, tenemos como responsabilidad gestionar todas las calibraciones de nuestros equipos y herramientas, al igual que el programa de calibraciones. También somos los encargados de dar cumplimiento a las políticas de calidad y seguridad de la empresa en lo que a calibraciones respecta, y de asegurar el cumplimiento de los requisitos de la autoridad aeronáutica, la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), en lo relativo calibraciones de equipos y herramientas. Y también es nuestra misión asegurar la trazabilidad de las mediciones que se realizan para determinar la aeronavegabilidad de los productos aeronáuticos que procesa el taller de reparaciones", dice Agustín Elizondo, jefe de Ingeniería de Calidad de AR.

Elizondo señala que las calibraciones son importantes tanto en el proceso de fabricación como cuando la aeronave está operando en el servicio regular, debiendo garantizarse un alto nivel de confiabilidad y seguridad a lo largo de toda la vida útil del avión.

¿Por qué son tan importantes las calibraciones y la trazabilidad cuando se fabrica un avión? "Tal vez pueda comprenderse su importancia si se tiene en cuenta, por ejemplo, que durante el proceso de fabricación y ensamblaje de un *Boeing 737* (uno de los modelos de aeronaves operadas por AR) se emplean más de 367 000 partes, que vienen de cientos de proveedores, de 21 países distintos. Imagínense la importancia de que las piezas al momento de ser ensambladas hayan sido producidas con mediciones precisas. Cualquier error de medición puede implicar que una pieza no pueda ser ensamblada con la otra y de ahí los problemas asociados", explica el especialista.

Y es que en el armado de este tipo de aeronaves todo está cronometrado. Para llegar al objetivo final que es fabricar 1,5 aviones por día, las líneas de montaje y fabricación de este tipo de aviones

Fotos "Cabina Avión" y "Turbinas": Silvana Demicheli
Ilustración fondo de página: Alberto Parra del Riego

operan bajo procesos muy refinados. En el caso del *B737* por ejemplo, se cuenta con una línea de ensamblaje móvil cuyo desplazamiento continuo debe ser en promedio de 5,8 cm por minuto. Las demoras se traducen en pérdidas.

Otro ejemplo de la importancia que tienen las calibraciones es el izado o instalación del motor una vez que se realiza su mantenimiento, una de las tareas consideradas como más críticas en términos de seguridad.

"Entre las cosas que verificamos, es el correcto torqueo de los bulones de fijación. En el caso de los motores *CFM56-7* que equipan a nuestros *B737*, dos montantes los unen al avión, con solo cuatro bulones de fijación cada una. De ahí la importancia de verificar que estos bulones no queden flojos ni sobretorqueados", explica Elizondo.

De más está decir la importancia de mantener calibradas y trazables las herramientas que se emplean en ese proceso, como por ejemplo los torquímetros y dinamómetros, utilizados para el torqueo de los bulones y la verificación de la carga en las eslingas (sistemas de poleas) de izado de los motores.

"El motor cuelga de 8 bulones, y es necesario tener los equipos calibrados para garantizar que el torque aplicado a tuercas y bulones que sujetan el motor sea el requerido por el fabricante en el manual de mantenimiento de la aeronave", señala.

Pensá que esto es sólo un ejemplo. Uno de peso, sí. Pero el taller de AR cuenta con más de 5500 equipos y herramientas, así que imagináte la amplitud de la tarea.

Después de leer esta nota tal vez entiendas con más claridad porqué la trazabilidad en las calibraciones de los equipos y herramientas aeronáuticos es indispensable para poder asegurar la condición de aeronavegabilidad de una aeronave. Todo eso requiere, sin duda, de capital humano capacitado, entre ellos, técnicos aeronáuticos, electrónicos, mecánicos, ingenieros y personal administrativo.

Un mundo de gente, mediciones y calibraciones, para que puedas volar tranquilo.

Taller de mantenimiento y reparación de aviones Hangar 3 de Aerolíneas Argentinas, en la planta industrial de Ezeiza. Foto cedida por INTI

Soberanía y mediciones

Hacia fines de los años 80, la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) estableció que las aerolíneas comerciales que sobrevolaran su territorio debían recibir mantenimiento en talleres aeronáuticos con trazabilidad al *National Institute of Standards and Technology* (*NIST*), instituto de Metrología de ese país.

Eso representó un desafío para los Institutos Nacionales de Metrología de Iberoamérica como Inmetro (de Brasil), INTI (de Argentina), CEM (de España). En la práctica, significaba que los aviones no podían ser reparados en los Institutos de esos países, sino que debían ser mantenidos en talleres de los Estados Unidos. Para resolver esta dificultad el INTI envió al NIST patrones en las magnitudes de longitud, masa y presión, para su reconocimiento. En paralelo, se iniciaron gestiones con dicho Instituto, que concluyeron en 1994 con la firma de un Acuerdo (*Acuerdo de Cooperación técnica en las Ciencias de Medición en Física, Química e Ingeniería*).

El Pulqui y una tradición aeronáutica

En la década de 1930 la Argentina ocupó el sexto puesto a nivel mundial en la construcción de aviones de reacción con tecnología propia. En 1912, junto con el inicio de la aviación militar, algunos civiles comenzaron tímidamente y con escasos recursos el montaje de talleres aeronáuticos. Durante ese período se elaboraron montantes, costillas, alas y fuselajes completos, lo que se tradujo en la fabricación de aeronaves completas para la exportación al Uruguay.

Pero la base de la industria aeronáutica argentina se consolidaría con la creación de la Fábrica Militar de Aviones en 1927 de la mano del ingeniero Aeronáutico Francisco de Arteaga, en la ciudad de Córdoba. Allí, años después, se construyeron una gran cantidad de aviones como los emblemáticos *Calquín*, *Huanquero*, *Guaraní-GII*, *Pucará*, *Pampa*, como así también los motores a partir de los lingotes de metal provistos por nuestras fábricas metalúrgicas. En 1947 tuvo lugar el vuelo del primer avión propulsado por un motor a reacción de Sudamérica, el *Pulqui I.*

Diferentes situaciones llevaron a la transformación de esa empresa, cuya tradición recae hoy sobre la Fábrica Argentina de Aviones Brigadier San Martín S.A (FAdeA), empresa aeronáutica que en los últimos años ha potenciado las capacidades de fabricación de aeroestructuras para el mercado civil y el militar.

Claudia Mazzeo (Argentina).

Ilustración turbina: © Staratel - Fotolia.com

¿QUÉ SABES SOBRE NEUMÁTICOS?

En días de lluvia, al conducir pueden producirse situaciones inesperadas que provocan la pérdida de control del vehículo. Además de reducir la velocidad y aumentar la precaución en el manejo, el control de los neumáticos es un punto de suma importancia para prevenir accidentes. Y la Metrología es la aliada clave para lograrlo.

El *aquaplanning*, una especie de *surfing* a alta velocidad, es un fenómeno que se produce en los vehículos al pasar por charcos o agua acumulada sobre las rutas. Las ruedas se "elevan" del suelo, el timón no responde, los frenos y el acelerador tampoco, y el conductor pierde totalmente el control del vehículo. Pero ¿qué es lo que lo ocasiona?

Ocurre cuando se combinan la baja presión de los neumáticos y la acumulación de agua bajo los mismos. Los neumáticos con presión baja tienen dos efectos que promueven el *aquaplanning*: por un lado, cuanta menos presión en las llantas, más ancha será el área que tiene contacto con la pista (camino, ruta, calle), lo que facilita que una cuña de agua se introduzca debajo; por otro lado, si la presión del neumático es baja, el perfil de la llanta muestra una cavidad en la parte central, que acumula el agua en el centro y dificulta la expulsión por los costados.

Otro fenómeno peligroso en días de lluvia es el típico "patinazo" en pavimento mojado que se produce aun conduciendo a baja velocidad y con los neumáticos inflados a la presión correcta. También se pierde el control del vehículo y puede ocurrir el "giro en trompo". En este caso, la principal causa es el desgaste en la cocada, el dibujo en la banda de rodadura. Cuando la profundidad del dibujo es menor a la especificada (mínimo 1,6 mm) pierde la adherencia a la superficie de la pista, el neumático no puede expulsar el agua que se acumula debajo de él y las ruedas resbalan.

El estado de los neumáticos y el uso de la presión correcta en los mismos son cuestiones fundamentales para quienes conducen vehículos como medida de precaución para evitar accidentes, aunque no siempre se les considera con el detalle y atención necesarios.

En los controles periódicos que se deben realizar a los neumáticos se utilizan instrumentos que deben estar en correctas condiciones para asegurar que los valores que señalan también sean los correctos.

Sobre estos temas consultamos a dos expertos que forman parte del equipo humano del Centro Nacional de Metrología de Panamá AIP (Cenamep AIP): el profesor ingeniero Anselmo Manuel Araolaza Rodríguez y el metrólogo José Kuruc.

Foto auto rojo: © Kim - Fotolia.com

Efectos de la presión de inflado de los neumáticos

"En la utilización de los neumáticos de los vehículos automotores las mediciones más importantes se confían a instrumentos de medida", según nos explicó el profesor Araolaza Rodríguez.

La presión de inflado de los neumáticos, por ejemplo, debe controlarse con frecuencia. La mayoría de los automóviles modernos tienen especificada la presión correcta en una etiqueta en el marco de la puerta del conductor.

La presión del aire del neumático se mide con el instrumento llamado manómetro. Pero ¿qué ocurre si el instrumento no está calibrado o, lo que es lo mismo, si la indicación del instrumento no está asegurada?

"Una presión de inflado diferente a la establecida por el fabricante de los neumáticos y de los vehículos, como consecuencia de medirla con un manómetro descalibrado, puede tener efectos nocivos. Considerando una velocidad de marcha de 90 km/h, una presión de 100 kPa más baja que la recomendada por el fabricante aumenta la distancia de frenado de 40 m a 45 m.

La presión baja somete al material del neumático a deformaciones anormales y, en consecuencia, a esfuerzos mecánicos que comprometen su resistencia; además de que se recalientan al rodar y pueden producirse daños irreparables. Un 20 % de baja en la presión reduce un 20 % la vida útil del neumático y el vehículo aumenta el consumo de combustible durante su marcha. La alta velocidad de marcha incrementa mucho estos efectos", explicó el experto.

Una presión alta, por otra parte, produce un desgaste desparejo, mayor en el centro de la banda de rodadura; esto reduce la adherencia con suelo seco y el vehículo puede patinar y descontrolarse, pues el área de contacto con el suelo es menor que con la presión normal especificada. Adicionalmente, una presión alta disminuye su vida útil y también puede producir el estallido del neumático.

En tanto, la profundidad de las ranuras de los dibujos de la banda de rodamiento se mide mediante calibres de profundidad, aunque actualmente todos los neumáticos también tienen indicadores TWI (por sus siglas del inglés, *Tread Wear Indicators*) que permiten verificar la profundidad del dibujo sin instrumentos especiales.

"La alineación de las ruedas se realiza mediante equipos diseñados especialmente para medir los ángulos de la geometría de las ruedas, es decir: paralelismo, convergencia o divergencia y ángulo de caída. Una alineación correcta permite conducir en línea recta, sin desvíos involuntarios hacia la izquierda o derecha; incide también en un menor consumo de combustible, produce un desgaste parejo de las bandas de rodadura y permite una mayor vida útil de los neumáticos", agregó el experto.

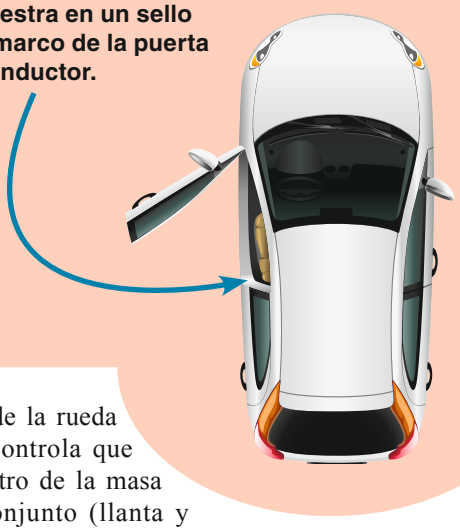
Destacó, de igual manera, el control conocido como balanceo de las ruedas. En ese caso "se utiliza un equipo que mide vibraciones (acelerómetro). Se colocan pequeñas masas —generalmente de plomo— fijadas en la peri-

Unidades de presión y sus factores de conversión

	Pascal	bar	N/mm²	kp/m²	kp/cm²	atm	Torr
1 Pa (N/m²) =	1	10^{-5}	10^{-6}	0,102	$0{,}102 \times 10^{-4}$	$0{,}987 \times 10^{-5}$	0,0075
1 bar (10N/cm²) =	10^{5}	1	0,1	10200	1,02	0,987	750
1 N/mm² =	10^{6}	10	1	$1{,}02 \times 10^{-5}$	10,2	9,87	7500
1 kp/m² =	9,81	$9{,}81 \times 10^{-5}$	$9{,}81 \times 10^{-6}$	1	10^{-4}	$0{,}968 \times 10^{-4}$	0,0736
1 kp/cm² =	$9{,}81 \times 10^{4}$	0,981	0,0981	10000	1	0,968	736
1 atm (760 Torr) =	101325	1,01325	0,1013	10330	1,033	1	760
1 Torr (mmHg) =	133,32	0,0013332	$1{,}3332 \times 10^{-4}$	13,6	$1{,}36 \times 10^{-3}$	$1{,}32 \times 10^{-3}$	1

Tabla: Alberto Parra del Riego
Manómetro: © corepics - Fotolia. com

La presión de inflado recomendada para un vehículo por lo general se muestra en un sello en el marco de la puerta del conductor.



