

# De acuerdo!

La ciencia a tu medida

Edición N° 10

## Transformación digital

Industria 4.0

La cuarta revolución moldea el ámbito laboral

La visión artificial como asistente experta

Diseminando la hora oficial en la era digital

Un día sin internet

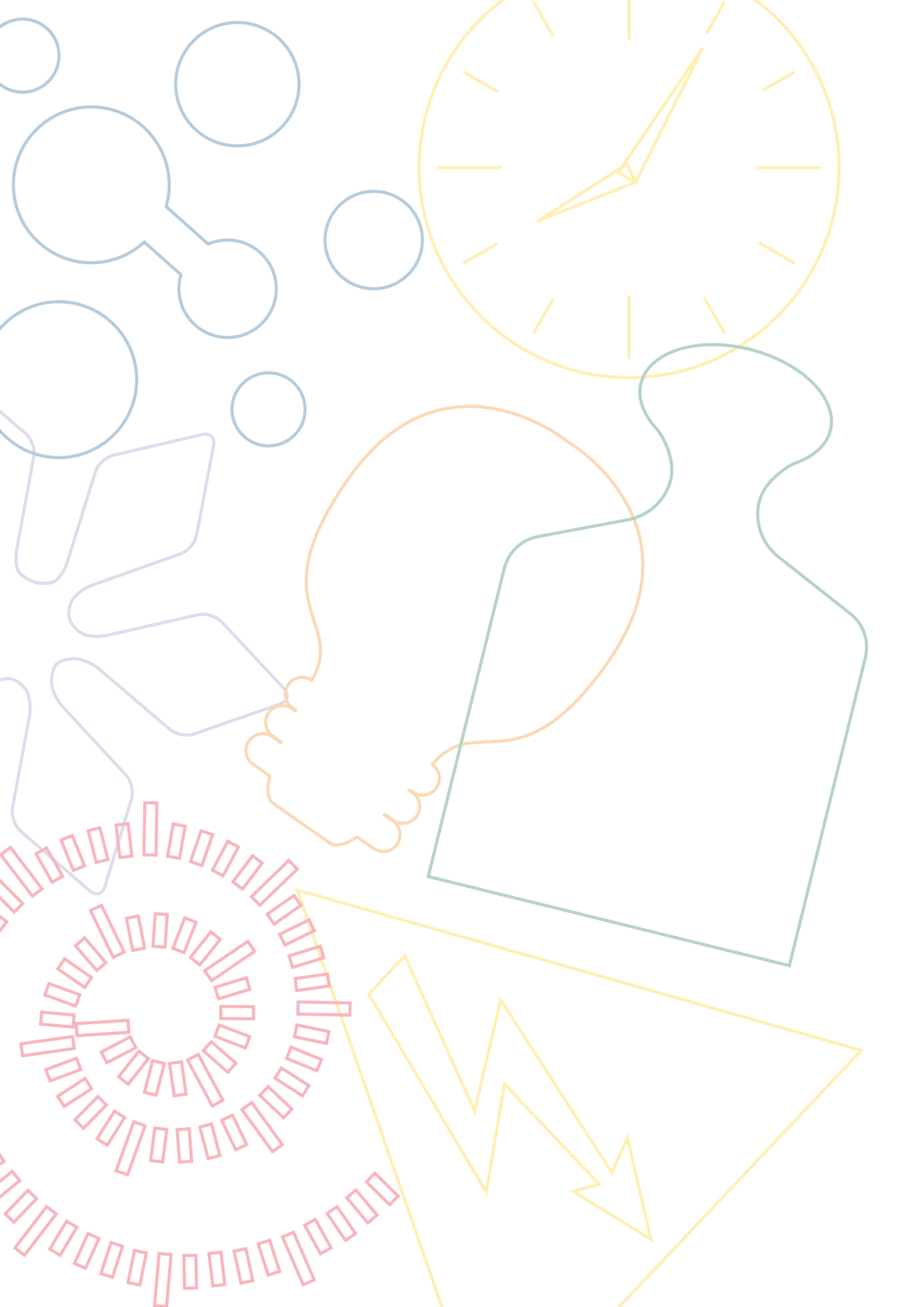
La tecnología ¿nos librerá de todos los males?

Sin coartada: ¿sé a qué hora no estuviste sincronizado en tus clases!

y mucho más...



INACAL  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología



## Prefacio

Estimado lector,

Cuando uno aborda el concepto de la “transformación digital” muchas veces solo se centra en el aspecto digital y deja de lado la primera palabra del concepto: la transformación. Y estamos hablando de la transformación de la forma de trabajar, de la forma de comunicarse, de la forma de relacionarse, en fin, de la forma de vivir y de organizar nuestras economías y sociedades. Por ello, para mí la transformación es la parte más interesante de este concepto.

Aquí un pequeño experimento:

*Este breve texto refleja diferentes aspectos a tener en cuenta a la hora de abordar el fenómeno de la transformación digital. Este texto fue traducido al inglés, luego al alemán y de nuevo al español por dos traductores ofrecidos en línea sin remuneración. No revelaré qué traductor hizo qué trabajo.*

*Este breve texto refleja diferentes aspectos a tener en cuenta a la hora de abordar el fenómeno de la transformación digital. Este texto fue traducido al inglés y luego al alemán y luego nuevamente al español por dos traductores que se ofrecen en línea de forma gratuita. No revelaré qué fue hecho por quién.*

Lo primero que se observa es que este texto traducido muestra qué tan avanzados ya están los servicios digitales de traducción. Para cierto tipo de usos, esta calidad de traducción ya es suficiente. Además, se realiza en tiempo real. Esto no solo tiene impacto negativo y positivo en la profesión y el servicio de traducción en la forma que conocemos hoy, sino que nos abre muchas nuevas puertas en el trabajo, en los viajes, para conocer otras culturas, etc.

Lo segundo a comentar es que, si bien todo está automatizado, siempre las soluciones tecnológicas están basadas en lo que un ser humano ha desarrollado, también la inteligencia artificial. Dependiendo de quién desarrolló los algoritmos y de la cultura a la que representa, los resultados van a ser diferentes.

Hay varios otros aspectos a comentar sobre este experimento, pero me limito a uno. Y es que en la vida “nada es gratis”, tampoco en la digital. Los programas y las aplicaciones que se ofrecen en la red sin pago monetario alguno, sí se benefician del uso que les das. Estás pagando con información sobre ti, tus preferencias y tu comportamiento en la red.

En este número te presentamos los avances que se vienen logrando cuando la transformación digital y la Metrología se combinan. Y los resultados y efectos positivos que esto trae a la industria, a los Institutos Nacionales de Metrología, a los laboratorios de calibración, y a nosotros mismos como ciudadanos, estudiantes y usuarios de servicios.

Te invito a que los disfrutes, y quizás logren inspirarte para ser parte activa de la transformación de nuestro mundo.

Recibe un cordial saludo,

ALEXIS VALQUI



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



# Índice

## Prefacio

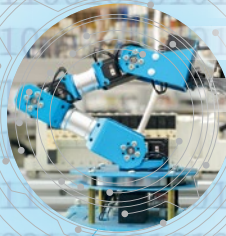
Alexis Valqui ... 1



## Industria 4.0

La cuarta revolución moldea el ámbito laboral

Claudia Mazzeo (Argentina) ... 4



## La visión artificial como asistente experta

Nora Bär (Argentina) ... 10



## Diseminando la hora oficial en la era digital

Adrián Nieve (Bolivia) ... 12



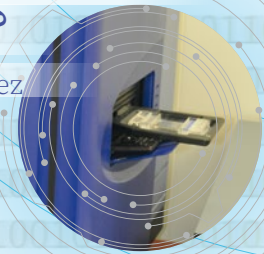
## Un día sin internet

Raquel Tineo (Perú) ... 14



## La tecnología ¿nos librará de todos los males?

Miguel Ángel de Alba, Rubén J. Lazos Martínez y Hugo Gasca Aragón (México) ... 16



## Sin coartada: ¿sé a qué hora no estuviste sincronizado en tus clases!

Claudia Mazzeo (Argentina), Liz Catherine Hernández y Alexander Gutiérrez (Colombia) ... 18



## Calibrar en un click

Sheila Preste (Uruguay)  
y Nora Bär (Argentina) ... 21



## ¿Las máquinas aprenden?

Claudia Mazzeo (Argentina) ... 24



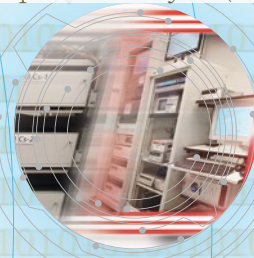
## Una nube para todos

Raquel Tineo (Perú) ... 27



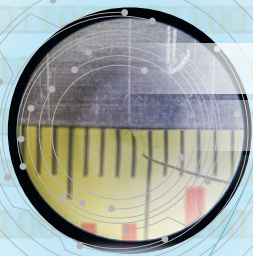
## ¿Cómo funciona el GPS?

Enrique Garabetyan (Argentina) ... 29



## Un software ayuda en la calibración de cintas métricas

Leonardo Chacón  
y Jose Eduin Culma Caviedes (Colombia) ... 31



## Firmando en tiempos del *hash*

José Osegueda Miranda (El Salvador)  
y Silvana Demicheli (Uruguay) ... 34



## Por el camino más corto

Mirtha González Schinini  
y Alex González Benitez (Paraguay) ... 37



# Industria 4.0

La cuarta revolución  
moldea el ámbito laboral

Seguro que más de una vez te pusiste a pensar cómo serán los trabajos en el futuro y qué cambios habrá en relación con la demanda de nuevos profesionales. Si estas preguntándote que carrera seguir, o planeas reorientar tu carrera actual, seguramente la irrupción de las nuevas tecnologías te genere dudas. En este artículo te ofrecemos algunas claves.

En su libro “¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la automatización”<sup>1</sup> el periodista y


escritor argentino Andrés Oppenheimer afirmó, en 2018, que en los próximos 15 o 20 años, el 47 % de los trabajos existentes corren el riesgo de ser reemplazados por robots y computadoras con inteligencia artificial.

La conclusión surgió de una investigación realizada por la Universidad de Oxford que incluyó entrevistas a los considerados “gurús” del tema, en casi todos los continentes.

Oppenheimer explica cómo el avance tecnológico originó nuevas industrias y expulsó fuera del mercado otras. Cita a Kodak, ícono de la industria fotográfica que, con 120 años de trayectoria y 140 mil empleados, se declaró en bancarota en 2012; mientras que Instagram, lanzada en 2010 con apenas 13 integrantes, capitalizó los beneficios de la fotografía digital y emprendió un camino de éxito.

Dos años después, con los cambios generados por la pandemia de COVID-19 (la telemedicina, el teletrabajo, la educación en línea), el escritor admitió que “... ni en 15 ni en 20 años; estos cambios están pasando hoy”. Pero fue más allá y advirtió: “Quién no se dé cuenta, quién no se prepare para afrontarlos, se va a quedar atrás”.

<sup>1</sup> Publicado por Penguin Random House Grupo Editorial. EEUU, 30 de octubre de 2018.



## Prepararse ¿para qué?

Si estas eligiendo hoy tu carrera y esta realidad te genera dudas, tal vez te sirva de consuelo recordar que la preocupación por los cambios tecnológicos y su impacto en el empleo es tan vieja como la humanidad misma.

El primer hito importante en el camino de la adaptación laboral lo marcó la primera revolución industrial, en 1784, con la introducción de la máquina de vapor, lo que llevó a la mecanización de tareas que se hacían manualmente, mediante la transformación de la energía térmica del agua en energía mecánica.

Un siglo después, hacia 1870, el uso de energía eléctrica impulsó la fabricación en línea y disparó la producción masiva, además del transporte y las telecomunicaciones. Era la segunda revolución industrial. Y hacia fines de 1970 se produjo la tercera revolución, que supuso un cambio drástico de la mano de la electrónica, los controladores lógicos programables (PLC) y la automatización de procesos.

¿Dónde estamos parados hoy? La transformación digital nos metió de lleno en la cuarta revolución, más conocida como Industria 4.0. El término nació en 2011 en la Feria de Hannover, evento considerado la meca de las tecnologías de punta. Es una realidad imparabable, que crece a un ritmo vertiginoso y que promete generar disrupciones y cambios radicales en muchos de los procesos, productos y modelos de negocio tal y como los conocemos actualmente.

Los procesos industriales, maquinarias, productos y hasta las piezas están integrados en redes de información que se comunican entre sí en tiempo real, con clientes, usuarios y proveedores. Para tomar decisiones, el sistema necesita disponer de varios sensores que estén midiendo continuamente variables como temperatura, masa, tiempo y humedad, entre otras.

“El abaratamiento de los sensores es un factor clave en este modelo. Hoy es muy fácil colocar sensores en todas partes y armar con ellos redes que sirven para controlar *online* los procesos haciendo que las mismas máquinas tomen decisiones”, dice Fernando Kornblit, jefe de Calidad de Mediciones del INTI y docente del Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN), un centro educativo creado

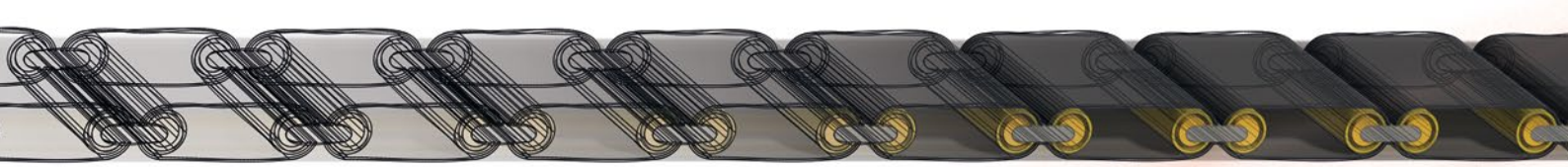
por convenio entre el INTI y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).

Este paradigma está sustentado por un conjunto de “tecnologías habilitadoras” que permiten vincular el mundo físico al mundo virtual. Para la industria, la nueva revolución permitirá el logro de producciones flexibles, rápidamente adaptables a los cambios del mercado. Para el usuario, la Industria 4.0 aparece como sinónimo de productos a medida, “customizados”, y a precios de producto masivo. Algo antes impensado.

## Cara y ceca de la transformación

Ariel Martín Gomes está a cargo de una empresa de productos para instalaciones eléctricas que fundó su padre en 1979. Es licenciado en Administración, con posgrados en Internet de las Cosas y Robótica.

Decidido a impulsar la planta familiar, comenzó por robotizar distintos procesos, incluyendo el de empaque. La decisión llevó a que unas pocas personas cambiaran de función. Pero el cambio significó un aumento tal de la productividad que necesitó tomar 50 nuevos empleados, con distintas calificaciones.



En esa dirección, el Foro Económico Mundial estimó que para 2025 las nuevas tecnologías podrían desplazar 85 millones de puestos de trabajos en todo el mundo. A la par de ello, sostiene que harán surgir 97 millones de nuevos roles derivados de las industrias emergentes, lo que impulsaría la creación de un amplio rango de nuevos empleos.

“Personas y organizaciones deben ser capaces de adaptarse y potenciar aquello que nunca será reemplazado y que aporta racionalidad y emocionalidad humana a los procesos, productos y modelos de negocio; esto es, el factor humano”, afirmó Gustavo Rosal López, en una charla virtual realizada el 16 de julio pasado y denominada “El factor humano en la industria 4.0”, en el marco del posgrado en Industria 4.0 de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Joaquín Valdés, decano y docente del INCALIN, afirma que la industria ya va requiriendo profesionales avezados en Industria 4.0. Por eso, pone de relieve la necesidad de adecuar, en forma urgente, el sistema educativo actual, incorporando conocimientos de todas estas nuevas disciplinas, desde la escuela primaria hasta la formación universitaria. “Nuevos trabajos implican nuevos saberes y diferentes habilidades que deben ser aprendidas. Deberían reformularse rápidamente los contenidos de carreras tradicionales, como las ingenierías, licenciaturas y tecnicaturas, pensando en quienes ahora inician sus estudios y, al egresar, van a encontrarse con las fábricas del futuro y las nuevas demandas laborales”, señala.

Para adaptarse al cambio sin demoras, el INCALIN —centro formativo por donde ya pasaron alrededor de 3000 estudiantes— ha sumado materias optativas a las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Alimentos, incluyendo Inteligencia Artificial, Ciencias de Datos,

Internet de las Cosas, Ciberseguridad, Biosensores, Gestión del Diseño y Manufactura Aditiva. “La verdad es que estas clases se nos llenan de estudiantes”, destaca Valdés.

Asimismo, para complementar la formación de profesionales e introducir en el tema a egresados del secundario, técnicos, empresarios y emprendedores, el INTI, la UNSAM y el INCALIN diseñaron el “Curso Introductorio sobre Industria 4.0 y Tecnologías Habilitadoras” (de 12 clases y 36 horas de duración) y una Diplomatura Universitaria (de 105 horas de cursada). Ambas capacitaciones suman a las clases teóricas la realización de prácticas en una fábrica educativa (véase recuadro sobre “Learning Factory”). La modalidad virtual de la cursada permitió la participación de estudiantes de toda la Argentina y de varios países de América Latina. Además, están empezando a planear un curso de posgrado.

Fabián Zapata Cerutti, quién cursó la Diplomatura y reside en la ciudad de Ushuaia, en la provincia más austral de América, está comenzando a aplicar lo aprendido y cree que la Industria 4.0 ofrece una variedad de alternativas que pueden ser aplicadas a un sinnúmero de productos y rubros. “Para los profesionales, para los inquietos, para los que les interese estudiar y especializarse, el desafío es entonces encontrar la veta donde se sientan más cómodos y puedan desempeñarse con comodidad. En el ámbito de la electrónica, de la programación, del mantenimiento, la Metrología, la robótica, la creatividad a través de impresión 3D, la realidad aumentada y virtual, el mercadeo y comercialización, la parte legal. Junto a la Industria 4.0 se despliegan un abanico de opciones para el ejercicio profesional”, concluye.

## Learning Factory: un espejo de la Industria 4.0

La fábrica educativa (*learning factory*) ubicada en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, en instalaciones del Instituto de Calidad Industrial-UNSAM es una verdadera fábrica del futuro en miniatura. Permite aplicar las herramientas digitales propias de la Industria 4.0 a todas las etapas de un proceso productivo.

Como cada producto es concebido a la medida del usuario, cada envase tiene adherida una etiqueta con un código QR que el sistema “lee” para saber cómo tiene que proceder. Ocho estaciones interconectadas entre sí transportan el producto de un módulo al siguiente, controlando cada operación mediante numerosos sensores con diferentes funciones.

Cientos de envases se desplazan en mini-cintas transportadoras y son llenados con diferentes bolitas de colores que simulan la mercancía. Uno carga azules, otros amarillos; un tercero hace una mezcla. Algunos envases son llenados hasta la mitad, otros cargan menos, o hasta el borde.

Un servidor organiza y registra cada operación. Hay sistemas neumáticos, pequeños brazos robóticos, sensores, balanzas, tolvas gruesas y finas, semáforos, botones de parada, pis-





tones que miden la relación peso-volumen del contenido de los envases, y mucho más.

El sistema realiza la trazabilidad permanente del producto y controla la carga de los envases en distintas etapas del proceso. Si “advierde” que alguno no cumple con lo programado, lo coloca en el área de descarte. Hasta el más mínimo movimiento queda registrado en el sistema. También el resultado de todas las operaciones: medición y control, envasado, identificación y registro, transmisión de datos, verificación, separación de no conformidades, almacenamiento programable y despacho final.

“La *Learning Factory* permite ver cómo se relacionan todas las etapas de un proceso de fabricación. Además hace posible analizar distintos aspectos que hacen a la calidad del producto, introducir cambios que permitan hacer más eficiente el sistema, o realizar mantenimiento predictivos”, dice Juan Carlos Mollo, director técnico de Industria 4.0 en el INTI y docente del INCALIN. Y agrega: “Lo interesante es que muchas de estas transformaciones digitales destinadas a mejorar procesos requieren de muy poco dinero. A veces con sólo introducir una placa de bajo costo que, por ejemplo, “sense”

temperatura y humedad en el sistema, se logra generar un cambio sustancial”.

