

Apreciados lectores, les presentamos el volumen 5 de la revista *Ingeciencia*, órgano de divulgación de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Universidad Central. Esta publicación es una invitación a reflexionar, abrir la mente y dejar volar la imaginación.

Los seres humanos estamos acostumbrados a los procesos (vitales, económicos, naturales, etc.) que se desarrollan y se modifican de manera lineal en el tiempo. Es así como gradualmente crecemos, envejecemos, aprendemos, aumentamos nuestros ahorros e incluso observamos cómo la tierra se erosiona, siempre gradualmente. Por esta razón, cuando nos encontramos con procesos de crecimiento exponencial se nos dificulta comprenderlos y normalmente tendemos a subestimarlos. Un ejemplo proverbial de este fenómeno es el del famoso tablero de ajedrez, donde el héroe pide como premio al sultán un grano de trigo en la primera casilla del tablero, dos en la segunda, cuatro en la tercera, ocho en la cuarta, dieciséis en la quinta y así progresivamente hasta llegar a la casilla sesenta y cuatro del tablero. El sultán del relato consideró humilde (subestimó) esta solicitud, hasta que intentó cumplirla; el resultado terminó siendo una cantidad cercana a 2^{64} granos de trigo. Como referencia de este número, cabe mencionar que Carl Sagan estimó que hay 10^{22} estrellas en el universo.

En la naturaleza hay muchos procesos que crecen exponencialmente. Por ejemplo, el número de bacterias en una caja de Petri (con suficiente alimento) o la propagación de un virus en una población. Asimismo, en las ciencias y en el desarrollo tecnológico hay procesos que presentan este tipo de crecimiento. Tomemos como ejemplo la ley de Moore (promulgada en 1965), que más que una ley es un hecho social: “Cada 18-24 meses, los procesadores duplican su potencia, lo que permite mantener los costos”. Esta ley muestra el carácter exponencial del desarrollo digital. Otro ejemplo son las tecnologías exponenciales, que algunos expertos¹ definen como aquellas que mantienen el costo y mejoran a una tasa de más de 10% por año, durante varias décadas.

En el caso de la computación, a pesar de que la ley de Moore parece estar llegando a su límite con las tecnologías actuales, se vislumbra el potencial que genera la computación cuántica, una vez se convierta en el estándar de la industria. Actualmente se identifican cuatro dominios de la tecnología que conforman entre ellos la base de la economía mundial. La computación es uno de estos dominios, además de la energía, la biología y la manufactura. Además, las tecnologías relacionadas son *tecnologías de propósito general* (TPG), que tienen el potencial, al combinarse entre sí, de transformar radicalmente la sociedad.

En el caso de la energía, la eólica tuvo una reducción de costo del 70% en la década de 2010 a 2020, lo que representa una disminución aproximada de 13% por año. La energía

¹ A. Azhar, *The Exponential Age* (Diversión Publishing Corp., 2021).

solar pasó de un costo de US\$100 por vatio generado en 1975, a US\$0,23 en 2019. Esta fue una reducción de aproximadamente 500 veces. Pero aún más significativo es que la mayor parte de esta reducción se ha generado en la última década, donde el costo de la energía solar ha declinado 89%. Por su parte, lo que está sucediendo con el desarrollo de las baterías es otra dimensión de análisis.

En el caso de la biología, cabe considerar como ejemplo que el “borrador” inicial del primer genoma humano, secuenciado entre abril de 1999 y junio de 2000, tuvo un costo cercano a US\$300 millones y los ajustes posteriores demandaron otros US\$150 millones. De manera que decodificar ese primer genoma tuvo un costo aproximado de US\$500 millones. En contraste, la compañía BGI, en Shenzhen, anunció en marzo de 2020 que podía secuenciar un genoma completo en US\$100. Esto representa una reducción de costos de más de un millón de veces en veinte años. La ley de Moore palidece.

¿Cómo es posible esta reducción? En el campo de la biología, la respuesta ha sido combinar el poder de la computación, el avance de las tecnologías para producir reactivos, nueva electrónica y sensores más económicos (es decir, robótica que permite automatizar procesos). Y esto es solo una parte en el dominio de la biología. La biología sintética, que combina varias disciplinas, entre las que se encuentran la ciencia computacional, la ingeniería electrónica y la biofísica, permite generar componentes y sistemas biológicos novedosos. Los campos de aplicación incluyen la agricultura, la farmacéutica, el desarrollo de nuevos materiales y la salud.

Por último, miremos el campo de la manufactura. La forma en la que hacemos las cosas está viviendo una transformación, tal vez por primera vez en cientos de miles de años. Generalmente en la producción usamos un proceso sustractivo. De manera más sencilla o más sofisticada, usamos un “cincel” y un “martillo” para eliminar las partes que no necesitamos con el fin de obtener el producto deseado; también es usual el método de fundir en un molde. Pero en estos métodos solo podemos reproducir un mismo producto, de modo que si queremos uno nuevo debemos hacer otro molde. Por eso resulta revolucionaria la aparición de la manufactura aditiva o la impresión 3D, una tecnología exponencial que combina CAD, robótica y nuevos materiales, entre otras técnicas, y que no depende de un molde específico para la producción.

De manera que un reto actual para la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas es entender cómo se pueden combinar estos dominios tecnológicos (computación, energía, biología y manufactura) y proponer nuevas interacciones en la generación de soluciones a los problemas de nuestra sociedad. Esperamos que la presente publicación contribuya al cumplimiento de este desafío contemporáneo.

ADOLFO JOSÉ NARANJO PARRA

DECANO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS