

Del millón de golpes a las nanotecnologías

Por *Ing. Aníbal Mellado*

El proceso de crear es más taquillero para los ingenieros e ingeniosos; vivimos rodeados de aparatos que ya nadie admira y quizá por eso se ignora cómo se los produjo, ni se sabe cuántos “millones de golpes” están encerrados en su funcionamiento.

Ni la ciencia ni la tecnología son ajenas a las modas. Estamos en tiempos mediáticos de las nanotecnologías. Antes fueron los tiempos de los semiconductores y de las computadoras. Algo similar sucedió antes con las máquinas de vapor y los motores Otto, las máquinas voladoras, la luz eléctrica, el telégrafo, la radio y la televisión. Y mucho antes, con las puntas de flechas y el fuego.

Los hombres inventaron la punta de flecha. No sabemos cómo ni por qué. Más fácil es preguntarse: ¿Para qué? Probablemente, para cazar y alimentarse mejor.

Sin teoría ni ciencia, aquellos hombres primigenios aprendieron (¿de quién?) que una piedra filosa lastima y mata, aprendieron (¿dónde?) a seleccionar las piedras y a golpearlas entre sí para obtener puntas de flechas. Aunque ya casi nadie use puntas de flechas y mucho menos las fabrique golpeando piedras, la misma lógica permite lanzar satélites, fabricar motores de autos de carreras o inventar nuevas herramientas, crear nuevos materiales, fabricar una computadora o un teléfono celular. La “Lógica del millón de golpes” es la mejor síntesis

que me ha prestado un colega.

Cuando la ciencia no puede darnos toda la secuencia teórica necesaria para obtener un resultado práctico –y eso es lo más frecuente– debemos aplicar un millón de golpes para obtener una punta de flecha eficaz. La mayoría de los inventos son hoy mucho más complejos, pero requieren miles de diseños intuitivos y de otros tantos ensayos en la vida práctica.

Pero no es mi intención hablar de los inventos, al menos con el sentido vulgar y pomposo. No de esos inventos que ocupan kilos de papel, horas de documentales y permanentes citas en discursos, al menos.

La “lógica del millón de golpes”

Propongo pensar en los inventos, en un sentido propio, como la incumbencia básica de lo que llamamos “ingeniería” en sentido amplio. Inventamos para resolver situaciones en un contexto y en un momento determinados. No importa tanto que alguien lo haya inventado antes, sino ser capaces de “reinventarlo” en una nueva situación.

Apoyémonos en el lugar común de la TV y el cine: ¿cuántos personajes han fabricado un paracaídas con un pedazo de tela o un aparato de radio con una bobina, dos alambres y una batería? Y todo el mundo ha quedado boquiabierto.

¿Qué sorprende más, el proceso o el resultado?

Sostengo que el proceso de crear es mucho más taquillero para los ingenieros e ingeniosos. Vivimos rodeados de aparatos que ya nadie admira. Quizá por eso se ignora cómo se los produce, ni se sabe cuántos “millones de golpes” están encerrados en su funcionamiento. El resultado sorprende cuando es novedoso, o al menos cuando así nos lo hacen creer.

La repetición naturaliza y muchas veces devalúa el proceso. Es el caso de la tarea de muchos ingenieros: se devalúa el día tras día, la creación cotidiana, el *millón de golpes* que cada ingeniero requiere para obtener un buen resultado. Simplemente porque no se ve, porque dejó de estar en la mesa cotidiana y casi nadie se pregunta o habla acerca de cómo funcionan y se fabrican las cosas.

Las fábricas más fotogénicas suelen no tener casi personas trabajando y casi ningún director de arte comprende cómo mostrar la cotidianidad de la ingeniería. Muestran a los ingenieros como directores de máquinas, o moviéndose como operarios o simplemente con casco y anteojos de intelectual.

Los ingenieros romanos

(Advertencia: toda mención a ingenieros se debe interpretar más allá de los títulos académicos)

Todos los ingenieros han sido encarados alguna vez por parientes –especialmente hijos–, amigos o vecinos que preguntaron por su actividad. Más precisamente: ¿qué hace un ingeniero?

Existen más definiciones de “ingeniero” y de “ingeniería” que las que podemos encontrar en los libros o en Internet. El problema podría nacer de la imposibilidad de delimitar ambos sustantivos. Pero hay una pregunta que paradójicamente lo hace: “¿Qué objetos no han pasado por la cabeza de algún ingeniero o no han sido fa-

bricados con máquinas y herramientas diseñadas por ingenieros?”.

Dos definiciones:

1. La mayoría de los objetos inanimados y artificiales de la vida cotidiana son fruto de la ingeniería. Esto abarca muchas veces también su funcionamiento y reparación.
2. Los ingenieros debemos resolver el diseño, fabricación y funcionamiento de cosas en un contexto y un tiempo particulares, dentro de los cuales las variables de fenómenos físicos y químicos presentes poseen datos insuficientes e inexactos, o directamente se ignoran cuáles están involucrados. Dicho con sencillez: pequeñas creaciones en medio de grandes incertidumbres.

Si estas aproximaciones valen, diríamos que fueron ingenieros los diseñadores-construtores de las pirámides de cualquier lugar del planeta, de la muralla china, de los acueductos romanos (como el de la foto de ilustración, ubicado en Segovia, España, que aún funciona), de las terrazas incaicas, del arco gótico y sus catedrales, y así sucesivamente, hasta llegar a Da Vinci. Con Leonardo se sintetiza el inventor que escribe códigos. Pero antes estuvo Arquímedes, que jugó entre la ciencia y la ingeniería.