En los cursos del INCALIN los participantes aprenden a manejar toda la fábrica desde una *tablet*. Realizan operaciones en la fábrica desde un tablero de control, una PC remota, o bien desde aplicaciones móviles.

AUTORA: CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)

La fábrica educativa (*learning factory*) es una verdadera fábrica del futuro en miniatura. Permite aplicar las herramientas digitales propias de la Industria 4.0 a todas las etapas de un proceso productivo.

Hay sistemas neumáticos, pequeños brazos robóticos, sensores, balanzas, tolvas gruesas y finas, semáforos, botones de parada, pistones que miden la relación peso-volumen del contenido de los envases, y mucho más.

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego  
Fotos: Adrián Gilardoni



# ABC de las Tecnologías habilitadoras

La Cuarta Revolución Industrial nace de la aplicación combinada de una serie de tecnologías habilitadoras. El uso generalizado de ellas permitirá generar saltos cualitativos en la forma de diseñar, producir y comercializar productos industriales. Las nuevas generaciones que elijan trabajar en la industria deberán dominar estas tecnologías.

**Datos masivos (Big Data):** Las empresas pueden conocer muy acertadamente el perfil y las preferencias de sus clientes a través del uso de datos masivos. Además, su uso permite mejorar la calidad de productos y procesos y prevenir fallas. Pueden procesarse o almacenarse “en la nube”, permitiendo que los datos puedan ser utilizados a muchos kilómetros del lugar donde se generan. Para mitigar potenciales riesgos se vuelven esenciales los métodos de ciberseguridad.

**Inteligencia Artificial (IA):** Incluye algoritmos que pueden reproducir a gran velocidad ciertas habilidades propias del ser humano. Por ejemplo, el aprendizaje automático (*Machine Learning*, ML) permite a las máquinas “aprender” a través de los datos disponibles.

**Internet de las cosas (IoT):** La integración de dispositivos informáticos en todo tipo de objeto hace posible que éstos “se comuniquen entre ellos”; o sea, reciban y transmitan datos, con mínima intervención humana. Por ejemplo, el termostato de un equipo de aire acondicionado recibe datos de la ubicación del auto que conduce el dueño de casa para ajustar la temperatura del hogar antes de su llegada. A nivel industrial, una multiplicidad de sensores y actuadores conectados en red pueden gestionar y controlar procesos productivos.

**Cadena de Bloques (Blockchain):** Es una suerte de libro de contabilidad digital compuesto por bloques de datos individuales. Cuando se agregan nuevos datos se crean nuevos “bloques” que se adjuntan a la “cadena”. La información no está centralizada sino en diferentes bases o nodos. Se emplea, por ejemplo, en la prestación de servicios financieros (transferencias de activos, criptomonedas) y para brindar confianza a transacciones clientes/proveedores.

#### **Metrología 4.0:**

A la ciencia de las mediciones también se le presentan nuevos retos: brindar confianza a mediciones generadas por redes de sensores, calibrando instrumentos en forma automática, de forma tal que sus resultados puedan ser “leídos” por máquinas que puedan tomar decisiones. Deben ser capaces de interpretar correctamente los resultados de una medición, y a partir de ellos tomar decisiones. La comunidad metroológica internacional trabaja aceleradamente para situarse a la altura de estos nuevos desafíos.

#### **Calidad 4.0:**

Desde principios del siglo XX las fábricas se preocupan por controlar y asegurar la calidad de los productos y procesos industriales. Pero las nuevas formas de producción requieren, por ejemplo, monitorear *online* los procesos, a veces a distancia, y lograr que la máquina descarte automáticamente los productos defectuosos en una línea de producción.

#### **Gemelos Digitales:**

En el mundo industrial, podemos hacer réplicas digitales (“gemelos”) de una máquina o sistema real. El gemelo se comporta exactamente como lo hace el sistema bajo análisis, tal como lo hacen los simuladores de vuelo que desde hace mucho tiempo se utilizan para entrenar a pilotos. Con los gemelos digitales se pueden detectar fallos y mejoras, sin manipular el sistema original y agregando valor al producto.

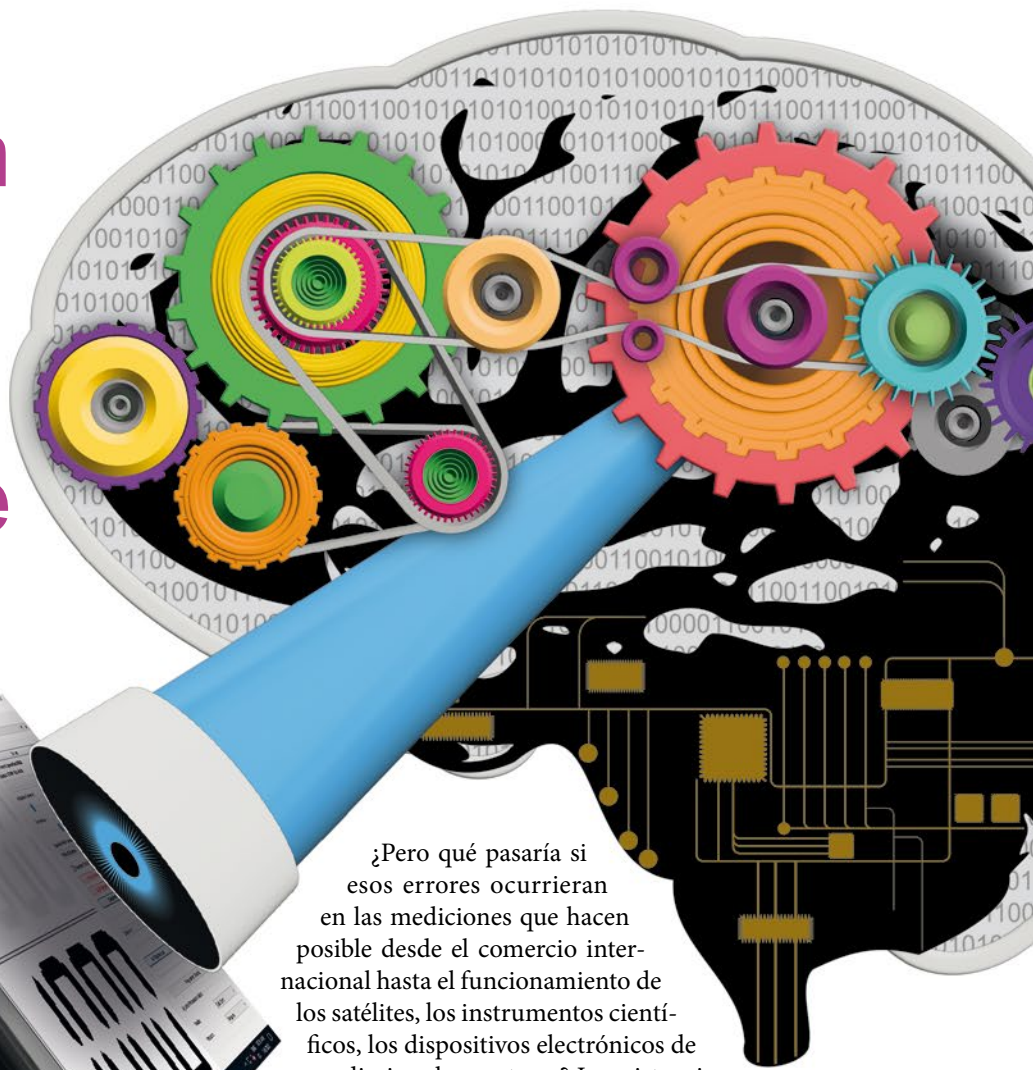
#### **Robótica:**

Automatización total de procesos industriales. Las preferencias actuales se vuelcan al empleo de robots con capacidad de obtener información sobre sus entornos, y actuar durante tiempos prolongados sin intervención humana, acelerando la producción, y evitando situaciones de riesgo para las personas.

#### **Manufactura**

**Aditiva (impresión 3D):** se emplea con éxito en la producción individualizada o a medida de piezas, permitiendo desde el prototipado rápido hasta la producción de dispositivos únicos.

# La visión artificial como asistente experta



¿Pero qué pasaría si esos errores ocurrieran en las mediciones que hacen posible desde el comercio internacional hasta el funcionamiento de los satélites, los instrumentos científicos, los dispositivos electrónicos de uso diario o los motores? La existencia misma de nuestro mundo actual se pondría en riesgo.

En el caso de los equipos de medición, para verificar que estén funcionando correctamente y según las normas de calidad establecidas, hay que calibrarlos periódicamente; es decir, que es necesario comparar su *performance* con un patrón de referencia.

Los valores resultantes de una medición se leen de una pantalla. Cuando se trata de equipos con pantalla LCD (de “cristal líquido”) y sin interfaz de comunicación, como lo son tacómetros, multímetros y termómetros digitales, la operación de captura de los datos la debe hacer una persona que va leyendo directamente los valores que aparecen, los escribe en una hoja y luego debe reescribirlos en un documento electrónico.

“Hay que estar pendiente de la toma de los datos, leyéndolos y escribiéndolos uno por uno. No tenemos otra forma de extraerlos —cuenta Isaac Ruiz, ingeniero electrónico del Departamento de Magnitudes Electromagnéticas del Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP)—. La calibración de un solo equipo puede exigir el registro de unos 50 datos, pero a veces llegan dos, tres o hasta cuatro instrumentos por cada solicitud de servicio por parte de un cliente, entonces la tarea se multiplica y se debe cumplir en un periodo de tiempo estipulado”.

Como entiende cualquiera que haya pasado por un examen de esos “de múltiple opción”, en los que hay que se-

**Para mejorar los procesos de calibración de tacómetros y otros instrumentos, ingenieros panameños desarrollaron un software que permite adquirir automáticamente los datos.**

Un antiguo aforismo asegura que “errar es humano”. Y aunque se cree que esta frase tiene más de 2000 años, sigue siendo muy actual. En efecto, no hay actividad humana libre de error y cada vez nos es más necesaria la asistencia de las máquinas para hacer más eficientes muchas de las tareas que realizamos.

Usamos aplicaciones de sistemas expertos basados en el Sistema Satelital de Navegación para elegir qué camino tomar y ¡hasta los árbitros de fútbol ahora deben aceptar someterse al VAR o “videoarbitraje” para dilucidar jugadas polémicas!

ñalar en un cuadradito la respuesta correcta (los llamados *multiple choice*), el trabajo de la toma de datos conlleva una gran cantidad de tiempo al metrologo... y por otro lado es una invitación al error. Nada más fácil que distraerse por unos segundos, leer mal un número o anotarlo en el casillero equivocado. Es parte de la naturaleza humana.

De modo que Isaac y su colega Cristy K. Sánchez, también ingeniera electrónica, tuvieron la idea de aplicar automatización dentro del Centro: decidieron crear una aplicación que, mediante un sistema de reconocimiento de imágenes (como el que poseen los teléfonos celulares para los códigos QR o para transformar una imagen en texto digital) “obtuviera” los datos que aparecen en la pantalla del objeto bajo calibración y los guardara en forma digital en una base de datos. De esa forma se lograrían tres beneficios al mismo tiempo: se eliminaría el proceso de adquisición de datos en forma manual, se reducirían los errores de transcripción y se minimizaría la utilización de papel.

Aunque hay países en los que esto ya se está empleando, Isaac y Cristy optaron por realizar un desarrollo propio, a medida de los procedimientos establecidos en el CENAMEP AIP, que fuera escalable, y basado en un software libre y abierto. Esto permitiría reducir los costos, facilitar el mantenimiento y las mejoras, y les daría la posibilidad de diseñar una interfaz gráfica amigable y fácil de usar, así como la gestión centralizada de la información.



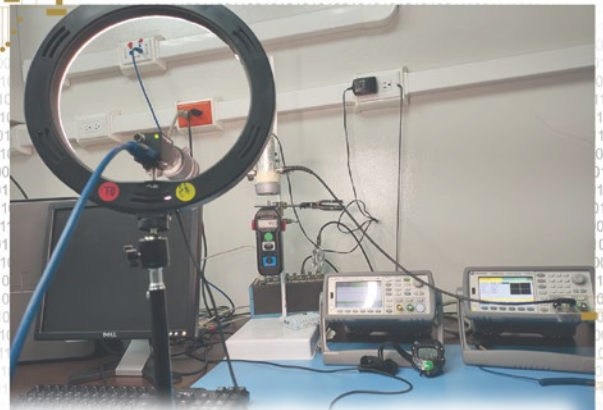
Para hacer más rápido el proceso y reducir el margen de error humano, ingenieros panameños desarrollaron un sistema que permite adquirir automáticamente los datos y traducirlos a un formato que entiendan las máquinas. (Foto cedida por CENAMEP AIP).

En un principio se pensó en aplicarlo a los tacómetros (o “cuentarrevoluciones”), un dispositivo que normalmente mide la velocidad de giro de un motor (en revoluciones por minuto o RPM), y que se utiliza (además de en los autos) en máquinas centrífugas de uso médico que deben estar calibradas con mucha precisión.

“La mejora que nosotros proponemos es emplear una cámara fotográfica que va tomando fotogramas de la pantalla —dice Cristy—. El software los integra y, utilizando un conjunto de bibliotecas de uso libre para tratamiento de la imagen, los procesa y realiza el reconocimiento de caracteres mediante el sistema OCR (siglas del inglés, *Optical Character Recognition*), que permite su identificación automática y los convierte en un formato que pueden leer las máquinas”.

Así, la información pasa literalmente de la imagen a un texto, que es lo que los metrologos utilizan para realizar la estimación de error del equipo, procesar y guardar en la base de datos.

Lo hacen con una cámara profesional tipo USB 3 de 1,3 megapíxeles, aunque se pueden usar cámaras con menor resolución. “Se segmenta el área de la imagen que contiene los números que serán reconocidos y se pasa a escala de gris. Luego, la herramienta de software Tesseract-OCR realiza la interpretación mediante la detección de las líneas que forman el dígito”, explica Cristy.



Mesa de trabajo donde se calibran equipos con pantalla LCD (de “cristal líquido”) y sin interfaz de comunicación, como los tacómetros, multímetros y termómetros digitales, una tarea en la que ahora se aplican sistemas de visión artificial. (Foto cedida por CENAMEP AIP).

“Son algoritmos de visión artificial que, por decirlo así, imitan la manera en que vemos los humanos”, agrega Isaac.

Los especialistas del CENAMEP AIP ya hicieron diferentes pruebas para comprobar que el sistema funciona correctamente y definir si está apto para su implementación. Una de ellas consistió en la evaluación del programa en el reconocimiento de caracteres. Recogieron 4800 datos en diferentes ventanas de tiempo de adquisición y alcanzaron el 99,6 % de acierto de forma global.

Es más, como es evidente que la idea representó una mejora, ya están pensando en aplicarla en la calibración de otros dispositivos, como los multímetros de mano (que miden la diferencia de voltaje entre dos puntos de un circuito eléctrico) o los termómetros digitales. Estos instrumentos suelen tener pantallas donde se pueden observar directamente las mediciones, pero carecen de un puerto de comunicación a través del cual se puedan extraer los datos para calibrarlos en forma automática.

En estos momentos el CENAMEP AIP forma parte de un grupo de Institutos Nacionales de Metrología del continente, como los pertenecientes a Guatemala, Perú y Argentina entre otros, que conjuntamente están realizando mejoras y nuevos desarrollos de visión artificial en sus laboratorios.

AUTORA: NORA BÄR (ARGENTINA)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

# DISEMINANDO LA HORA OFICIAL EN LA ERA DIGITAL

Son poco más de las seis de la tarde y a mis espaldas otro glorioso atardecer sirve de fondo al cerro Illimani y su nieve en la ciudad de La Paz, capital política de Bolivia. Me sorprende cómo esta imagen se ha vuelto tan típica que los pacheños hasta pueden caminar por la avenida Camacho, una de las principales de la ciudad, casi sin notar semejante paisaje.

Voy apurado y con mucho retraso para una cita. Al menos eso creo. Antes solíamos marcar a una línea telefónica, donde una voz robótica nos decía la hora. Hoy podemos tener la hora exacta en nuestros bolsillos, pero por alguna razón yo sigo confiando en mi reloj de pulsera. Y, de corazón, espero que este vejistorio esté adelantado y el reloj de mi cita atrasado.

Casi llegando al Obelisco algo me distrae. Un reloj digital gigante recubre la fachada de un edificio y roba las

miradas de los transeúntes. Los enormes números muestran al segundo la hora exacta, proclamándose como la Hora Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Desde varios ángulos, con aparatos profesionales, celulares, incluso con drones en los cielos, fotógrafos se dedican a retratar esta novedad de los números gigantes y la comparten en redes sociales preguntando qué es eso de la hora oficial. Me muerdo la lengua para resistir la tentación de explicarles y apresuro el paso rogando que mi cita no lo haya visto.


Mi mente se va no muy lejos de ahí, hacia la misma avenida Camacho, donde se encuentran las respuestas: el Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO), encargado de mantener la precisión de este gigantesco reloj digital que emite la hora oficial del país.

Al llegar al lugar del encuentro programado mi cita me recibe con sus bellos y grandes ojos ligeramente enojados por mi retraso. La culpa se siente como si ese reloj gigante (con su segundero exactísimo) estuviese detrás de mí, evitando que pueda relativizar la hora y forzándome a decirle una verdad.

-Te juro que pensaba que era más temprano —me excuso.

Estoy nervioso, no sé de qué hablar, así que le cuento a la muchacha de ojos grandes que hay en el mundo varias entidades dedicadas a medir y diseminar la hora exacta, y que en Bolivia esa institución se llama IBMETRO. Ahí, con tecnología y método científico, varios técnicos y profesionales se dedican a establecer con precisión no solo la hora oficial sino también mediciones correctas, mediante patrones nacionales de medición.

-Es irónico —le digo— pero no se sabe desde cuándo existe la Metrología, aunque ya la aplicaban antiguas civilizaciones como los tiwanacotas y los egipcios. Hoy en día, casi en todo el mundo, las instituciones como IBMETRO se encargan de asegurar algo que nosotros, en nuestras rutinas laborales, en nuestros dramones amorosos, en nuestra pelea contra los trámites burocráticos, solemos dar por sentado: la precisión y exactitud del tiempo; pero también de las medidas como el kilogramo y el metro que, sin darnos cuenta, manejan nuestras vidas.



La hora que entrega el reloj digital gigante ubicado en una de las avenidas de la ciudad de La Paz (Bolivia) es la hora oficial del país. (Foto cedida por IBMETRO)

En los laboratorios de IBMETRO —justo debajo de todos esos transeúntes en la avenida—, hay científicos que mantienen los patrones nacionales de medición, regidos por el Sistema Internacional de Unidades, que es de cumplimiento obligatorio en Bolivia de acuerdo con la Ley Nacional de Metrología. Una ley que ampara varios sectores productivos que ya conocen bien a IBMETRO pues los necesitan para manejar con precisión unidades de medida como la longitud, la masa, el tiempo, la corriente eléctrica, la temperatura, la cantidad de sustancia y la intensidad luminosa, con todas sus unidades derivadas.

Ahí también se encuentra el Laboratorio de Tiempo y Frecuencia, constituido por una serie de aparatos tecnológicos tan precisos que solo pueden tener un desajuste de un segundo cada 25 000 años. Estos son el reloj atómico de rubidio, que utilizan como referencia para la calibración de instrumentos de medición de tiempo a nivel industrial, y el reloj atómico de cesio, el patrón primario que reproduce la definición actual del segundo. Ambos son equipos muy complejos.

IBMETRO ha puesto sus recursos y esfuerzos en conseguir y utilizar nuevas tecnologías. Quieren mostrar cómo su transformación digital puede ser útil para todo el mundo en la era del internet y de las redes sociales. En todo caso, las apuestas van más allá con una aplicación que están desarrollando para ayudar a calibrar la hora de tu reloj con la hora exacta; porque una milésima de segundo puede significar la diferencia entre lograr una adquisición legal de un inmueble en un día límite o perderla por estar un segundo fuera de plazo.