Desgaste de los neumáticos

Desgaste en ambos lados
Baja presión

Desgaste en el centro
Alta presión

Desgaste desparejo de las cocadas
Baja presión

Desgastes laterales
Mala alineación

feria de la rueda y se controla que el centro de la masa del conjunto (llanta y neumático) coincida con el eje de rotación y que la rueda no vibre. De este modo, los elementos mecánicos de las ruedas sufren menos "fatiga" y, tanto ellos como los neumáticos, tienen una mayor vida útil".

Con la Metrología al volante

El metrólogo Kuruc, por su parte, detalló que "la Metrología apoya a los fabricantes de instrumentos y a los usuarios en general, para realizar las comparaciones o calibraciones periódicas de los instrumentos, con el fin de saber cómo se comportan". Calibrar, en términos prácticos, es la comparación de un instrumento de medición con otro mejor (patrón).

Manifestó que Cenamep AIP trata de sensibilizar a las entidades del Estado sobre la importancia de la Metrología, así como del hecho que los equipos de medición deben estar calibrados. Los manómetros de las estaciones de servicio, y los de uso personal, deben mantenerse verificados por el organismo competente, siguiendo los lineamientos establecidos en la Recomendación Internacional R 23, de la Organización Internacional de Metrología Legal, de la cual Panamá es miembro adherente.

Es importante que se calibren los instrumentos de medida relacionados con la seguridad pública y que tengan visible un sello de identificación para que el usuario pueda enterarse si ese instrumento está calibrado o verificado. "Cuando el consumidor tenga la posibilidad de exigir certificados de calibración o verificación metrológica (en el caso de instrumentos reglamentados), va a poder hacer valer sus derechos ante la autoridad competente o el prestador del servicio cuando se involucren mediciones", explica el metrólogo.

En Panamá, con un clima de lluvias frecuentes, se debería conducir a bajas velocidades, prestando atención a la indicación de velocímetro del vehículo para no excederse de una velocidad segura. Pero también, contemplando aspectos de seguridad, se debería poder asegurar al público que todos los instrumentos de medición relacionados con el control y mantenimiento de los neumáticos operen correctamente.

Ya que de lo contrario, más que prevenir accidentes estaremos —sin saberlo— provocándolos.

¿Sabías qué...?

- La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre un área.
- La presión atmosférica se mide con un instrumento llamado barómetro.
- En el Sistema Internacional de Unidades la presión se expresa en una unidad derivada que se denomina Pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton (N) actuando uniformemente en un metro cuadrado (m^2).
- En el sistema anglosajón de unidades, la presión se expresa en libra por pulgada cuadrada o psi (del inglés, *pound-force per square inch*) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.
- A nivel del mar la presión atmosférica tiene un valor de 101 300 Pa = 1 atm.
- La presión disminuye con la altura. A 15 000 metros se reduce a prácticamente la décima parte de su valor a nivel del mar.
- Los neumáticos de camiones llevan estampados dos valores de presión: vacío y plena carga. Por eso el control de carga de esos vehículos, con básculas (balanzas) de gran porte, es importante para fijar la presión de inflado. (Algunos automóviles asiáticos pequeños también indican ambos valores, pero en el propio vehículo).
- En el caso de los aviones, es obligatorio inflar los neumáticos con nitrógeno para prevenir el estallido y posterior incendio, por ejemplo, en un aterrizaje de emergencia.

Eva Montilla (Panamá)

Neumático: © Julydfg - Fotolia.com
Auto blanco: © antoniobanderas - Fotolia. com

A todas luces

De los faroles de aceite a la luz láser, la iluminación de los autos ha recorrido un largo camino. La seguridad y la estética se conjugan dando por resultado luminarias que son el fiel reflejo de la tecnología de una época.

"La noche no trae nada bueno", decía la abuela Mercedes, cuando el más joven de la casa, tras pasar todo el sábado metido en su habitación, pedía prestado el auto a su padre para salir junto con la última campanada nocturna que marcaba el reloj de péndulo del living comedor.

El comentario era entonces intuitivo pero, a juzgar por los datos disponibles hoy, bien podríamos decir que doña Mercedes estaba en lo cierto. Un trabajo del Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI)[1], titulado Las *horas más peligrosas* indica que en la Argentina los accidentes de tránsito se triplican durante la noche, siendo la franja horaria más comprometida la que va desde las 0:00 hasta las 6:00, donde ocurren el 64 % de los accidentes de la jornada. El exceso de velocidad, el cansancio o el sueño, y el mal estado de los caminos suelen ser las causas más citadas, pero también ocupa un papel protagónico la iluminación, o más bien su ausencia; una calle o carretera falta de iluminación se vuelve seis veces más peligrosa que otra iluminada, según ese informe.

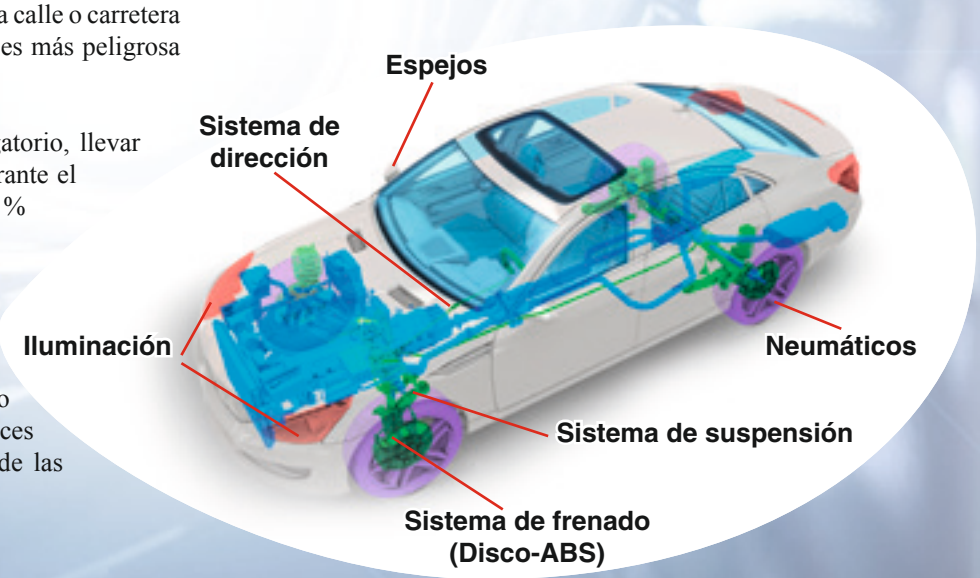
Aunque en muchos países no es obligatorio, llevar encendidas las luces de circulación durante el día reduce en 12 % los choques, en 20 % las lesiones y en 25 % las defunciones, de acuerdo con un informe de la Organización Mundial de la Salud que analiza las consecuencias de los choques de auto en tránsito[2]. El dato no es nada despreciable: sólo con que los vehículos enciendan las luces podrían dejar de producirse el 25 % de las muertes diurnas en las arterias y rutas.

Luz y seguridad

En la Argentina, una ley[3] que regula el tránsito establece que todo vehículo —fabricado en el país o importado— para poder ser librado al tránsito público debe cumplir, entre otras cosas, con condiciones de seguridad activas y pasivas.

Ambas tienen por finalidad proteger la vida de las personas, pero mientras que los elementos considerados de seguridad activa contribuyen a proporcionar una mayor eficacia y estabilidad al vehículo en marcha —y en la medida de lo posible, evitar accidentes— los de seguridad pasiva tienen por objeto reducir al mínimo los daños que se pueden producir cuando el accidente es inevitable. Las luces, el sistema de frenado, los neumáticos, forman parte de la seguridad activa. Por su parte, los cinturones de seguridad, los *airbags*, los apoyacabezas, son elementos de seguridad pasiva.

Eso significa que cuando una fábrica automotriz quiere sacar un nuevo modelo al mercado debe demostrar que las luces (y otras partes de seguridad) cumplen con los protocolos y regulaciones internacionales.



El organismo responsable de realizar los ensayos para verificar si esto sucede en la Argentina es el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). En ese aspecto, la tarea no es nada simple ya que en varios modelos suele haber más de 17 faros con diferentes características, además de toda la iluminación interior.

Los técnicos llaman luminarias a las luces traseras y delanteras de los vehículos. Una luminaria está compuesta por

[1] CESVI. *Seguridad vial. Horarios de accidentes. Las horas más peligrosas.*
[2] OMS, *Informe Mundial de los traumatismos causados por el tránsito.*
[3] Ley de Tránsito N° 24.449, artículo 28.

Foto de fondo (luces de auto): © REDPIXEL - Fotolia.com

Ilustración auto: © Christoph Burgstedt - Fotolia.com

el faro (unidad que contiene la lámpara, que es el elemento que genera luz), el reflector (la parte plateada del faro) y el difusor, que suele ser de policarbonato.

En el Laboratorio de Luminotecnia del INTI se realizan ensayos que contemplan principalmente la lámpara y el faro propiamente dicho. En las mediciones se emplea un instrumento llamado luxómetro, que es un detector de silicio que mide la iluminancia o nivel de iluminación, que se define como el flujo luminoso que incide sobre una superficie.

También verifican la posición de las luces, existiendo regulaciones según las cuales las luminarias instaladas en los vehículos tienen que tener una relación respecto al eje del auto, para asegurarse que la luz llegue al borde del mismo; también que esté en determinada altura y en todas las direcciones, y que alcance ángulos específicos. Para ello se realiza lo que se denomina metrología dimensional del vehículo.

Los autos y los vehículos de carga deben contar con los siguientes sistemas y elementos de iluminación: 1) faros delanteros, de luz blanca o amarilla (no pueden ser más de dos por par, y tienen luces de alta y baja); 2) luces de posición (delanteras de color blanco o amarillo, traseras de color rojo, laterales de color amarillo); 3) luces de giro intermitentes (de color amarillo); 4) luces de freno traseras (de color rojo); 5) luz para la patente trasera; 6) luz de retroceso (blanca); 7) luces intermitentes de emergencia; 8) sistema de destello de luces frontales.

Está prohibido utilizar faros diferentes a los establecidos por ley, salvo hasta dos luces “rompenieblas” y, sólo en caminos de tierra, faros “buscahuellas”.

Algunos vehículos deben incluir luces adicionales. Entre ellos, los camiones con acoplado, las grúas, los destinados al transporte de pasajeros, los vehículos de bomberos, ambulancias y policiales, y la maquinaria especial (auxilio, recolección y reparación).

De la lámpara de aceite al láser

Tal vez te resulte sorprendente saber que las luces de los autos no fueron siempre como las que ves hoy. Aunque te cueste imaginarlo, los primeros automóviles empleaban faroles con velas, candiles de petróleo o aceite (como los que se usaban en la calle). En realidad, era el mismo mecanismo de iluminación que el utilizado entonces por los carruajes de tracción animal.

“Una noche de luna llena aporta una visibilidad que puede acercarse a un nivel de iluminación del orden de medio lux. Con esos coches teníamos algo equivalente, es decir, servían para que los que estaban caminando pudieran ver que llegaba un vehículo, más que el vehículo pudiera ver un objeto que estaba enfrentado”, dice el ingeniero Eduardo Yasan, a cargo del Laboratorio de Luminotecnia en el Centro de Investigación y Desarrollo de Física del INTI, en Buenos Aires.

En 1885, con el automóvil de motor de combustión, se pasó a las lámparas de gas y luego a las bombillas incandescentes. Éstas, además de aumentar la potencia luminosa y la durabilidad, volvían más fácil el mantenimiento en relación con sus predecesoras. No obstante, tenían poco flujo luminoso, entendido este como la medida de la potencia luminosa percibida.

Fue necesario esperar hasta 1960 para recibir a los faros halógenos que, con un alcance superior a los 100 metros de distancia, marcaron un nuevo estándar para el automóvil. Aún hoy siguen utilizándose en muchos modelos.

“Utilizaban gases combinados que eran halogenuros de yodo; permitían una mayor temperatura de funcionamiento y a su vez una recombinación de la evaporación del tungsteno sobre la parte más caliente que era el propio filamento, lo que les daba mayor vida. En condiciones normales de funcionamiento llegaban hasta 2000 horas de vida, pero en los autos ese lapso se acortaba a causa de las vibraciones”, señala Yasan.

Led, láser y faros adaptativos

La evolución siguió su curso y, en 1991, aparecieron las ópticas de xenón que aportan una iluminación todavía más potente, cansando menos la vista. Pero el verdadero punto de inflexión en la evolución de los faros surgió en el año 2000, con las luces de led .

Los ledes proporcionan aún mayor alcance, ofrecen una duración muy superior y ayudan a sumar otro aspecto, el que ha sido llamado la vertiente estética. Por la libertad que otorgan, se están convirtiendo en fuente de inspiración

Ilustración auto rojo: © Yuri Schmidt - Fotolia.com

para los diseñadores, porque permiten dibujar imágenes luminosas "a la carta".

"La ventaja del led es su alta eficiencia. Si la lámpara incandescente tenía 10-12 lúmenes por cada watt de consumo, la de xenón alcanzaba el doble —20 lúmenes por cada watt consumido—, y ahora los ledes llegan a los 180 lúmenes por cada watt consumido. Eso significa que tenemos mucha más luz a igual potencia", agrega Eduardo Yasan.

Recordemos que la diferencia entre el lux (unidad de iluminancia) y el lumen (unidad de flujo luminoso) consiste en que el primero toma en cuenta la superficie sobre la que el flujo luminoso se distribuye. Por ejemplo *1000 lúmenes, concentrados sobre un metro cuadrado, iluminan esa superficie con 1000 lux. Los mismos mil lúmenes, distribuidos sobre 10 metros cuadrados, producen una iluminancia de sólo 100 lux*[1].

"Respecto a los avances de la tecnología aplicada a iluminación automotriz, en los últimos años hemos visto un gran progreso con la implementación de los faros de xenón, los faros direccionales que se activan según el movimiento del volante, la tecnología led y la implementación de los DRL (*Daytime Running Lights*) que en nuestro mercado son obligatorias desde 2014", dice el ingeniero Alan Joel Alemani, especialista en Iluminación y Carrocería para *Focus* y *Ranger* de *FORD* Argentina.

"Lo importante en la iluminación de un vehículo es proveer al conductor de la máxima visibilidad posible, sin perjudicar la visibilidad de los demás conductores que circulan en su entorno", agrega Alemani.

En tal sentido, las automotrices han implementado nuevas funcionalidades como las luces adaptativas. "Según la situación de manejo que se presente, el auto cambia de manera automática de luces bajas a luces altas, maximizando así el campo de visión; por otra parte, cuando se detectan vehículos acercándose de frente, retorna a luces bajas para evitar el encandilamiento", explica.

El desarrollo de la tecnología led ha permitido profundizar el concepto de iluminación adaptativa. "Los vehículos analizan los patrones de movimiento de volante, velocidad y posición del GPS para detectar, por ejemplo, un cruce de calles y ampliar lateralmente el campo de iluminación a fin de visualizar obstáculos en los laterales", señala Alemani. Otras fábricas, como *BMW* y *AUDI*, apuestan a las luces láser que, según dicen, amplificarían por dos el rango de visión de los ledes, alcanzando al menos los 600 metros de distancia. Como ya anunció una de ellas en un comunicado de prensa, en la cuarta temporada del *i8*, refiriéndose a su deportivo híbrido, "*las luces láser aparecen como la nueva opción al led, poniendo a la noche tan cerca del día cómo nunca antes se había visto*".

"En realidad, la luz emitida por el faro no es láser, sino que dentro del faro existe un láser que genera un haz de luz azul. Esa luz azul es direccionada hacia pequeños espejos que la reflejan a una lente con fósforo (fosforescente). El fósforo, a su vez, al reaccionar por la luz que lo incide, emite una intensa luz blanca que es proyectada a través de un reflector y una lente", dice Alemani. La principal ventaja de los láseres, frente a los ledes, es que son más eficientes, ya que consumen menos y emiten más luz. "Además, al ocupar menos espacio, se flexibilizaría el diseño de los faros, permitiendo el desarrollo de nuevas funcionalidades", señala.

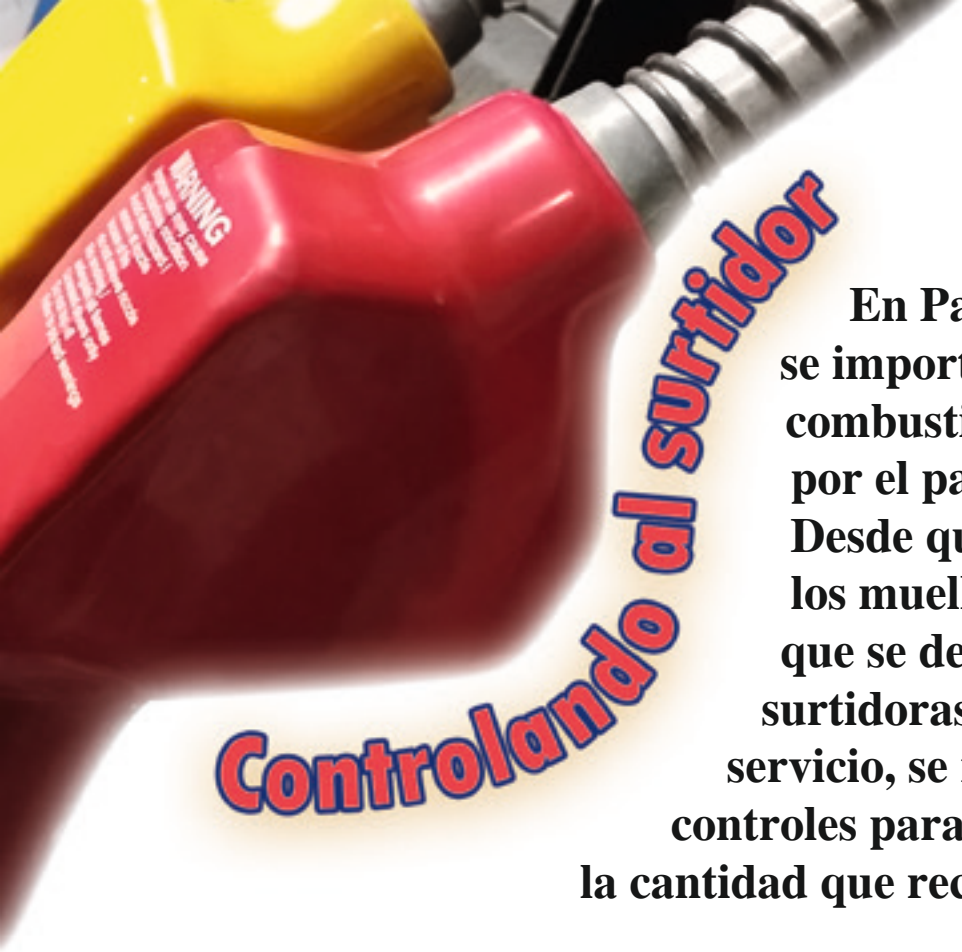
Por el momento es una tecnología costosa. El tiempo dirá si prospera, y si la iluminación de los vehículos podrá finalmente emular la luz natural del día.

Cuando eso suceda, la preocupación por la oscuridad de la abuela Mercedes, probablemente quede archivada en el baúl de los recuerdos.

Claudia Mazzeo (Argentina)

Los técnicos llaman luminarias a las luces traseras y delanteras de los vehículos. Una luminaria está compuesta por el faro, el reflector y el difusor, que suele ser de policarbonato.
Foto: Silvana Demicheli

[1] https://es.wikipedia.org/wiki/Lux



Controlando al surtidor

En Paraguay se importa el 100 % de los combustibles fósiles utilizados por el parque automotor. Desde que llega en barcazas a los muelles de descarga hasta que se despacha en máquinas surtidoras de estaciones de servicio, se realizan una serie de controles para asegurar la calidad y la cantidad que reciben los usuarios.

–¡Vas muy bien así Ramón! Al llegar a la próxima esquina pon el guiño, disminuye la velocidad y entra a la estación de servicio —le indicó su padre—. Debemos cargar combustible, revisar el aceite y controlar la presión de los neumáticos, así mañana puedo llevarte a rendir el examen para la licencia de conductor con la camioneta en perfecto estado.

Tras varias clases y salidas de domingos por la tarde bajo la guía de su padre, y munido de un permiso especial para aprender a manejar, Ramón ya había aprendido a controlar la camioneta, estacionarla perfectamente y el significado de todas las señales de tránsito. Siguió todas las indicaciones y entró despacio a la estación, pero dudó sobre a cuál surtidor dirigirse.

–Estaciona aquí y abre el capot así controlamos el nivel de aceite —le indicó—. Preguntaré si podrán atendernos, porque veo que están haciendo algo en los surtidores. Y mientras Ramón acomodaba el vehículo, se dirigió a los empleados—: Buenas tardes. ¿Podremos cargar nafta?

Fotos surtidores: Silvana Demicheli

–Si puede esperar, en unos minutos volveremos a despachar —le contestó el encargado—. En este momento están los inspectores del INTN controlando los surtidores.

–¿Qué están controlando? —quiso saber Ramón, que se había acercado al grupo.

–Somos técnicos del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrologia de Paraguay, responsables de controlar los surtidores en todas las estaciones de servicio del país —le contestó uno de ellos, mientras guardaba sus instrumentos. Y al ver que Ramón lo escuchaba con curiosidad continuó—: Para asegurar la calidad del combustible que llega a los consumidores, el INTN realiza muchos controles. En Paraguay importamos el 100 % de combustibles fósiles utilizados por nuestro parque automotor. Los primeros se realizan cuando los combustibles llegan a los muelles de descarga y se los almacena en los tanques de diferentes plantas de almacenamiento. Llegan en barcazas, por el río Paraguay. Más tarde se realiza un nuevo control de la carga en los camiones cisterna que los trasladan hasta las estaciones de servicio; se controlan al menos una vez cada año, en un puesto especial de verificación de camiones cisterna del INTN.

–¡Cuántas revisiones! —comentó Ramón.

–Ah, pero eso no es todo —se entusiasmó el técnico—. Como el combustible recibido por las estaciones de servicios es vendido por medio de máquinas surtidoras, hay que asegurar que las mismas cumplen con ciertos requisitos; hay normas que indican cómo deben ser construidas y cómo deben operar. Son propuestos por una organización que se llama OIML (la Organización Internacional de Metrología Legal). Así que también nos ocupamos de hacer un control del modelo del surtidor cuando se importa o fabrica en el país, además de controlarlos cada vez que se reparan o sufren algún tipo de modificación. Finalmente, también hacemos una inspección periódica, como ésta que estamos haciendo ahora, para controlar su buen funcionamiento.

El papá de Ramón, ingeniero en computación, le aclaró también que todo esto es importante porque la máquina expendedora tiene que poder medir con precisión el volumen despachado y calcular simultáneamente el precio total a pagar, en base al precio unitario por litro.

–Cada surtidor debe abastecer el combustible de manera estable y precisa, independientemente del rango de caudal para el cual fue diseñado —comentó—. Y para hacerlo correctamente cada equipo tiene, además de las bombas y mangueras, un microprocesador y sensores en su interior que le permite medir estas cifras y transmitirlas en forma segura.

–Efectivamente —agregó el técnico del INTN—. Antiguamente, un medidor solamente, emitía señales de pulsos por vuelta del medidor. Hoy en día, en el lugar de colector de pulsos el medidor ya tiene instalado el mecanismo calculador o convertidor de pulso a volumen despachado y envía el dato a una unidad CPU central, transformando dicha información en señales electrónicas encriptadas. Todos esos detalles, de cada modelo de surtidor que se va a utilizar en el país, son verificados e inspeccionados por el Departamento de Aprobación de Modelos, que opera bajo la dirección de la Unidad de Metrología Legal del Instituto.

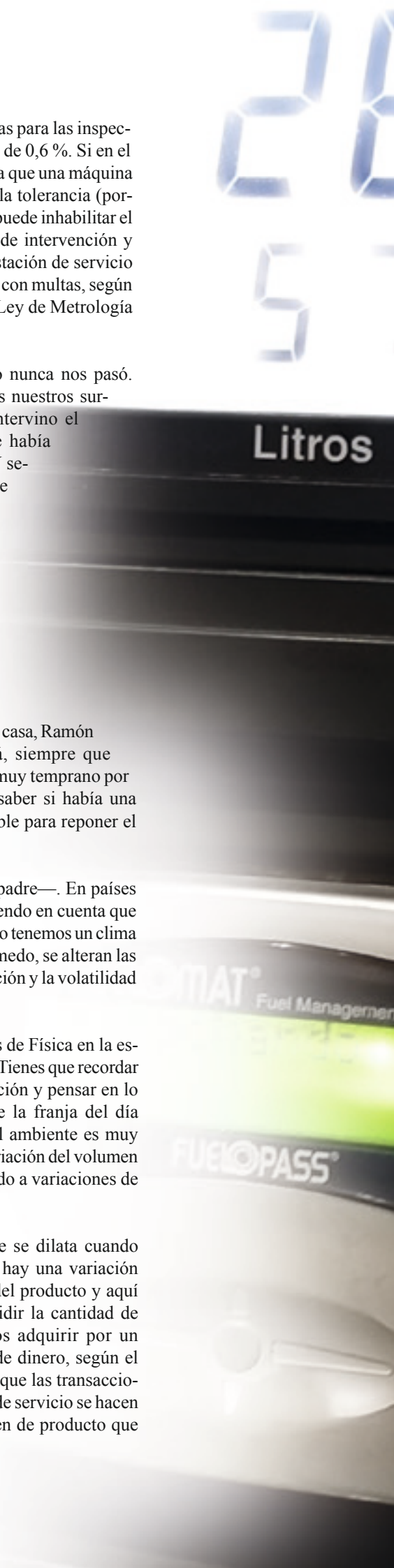
–Pero, en la inspección que hicieron hoy, ¿cómo saben si la máquina funciona bien o no? —quiso saber Ramón.

–Para comprobar el desempeño de la máquina —explicó el inspector— hacemos dos descargas de combustible al que llamamos medidor patrón de 20 litros: una descarga a su máximo caudal y la otra a su caudal mínimo. En la mayoría de los casos los surtidores tienen caudales máximos de hasta 75 litros por minuto y un caudal mínimo de 5 litros por minuto. Existen algunos diseñados especialmente para camiones de gran porte que poseen grandes depósitos o tanques de almacenamiento y que pueden abastecer hasta 120 litros por minuto.

–Y ¿qué pasa si los surtidores no cumplen con lo reglamentado? —quiso saber Ramón.

–Bueno, las tolerancias para las inspecciones periódicas son de 0,6 %. Si en el proceso se comprueba que una máquina expendedora excede la tolerancia (porcentaje) admitida, se puede inhabilitar el surtidor con un acta de intervención y el propietario de la estación de servicio puede ser sancionado con multas, según lo establecido por la Ley de Metrología de Paraguay.

–Pero a nosotros eso nunca nos pasó. Acá siempre tenemos nuestros surtidores en regla —intervino el encargado—, que se había mantenido callado. Y señalando uno de ellos le indicó a Ramón—: ¿Por qué no acerca la camioneta hasta aquí, así cargamos el tanque?