Los romanos gustaron de copiar –e incluso tergiversar– a los griegos en las ciencias y en las artes. Pero los superaron en las técnicas de construcción, organización del Estado y de guerra. Desarrollaron la burocracia estatal y el derecho civil para organizar y dominar vastos territorios.

Las guerras fueron mecanizadas mediante el desarrollo de armamentos y de tácticas. Los caminos, y especialmente los puentes y los acueductos perviven con el arco de medio punto. La construcción del arco quedó registrada como una técnica detallada. Cualquier diseñador romano de acueductos podría responder: “Hago acueductos”. Todos lo hubieran entendido.

Arquímedes ¿el primer tecnólogo?

Volvamos a Arquímedes, el de “Eureka” y analicemos la llamada

“Mano de Hierro”, un invento que aplica teoría científica y empirismo. Cuenta la leyenda –no hay escritos y mucho menos, dibujos originales– que Arquímedes fue convocado para mejorar la defensa de Siracusa, su ciudad. La fama ya lo honraba por sus desarrollos matemáticos, sus descubrimientos físicos, sus inventos y sus observaciones astronómicas. La teoría de la palanca es de su autoría y también el desarrollo del sistema de poleas de izaje (polipasto). Su ingenio habría combinado ambos elementos para defender la fortaleza siracusana de los ataques de los barcos romanos que intentaban acercarse. Uno de los relatos sugiere que se trataba de una suerte de brazo basculante, una soga que lo recorría, un gancho en una punta de la soga y un sistema de polipastos en el otro extremo. Enganchaba los barcos por la proa, lo que les provocaba diversos daños. Una animación más clara se puede ver en: <http://physics.weber.edu/carroll/Archimedes/claw.htm>.

Cierto o no, tal vez lo primero, pero seguramente con bastantes inexactitudes, el relato escrito, un par de siglos después, “patentó” el producto. Para entonces la palanca, la polea y la matemática asociadas ya estaban incorporadas a la vida cotidiana. Tal vez sea uno de los primeros registros de ciencia aplicada y combinada con un invento empírico.

Ingenieros y tecnólogos

Si el lector tiene dudas acerca de la definición de “tecnología”, lo acompaño en el camino. Hay una corriente, casi dominante, que postula que la tecnología es ciencia aplicada y que la ingeniería debe tender a eso. Su corolario es más discutible: cuanto más ciencia aplicada, mejor tecnología y mejor ingeniería. Ni arte ni intuición: mucha menos subjetividad. Más alejados del empirismo, mejor.

Temo que ese mundo ideal sería el mismo que no lograría terminar de hermanar a la física con la química ni a esta última con lo biología. Tal vez la búsqueda sea más fructífera que el resultado, porque empujará a encontrar leyes huérfanas como las que la ingeniería cuenta por millares.

Las justificaciones que sostenían egipcios, griegos y romanos para sus



¿Llegará el día en que los ingenieros seamos herramientas de los tecnólogos y a su vez estos, hijos de la ciencia? Mientras tanto, seamos ingenieros y tecnólogos, como los romanos o como Arquímedes. O, si se prefiere, como la *lógica del millón de golpes*. ¿Por qué? No lo sé. ¿Para qué? Para seguir mejorando el presente y el futuro. ■

diseños y construcciones no son las mismas que las explicaciones científicas. Sin embargo, esos objetos aún perviven, pese a haber precedido a la ciencia en cientos de años.

Si el lector llegó hasta aquí, quien esto suscribe espera que se entienda: la ciencia potencia exponencialmente la buena experiencia previa, pero todavía le cuesta evitarla. Se acelera la producción de inventos y se mejoran los existentes.

Sin embargo, subsisten miles de productos que funcionan, sino al margen, al menos con vinculación parcial respecto de la física y de la química. Productos que se replican y aún se mejoran aplicando la *lógica del millón de golpes*. Esa lógica que, en los tiempos mediáticos, queda olvidada al alimentarse la creencia de que los semiconductores –hace

unas décadas– y las nanotecnologías –hoy– pueden existir al margen de la ingeniería más simple, la de todos los días, la que podríamos llamar *ingeniería de la vida cotidiana*.

Se habla y escribe de nanotecnologías como si no dependiesen de máquinas, herramientas y productos que se vienen produciendo desde hace décadas o siglos.

Comparto la idea de que tecnología es, antes que ciencia aplicada, la combinación en un lugar y en un tiempo de las mejores prácticas de ingeniería –cosa más difícil aún de definir– con los conocimientos científicos que se puedan obtener y aplicar. El contexto es el desafío más grande. Como le ocurre a cualquier ingeniero, al tecnólogo lo acosan la falta y la calidad de los de datos y los agujeros de la teoría.

El Ing. Aníbal Mellano es Ingeniero Industrial y en Petróleo por la Universidad de Buenos Aires. Es Fundador y Secretario General de la Cámara Argentina de Proveedores de la Industria Petro-Energética (CAPIPE) y presidente de Tecnología ARMK, consultora de procesos de upstream. Es especialista en procesos de tratamiento de hidrocarburos en yacimientos, miembro de la Society of Petroleum Engineers (SPE) y miembro del Comité Ejecutivo del "Plan Estratégico para el Desarrollo de la Industria Proveedora de Bienes y Servicios de la Industria del Gas y Petróleo", a cargo de la elaboración del mapa pyme y tecnológico de los proveedores de las industrias de hidrocarburos, bajo el auspicio de las Secretarías de Energía, de Industria y de Economía.