-¿Y eso de qué me sirve a mí? —pregunta ella mirando el reloj.

-Para que tu jefe no pueda descontarte tu sueldo por haber llegado tarde según su reloj —le digo casualmente. Y no sé si es la idea de su jefe en jaque, pero ella sonríe por primera vez desde que llegué tarde a nuestra cita—. La precisión de la medición del tiempo es vital en el día a día —alcanzo a decirle, a sabiendas de que no soy un casanova, mientras ella se despide con tono de “siento-que-he-perdido-mi-tiempo”.

Pues, no habrá segunda cita. No después de hablarle tanto de IBMETRO en lugar de pedirle perdón por llegar tarde. Dicen que los nervios traicionan, y esta vez los míos se excedieron. Pero al menos ahora la muchacha de los ojos grandes ya sabe sobre esta entidad pública, su labor, sus objetivos, sus logros y su tecnología para dar la hora exacta a los bolivianos.



La hora oficial de Bolivia se disemina desde el Laboratorio de Tiempo y Frecuencia del IBMETRO, donde se mantienen operativos dos relojes atómicos. (Foto cedida por PTB).

Quizás faltan más relojes gigantes en los concurridos centros de las ciudades para que la hora oficial se haga viral. Quizás es cosa de que más tardones nerviosos hablen de Metrología.

Mientras camino de vuelta a casa paso por el reloj gigante donde todavía hay gente sacándose *selfies* y comentando acerca de la imponencia de sus números. Me detengo y decido que no quiero otro retraso como el de hoy, y pacientemente espero a que el segundero avance para ajustar bien mi reloj de pulsera con la hora exacta oficial.

AUTOR: ADRIÁN NIEVE (BOLIVIA)



Los metrólogos de IBMETRO mantienen los patrones nacionales de medición de tiempo y frecuencia, regidos por el Sistema Internacional de Unidades. (Foto cedida por PTB).



## Sin conexión a Internet

Prueba a:

- Comprobar los cables de red, el módem y el router
- Volver a conectarte a una red Wi-Fi
- Ejecutar Diagnósticos de red de Windows

ERR\_INTERNET\_DISCONNECTED

# Un día sin internet

Todos vivimos interconectados y muchas de nuestras actividades dependen de internet, desde los dispositivos inteligentes que nos hacen la vida más fácil hasta el realizar las compras, los estudios y el trabajo en línea. Cualquier interrupción de internet por más mínima que sea, afecta nuestras vidas, ahora más que nunca. ¿Puede ocurrir una falla masiva que interrumpa la conexión en simultáneo a nivel de todo un país o incluso a nivel mundial?

Catalina se despertó agitada en medio de la madrugada. Le costó unos minutos serenarse y darse cuenta que todo había sido una pesadilla. Había intentado conectarse para rendir su examen final en línea y no lo había logrado. Las telecomunicaciones en general no estaban operativas, no se podía entrar en las redes sociales, usar los teléfonos móviles ni las tarjetas de crédito, y se habían formado colas interminables en las puertas de bancos y oficinas públicas porque las transacciones comerciales ya no se podían hacer de forma virtual. Una falla masiva de internet afectaba a todo el país y no podían solucionarla. El caos era tremendo.

En su ciudad (Lima, capital de Perú), al igual que en otras ciudades del país, las interrupciones de la conexión son frecuentes pero en general duran unas pocas horas. Nunca prestó atención a las causas de estos problemas pero la posibilidad de que ocurrieran en simultáneo y en todo el país, o incluso a nivel mundial, le despertó la curiosidad.

¿Cómo logramos conectarnos a internet? ¿Por qué ocurren caídas en la conexión? ¿Se puede caer internet “para siempre”? Para salir de dudas, apenas terminó el desayuno se puso a buscar información en Google.

## ¿Cómo nos conectamos a internet?

De acuerdo a su búsqueda, diversos portales y expertos señalan que es prácticamente imposible una caída masiva de internet en todo el país, tal como sucedió en el sueño de Catalina.

Lo que sí puede ocurrir son accidentes que ocasionen el corte de algunas fibras ópticas submarinas (uno de los sistemas de intercomunicación entre continentes y países que transmiten grandes volúmenes de información); sin

embargo, existen sistemas de respaldo para remediarlo, como los sistemas satelitales de interconexión.

Asimismo, la conectividad a internet para las personas y hogares actualmente se provee por medio de varias redes (de tecnologías fijas y móviles) de distintos proveedores que cuentan con infraestructuras propias interconectadas entre sí, a nivel local o nacional, y también con otros proveedores de internacional. Por ello, una caída masiva de internet (que llegue a paralizar el país o el mundo) no podría ser posible.

Las conexiones a internet fijo pueden ser vía línea telefónica o por cable. En las de cable coaxial los datos se transmiten a través de señales eléctricas, en los cables de fibra óptica, que son de un material más delicado, se transportan a través de pulsos de luz. Otras alternativas son las redes inalámbricas (vía ondas de radio), vía satelital, entre otras.

- En Lima, el 95 % de los hogares cuentan con acceso a internet móvil y fijo. No obstante, existe otra realidad a nivel nacional, pues en el área rural solo el 47,3 % de población usa internet.
- El 63,9 % de las conexiones a internet fijo en Perú es por cable coaxial, un 23,6 % es vía fibra óptica, y un 9,2 % es por otros medios (vía línea telefónica, satelital, redes inalámbricas y otras).
- La tecnología 3G llegó en 2018 y el proceso de masificación del 5G inició en 2021 en 10 regiones del país.





¿Por qué suele haber problemas con la conexión a internet?

A Catalina aún no le quedaba claro el tema y siguió indagando, pues si bien era imposible una caída masiva de internet, en su barrio sí ocurren algunas caídas de la conexión.

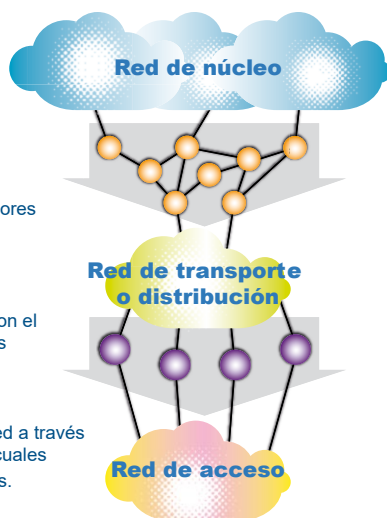
Una de las explicaciones que da sobre el tema el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones de Perú (OSIPTEL) es que la capa de infraestructura o equipamiento de la red de internet puede dañarse por terceros, mediante cortes de fibra óptica, fallas del proveedor de suministro eléctrico o falla de algún elemento de la red, etc. Por ello es que a veces uno puede tener problemas con la conexión a internet en casa o el trabajo.

Para determinar el alcance de la caída se debe evaluar en qué parte de la red ocurre el origen de la falla, si es que se dio en la red de acceso, red de transporte o red núcleo. Además, este tipo de interrupciones puede ocurrir por fallas en el nivel lógico, en protocolos y software, tales como en el servidor DNS<sup>1</sup>.

Las caídas de internet también pueden ser originadas por ciberataques que afecten determinada infraestructura de un proveedor de internet, que impiden acceder a los servidores de internet.

#### MODELO JERÁRQUICO DE REDES

- **Red de núcleo**  
Vincula uno o más proveedores del servicio de internet.
- **Red de transporte o distribución**  
Vincula la red de acceso con el núcleo, a través de enlaces o equipos de datos.
- **Red de acceso**  
Vincula al usuario con la red a través de routers de acceso, los cuales asignan la IP a los usuarios.



Catalina recordó que, en su sueño, su mamá no podía pagar vía web los servicios básicos de su hogar y las colas eran interminables en las oficinas bancarias. De hecho alguna vez le había contado que antes de la masificación del uso del internet todos los pagos se realizaban en las propias oficinas de las empresas proveedoras y que en Lima, el día que vencía el plazo de pago, los clientes tenían que hacer largas colas para pagar. Entonces decidió buscar en Google si es que puede pasar que los bancos dejen de funcionar sin internet.

Todas las transacciones bancarias, incluso las presenciales, ante un corte de fibra óptica por ejemplo, podrían validarse de forma lenta o interrumpirse ya que estos cables no solo transportan datos de internet, sino también los de telefonía móvil y fija, TV y hasta enlaces de redes privadas de

todo tipo, como la red privada bancaria. Así, si un día no hubiera internet, tampoco se podría comprar con tarjeta de crédito ni retirar dinero.

## Internet y Metrología

Desde la Dirección de Metrología del Instituto Nacional de Calidad de Perú (INACAL), Rubén Gil menciona que la Metrología juega un papel muy importante en la transformación digital. Muchas tecnologías (como la red 5G, el internet de las cosas, la inteligencia artificial, entre otras) no serían de mucha utilidad si las mediciones involucradas en ellas no fueran las correctas.

La mayoría de las personas tiene instrumentos tecnológicos conectados a internet que les facilitan la vida; por ejemplo, el uso de un asistente de voz que permite configurar alarmas, recordatorios, encender y apagar las luces, reproducir la música favorita o aprender de la rutina diaria para que, a través del uso de la inteligencia artificial, se adapte a las necesidades del usuario y sugiera eventos. Esto resulta impresionante, sin embargo, ¿qué sucedería si la alarma que se configuró sonara 10 minutos atrasada?

Cuando vamos a un supermercado o un establecimiento surtidor de combustible es muy sencillo pagar con tarjeta de crédito, obtener descuentos por cupones, monitorear todo el proceso desde el celular etc., pero al igual que el caso anterior, ¿qué sucedería si el peso de los productos que uno compró en el supermercado no es el correcto o la cantidad de combustible que despacharon es menor para lo que pagó?

Para los casos señalados Gil indica que, por ejemplo, el tiempo debe estar sincronizado con “la hora oficial”, la cual es un servicio que brinda el INACAL mediante la tecnología de internet conocida como NTP (*Network Time Protocol*). Respecto a los instrumentos de medición de masa y de volumen (balanzas, medidores volumétricos y surtidores de combustible de la estación) deben cumplir con los requisitos metrología que establecen las autoridades competentes.

Si no se tienen mediciones confiables, la tecnología no estaría utilizándose de manera responsable. Por ello es importante que en Perú, como en otros países de América Latina donde la brecha digital es mayor, se promuevan proyectos de infraestructura para garantizar la masificación de internet y las mediciones confiables.

Mientras esperaba que se abriera la plataforma para su clase virtual, Catalina sonreía. Ya sabía lo importante que es para ella tener internet y ahora entiende más de las cuestiones científicas que le permiten “vivir conectada” y hacer su vida más fácil. Pero sobre todo, porque le quedó claro que una falla masiva como la de la pesadilla es algo prácticamente imposible.

AUTORA: RAQUEL TINEO (PERÚ)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

<sup>1</sup> El Sistema de Nombres de Dominio (DNS) son máquinas que funcionan como la agenda telefónica de internet. Al escribir los dominios en los navegadores (“google.com” o “nytimes.com”, por ejemplo) el DNS encuentra la dirección IP correcta para esos sitios.

# La tecnología ¿nos librará de todos los males?

## ¿Qué cambios y avances se habrán logrado en los sistemas de salud mundiales para el año 2039?

¿Podrá la tecnología algún día conservar la salud humana y librarnos de todas las enfermedades? Kevin Fortino considera que sí, y desde pequeño vive con una sola idea: salvar vidas. Ahora que está por cumplir 19 años y llena las cédulas digitales para su ingreso a la universidad, siente que está más cerca de lograrlo.

Kevin nació en 2020, justo al inicio de una de las más grandes pandemias sufridas por la humanidad, y apenas cumplió dos años su madre falleció víctima de la COVID-19. En esa época no había muchos recursos técnicos, tecnológicos ni científicos para enfrentar una pandemia de tal magnitud. Los avances de la ciencia y la tecnología fueron rápidos, pero no lo suficiente para la madre de Kevin y para millones de personas en el mundo.

Las cosas cambiaron mucho desde entonces, pero Kevin piensa que aún hay un largo camino por recorrer, especialmente en el campo de las tecnologías de interacción humano-

computadora, que investiga formas de interacción entre humanos y los dispositivos electrónicos.

En 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) dio a conocer su estrategia de Salud Digital, para aplicar las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) a la salud, que generó grandes avances en materia de prevención y clasificación de los pacientes. A partir de esa estrategia, las aplicaciones móviles se convirtieron en protagonistas.

La *Mobile Health* englobó el uso de dispositivos portátiles para el seguimiento de pacientes; como los *wearables*, que usan algoritmos para monitorear y predecir diversas funciones vitales mediante la vinculación con un *smartphone* o un reloj inteligente.

La tecnología portátil que registra actividades o estadísticas de salud ganó en popularidad desde que investigadores implantaron sensores de silicón que generan energía en los corazones, pulmones y diafragmas de seres vivos. Ahora puede verse qué pasa cuando monitores implantados en los órganos internos de las personas comparten datos y acumulan conocimientos para ofrecer consejos vinculados a la salud. Gracias a esas tecnologías, un médico puede monitorear el corazón de un paciente en tiempo real mediante un dispositivo implantado y realizar un diagnóstico de urgencia.

La inteligencia artificial (IA) ha logrado que muchos dispositivos tengan capacidad autónoma para procesar información, emitir respuestas y dar soluciones. A ello se suma la bioimpresión en 3D, que logró crear tejido humano, huesos sintéticos e incluso glándulas. (El primer corazón humano impreso en 3D se consiguió en el año 2019).

La nanomedicina ha sido otro campo de avance y la nanobiotecnología se usa en el diseño y evaluación de sistemas complejos relacionados con el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. Con la nanotecnología se construyen nano-robots (nanobots), que forman un ejército dentro del cuerpo, programado para realizar múltiples funciones.

Se crearon píldoras que solucionan la resistencia a los antibióticos y que, al mismo tiempo, envían células diseñadas a combatir una infección implantándolas en el órgano afectado.

Con los avances de la Medicina —enfocada ahora más en prevenir que en curar y hacerlo en forma personalizada— se está cada vez más cerca de descifrar la información genética contenida en cada cromosoma e interpretar su significado en condiciones normales y patológicas, con lo cual podrán prevenirse múltiples enfermedades desde antes del nacimiento.

Sin embargo, Kevin piensa que hay un largo camino por recorrer, sobre todo por los cambios que han suscitado los avances tecnológicos. El primer vehículo sin conductor se lanzó en 2019 y, 20 años después, es tiempo de revisar cómo cambió nuestro comportamiento con respecto a la movilidad, ya que toda vez que los robots pueden conducir en cualquier lugar, los humanos han perdido el interés en manejar un auto.

A pesar de conocer y escuchar de todos estos avances, Kevin aún piensa en lo ocurrido a millones de víctimas de pandemias como la de COVID-19, causante de la muerte de su madre, en una época en que equipos como los oxímetros, medidores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),



Fotos cedidas por CENAM.

métodos diagnósticos como las pruebas de Reacción en Cadena de la Polimerasa (o PCR, por sus siglas del inglés), eran poco utilizadas por su elevado costo.

Hoy los hospitales vigilan a los pacientes con especialistas cibernéticos y humanos, a distancia y en tiempo real. La información de esas mediciones llega a una base de datos en la nube, accesible por medio de dispositivos móviles, que monitorean en tiempo real espacios públicos y personas, crea mapas de riesgos y define estrategias de prevención y cuidado personal.

El tratamiento médico se decide con los resultados del gemelo digital del paciente y las opiniones de expertos apoyados en la Inteligencia Artificial, y contrastando los datos en la nube con un gran número de patrones de medida enlazados por medios digitales, con resultados más confiables que los de un solo patrón por separado.

Le llama la atención todo lo relacionado con las medidas y su importancia para el funcionamiento de maquinaria y equipos, fundamentales para salvaguardar la salud humana, por eso pensó en estudiar la carrera de “Metro-medicina”.

(Una sonrisa se dibuja en su rostro cuando se pregunta si realmente fue él que tuvo esa idea o alguien se la envió mediante un dispositivo implantado en su cerebro que captura las percepciones de cada uno de sus sentidos o lee directamente la información transmitida por sus neuronas.)

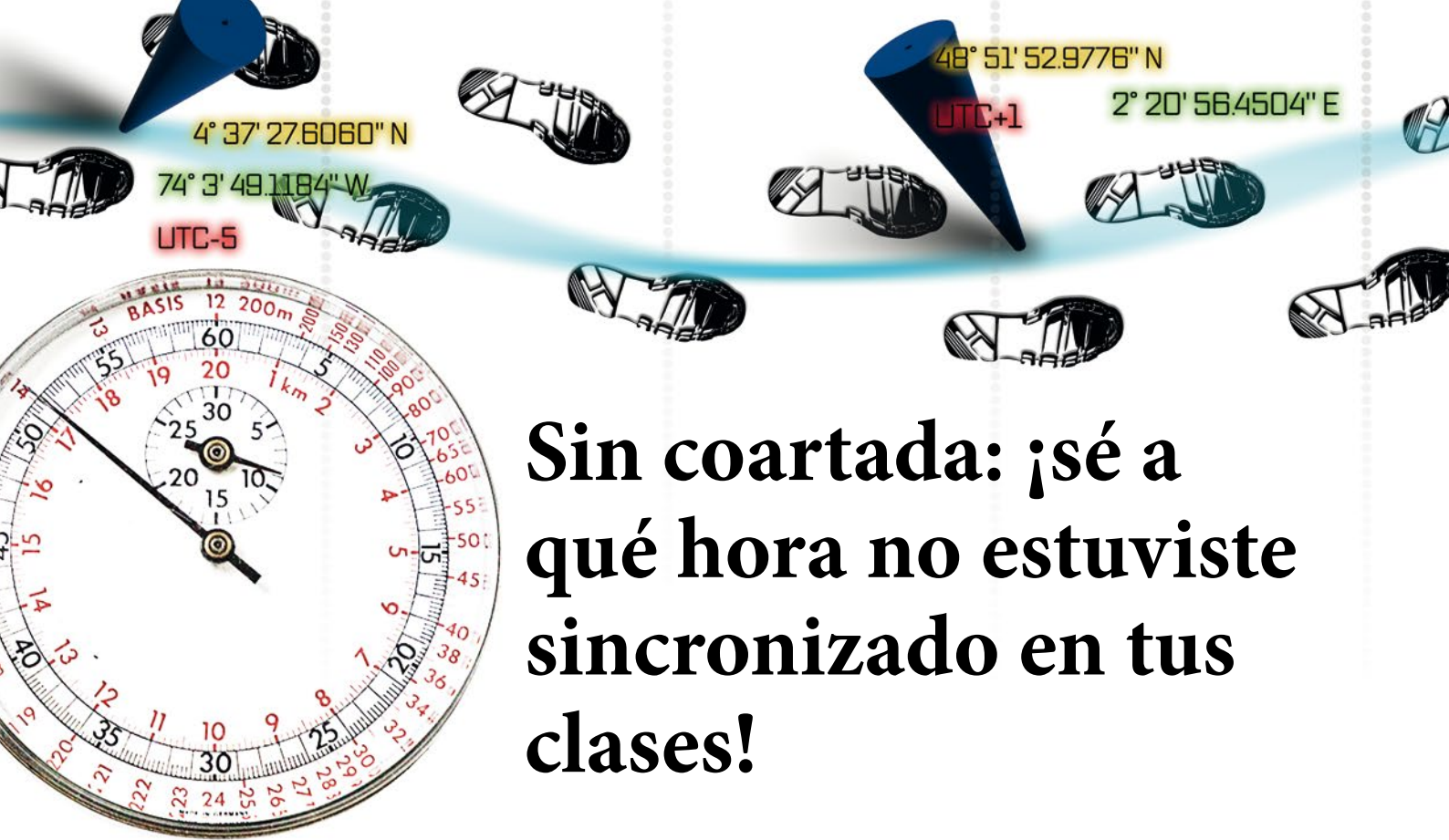
Kevin está convencido de que la creatividad humana es maravillosa, porque cada vez más los especialistas pueden vigilar la salud de un paciente a distancia con datos confiables, lo que aumenta la esperanza de vida, y él quiere formar parte de ese universo.