El mejor horario

Mientras regresaban a casa, Ramón recordó que su papá, siempre que podía, cargaba nafta muy temprano por la mañana. Y quiso saber si había una hora más recomendable para reponer el combustible.

–Sí —le contestó su padre—. En países como el nuestro, teniendo en cuenta que durante casi todo el año tenemos un clima cálido, caluroso y húmedo, se alteran las condiciones de dilatación y la volatilidad del combustible.

¿Recuerdas tus clases de Física en la escuela? —continuó—. Tienes que recordar el concepto de dilatación y pensar en lo que ocurre dentro de la franja del día en la que el calor del ambiente es muy intenso. Esto es, la variación del volumen del combustible debido a variaciones de la temperatura.

Como el combustible se dilata cuando sube la temperatura, hay una variación en el volumen final del producto y aquí es donde entra a incidir la cantidad de energía que podemos adquirir por un determinado monto de dinero, según el momento del día. Ya que las transacciones en las estaciones de servicio se hacen en función al volumen de producto que despachan.

Por supuesto, la regla general es que a mayor variación de temperatura, tendremos una mayor variación en la densidad final del producto. Como en Paraguay se usa tanto combustible diésel como gasolinas de diferente octanaje también hay que recordar que cada uno de ellos tiene un comportamiento particular frente a esta situación. En concreto, la densidad de las gasolinas (o naftas) presenta variaciones significativas con la temperatura.

Además, es importante tener en cuenta otro parámetro que las caracteriza: su volatilidad. ¿Recuerdas que es la característica o facilidad del producto para evaporarse? Este parámetro se acentúa cuanto menor sea la presión y mayor la temperatura, que es lo que ocurre principalmente en épocas de intenso calor.

–Entonces, ¿qué conviene? —quiso saber Ramón.

–Conviene pasar por la estación de servicio en las horas más frescas. Pero sobre todo, estar atento al sello que te mostró el inspector, así estás seguro que el surtidor fue controlado. Me parece que ya es hora de ir volviendo a casa. ¿Estás listo para seguir?

Jorge L. Parra (Paraguay)

Créditos

Editorial:
Laboratorio Tecnológico del Uruguay - LATU

Director de la revista:
Alexis Valqui (por PTB)

Comité Editorial:
Ricardo A. Casallas, INM - Colombia; Juan Carlos Castillo, IBMETRO - Bolivia; José Dajes, INACAL - Perú; Gabriela de la Guardia, CENAMEP - Panamá; Silvana Demicheli, por LATU - Uruguay; Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador; Ileana Hidalgo, LACOMET - Costa Rica; Fernando Kornblit, INTI - Argentina; Ruben J. Lazos Martínez, CENAM - México; Lucelly Mora Arias, INM - Colombia; Luis Mussio, OIML - Francia; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Marcela Prendas, LACOMET - Costa Rica; César Riveros, INTN - Paraguay; Claudia Santo, LATU - Uruguay; Silvio F. Santos, INMETRO - Brasil; Alexis Valqui, por PTB - Alemania

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

Comité de Redacción:
Silvana Demicheli (por LATU, Uruguay); Alberto Parra del Riego (PTB, Alemania); Alexis Valqui (por PTB, Alemania); Jasson Clarke (Costa Rica); Enrique Garabetyan (Argentina); Claudia Mazzeo (Argentina).

Secretaría Técnica:
Silvana Demicheli (por LATU)

Apoyo logístico:
Ricarda Stüwe (PTB)

Redacción:
LATU
Avenida Italia 6201.Montevideo. Uruguay. CP 11500
(00598) 2601 3734

Revisores:
Anselmo M. Araolaza Rodríguez, CENAMEP AIP - Panamá
Nelson Bahamón Cortés, INM - Colombia
Ricardo A. Casallas, INM - Colombia
Juan Carlos Castillo, IBMETRO - Bolivia
José Dajes, INACAL - Perú
Gabriela de la Guardia, CENAMEP AIP - Panamá
Silvana Demicheli, por LATU - Uruguay
Eugenio Duprat, INTN - Paraguay
Rolando Espejo Bobarín, IBMETRO - Bolivia
Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador
Liz C. Hernández Forero, INM - Colombia
Fernando Kornblit, INTI - Argentina
Ruben J. Lazos Martínez, CENAM - México
Victor M. Loayza, INMETRO - Brasil
Lucelly Mora Arias, INM - Colombia
Maykol Jesid Morales, INM - Colombia
Luis Mussio, OIML - Francia
Jorge L. Parra, INTN - Paraguay
Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania
Marcela Prendas, LACOMET - Costa Rica
Esther Santamaría, CENAMEP AIP - Panamá
Claudia Santo, LATU - Uruguay
Alexis Valqui, por PTB - Alemania
Daniel Volpe, LATU - Uruguay
Shigeru Yano, INTN - Paraguay

Autores y colaboradores por artículo:
- **La Física a 200 km/h.** Autor: Jasson Clarke (Costa Rica). Colaboración técnica: Marcela Prendas (LACOMET) - Costa Rica.
- **Un fiel compañero de ruta.** Autora: Daniela Hirschfeld (Uruguay). Colaboración técnica: Eduardo Quagliata, Claudia Santo, Andrés Venturini (LATU) - Uruguay.
- **Ya es posible remontarse por el aire pero sin levantar vuelo.** Autor: Rolando F. Espejo Bobarín (Bolivia). Edición: Enrique Garabetyan - Argentina. Colaboración técnica: Juan Carlos Castillo (IBMETRO) - Bolivia.
- **Un átomo revolucionará el transporte en Costa Rica.** Autor: Jasson Clarke (Costa Rica). Colaboración técnica: Marcela Prendas (LACOMET), José Castro Nieto (Ad Astra Rocket) - Costa Rica.
- **¡A tomar todo con medida!** Autor: Fernando J. Aguilar (El Salvador). Colaboración técnica: Claudia A. Estrada, Óscar Rodríguez (CIM) - El Salvador.
- **La Ruta Verde.** Autor: David Carrasco (Panamá). Colaboración técnica: Anselmo Araolaza, Gabriela de la Guardia (CENAMEP AIP); Alexis Rodríguez (ACP); Lourdes Sugasti (Universidad Tecnológica de Panamá); Wilfredo Urriola (Universidad de Panamá) - Panamá.
- **El sistema MNEA en el transporte.** Rubén J. Lazos Martínez (México). Colaboración técnica: Roberto Arias Romero y José Manuel Maldonado Razo (CENAM) - México.
- **La carrera de los biocombustibles.** Autor: Enrique Garabetyan (Argentina). Colaboración técnica: Fernando Kornblit, Agustín Piccoletti (INTI) - Argentina.
- **¡Tiempo de una aventura global!** Autores: Liz C. Hernández Forero y Nelson Bahamón Cortés (Colombia). Edición: Jasson Clarke - Costa Rica.
- **Señales del espacio exterior.** Autora: Raquel Tineo (Perú). Colaboración técnica: José Ramírez, José Dajes (INACAL); Juan Huertas (SUTRAN) - Perú.
- **¿Cómo se garantiza la seguridad de los aviones?** Autora: Claudia Mazzeo (Argentina). Colaboración técnica: Fernando Kornblit (INTI); Agustín Elizondo (AR) - Argentina.
- **¿Qué sabes sobre neumáticos?** Autora: Eva Montilla (Panamá). Colaboración técnica: José Kuruc, Anselmo M. Araolaza Rodríguez (CENAMEP AIP) - Panamá.
- **A todas luces.** Autora: Claudia Mazzeo (Argentina). Colaboración técnica: Fernando Kornblit, Eduardo Yasan (INTI); Alan Joel Alemani (FORD) - Argentina.
- **Controlando al surtidor.** Autor: Jorge L. Parra (Paraguay). Edición: Enrique Garabetyan - Argentina. Colaboración técnica: Eugenio Duprat, Shigeru Yano (INTN) - Paraguay

Diseño y diagramación:
Alberto Parra del Riego (Alemania)

Página web:
www.revistadeacuerdo.org

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

Fecha de Edición:
Octubre de 2017

Fotos en Portada:
Canal de Panamá © Silvana Demicheli
Reloj atómico © Alberto Parra del Riego
Turbina de avión © Silvana Demicheli
Velocímetro © ktsdesign - Fotolia.com

Sistema Interamericano de Metrología - SIM

El Sistema Interamericano de Metrología - SIM, es un amplio acuerdo entre organizaciones nacionales de metrología de 34 naciones miembro de la Organización de los Estados Americanos (OEA).

Creado para promover la cooperación internacional en metrología, en particular la interamericana y regional, el SIM está comprometido con la ejecución de un Sistema Global de las mediciones en las Américas, para que todos los usuarios puedan tener confianza.

Los tres grandes objetivos estratégicos del SIM son:

- Desarrollar los Institutos Nacionales de Metrología de la región SIM
- Fortalecer al SIM como Organización Regional de Metrología
- Cumplir con las obligaciones como Organización Regional de Metrología bajo el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas

Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB

El PTB es el Instituto Nacional de Metrología de Alemania y asume su responsabilidad frente a la sociedad, la economía y la ciencia. Como una economía y un mundo globalizado requieren de una Metrología globalizada, el PTB actúa también como un *global player*.

Las tareas internacionales del PTB abarcan la cooperación con las organizaciones de Metrología a nivel internacional (siendo la Convención del Metro el ejemplo más prominente), a nivel regional (siendo el SIM la organización correspondiente para las Américas) y a nivel nacional (siendo los Institutos Nacionales de Metrología los socios principales en cada país). Asimismo la Cooperación Técnica Internacional del PTB asesora y apoya la conceptualización, el diseño y la implementación práctica de la Infraestructura de la Calidad en países en vías de desarrollo.

Los proyectos de la Cooperación Técnica Internacional del PTB son realizados ante todo por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania.

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

Centro de Investigaciones de Metrología
(El Salvador)
www.cim.gob.sv

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

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

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

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

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

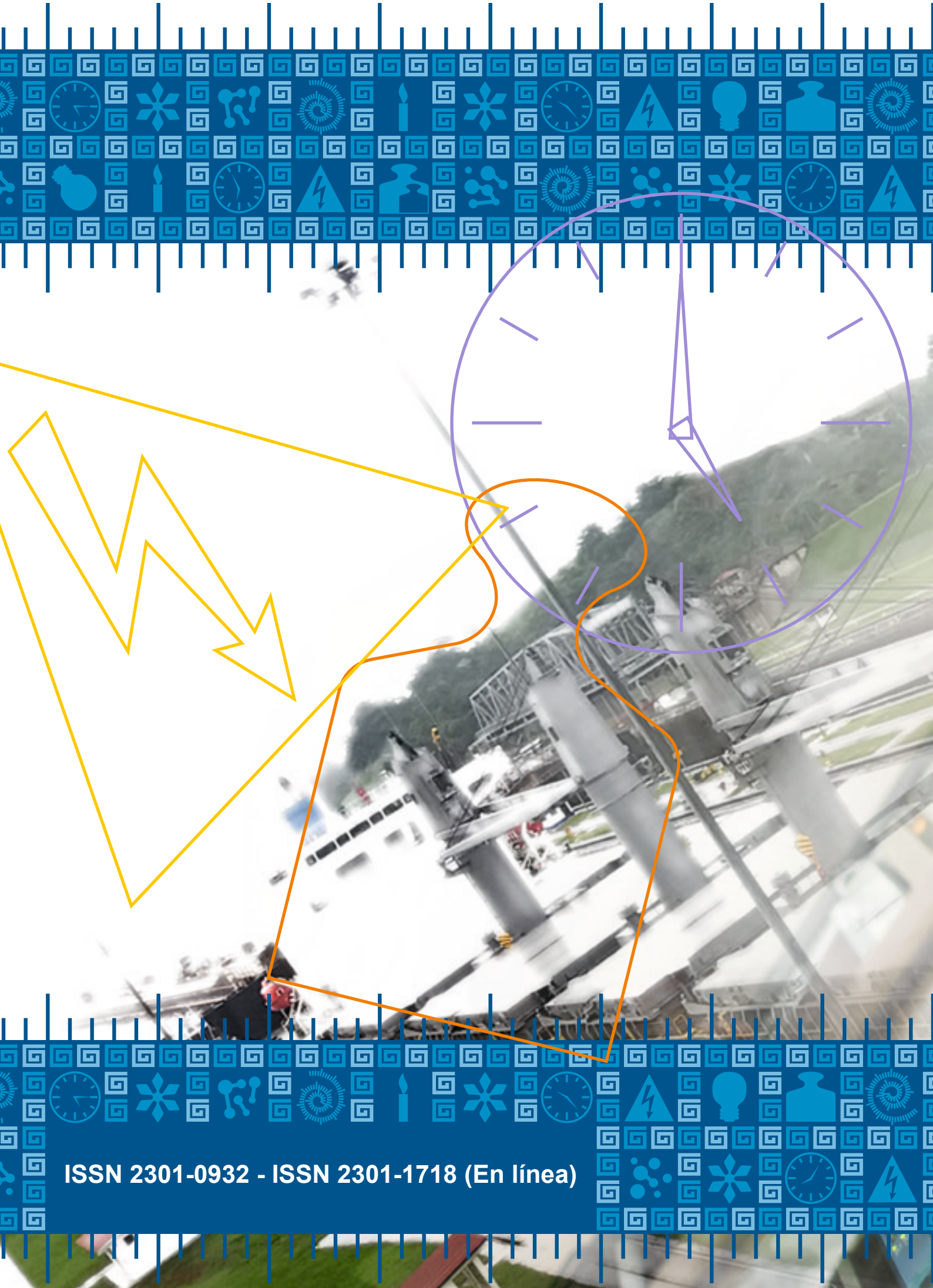
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
(Alemania)
www.ptb.de

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias al apoyo financiero 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)