Al concluir el llenado de sus cédulas universitarias siente que pronto será una de las personas que salvarán vidas en el mundo... aunque le queda la duda si es una convicción propia o inducida.

AUTORES: MIGUEL ÁNGEL DE ALBA, RUBÉN J. LAZOS MARTÍNEZ Y HUGO GASCA ARAGÓN (MÉXICO)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.





# Sin coartada: ¡sé a qué hora no estuviste sincronizado en tus clases!

¿Te preguntaste alguna vez cómo hace tu teléfono móvil para saber a qué hora estuviste en cada lugar que recorriste y con esa información armar tu historial? Conoce la importancia de la correcta sincronización de los relojes atómicos.

Mateo no tenía ni la menor sospecha de que su celular registraba cada uno de sus desplazamientos, segundo a segundo. Pero una mañana recibió un mensaje en su correo electrónico que decía: “Hola, Mateo. Te recordamos que los datos recogidos en el historial de tu cuenta de Google se eliminarán el 1 de diciembre de 2022. Si quieres conservar esos datos antes de que se eliminen descarga una copia”.

La nota le explicaba que a partir del historial de ubicaciones era posible crear una cronología de datos, un mapa personal con fechas, horas, minutos y segundos de los sitios visitados y los trayectos recorridos, desde que empezó a usar el celular.

Inmediatamente y con gran curiosidad ingresó a ese historial a través de un enlace incluido en el mensaje para ver qué datos había. Sus ojos no podían creer lo que veía. Los últimos tres años de su vida estaban condensados en varias pantallas. La información detallaba qué lugares había visitado con más frecuencia en una especie de ranking de los “top 10”.

En cada momento de su vida, los sitios que había recorrido eran mostrados con nombre y apellido: Parque Metropolitano Simón Bolívar (Colombia), Cerro de Monserrate (Colombia), Estadio Olímpico de Sochi (Rusia), Jardines de Luxemburgo (Paris...) e incluían los datos exactos de

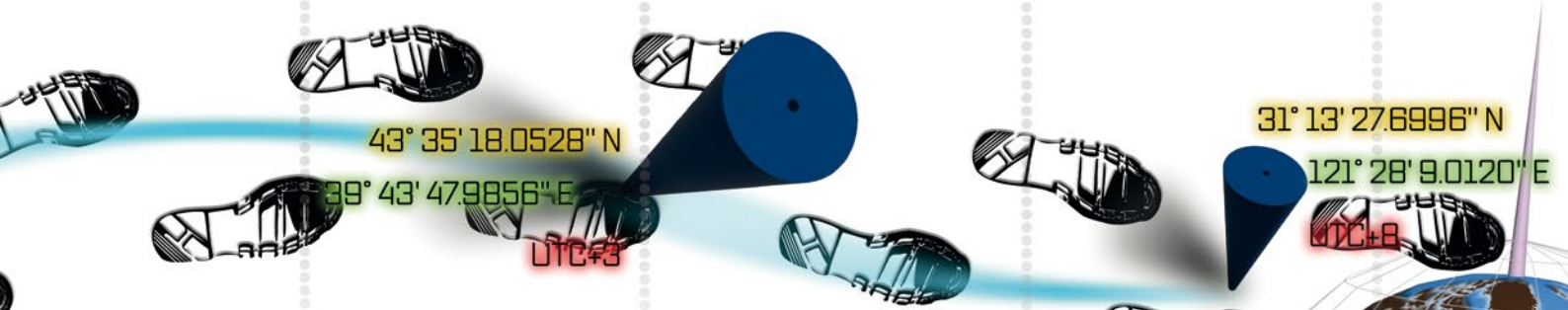
la hora, día, mes y año que él se había detenido en cada uno de los lugares enumerados.

Al ver toda esa información junta, su asombro se transformó en una extraña, casi indescriptible sensación. Se preguntó cómo Google es capaz de armar ese historial de ubicaciones. Y al buscar en Internet halló la respuesta.

## ¿Relojes indiscretos?

Se enteró que los teléfonos móviles te permiten optar entre activar y desactivar el historial de zonas horarias, aunque, si los desactivas, es aún posible que algunos datos se sigan guardando igual, debido al uso de otros servicios.

Pero se preguntaba cómo era posible que el celular advirtiera cuándo había estado en los lugares detectados. Leyó que el tiempo lo es todo cuando se trata de la configuración de la ciudad a dónde una persona viaja; la hora está relacionada directamente con su ubicación geográfica en el mundo, ya que basta ubicar el famoso meridiano de Greenwich y desplazarse a izquierda o a derecha, restando o sumando horas para saber la hora de un país. Es como si viajaras al pasado o al futuro en un mismo día solo aplicando aritmética.



Se parte de una referencia de tiempo internacional denominada Tiempo Universal Coordinado o UTC, (sigla seleccionada para ser usada en todos los idiomas como solución intermedia entre el inglés y el francés) y a partir de ésta, y según la posición geográfica de cada país, se calcula la hora local. Por ejemplo, la mayoría del historial de Mateo indicaba que estuvo en (UTC-5) que está asociado con Colombia, su país de nacimiento; cuando el historial decía que estuvo en (UTC+3) en 2018 inmediatamente Mateo buscó una foto con sus papás de ese año cuando estuvo en el Mundial de Fútbol en Rusia exactamente en el Estadio Olímpico de Sochi; otro dato curioso era el dato (UTC+1) en 2019, Mateo recordó que ese año sus abuelos lo llevaron a ver el *Tour de Francia de Ciclismo* y se dieron el paseo por los Jardines de Luxemburgo.

Si bien los teléfonos celulares tienen como objetivo principal servir como un sistema de telecomunicaciones, cuando se configura para saber la hora de referencia de una ciudad se está relacionando no solamente una ubicación geográfica sino también una indicación de tiempo confiable.

Cada satélite lleva un reloj atómico (de rubidio o de cesio) que proporciona las referencias para la transmisión de datos. Transmiten constantemente señales en forma de frecuencias de radio moduladas que contienen varias piezas de información codificada, entre ellas, la marca de tiempo.

Los relojes atómicos, que están alojados en los satélites, deben ser capaces de funcionar durante al menos 12 horas. El desfase de sincronización debe tener un valor de 1/100 de un microsegundo, lo que significa que en el peor de los casos tendrían un error de 1 segundo hasta después de transcurridos 140 000 años.

De distintas maneras, los relojes atómicos han transformado nuestra relación con el tiempo, convirtiéndose en componentes claves en diferentes campos tecnológicos y para varias actividades en las que es indispensable garantizar la hora y fecha exacta. Su uso se ha extendido también al mundo de las finanzas, donde se requieren relojes muy exactos para garantizar –tanto al usuario como a todo el sistema–, la hora y la fecha exacta en que se realizan las transacciones en línea.

## De estrellas y átomos de cesio

A lo largo de la historia, el tiempo se ha medido de diferentes formas, muchas de ellas vinculadas con elementos de la naturaleza, como por ejemplo las estrellas.

Hasta 1967, el segundo —la unidad del tiempo— se estimaba en relación con el movimiento de rotación de la

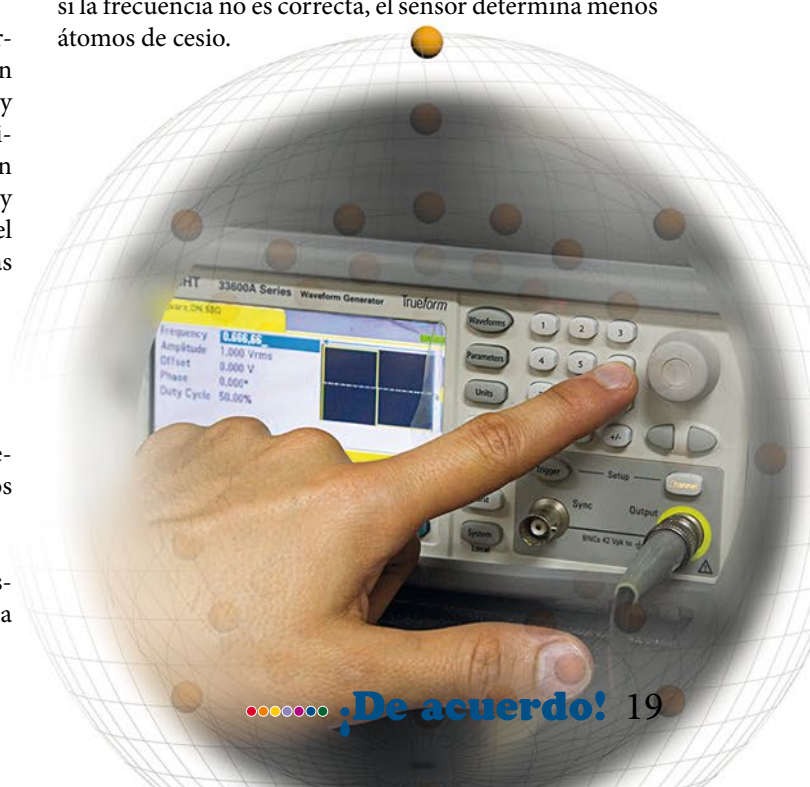
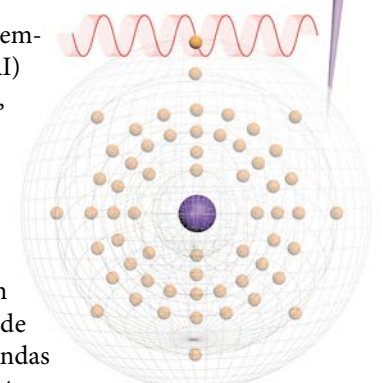
Tierra. Pero a fines del siglo XIX se dieron cuenta que el día solar era inestable (debido a la forma elíptica de la órbita de la Tierra) y que las mediciones que se derivaban de ese patrón perdían precisión y exactitud.

Se fueron proponiendo diferentes mecanismos de medición, hasta que en 1967 la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM, por sus siglas en francés) sustituyó las observaciones astronómicas por la radiación de átomos.

El elegido para dar paso al Tiempo Atómico Internacional (TAI) fue el átomo de cesio-133, estableciéndose el uso de 340 relojes atómicos ubicados en distintas partes del mundo para realizar las mediciones.

Para determinar el paso de un segundo, un reloj atómico de cesio cuenta la cantidad de ondas de frecuencia de radiación electromagnética que recibe.

El flujo de átomos de cesio en estado de mayor energía es detectado por un sensor en el reloj. Si la frecuencia de las ondas de radio es exacta, los átomos de cesio continúan fluyendo a través del sensor a su velocidad máxima. Pero si la frecuencia no es correcta, el sensor determina menos átomos de cesio.



En este caso, envía una señal eléctrica al oscilador de cuarzo que altera la frecuencia para que resulte la adecuada. Este proceso, que se conoce como circuito de retroalimentación, hace posible que los relojes atómicos se corrijan a sí mismos.

Los satélites GNSS<sup>1</sup> transmiten constantemente señales en forma de frecuencias de radio moduladas. Estos mensajes de navegación, que viajan a la velocidad de la luz porque son ondas electromagnéticas, contienen varias piezas de información codificada, entre ellas, la marca de tiempo de su reloj atómico. La navegación por satélite se realiza a través de esa información de tiempo.

Cada satélite GNSS tiene un reloj atómico principal que envía la información de marca de tiempo utilizada para la navegación. Sin embargo, la mayoría de los satélites suelen tener más de un reloj atómico, ya sea para mejorar el rendimiento o para actuar como respaldo en caso de falla o problemas.

## 15 horas, 2 minutos, 48 segundos...

Los relojes atómicos son empleados también para una función importantísima: determinar la hora oficial nacional de cada país.

El Tiempo Universal Coordinado o UTC es el principal estándar de tiempo por el cual el mundo regula los relojes y el tiempo.

Se obtiene a partir del Tiempo Atómico Internacional, un estándar de tiempo calculado a partir de una media ponderada de las señales de los relojes atómicos localizados en cerca de 70 laboratorios nacionales de todo el mundo.

Los Institutos Nacionales de Metrología suelen ser los encargados de calcular y determinar la hora oficial en su país. En Colombia, por ejemplo, es el Instituto Nacional de Metrología (INM). La hora legal para el territorio de la República de Colombia es la del Tiempo Universal Coordinado disminuido en 5 horas (UTC-5).

De esta manera, si tenemos en cuenta que un error de un microsegundo puede ocasionar una diferencia de 300 metros en la ubicación, Mateo podría tratar de justificar por qué el martes 6 de septiembre a las 15 horas, 2 minutos y 48 segundos en lugar de estar en clases se encontraba en el Parque Metropolitano Simón Bolívar.

AUTORES: CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA),  
LIZ CATHERINE HERNÁNDEZ  
Y ALEXANDER GUTIÉRREZ (COLOMBIA).

<sup>1</sup> Sistema Global de Navegación por Satélite - siglas del término en inglés.

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.



Fotos cedidas por el  
INM - Instituto Nacional  
de Metrología de  
Colombia.

# Calibrar en un click



Gracias a la automatización, la ciencia de la medición se aplica de forma cada vez más rápida y autónoma

Desde tiempos inmemoriales, la ciencia de la medición fue el motor del progreso y de nuestro conocimiento del mundo. Pero la historia de cómo llegamos a desarrollar un sistema de unidades de medida tal como el que rige nuestra vida actual fue de novela.

Medir es comparar y cada persona, cada comunidad, cada país comparaban las cosas con lo que se les antojaba. Los pueblos antiguos, por ejemplo, se basaban en medidas antropomórficas y calculaban distancias utilizando el pie o el brazo. Pero, claro, muy pronto advirtieron que esa era una forma muy imperfecta de estimar valores, ya que el resultado era diferente de un lugar a otro.

Cuentan los historiadores que en el *ancien régime* francés había ¡miles de diferentes unidades de medidas! Después de la revolución, se decidió encargarles a los astrónomos Jean-Baptiste Joseph Delambre y Pierre François André Méchain que fijaran una medida precisa para el metro y de ese modo se pudiera poner cierto orden en los intercambios de bienes y las actividades del Estado.

En junio de 1792 ambos dejaron París, uno hacia el Norte y otro hacia el Sur, con los instrumentos científicos más avanzados del momento, para medir la parte del meridiano que va de Dunkerque a Barcelona y establecer la dimensión del metro como una diez millonésima parte de la distancia entre el Polo Norte y el Ecuador. No fue fácil. Para lograrlo, durante siete años tuvieron que trepar a torres de catedrales y cumbres de volcanes, y hasta corrieron riesgo de ser guillotinado. Al volver, presentaron sus datos en lo que fue la primera conferencia científica internacional y

a la que asistió el mismísimo Napoleón. “Las conquistas llegan y se van —sentenció el emperador—, pero este trabajo permanecerá”.

En lo que puede considerarse el primer paso en el desarrollo del actual Sistema Internacional de Unidades de medida, el 22 de junio de 1799 se depositaron dos patrones de platino que representaban el metro y el kilogramo en los Archivos de la República de Francia, en París. Desde entonces, se alcanzó cada vez más y más precisión.

Hasta no hace tanto, para calibrar instrumentos (es decir, para comparar el valor que dan con el que arroja un patrón de referencia en el mismo punto y determinar la diferencia o “error”), los laboratorios de Metrología utilizaban equipos mecánicos, y registraban los valores obtenidos en planillas o cuadernos de papel. Pero, tal como en la escuela se está pasando de la pizarra a la pantalla de computadora, y de la regla de cálculo a la calculadora electrónica, los metrologos están utilizando equipos automáticos y digitales diseñados para realizar las mediciones, capturar los datos, calcular directamente los resultados necesarios ¡y hasta emitir los certificados en formato digital!

Su intención va más allá de simplificar o “modernizar” los procesos; ansían reducir el riesgo asociado con el error humano y el tiempo de operación que demandan estas calibraciones, que en muchos casos son insospechadamente trabajosas.

Este es el proceso en el que está avanzando el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), donde se guardan los patrones nacionales de referencia, trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI). En los últimos años, sus ingenieros, técnicos e investigadores desarrollaron varios proyectos de automatización y robotización que les permiten satisfacer de forma más eficiente la demanda de sus clientes y mejorar la calidad de las medidas.

Para hacerse una idea del cambio, basta con mencionar cómo evolucionó el trabajo de calibración de instrumentos de masa y longitud de dicho instituto. En el primer caso, lo que se hacía era comparar el patrón nacional del kilogramo (una pesa de acero inoxidable) con las que enviaba el cliente, en un rango que va desde un miligramo a 1000 kg. Eso se lograba haciendo en forma manual distintas combinaciones en las que se alternaban pesas de distintos valores nominales (por ejemplo, de 1 kg, 2 kg, 5 kg y 10 kg). Para calibrar cinco pesas (sea de forma manual o automatizada), hay que hacer 11 combinaciones y repetirlas tres veces; es decir, que hay que realizar 33 mediciones.

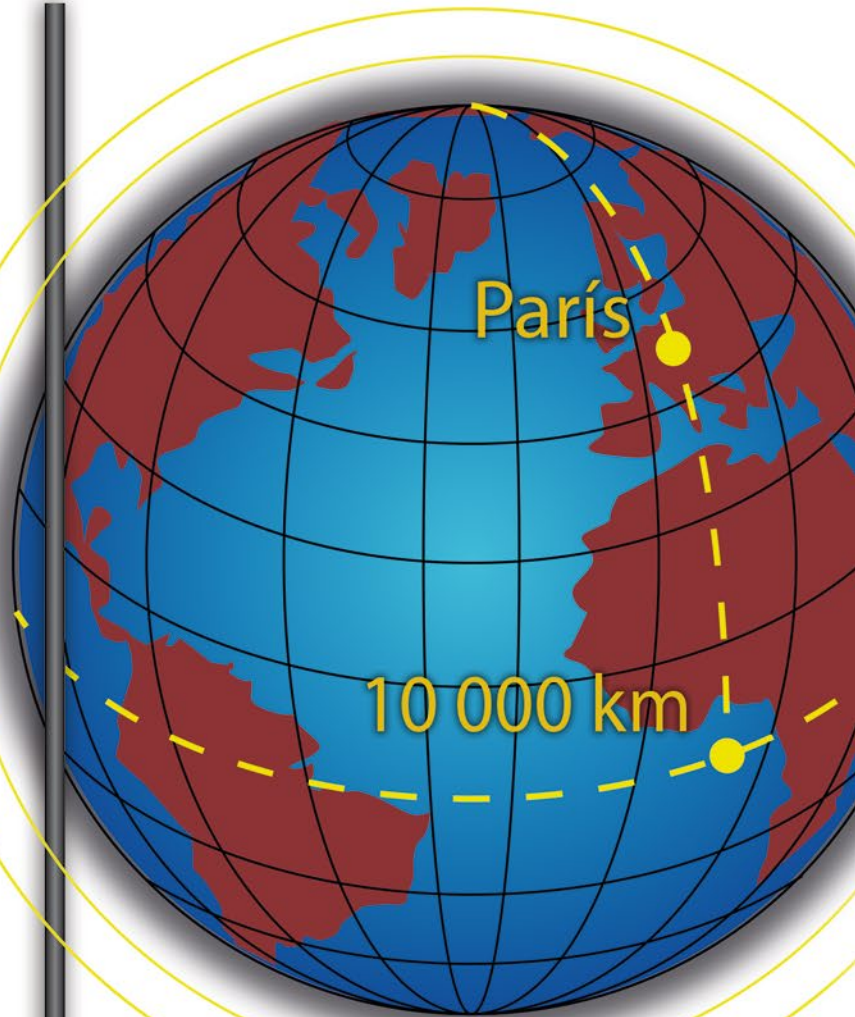
Hoy, el técnico pasó de estar tres o cuatro horas sentado frente al equipo, comparando los valores nominales de diferentes pesas (patrón vs prueba) y registrando los datos que arrojaba el instrumento, a colocar los patrones en los lugares designados en el “comparador”, programar qué y cómo comparar las pesas y de qué sensor de condiciones ambientales tomar los valores de temperatura, humedad y presión atmosférica, y puede retirarse del laboratorio y avocarse a otras tareas más interesantes, mientras el proceso se completa solo.

Además de mejorar mucho la repetibilidad de las medidas, al hacerse este proceso en forma automática disminuyen mucho las vibraciones, la variación en las condiciones ambientales y posibles errores en la digitación de los datos manuales en las planillas de cálculo,



La programación y la automatización liberan al técnico de la necesidad de pasar horas frente al equipo. La calibración se hace prácticamente sola. (Foto cedida por LATU).

Tradicionalmente, para calibrar pesas, se comparaba el patrón nacional del kilogramo con las que enviaba el cliente haciendo múltiples combinaciones. (Foto cedida por LATU).



A fines del siglo XVIII, la dimensión del metro se estableció como una diez millonésima parte de la distancia entre el Polo Norte y el Ecuador. Ilustración: Alberto Parra del Riego

lo que incide en la precisión del resultado final.

Además, los valores obtenidos pueden extraerse y pasarse a planillas de cálculo diseñadas para realizar las estimaciones necesarias y elaborar el informe de resultados que es emitido en formato electrónico con firma digital. Los clientes pueden bajarlo del sistema informático del LATU con su número de solicitud y clave única de acceso.

Algo similar se logró con las calibraciones de longitud, donde se controlan “bloques” que van desde 0,5 mm hasta 100 mm. Ese proceso comprende cuatro ensayos secuenciales durante los cuales el técnico manipula el equipo y toma datos. En este caso, el problema no era la



cantidad de operaciones, sino el “tiempo muerto” entre medición y medición. Esto ocurría porque como los bloques de referencia se expanden con el calor, el metrologo tenía que esperar alrededor de 30 minutos sin hacer nada para homogeneizar la temperatura del bloque patrón y del bloque que debía calibrarse, entre 15 y 30 segundos antes de cada medición, y entre 15 y 30 minutos entre ensayo y ensayo. Es decir, que calibrar un bloque exigía alrededor de tres horas.

Hace unos años, se realizaban las mediciones de forma manual con el calibrador de bloques, registrando los datos en una planilla de papel. Fue por iniciativa de los metrologos de LATU que se desarrolló un mecanismo de medición y registro de datos. En una primera etapa, diseñaron un software a medida que asistía al técnico y medía tiempos de estabilización, y además permitía la captura automática de datos para evitar errores de tipeo, los procesaba, hacía el cálculo de resultados y la estimación de incertidumbre. Pero el técnico debía seguir tres horas frente al equipo.

Por eso, en 2020, el mismo grupo de metrologos agregó la robotización del proceso por medio de un actuador programable y una placa Arduino para manejar todos los aspectos mecánicos del calibrador de bloques. Así, el metrologo puede configurar la calibración y retirarse a cumplir otras tareas, mientras el equipo funciona en forma autónoma y obtiene los resultados.

En la actualidad, están trabajando en ensamblar estos procesos automáticos de calibración con el sistema informático del LATU, de modo que la emisión del certificado de calibración se haga de forma completamente autónoma.

Con esto se llegaría a algo que hubiera resultado inimaginable hace tan solo unas décadas: la Metrología en un *click*.

AUTORAS: SHEILA PRESTE (URUGUAY) Y  
NORA BÄR (ARGENTINA)

Este equipo permite calibrar pesas de 20 g a 1 kg con rapidez y precisión. (Foto cedida por LATU).



# ¿Las máquinas aprenden?

¿Te pasó que tu teléfono celular te dio una información que no le habías pedido? ¿Espías encubiertos o inteligencia artificial? Conocé cómo puede beneficiarse la industria con estas aplicaciones.

Seguro que usas ese servicio de música, *podcast* y videos digitales que te da acceso a millones de canciones. Después de varios días de escuchar la misma banda, al entrar en la *app* ves que te propone una lista de reproducción de grupos que tienen el mismo estilo.

Marcas un correo electrónico como spam. Y desde ese momento, todo mensaje que te llegue desde ese remitente va derecho a la carpeta de correos no deseados.

Vas a buscar la foto que le sacaste a tu compañero después del gol que los llevó directo al campeonato y ves que está incluida en una carpeta auto-creada junto con las fotos del entrenamiento de los partidos anteriores.

Estas y otras situaciones que vivimos a diario nos llevan a experimentar confort, en la mayoría de los casos. Pero también una cierta inquietud. ¿Es que las máquinas nos leen la mente?

## Máquinas estudiosas

De unos años a esta parte los equipos que nos rodean aparecen dotados de una capacidad conferida por las

personas hacia esos sistemas: el aprendizaje automático o *machine learning*, mecanismo que hace que las máquinas aprendan y se entrenen por medio del procesamiento de datos. Sus resultados son increíbles y de mucha utilidad en nuestras tareas cotidianas.

“Las máquinas aprenden, y lo hacen imitando el modo en que lo hace el cerebro humano”, dice Francisco Tamarit, profesor de la Universidad Nacional De Córdoba, Argentina, y especialista en redes neuronales y aprendizaje autónomo.

Así como el cerebro humano establece conexiones entre neuronas que llamamos sinapsis, los cerebros artificiales, como los de las computadoras, emplean parámetros para estimar por ejemplo cuál va a ser el resultado de un proceso.

“Sabemos que los sistemas nerviosos naturales aprenden al cambiar esa arquitectura de conexiones, esto es, no cambian las neuronas, sino cambian el modo en que se conectan. Los sistemas artificiales se basan en ese mismo mecanismo; tienen un cierto número de neuronas, permiten un cierto número de sinapsis y se trata de encontrar un conjunto de sinapsis que resulte adecuado para que puedan resolver un determinado problema”, explica Tamarit.

Las neuronas de nuestro cerebro nos ayudan a leer, recibir y procesar la información que proviene de los sentidos (la vista, el oído, el tacto, el gusto, el olfato). En los sistemas artificiales, en cambio, la información proviene de sensores, fotos, textos, datos en general.

El cerebro humano evalúa y pondera los estímulos que recibe, discrimina la información relevante de la que no lo es, y luego toma decisiones. Y las máquinas hacen parecido. Continúa Tamarit: “Los algoritmos de aprendizaje automático basados en redes neuronales, básicamente consisten en encontrar una forma óptima de ponderar la información transmitida por las sinapsis. Nosotros les suministramos una serie de ejemplos o *datos de entrenamiento*, y ellas van ajustando sus algoritmos para que obtengan resultados similares a estos datos”. Cuando lo logran, podemos decir que “aprendieron”.

A pesar de haberse transformado en una palabra de moda, el término “algoritmo” alude a una serie de instrucciones sencillas que se llevan a cabo con el fin de resolver un problema.

Como un área de investigación iniciada en la década de 1950, la inteligencia artificial ha sido definida como la capacidad de un sistema de interpretar correctamente datos externos, aprender de dichos datos y utilizar esos

aprendizajes para lograr objetivos y tareas específicas a través de una adaptación flexible.

Existen sistemas basados en aprendizaje automático que controlan procesos industriales, iniciativas vinculadas a la salud y tecnologías de misión crítica, entre otras aplicaciones.

## Inteligencia artificial y mantenimiento predictivo

La empresa argentina HITEC SRL, aplica inteligencia artificial en una solución productiva que emplean plantas de la industria farmacéutica, química y minera, entre otras. Uno de sus productos más exitosos, *Terative*, es una plataforma de mantenimiento predictivo que utiliza *machine learning* para determinar cuál es el momento ideal para realizar operaciones de mantenimiento de diferentes máquinas (usualmente rotativas, como motores, bombas y ventiladores), a partir del análisis de las mediciones de distintas variables.

“Los sistemas de inteligencia artificial tienen que aprender de datos. Normalmente no hay muchos datos sobre roturas en máquinas, pero sí los hay sobre máquinas distribuidas



por todo el mundo que están funcionando bien” —explica Rodolfo Díaz, fundador y director de la empresa. Y agrega “Por eso, hacemos aprender a los algoritmos de inteligencia artificial sobre esa condición de normalidad y detectamos cuando la máquina se empieza a alejar de ese punto, a qué velocidad, y con qué resultados. Con eso, podemos hacer una proyección de cuándo se va a romper, de manera de actuar a tiempo”.

La idea es actuar lo más cercano posible a que el equipo se descomponga, para no reparar cuando aún no es necesario, pero asegurándose de evitar que se rompa y genere un paro en la producción, lo que puede significar un gasto mayor que el que podría ocasionar el arreglo.

*Terative* no solo utiliza un algoritmo de inteligencia artificial para detectar la anomalía, sino que una vez identificada ésta emplea otro algoritmo para clasificarla y puede diagnosticar de qué tipo de falla se trata. “A medida que el sistema va trabajando, el algoritmo va aprendiendo cada vez más y su diagnóstico de falla resulta más exacto”, añade Díaz.

Para realizar su labor, el corazón del sistema emplea sensores que poseen entre 20 y 40 puntos de medición en cada planta industrial. Miden vibraciones en máquinas rotativas, temperaturas y caudales en intercambiadores de calor, y calidad de aceite en equipos hidráulicos. Los datos que recogen son enviados a “la nube”, donde se aloja toda la información relativa a las máquinas que están siendo relevadas por la empresa en Argentina, España, Dinamarca, entre otros países.

¿Cómo saber si los sensores miden bien? “Necesitamos que estén calibrados, y para ello recurrimos al INTI, que es nuestra referencia primaria en patrones”, dice Díaz, ingeniero electromecánico y electrónico. Actualmente,

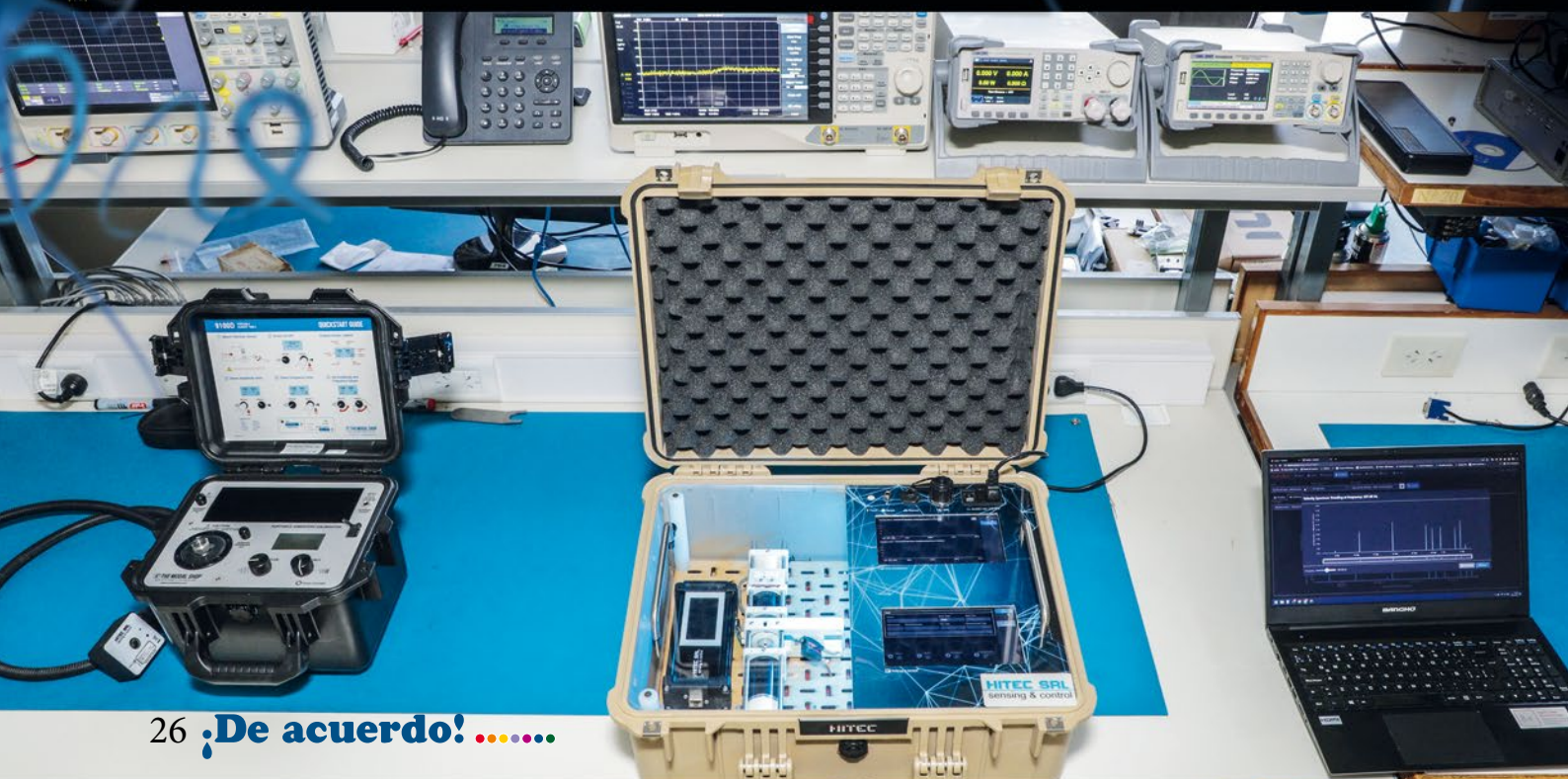
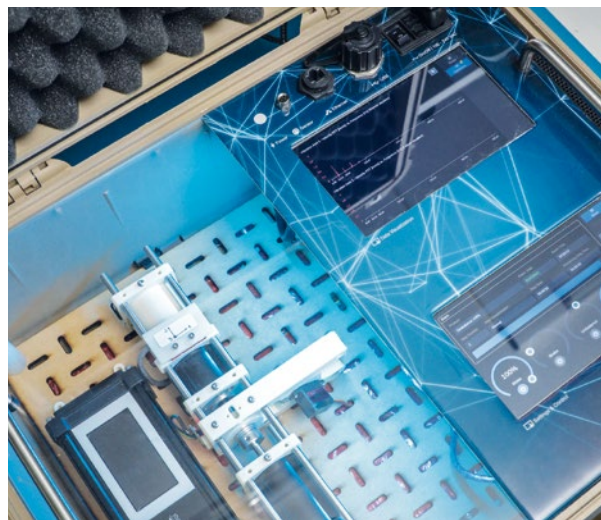
HITEC trabaja junto al INTI en el desarrollo de “cadenas digitales de trazabilidad”. Esto permitirá que las comparaciones entre los sensores y los patrones se realicen en forma automática, y como resultado, el *software* emitirá un certificado que podrá ser leído por otras máquinas, por ejemplo, para corregir errores de medición en forma automática.

El equipo de trabajo que da vida a *Terative* incluye desde pasantes hasta especialistas en áreas como la ingeniería química, electrónica y sistemas. También hay doctores en matemáticas y *data scientists* o científicos de datos.

De algún modo, cuando la *app* de tu celular te propone escuchar una canción, o pedir comida en un determinado lugar, no es difícil imaginar cuantos cerebros se sumaron para hacer posible que recibieras esa sugerencia.

AUTORA: CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.  
Fotos: Adrián Gilardoni



# Una nube para todos

“La nube” promueve y facilita la democratización tecnológica y la transparencia, al permitirnos contar con información y acceder a servicios desde cualquier dispositivo y lugar, siempre que contemos con conexión a internet.

¿Te has dado cuenta que desde que inició la pandemia por COVID-19 el término “remoto” se ha vuelto una de las palabras más usadas por todos, tanto para estudiar como para trabajar? Pero, además, ¿te has preguntado cómo es posible que podamos realizar al mismo tiempo múltiples actividades conectados a internet? La respuesta a esto es “la nube”.

¿Qué es la nube? Según el diccionario de informática de Microsoft, es “una enorme red de servidores remotos alrededor del mundo que almacenan y administran grandes cantidades de datos, ejecutan aplicaciones y brindan servicios como streaming de videos, e-mail, software de ofimática o redes sociales”. Todo ello, las 24 horas del día y los 365 días del año. A estos servicios se puede acceder desde cualquier lugar y dispositivo, siempre que contemos con conexión a internet.

Se ofrecen desde la nube varios servicios y aplicaciones a los que accedemos todos los días, como *Spotify*, *Netflix*, *PlayStation*, *WhatsApp*, entre otros.

Una de las principales dudas que surgen sobre tener información en la nube es la seguridad. Para garantizarla, de acuerdo a Amazon Web Services, lo ideal es cifrar todos los datos; es decir, transformarlos o convertirlos en códigos, que únicamente pueden leerse y procesarse si se descifran.

La pandemia aceleró la transformación digital de las empresas y la adquisición de servicios en la nube. Y Perú no fue la excepción.

## Un laboratorio en la nube

AGQ Labs Perú es una filial de una empresa internacional (Grupo AGQ Labs Corporate). Desde sus laboratorios ofrece servicios de análisis agronómicos, alimentarios, ambientales y mineros.

El director del laboratorio, Yoel Iñigo, cuenta que a partir de la última etapa de la pandemia y post-pandemia se aceleró la digitalización de sus procesos. Al principio, el

## Tipos de nubes



### Nube privada

No se comparte y ofrece servicios mediante una red interna privada, local.



### Nube híbrida

Comparte servicios entre nubes públicas y privadas, todo depende de su finalidad.



### Nube pública

Comparte y ofrece servicios a todo el público.



### Nube comunitaria

Es construida por los usuarios y es utilizada por organizaciones, empresas o proyectos que tienen objetivos en común para compartir archivos.

objetivo principal era “cero papeles” y que toda su información, datos y resultados fueran gestionados y trabajados de manera remota. Ahora, realizan los ensayos combinando el análisis remoto o en línea.

A partir de la toma de muestras se genera un documento que se llama “cadena de custodia” o planilla. Esa información es recibida en el laboratorio, la digitalizan en su plataforma mediante un software llamado *Sistema Integrado de Laboratorio (SIL)*, y ahí gestionan todos sus procesos hasta la emisión del informe o reporte de ensayo digitalizado.

Hoy más que nunca utilizan la nube para la gestión de datos. Trabajan con un servidor principal que está en España y lo complementan con servidores locales, de acuerdo a sus necesidades, con compañías especializadas. En su nube privada gestionan el sistema integrado de calidad, los procedimientos, sistema de seguridad y de ambiente, las normas certificadas y acreditaciones.

Asimismo, desde hace ya algunos años usan una plataforma propia (*Be Safer*) para visualizar sus informes de ensayo en tiempo real, al que incluso tienen acceso sus clientes. Desde ahí monitorean sus proyectos y los requerimientos de plazos de sus clientes, si el ensayo está en proceso, si está validado o si está finalizado.

Para desarrollar servicios en la nube es importante contar con internet las 24 horas del día y los 365 días del año, sin interrupción. En el Perú, uno de los principales problemas para acceder a internet es el nivel de conectividad, por lo que también mantienen un *back up* (apoyo) de toda su información en servidores internos.

Además, desde AGQ Labs Perú están apostando por la automatización de sus procesos. Planean implementar el reconocimiento de voz para generar comandos que los ayuden en tareas repetitivas, y prevén incorporar pruebas con sensores para gestionar con mayor eficiencia los datos en campo, a fin de que las señales digitales viajen

de manera segura hacia la nube, su servidor y, luego, al ordenador del cliente.

## Metrología en la nube

En el Instituto Nacional de Calidad de Perú (INACAL), la Dirección de Metrología ofrece muchos servicios en línea disponibles las 24 horas del día gracias a la nube y la infraestructura de tecnología de la información con la que cuenta. Esto ha permitido seguir atendiendo la demanda de sus usuarios aun durante la pandemia.

Rubén Gil, analista del Laboratorio de Flujo de Gases del instituto, explica las ventajas que esto ofrece a los clientes. Por ejemplo, pueden ingresar una solicitud de servicio de calibración de un instrumento, recibir la cotización, realizar el pago, reservar fecha para la entrega del instrumento y hacer el seguimiento del servicio solicitado sin tener que desplazarse hasta la sede del instituto. Además, tienen la posibilidad de consultar en línea los certificados de calibración y acceder a un buscador de instrumentos de medición sometidos a control metrológico.

Si hablamos de computación en la nube, el instituto también ha implementado una plataforma web que es utilizada por las Unidades de Verificación Metrológica, que se ocupan de la atención del servicio de verificación de balanzas de uso comercial. Esta plataforma realiza los cálculos propios de los ensayos de verificación, genera el certificado (el cual puede ser consultado a través del buscador en línea mencionado anteriormente) y lo almacena en la base de datos.

La nube, además de ser una herramienta para gestionar y almacenar datos de forma virtual, promueve y facilita la democratización tecnológica y la transparencia, al permitirnos contar con información desde cualquier dispositivo y lugar. Eso es lo más importante de tener “una nube para todos”, porque todos tenemos la opción de elegir acceder a ella.

RAQUEL TINEO (PERÚ)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

### La nube metrológica

En Europa se está desarrollando una “nube metrológica” en la que se almacenarán los datos de calibración de instrumentos de medición. Es una nube de tipo híbrida, a la que tendrán acceso los fabricantes, usuarios, organismos fiscalizadores, Institutos Nacionales de Metrología, entre otros, y se usará con fines legales. Gracias a ella se podrá obtener de manera rápida y segura la información de cualquier fabricante y acelerar procesos administrativos para que los instrumentos de medición ingresen a mercados europeos con reglas y normas que tengan en cuenta el progreso tecnológico.

Será importante contar con una nube metrológica de alcance para la región latinoamericana, por ello ya se están coordinando esfuerzos en este tema.

# ¿Cómo funciona el GPS?

**Recurriendo al GPS, un sistema compuesto por una constelación de satélites y receptores de señales satelitales, cualquier persona puede saber en todo momento y con alta exactitud en qué punto geográfico del planeta se encuentra.**

**D**iego entró al aula y vio que casi todos sus alumnos de 5° año de secundaria caminaban y saltaban ágilmente entre las filas de bancos, con la vista fija en la pantalla de sus celulares. Mientras les pedía que se sentaran, suspiró y pensó: “¡No es fácil dar clases de Física las dos primeras horas de los lunes!”

-¡Chicos, por favor, guarden los teléfonos y saquen la carpeta! Tenemos que repasar temas de examen: ondas, tiempo, frecuencia y otros.

Como las risas y los movimientos con los celulares continuaban, intrigado preguntó el porqué de tanta agitación.

-El sábado mi hermano mayor vino a comer a casa —le respondió Daniela, mientras apagaba su *smartphone*— y me contó sobre el *Pokemon Go*, un videojuego del que era fanático cuando salió, en 2016. Lo buscamos en la web y la *app* seguía estando vigente. Lo probé y ¡me encantó! Así que se lo comenté a mis amigos y casi todos se entusiasmaron. Ahora hace dos días que estamos “cazando pokemones” por todo lados.

Terminó de sacar sus apuntes y notó que los chicos seguían sin prestarle atención. Entonces tuvo una idea.

-¿Así que les gusta el *Pokémon Go*? Yo también lo he jugado. Bueno, vamos a aprovecharlo para repasar.

¿Saben por qué pueden jugarlo en sus celulares? Gracias a que estos traen un chip especial, un receptor de señales satelitales, que también les sirve para ubicarse con los mapas del celular, buscar cómo llegar a una dirección o pedir un servicio de transporte como Uber. —Y aprovechando que los ejemplos de uso lograron atraer la atención de la clase, continuó con la explicación:

-Durante siglos, para poder ubicarse, los viajeros debían observar las estrellas o la posición del Sol, hacer cálculos matemáticos y consultar cartas y mapas. Finalmente lograban determinar su posición en forma aproximada, pero suficiente para navegar o viajar. Hoy, con los sistemas de navegación satelital las cosas son mucho más simples, rápidas y, sobre todo, exactas.

## GPS: Sistema de posicionamiento global

El término genérico correcto para describir cualquier sistema de navegación por satélite con cobertura global es Sistema Global de Navegación por Satélite o GNSS (siglas del término en inglés<sup>1</sup>).

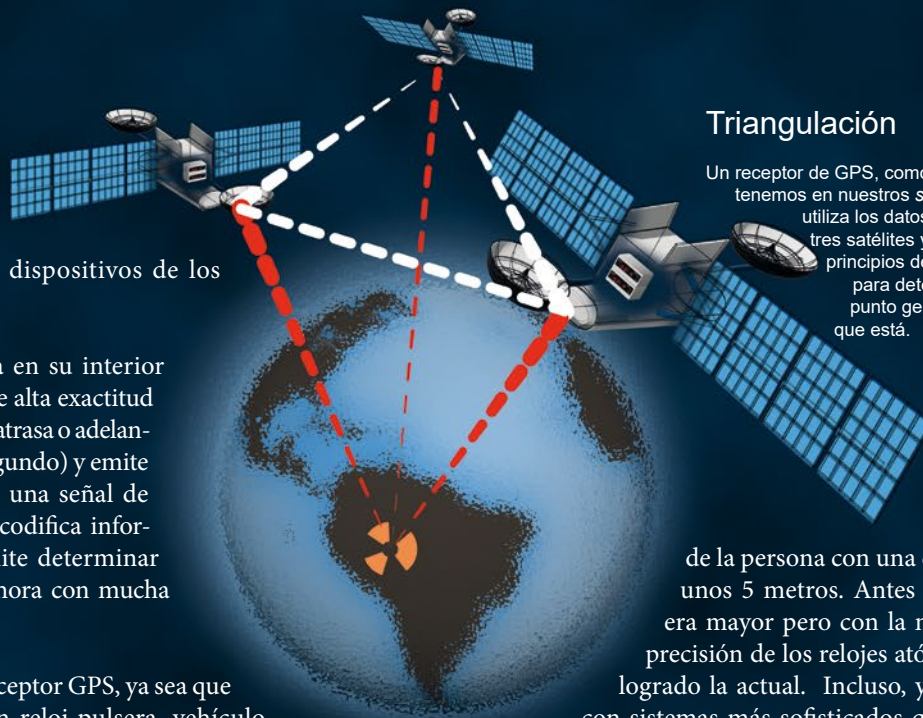
El *GPS* es el sistema que diseñó Estados Unidos; es el más famoso y uno de los más utilizados en el mundo. La sigla obedece al nombre completo, que traducido al español es *Sistema de Posicionamiento Global*.

Pero hay otros: el *GLONASS*, desarrollado por Rusia; el *GALILEO*, cuyos responsables son los países de la Unión Europea; y el *BeiDou* de China. Hay dos sistemas más que están en desarrollo pero son de alcance regional: el de Japón (*QZSS*) y el de la India (*IRNSS - NAVIC*)

El sistema *GPS*, al igual que los otros, consiste básicamente de una constelación formada por 24 satélites que orbitan la Tierra dos veces por día a unos 20 000 kilómetros de la superficie terrestre, a los que se suman algunas estaciones ubicadas en diferentes puntos de la Tierra (que sirven para hacer el monitoreo y el control de la red) y los receptores

Relojes atómicos de cesio que son mantenidos por el equipo profesional del Instituto Nacional de Metrología de Argentina -INTI.  
(Fotos cedidas por INTI)

<sup>1</sup> Global Navigation Satellite System



## Triangulación

Un receptor de GPS, como el que tenemos en nuestros *smartphones*, utiliza los datos de al menos tres satélites y aplica principios de geometría para determinar el punto geográfico en el que está.

de señales en los dispositivos de los usuarios<sup>2</sup>.

Cada satélite lleva en su interior un reloj atómico de alta exactitud (cada 100 mil años atrasa o adelanta no más de un segundo) y emite permanentemente una señal de radio propia, que codifica información que permite determinar su ubicación y la hora con mucha exactitud.

Por su parte, un receptor GPS, ya sea que funcione desde un reloj pulsera, vehículo, barco o *smartphone*, es capaz de recibir estas señales y utilizarlas para calcular, en pocos instantes, la ubicación exacta del dispositivo sobre cualquier lugar de la Tierra en el cual sea posible recibir señales satelitales.

-¿Y cómo lo hace? —gritó Marcos desde el fondo del aula.

-En esencia, calcula la distancia exacta que lo separa de cada satélite en base a la cantidad de tiempo que tarda en recibir esa señal—contestó Diego. ¿Se acuerdan que cuando estudiamos ondas electromagnéticas vimos que "viajan" a la velocidad constante de la luz, y que ésta en el vacío es de alrededor de 300 000 km/s? Bueno, el receptor usa ese número; aunque corregido, porque entre el satélite y nosotros está la atmósfera y la velocidad de la luz se altera levemente. Para compensar esa situación incluye en su análisis el índice de refracción de la atmósfera y así logra un cálculo más exacto.

Aprovechando que había captado la atención de los alumnos, también les recordó la fórmula que relaciona a la velocidad con la distancia dividida por el tiempo. Y como la velocidad (de las ondas electromagnéticas) es constante, si se logra determinar correctamente el tiempo que tardan en viajar desde el satélite hasta el receptor, es posible deducir la distancia entre ambos.

-Por otra parte —continuó— el dispositivo receptor capta las señales de varios satélites en forma simultánea. Combinando los datos de un mínimo de tres, ya puede aplicar principios de geometría para determinar el punto geográfico en el que está. Además, normalmente suele recibir más datos de otros emisores y los combina para mejorar todavía más el control del tiempo que tardan las señales en llegar y la hora, de manera que se puede mejorar la ubicación exacta del receptor.

Así, analizando el tiempo y la frecuencia de estas señales, un receptor GPS comercial ya logra obtener la ubicación

de la persona con una exactitud de unos 5 metros. Antes la exactitud era mayor pero con la mejora de la precisión de los relojes atómicos se ha logrado la actual. Incluso, ya contamos con sistemas más sofisticados que nos permiten afinar aún más los resultados y nos ubican con un error de posición sobre la Tierra de menos de un metro —afirmó el profe.

Diego vio que algunos ya encendían nuevamente su celular. Ojeó su reloj, y como aún quedaban unos minutos de clase prosiguió:

-Los sistemas como el GPS no sólo sirven para jugar o para buscar cómo llegar a un lugar usando los mapas digitales. Hoy el mundo productivo atraviesa un profundo proceso de transformación digital que alcanza a todas las actividades. Y los dispositivos capaces de geo-localizar en detalle también encuentran cada vez más usos.

Se están comenzando a usar en el campo, en la llamada "agricultura de precisión", que mejora la productividad y el rendimiento al permitir un uso automatizado de tractores y cosechadoras. Por otro lado, también hay aplicaciones para la ecología y se pueden emplear receptores portátiles para rastrear los desplazamientos de ejemplares en peligro de extinción. Incluso en el deporte de alto rendimiento, ya que hasta puede ayudar a los golfistas a mejorar sus golpes.

-¿Puede ser, profe, que esos sistemas hagan funcionar los vehículos autónomos? —preguntó Marcela. Y agregó: Mi papá volvió hace unos días de Canadá y contó que entre las terminales del aeropuerto los pasajeros se trasladaban en un bus que no tenía conductor.

-Así es —afirmó Diego. Y hay mucho más....

Pero justo cuando iba a seguir enumerando los usos futuros del GPS, sonó el timbre y todos los alumnos salieron corriendo al recreo, con sus celulares ya listos para seguir cazando pokemones.

AUTOR: ENRIQUE GARABETYAN (ARGENTINA).

<sup>2</sup> El *Bei-Dou* tiene 35 satélites, el *GLONASS* tiene 27 y *Galileo* 30.

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego



# Un software ayuda en la calibración de cintas métricas

Con un celular y valiéndose de la tecnología *Bluetooth*, ahora se puede comandar a distancia una cinta métrica y que se mueva en dos direcciones o se detenga. La solución, que mejora y reduce el tiempo del proceso de calibración de este tipo de instrumentos, se basa en un software que se produjo siguiendo un esquema de trabajo conocido en el universo informático como *DevOps*.

Cuando se empezaron a utilizar los teléfonos celulares era una locura pensar que estos dispositivos llegarían a controlar objetos a distancia. Al día de hoy tu celular integra un sinnúmero de funcionalidades, que incluyen conexiones inalámbricas como *Bluetooth* o *Wi-Fi* con las que puedes accionar aparatos desde lejos y sin cables o, por el contrario, puedes operarlo desde un dispositivo periférico como un smartwatch. Además, concentra otras que brindan las aplicaciones que descargas.

Detrás de la aparición y buen funcionamiento de aplicaciones móviles hay muchas decisiones y horas de trabajo de expertos. Varias de ellas lograron ver la luz y están en constante mejora gracias a un método de trabajo conocido en el universo informático como *DevOps*.

Pues bien, utilizando *DevOps* y valiéndose de la conexión *Bluetooth*, los expertos en Informática y Desarrollo tecnológico del Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM), coordinados con un metrólogo integrante del Laboratorio de Longitud, produjeron una aplicación móvil con la que se logra mover una cinta métrica, sin tocarla y desde una distancia de hasta 20 metros. Con ella mejoraron la calibración de cintas métricas, un proceso fundamental para quienes las utilizan en distintas actividades.

## *DevOps: desarrollo y operaciones*

Crear y asegurar el correcto funcionamiento de un software o una aplicación móvil requiere dos etapas principales: desarrollo y operación. (El término “DevOps” está formado por las primeras letras de estas dos palabras en idioma inglés: *development* y *operations* respectivamente. Alude también a quienes intervienen para lograrlo: el desarrollador o equipo de desarrollo, encargado de diseñarlo; y el operador o equipo de operaciones, responsable de mantenerlo siempre en funcionamiento).

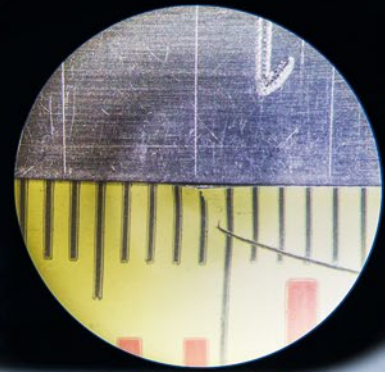


El ciclo de vida de un software. Cada ciclo DevOps inicia con la planificación y se completa con el monitoreo, durante el cual se identifican problemas o mejoras posibles que dan lugar a comenzar un nuevo recorrido. En cada ciclo el software se perfecciona un poco más, mejorando así la experiencia del usuario.

En ambas etapas se siguen ciertos pasos y tareas en forma ordenada que se entrelazan, dando lugar a un ciclo que se recorre una y otra vez durante la vida de un software. El esquema *DevOps* ayuda a organizar el trabajo, facilita la comunicación y promueve la retroalimentación permanente. De este modo se logra producir softwares y aplicaciones con mayor frecuencia, de mejor calidad y a menor costo; las fallas o errores se logran solucionar más rápido y se garantiza la mejora continua.

## DevOps, Bluetooth y la calibración de cintas métricas

La calibración se realiza en un salón enorme, con rieles larguísimo y un microscopio muy particular montado sobre un carro —un esteromicroscopio— por medio del cual se observan las cintas en distintos puntos para determinar las diferencias que puedan existir entre ambas. (Fotos cedidas por el INM de Colombia).



El proceso de calibración de una cinta métrica consiste en compararla, metro a metro, con una “cinta patrón” para determinar los errores de exactitud de las marcas que indican cada metro de la escala (1 metro, 2 metros,... etc.).

El INM posee una cinta patrón de 20 metros de longitud, que es la de mayor exactitud del país (es el patrón nacional). Se utiliza para calibrar las cintas de los clientes que lo solicitan y se les entrega un certificado que informa el error que corresponde a cada punto y su incertidumbre de medida.

Para la calibración, ambas cintas se ubican una al lado de la otra y la cinta que se va a calibrar se acopla a un mecanismo con motor que se acciona en varios momentos del proceso para desplazarla hacia la izquierda o hacia la derecha, o detenerla. Para cada punto a calibrar (cada metro) el metrólogo ubica el microscopio y observa si las indicaciones coinciden. Si no es así, acciona el mecanismo para que se desplace en una de las dos direcciones hasta que coincidan. Un sensor, también ubicado en el salón, capta ese desplazamiento y muestra el dato de la distancia recorrida en su indicador, dato que el metrólogo registra para sus cálculos posteriores.

Antes este proceso era lento y engorroso porque el mecanismo funcionaba con un sistema, ubicado en uno de

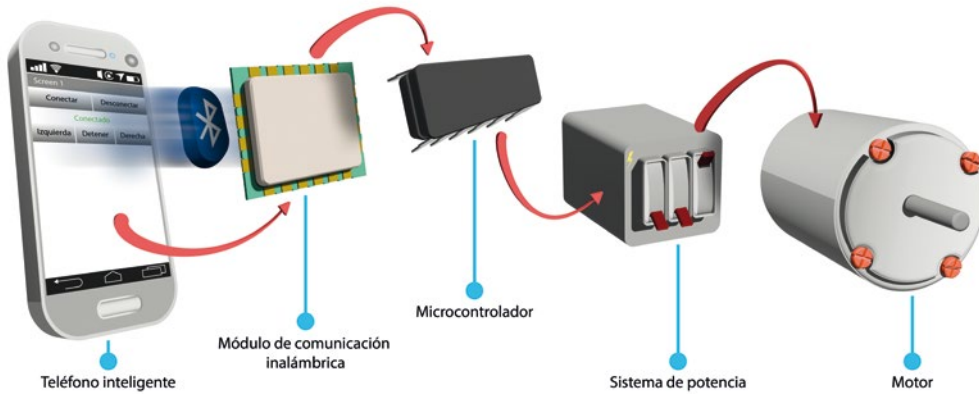
los extremos, que se accionaba con una botonera fija. El metrólogo debía caminar varias veces hasta ella y de vuelta hasta el microscopio, hasta completar la totalidad de los puntos a calibrar.

Para resolver este problema, facilitar la tarea del metrólogo y hacer más eficiente el proceso los expertos del INM produjeron un software siguiendo paso a paso el método *DevOps*.

Ahora, una calibración se logra en menor tiempo porque el desplazamiento de la cinta se comanda de manera remota. El sistema anterior con botonera se reemplazó por una aplicación que permite al metrólogo controlar el motor y darle órdenes desde un celular: “muévela hacia la derecha”, “muévela hacia la izquierda”, “detente”.

Y la cinta lo hace.

Para desarrollar el software y que funcionara correctamente cumpliendo con todos los requisitos necesarios los expertos implementaron dos ciclos *DevOps*. Con nuevos ciclos el nuevo sistema se podrá mejorar cada vez más, y por ende también el proceso de calibración en el que se utiliza y el servicio que el INM ofrece a los clientes.



**Esquema de funcionamiento del mando a distancia:** El celular, desde la aplicación móvil, emite la señal *Bluetooth* con la orden de movimiento que selecciona el métrólogo y es captada por el módulo de comunicación inalámbrica del microcontrolador (una especie de computadora en miniatura). El microcontrolador interpreta la señal de acuerdo a sus instrucciones internas, programadas por el desarrollador. Con la orden establecida, un sistema de potencia incrementa la energía eléctrica para conseguir accionar el motor que desplaza o detiene la cinta.

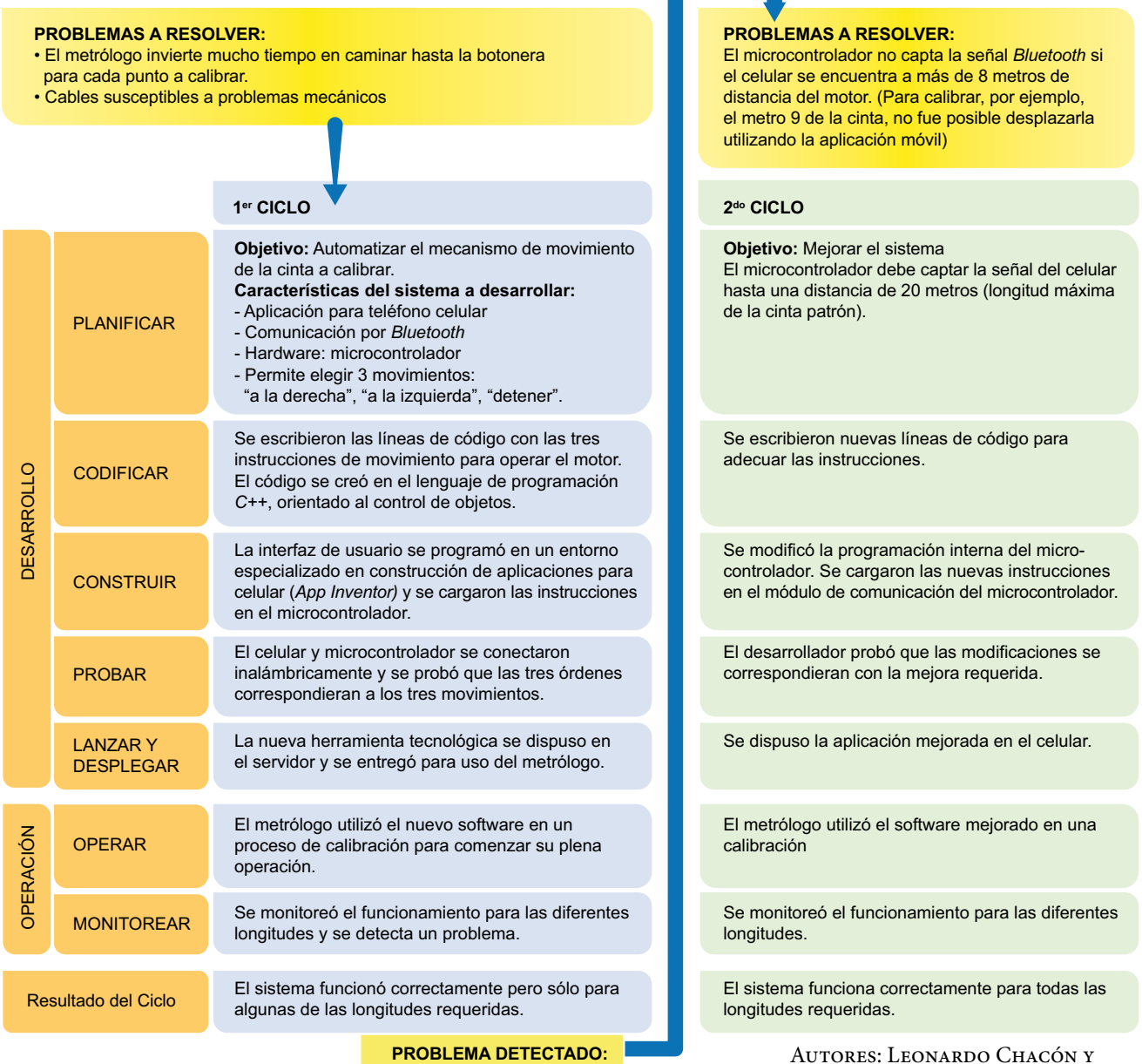
## Software para la calibración de cintas métricas El método *DevOps* paso a paso

### Equipo *DevOps*:

- Expertos en Informática y Desarrollo tecnológico
- Experto en Metrología de Longitud

### Propósito:

- Mejorar y hacer más eficiente el proceso de calibración de cintas métricas



Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.

AUTORES: LEONARDO CHACÓN Y  
JOSE EDUIN CULMA CAVIEDES (COLOMBIA)

# Firmando en tiempos del *hash*

Tu firma manuscrita, la que haces “de puño y letra”, es única y tiene mucho valor. Pero ahora son tendencia las firmas electrónicas. ¿Ya la usas? ¿Qué sabes sobre ellas?

Tu autógrafo o firma manuscrita es única y te identifica. En la mayoría de los países no hay reglas sobre su aspecto; puede ser larga y muy elaborada, o apenas tus iniciales adornadas con algún “firulete”. Pero a partir de la mayoría de edad tiene valor legal y la debes hacer siempre igual a la que figura en tu documento de identidad.

Al hacerla ofreces prueba que eres quien dices ser y al estamparla en un documento firmas y te comprometes con lo que expresa su contenido. Si firmaste es porque lo aceptas, y no podrás deslindarte de responsabilidad.

Para saber si es verdadera o falsa se estudian características difíciles de imitar (los datos biométricos): el tipo de trazo, la presión al escribir, la forma de ciertas letras, la rúbrica. Hay expertos especializados en estas cuestiones, los peritos calígrafos, a los que se acude ante dudas o reclamos legales. Si comprueban que es auténtica emiten un certificado que lo confirma y la avala.

La tecnología digital nos facilita realizar varios trámites *online*, utilizando dispositivos electrónicos y la internet. Para trámites y documentos que requieren nuestra firma ahora se usan las firmas digitales o electrónicas (que estrictamente no son lo mismo pero se usan con frecuencia como sinónimos). Y con ellas el proceso de firmar es bien distinto al que seguimos para la manuscrita. En algunos casos es tan simple que podemos no ser conscientes que eso que hacemos es firmar.

Es muy probable que aún sin saberlo ya las uses. Por lo tanto, ¡atención! puedes estar asumiendo compromisos legales. Dependerá del caso y lo que establezca el Gobierno de tu país. Aquí te adelantamos asuntos que conviene que sepas y ejemplos de lo que rige en El Salvador, pero te sugerimos investigar en sitios oficiales del tuyo y artículos científicos para saber más sobre el tema.

## La nueva forma de firmar

Cuando pones tu nombre de usuario y contraseña para entrar en tus redes sociales favoritas, lo que hiciste fue una firma digital. También lo es cuando “tecleas” tu PIN en un cajero automático o en un POS, el dispositivo por el que pasas tu tarjeta electrónica para pagar algo. Hasta un tilde que aparece al presionar sobre un cuadro de diálogo (por ejemplo, “Aceptar términos y condiciones” de un contrato) se puede llegar a considerar como tal.



Por lo general se entiende que una firma electrónica es un conjunto de datos (un bloque de información) que se generan de manera electrónica, se agregan y quedan relacionados de manera lógica a un documento o archivo electrónico. Según el dispositivo y el mecanismo tecnológico que se utilice para hacerla ofrecerá mayor o menor nivel de seguridad y garantías.

Así es. En “el reino de los ceros y los unos” ya no precisamos una lapicera ni hacer esa bella obra de arte que algún día diseñamos con esmero y decidimos que sería nuestra firma personal.

## Firmas electrónicas: Cuál es cuál y cuándo usarlas

- **Firma electrónica simple** Se acepta en documentos o procesos que no requieran alta seguridad, porque es fácil de falsificar. Permite identificar al firmante, por ejemplo usuario y contraseña, pero no verificarlo. La foto de tu firma manuscrita insertada en un documento entraría en esta categoría.
- **Firma electrónica certificada:** Es la más segura y la que más garantías ofrece. Se usa cuando una ley o mandato legal la exige. Permite identificar y verificar al firmante, validar la firma y detectar cualquier cambio que se haya hecho en el documento luego de firmado.
  - **Firma de corta duración\*:** Para firmar documentos digitales de un trámite (una sola vez)
  - **Firma longeva\*:** Firma certificada con validez a lo largo del tiempo
  - **Firma interactiva\*:** Para que varias personas firmen un mismo documento digital
  - **Firma automatizada\*:** Para firmar rápidamente una gran cantidad de documentos.
  - **Firma biométrica:** El grafo que haces sobre una pantalla táctil o con el mouse de tu PC se llega a considerar firma electrónica avanzada si el sistema captura y guarda más de un dato biométrico (si fuera necesario, un perito calígrafo podría analizarlos)
  - **Firma certificada y con sello de tiempo certificado:** Es la más completa. Agrega y garantiza en qué momento exacto se firmó el documento, basado en la hora mundial.

\* Datos publicados en Facebook por la Secretaría de Prensa de la República de El Salvador (05 de agosto de 2021) <https://www.facebook.com/SecPrensaSV/posts/el-gobierno-del-presidente-nayib-bukele-trabaja-por-potencializar-el-clima-de-ne/1006959606789481/>

Cada país establece cuáles se aceptan y cuál tendrá valor equivalente a la manuscrita. En El Salvador se usan varias pero la única de mismo valor legal que un autógrafo es la firma electrónica “certificada”.

Para hacerla se precisan dos cosas: un “dispositivo seguro de creación de firma” (podrá ser una tarjeta inteligente, un token u otro de similar seguridad) y un “certificado de firma electrónico” que se debe adjuntar al documento firmado al enviarlo. Ambos se obtienen de proveedores autorizados.

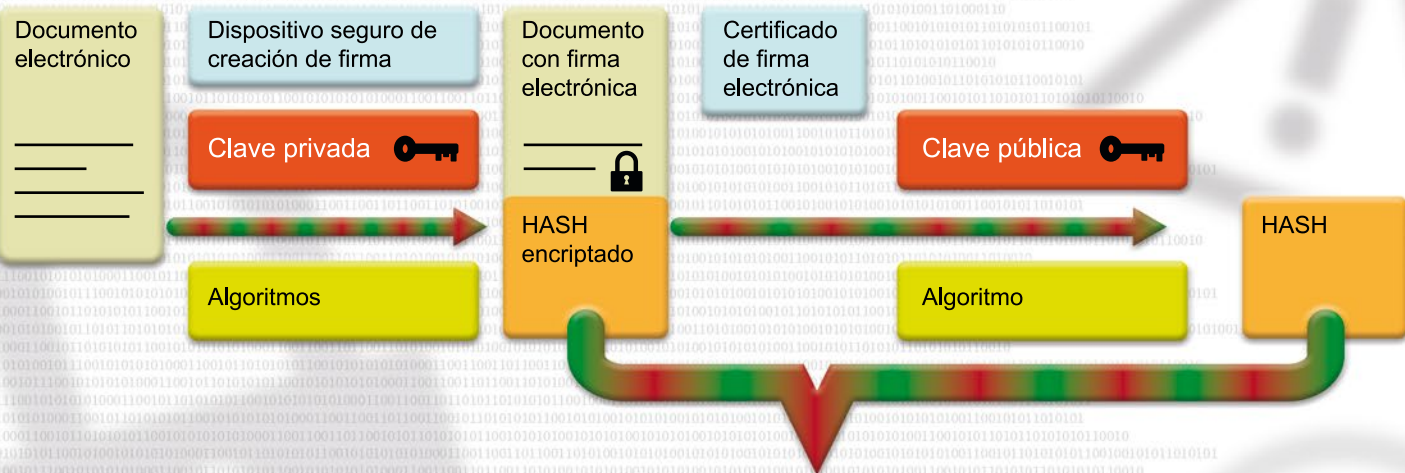
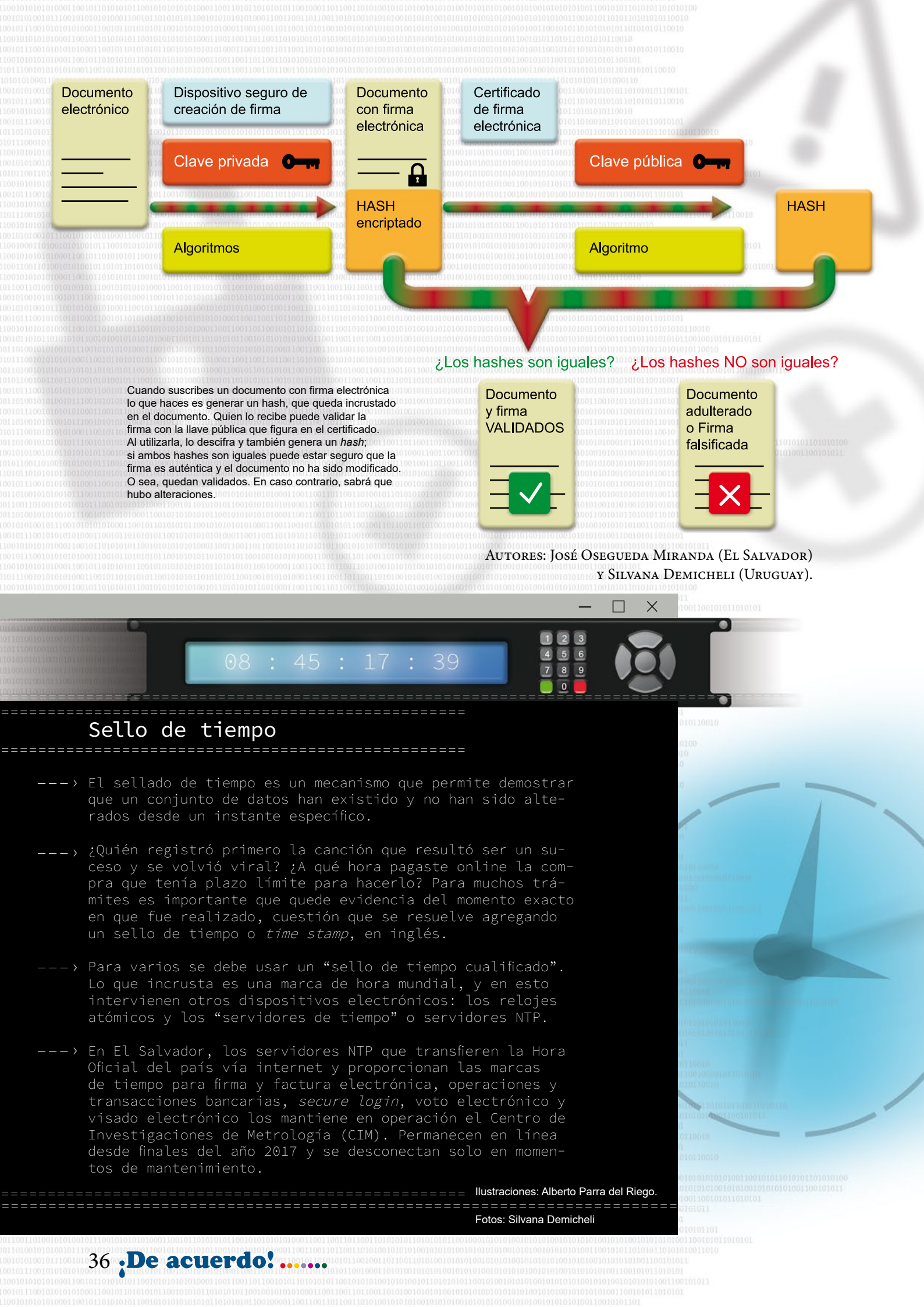
En el dispositivo reside una clave que sólo tú puedes usar (la llave privada), por medio de la cual el documento queda firmado de un modo muy difícil de falsificar y que a la vez lo “tranca”. El certificado asegura a quien lo recibe que eres quien dices ser, y le ofrece otra clave (la llave pública) con la que puede validar la firma y verificar que el documento no ha sido alterado luego de firmado. O si lo fue, puede detectarlo.

## El backstage de una firma electrónica

Cualquier conjunto de datos que se tome como dato de entrada se puede transformar en un *hash*, una cadena corta de caracteres alfanuméricos —por ejemplo, ceros y unos— aplicando un algoritmo (la función *hash*). No es posible generar dos hashes idénticos, salvo que también lo sean los datos de entrada.

El *hash* es pieza clave en la firma electrónica certificada. Al hacer esta firma, lo que ocurre en el *backstage* al mismo tiempo, es que has generado y encriptado un hash, aplicando en forma conjunta dos algoritmos que vuelven casi imposible falsificarla o modificar el documento sin que se detecte.

El algoritmo de uso más extendido para las firmas electrónicas es el mismo que hizo posible el desarrollo de *Bitcoin*: el algoritmo SHA-256. Se puede aplicar a cualquier tipo de archivo digital: audios, videos, imágenes, textos, etc. Al usarlo en forma conjunta con otro algoritmo (el RSA, por las iniciales de quienes lo formularon) el documento y la firma se vuelven casi imposible de imitar y adulterar.



Cuando suscribes un documento con firma electrónica lo que haces es generar un hash, que queda incrustado en el documento. Quien lo recibe puede validar la firma con la llave pública que figura en el certificado. Al utilizarla, lo descifra y también genera un hash; si ambos hashes son iguales puede estar seguro que la firma es auténtica y el documento no ha sido modificado. O sea, quedan validados. En caso contrario, sabrá que hubo alteraciones.

Documento y firma VALIDADOS

Documento adulterado o Firma falsificada

AUTORES: JOSÉ OSEGUEDA MIRANDA (EL SALVADOR) Y SILVANA DEMICHELI (URUGUAY).



### Sello de tiempo

- > El sellado de tiempo es un mecanismo que permite demostrar que un conjunto de datos han existido y no han sido alterados desde un instante específico.
- > ¿Quién registró primero la canción que resultó ser un suceso y se volvió viral? ¿A qué hora pagaste online la compra que tenía plazo límite para hacerlo? Para muchos trámites es importante que quede evidencia del momento exacto en que fue realizado, cuestión que se resuelve agregando un sello de tiempo o *time stamp*, en inglés.
- > Para varios se debe usar un “sello de tiempo cualificado”. Lo que incrusta es una marca de hora mundial, y en esto intervienen otros dispositivos electrónicos: los relojes atómicos y los “servidores de tiempo” o servidores NTP.
- > En El Salvador, los servidores NTP que transfieren la Hora Oficial del país vía internet y proporcionan las marcas de tiempo para firma y factura electrónica, operaciones y transacciones bancarias, *secure login*, voto electrónico y visado electrónico los mantiene en operación el Centro de Investigaciones de Metrología (CIM). Permanecen en línea desde finales del año 2017 y se desconectan solo en momentos de mantenimiento.



Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.  
Fotos: Silvana Demicheli

## Por el camino más corto

La autogestión vía web me acortó el camino para obtener el certificado de verificación de mi camión tanque. La transformación digital del INTN me ayudó a ahorrar tiempo y cumplir con un requisito fundamental para el transporte de combustibles líquidos por las rutas del Paraguay.



✓ **M**i camión cisterna, con el que recorro las rutas de Paraguay, es uno de los aproximadamente 1500 que circulan por el territorio nacional. En su tanque de carga, de dos compartimentos, transporto combustibles líquidos.

✓ veces, mientras hacía ruta rumbo a sus oficinas, me preguntaba (y más veces deseaba) por qué no se podía hacer de otra manera, sin que me significara sumar más kilómetros a los que ya hago siempre y sin perder tanto tiempo.

✓ El transporte y la comercialización de los combustibles líquidos es una actividad fuertemente regulada en el país; hay leyes, decretos, normas y reglamentos que establecen condiciones y exigencias. Son productos peligrosos, inflamables y contaminantes, por lo que muchas son por seguridad, para proteger la vida y la salud de las personas y el ambiente. Otras, para asegurar que las transacciones comerciales sean justas.

✓ Porque para obtener fecha de verificación el trámite debía hacerlo personalmente en el local del INTN o por teléfono, en días y horarios de atención al público. Y lo mismo regía si se modificaban esas fechas, cancelaba o surgía cualquier inconveniente que impedía acudir en la pactada. Una vez concretada la verificación llamaba para saber si el certificado estaba listo, y cuando lo estaba debía recogerlo personalmente.

✓ Para dedicarme a esto tuve que realizar una serie de trámites ante diferentes organismos públicos para obtener habilitaciones. Y algunos repetirlos en más de una oportunidad, porque los permisos se otorgan por determinado plazo, tal como ocurre con mi licencia de conducir. Es el caso de la verificación de mi tanque de carga, uno de los necesarios para asegurar que mis transacciones sean justas, para el que tengo que acudir cada año al INTN – Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología.

✓ El trabajo técnico de verificación toma tiempo (ver recuadro), y eso está bien. Pero el tiempo gastado en llamadas o para entregar y recoger papeles nunca me pareció tiempo bien invertido.

✓ Como camionera profesional, responsable y comprometida, siempre lo he cumplido con mucho gusto; sé que es también por mi propia seguridad y para la satisfacción de mis clientes. Pero muchas

✓ Grata sorpresa me llevé cuando en los primeros meses del 2020 se acercó el momento de la verificación anual y me informaron que habían implementado algo nuevo en su plataforma *online* para facilitar el trámite: la “Autogestión del cliente para el agendamiento de verificación de camiones tanques”. Sonaba prometedor, pero también me intimidaba y me preocupaba, como cuando en los caminos se elige un atajo desconocido que recién al terminar de hacerlo uno sabe si nos hizo ahorrar o perder tiempo.

## Facilidades y ventajas de la autogestión

Hacer trámites *online* a través del ordenador, el teléfono o una tableta no solo resulta más cómodo porque no tenemos que desplazarnos hasta una oficina determinada y podemos hacerlos a cualquier hora. La autogestión también nos evita sufrir las largas filas, a veces a la intemperie, y la frustración al descubrir que nos faltó una fotocopia, una página de un documento y que solamente por eso debemos pedir un nuevo turno y volver otro día. Muchos organismos gubernamentales cuentan con plataformas online donde los ciudadanos pueden descargar y pagar boletas, cumplir con obligaciones formales, actualizar sus datos, etc.

Me enteré que la plataforma del INTN (de gestión *open source* y nombre *ODOO*), la utilizan para gestionar los procesos administrativos y también los técnicos. Ofrece la posibilidad de desarrollar módulos para las distintas actividades que se requieran. La gran ventaja de trabajar solo en una plataforma es que allí se encuentran todos los datos administrativos e historiales de los clientes; está centralizado todo en un solo sistema. Y que fue durante los duros meses que impuso la COVID-19 que trabajaron para incluir este nuevo método de autogestión dentro del sistema *ODOO* e implementaron el novedoso servicio.

Pensé al principio que me iba a enredar con una plataforma que no conocía, y desconfiaba de mis habilidades. Pero poco a poco fui comprendiendo que *ODOO* sí simplifica el camino:

- A través del *Whatsapp* del INTN solicité el alta como cliente del instituto, para poder acceder al portal.
- Completé una serie de datos personales (el nombre de la empresa, dirección, etc.) y de mi camión (el código y el emblema)
- A mi correo electrónico me llegó el alta como usuaria y la contraseña.
- Con ellos pude acceder al *Portal Web de Clientes*.
- En el calendario *online* elegí la fecha que más me convenía entre las disponibles y listo, quedó agendada mi verificación.
- (No tuve necesidad de modificar la fecha, pero hubiera podido hacerlo desde el portal).
- El día programado me presenté en el local del INTN y un metrólogo completó la verificación.
- Una vez que pagué el servicio, desde el portal pude descargar el certificado.

**Nueva Solicitud de verificación de camiones**

Cliente: Casa Central

Tipo de solicitud: Verificación anual

Camión: [dropdown]

Acoplado: [dropdown]

Capacidad: 1000

Fecha de solicitud: 10/10/2022 13:38

Fecha de agendamento: 11/10/2022

Tipo de factura: Contado

Producto a ser transportado: [input]

Documentos respaldatorios: Elegir archivos | Ninguno archivo selec.

Datos de Contacto

Nombre: [input]

Teléfono: [input]

Datos del representante y/o encargado del emblema

Nombre: [input]

Teléfono: [input]

El presente documento y los datos consignados tendrá carácter de declaración jurada, y su parámetro hará responsable civil y penalmente al recurrente.

Se solicita avisar 48 hs antes si tienen algún inconveniente para asistir.

Guardar

Mi camión fue verificado y obtuve el certificado que me habilita para operar tranquilamente. Para ello el certificado incluye los números de precintos de seguridad, las firmas de los responsables de la verificación y el sello del INTN junto a un código QR que “linkea” a la página oficial del instituto para que quien lo requiera pueda validar su veracidad.

Desde entonces mis datos se mantienen en el sistema del INTN, así que las siguientes verificaciones la gestioné con mayor facilidad. La autogestión realmente me acertó el camino. ¡Es un atajo que vale la pena!

Ahora muchas veces mientras hago ruta me pregunto: si los trámites administrativos ya los puedo autogestionar virtualmente ¿llegará el momento en que el INTN pueda realizar a distancia el procedimiento técnico de verificación de mi tanque, por ejemplo mientras duermo en un hotel en la carretera?

AUTORES: MIRTHA GONZALEZ SCHININI Y  
ALEX GONZÁLEZ BENITEZ (PARAGUAY).



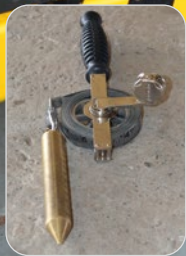
Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.





## / Así verifican un camión tanque

El procedimiento lo realiza un experto metrólogo en base al reglamento metrológico<sup>1</sup> y los datos declarados por el responsable de la unidad. Entre otras cosas, inspecciona visualmente el tanque en su parte externa e interna, y controla que las válvulas internas y otros dispositivos operacionales de los diferentes compartimentos se encuentren en buenas condiciones de funcionamiento.



También realiza una serie de mediciones de diferentes parámetros, utilizando instrumentos de medición tales como cinta pílón, regla T y medidores volumétricos patrones. Las mediciones permiten comprobar si cumple o no con lo requerido, lo declarado y las tolerancias permitidas.

Por ejemplo, algo que verifica es la capacidad nominal que declara tener cada compartimiento del



tanque; esto es, el volumen de líquido que puede contener hasta determinado plano de referencia. Para eso, procede a cargar cada uno de ellos con agua con volumen conocido, determinado por los patrones volumétricos (dos patrones de 1000 litros y un patrón de 200 litros; este último con división de 5 litros). Luego realiza otras mediciones en el interior del tanque. El último trabajo operativo es el precintado de cada compartimiento. Los precintos se colocan para proteger de cualquier intervención no autorizada, modificación posterior, retiro de partes, etc.



Los datos que obtiene de las mediciones se introducen al modelo matemático mediante un software intermedio para el procesamiento, así como otros datos que aparecerán en el certificado.



Fotos: Mirtha González Schinini

<sup>1</sup> El reglamento metrológico fue preparado por el Organismo Nacional de Metrología del INTN, teniendo en cuenta las recomendaciones de la autoridad mundial en Metrología Legal: la OIML, (siglas de su nombre en francés: *Organization Internationale de Metrologie Legale*), específicamente la recomendación OIML R 80-1, y en cumplimiento de lo establecido en el Decreto nacional N° 10.911, que reglamenta la refinación, importación, distribución y comercialización de estos productos en Paraguay.

# Créditos

## Comité Editorial:

Javier Arias, CENAMEP AIP - Panamá; César de Jesús Cajica Gómez, CENAM - México; José Dajes, INACAL - Perú; Mabel Delgado, IBMETRO - Bolivia; Silvana Demicheli - Uruguay; Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador; Mirtha Fleitas González, INTN - Paraguay; Ulf Hillner, PTB - Alemania; Fernando Kornblit, INTI - Argentina; Héctor Laiz, SIM - Uruguay; Ruben Lazos Martínez - México; Raquel Lewin, LATU - Uruguay; Luis Mussio - Francia; Luis Fernando Oviedo Herrera, INM - Colombia; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Germán Romero Cárdenas, INM - Colombia; Esther Santamaría, CENAMEP AIP - Panamá; Claudia Santo, SIM - Uruguay; Silvio F. Santos, INMETRO - Brasil; Lourdes Sosa, INTN - Paraguay; Alexis Valqui - Perú; Daniel Volpe, LATU - Uruguay; Hernán Alonso Zúñiga Carvajal, INM - Colombia.

## Comité Ejecutivo:

Director Ejecutivo de la revista: Alexis Valqui - Perú;  
Secretaría Técnica: Silvana Demicheli - Uruguay;  
Diseño y diagramación: Alberto Parra del Riego - Alemania

## Comité de Redacción:

Nora Bär; Silvana Demicheli; Enrique Garabetyan; Claudia Mazzeo; Alberto Parra del Riego; Alexis Valqui.

## Apoyo logístico:

Diana Kleinschmidt, PTB - Alemania.

## Revisores:

Javier Arias, CENAMEP AIP - Panamá; Jhon Alexander Barreto Gutiérrez, INM - Colombia; César Augusto Bustos Mendoza, CENAM - México; César de Jesús Cajica Gómez, CENAM - México; Pablo Constantino, LATU - Uruguay; José Eduin Culma Caviedes, INM - Colombia; José Dajes, INACAL - Perú; Mabel Delgado, IBMETRO - Bolivia; Silvana Demicheli - Uruguay; Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador; Alexander Gutiérrez Guevara, INM - Colombia; Ignacio Hernández Gutiérrez, CENAM - México; Fernando Kornblit, INTI - Argentina; Eduardo de Carlos López, CENAM - México; Juan José Mendoza, IBMETRO - Bolivia; Luis Mojica, CENAMEP AIP - Panamá; Luis Mussio - Francia; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Claudia Fernanda Rodríguez Rodríguez, INM - Colombia; Claudia Santo - Uruguay; Alexis Valqui - Perú.

## Autores y colaboradores técnicos por artículo:

- **Industria 4.0 - La cuarta revolución moldea el ámbito laboral.** Autora: Claudia Mazzeo (Argentina). Colaboración técnica: Joaquín Valdés, Juan Carlos Mollo - INCALIN; Fernando Kornblit - INTI/INCALIN; Fabián Zapata Cerutti; Ariel Martin Gomes (Argentina).
- **La visión artificial como asistente experta.** Autora: Nora Bär (Argentina). Colaboración técnica: Isaac Ruiz, Cristy K. Sánchez - CENAMEP AIP (Panamá).
- **Diseminando la hora oficial en la era digital.** Autor: Adrián Nieve (Bolivia). Colaboración técnica: Mabel Delgado, Claudia Castañeta - IBMETRO (Bolivia).
- **Un día sin internet.** Autora: Raquel Tineo (Perú). Colaboración técnica: Rubén Gil Chacaltana - INACAL (Perú).
- **La tecnología ¿nos librará de todos los males?** Autores: Miguel Ángel de Alba; Rubén Lazos Martínez, Hugo Gasca Aragón - CENAM (México). Colaboración técnica: Cesar de Jesús Cajica Gómez - CENAM (México).
- **Sin coartada: ¡Sé a qué hora no estuviste sincronizado en tus clases!** Autores: Claudia Mazzeo (Argentina), Liz Catherine Hernández, Alexander Gutiérrez Guevara - INM (Colombia). Colaboración técnica: Germán Romero Cárdenas, INM (Colombia).
- **Calibrar en un click.** Autoras: Nora Bär (Argentina), Sheila Preste - LATU (Uruguay). Colaboración técnica: Gabriel Almeida, Pablo Constantino, Alejandro Acquarone - LATU (Uruguay).
- **¿Las máquinas aprenden?** Autora: Claudia Mazzeo (Argentina). Colaboración técnica: Francisco Tamarit - Universidad Nacional de Córdoba; Rodolfo Díaz - HITEC; Fernando Kornblit - INTI (Argentina).
- **Una nube para todos.** Autora: Raquel Tineo (Perú). Colaboración técnica: Yoel Iñigo - AGQ Labs Perú; Rubén Gil Chacaltana - INACAL (Perú).
- **¿Cómo funciona el GPS?** Autor: Enrique Garabetyan (Argentina). Colaboración técnica: Fernando Kornblit y Diego Luna - INTI (Argentina).
- **Un software ayuda en la calibración de cintas métricas.** Autores: Leonardo Chacón; José Eduin Culma Caviedes - INM (Colombia). Colaboración técnica: Germán Romero Cárdenas, INM (Colombia).
- **Firmando en tiempos del hash.** Autores: José Osegueda Miranda (El Salvador); Silvana Demicheli (Uruguay). Colaboración técnica: Óscar Cruz, Carlos Avilés - Dirección de Firma Electrónica, Ministerio de Economía; Claudia A. Estrada - CIM (El Salvador).
- **Por el camino más corto.** Autores: Mirtha González Schinini; Alex Arturo González Benitez - INTN (Paraguay). Colaboración técnica: Jorge Luis Parra Román - INTN (Paraguay).

## Diseño y diagramación:

Alberto Parra del Riego

## Página web:

[www.revistadeacuerdo.org](http://www.revistadeacuerdo.org)

## Ilustración en Portada:

Alberto Parra del Riego

## Fecha de edición:

Diciembre de 2022

## Edita y distribuye:

SIM – Sistema Interamericano de Metrología  
Avenida Italia 6201, Montevideo, Uruguay. CP 11500  
ISSN 2301-0932 (Impresa) - ISSN 2301-1718 (En línea)  
Todos los derechos reservados.

*La mención en este producto informativo a marcas, empresas o productos, estén o no patentados, no implica que el Sistema Internacional de Metrología - SIM los apruebe o recomiende sobre otros de similar naturaleza que no se mencionan. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos no implican juicio alguno de parte del SIM sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.*

*Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción para venta u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos. Las solicitudes de autorización deben dirigirse a la Secretaría Ejecutiva del SIM, por correo electrónico a: [secretariat.sim.org@gmail.com](mailto:secretariat.sim.org@gmail.com)*



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL), que tiene a su cargo la dirección del Sistema Nacional de la Calidad, fue creado en julio del 2014 según Ley 30224 e inició sus actividades en junio del 2015. Desde entonces, asumió la tarea de conducir los sistemas de Normalización, Acreditación y Metrología en concordancia con normas y estándares internacionales, funciones que antes tenía a su cargo el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi).

El INACAL tiene como finalidad promover y asegurar el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad, con miras al desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor y del medio ambiente.

### Dirección de Metrología (antes Servicio Nacional de Metrología)

La Dirección de Metrología, hoy un órgano de línea del INACAL, es la autoridad nacional competente para administrar la política y gestión de la Metrología, contando para ello con autonomía técnica y funcional.

Su función es promover el desarrollo de la ciencia metrológica y contribuir a la difusión del sistema legal de unidades de medida del Perú, así como custodiar, conservar y mantener los patrones nacionales de las unidades de medida, y por ende, consolidar el uso de la Metrología Científica, Industrial y Legal en el país.

Su objetivo mayor es el desarrollo y la competitividad de la producción nacional a través de los servicios de calibración que permitan asegurar una correcta aplicación de la unidad de medida en la industria, ciencia y comercio. También produce materiales de referencia certificados de pH, de conductividad, de metales en agua, entre otros, y ofrece pasantías, cursos de capacitación y diplomados en Metrología.

La Dirección de Metrología cuenta con personal altamente capacitado y patrones de medición de alta exactitud, con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades - SI a través de institutos metrológicos reconocidos por el *Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)*.

Sus laboratorios cumplen con los requisitos que exige el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la *Conférence Internationale des Poids et Mesures (CIPM)*, tales como tener un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la Norma ISO/IEC 17025 y/o ISO Guía 34, aprobado por el *Quality System Task Force (QSTF)* del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Actualmente, esta Dirección dispone de laboratorios de masa, flujo de líquidos y gases; tiempo y frecuencia; electricidad, longitud y ángulo; volumen y densidad; fuerza, torque y presión; termometría y humedad, así como de Metrología química.

Asimismo, participa activamente en comparaciones regionales e internacionales para demostrar su competencia técnica. A la fecha tiene publicadas 127 capacidades de medición y calibración (CMC), en la base de datos del BIPM.

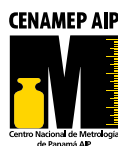
Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias a la participación y colaboración de los siguientes Institutos Nacionales de Metrología:



Centro de Investigaciones de Metrología  
(El Salvador)  
[www.cim.gob.sv](http://www.cim.gob.sv)



Centro Nacional de Metrología  
(México)  
[www.cenam.mx](http://www.cenam.mx)



Centro Nacional de Metrología de Panamá  
(Panamá)  
[www.cenamep.org.pa](http://www.cenamep.org.pa)



Instituto Boliviano de Metrología  
(Bolivia)  
[www.ibmetro.org.bo](http://www.ibmetro.org.bo)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

Instituto Nacional de Calidad  
(Perú)  
[www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



Instituto Nacional de Metrología  
de Colombia  
(Colombia)  
[www.inm.gov.co](http://www.inm.gov.co)



Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
(Argentina)  
[www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)



Instituto Nacional de Metrología,  
Qualidade e Tecnologia  
(Brasil)  
[www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)



Instituto Nacional de Tecnología,  
Normalización y Metrología  
(Paraguay)  
[www.intn.gov.py](http://www.intn.gov.py)



LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY  
Laboratorio Tecnológico del Uruguay  
(Uruguay)  
[www.latu.org.uy](http://www.latu.org.uy)



Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Nationales Metrologieinstitut  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
(Alemania)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)

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

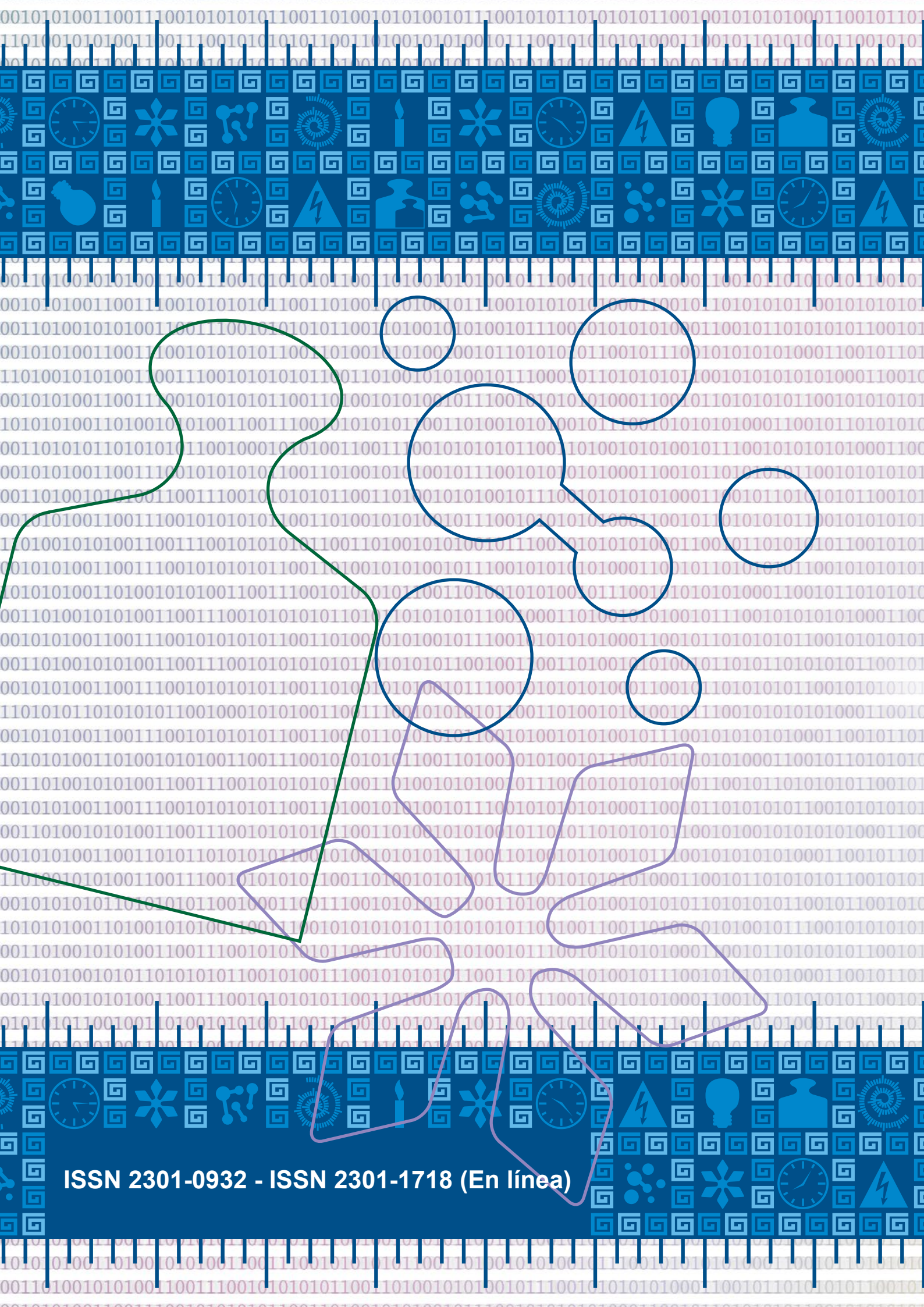


cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT  
Ministerio Federal de Cooperación  
Económica y Desarrollo  
(Alemania)  
[www.bmz.de](http://www.bmz.de)

Edita y distribuye: SIM – Sistema Interamericano de Metrología



Sistema Interamericano de Metrología  
[www.sim-metrologia.org](http://www.sim-metrologia.org)



ISSN 2301-0932 - ISSN 2301-1718 (En línea)