

HACKEANDO LOS NÚCLEOS FUNDAMENTALES



Cristian Barría Huidobro¹
Profesor ANEPE

“La tecnología confiere a la vida la posibilidad de prosperar como nunca antes... o de autodestruirse”.
FUTURE OF LIFE INSTITUTE

Introducción

En su libro *El Código de la Vida* (Isaacson et al., 2021), el autor Walter Isaacson relata parte del trabajo de Jennifer Doudna, una científica norteamericana cuyo trabajo pionero en materia de edición genética ha despertado interesantes debates técnicos, científicos, legales y éticos. Esto porque la edición genética podría –en teoría– abrir las puertas para mejorar la resiliencia biológica de los seres humanos a niveles inimaginables: desde diversos virus mortales hasta la fibrosis quística, diversos males podrían dejar de ser una amenaza mediante ediciones genéticas cuidadosamente definidas².

Si bien la comunidad científica ha sido enfática en comunicar la importancia de separar la realidad de la ficción, lo cierto es que tras la revelación del polémico experimento llevado a cabo por el investigador chino He Jiankui y su equipo, resultando en el nacimiento de los primeros bebés con genes artificialmente modificados³, se cruzó una línea técnica y ética sin precedentes. Si bien el caso puntual del trabajo realizado por He Jiankui y su equipo fue internacionalmente repudiado por las irregularidades cometidas y por su transgresión a las normas éticas que rigen el trabajo en esa área del conocimiento, lo cierto es que la edición genética efectivamente plantea cuestionamientos respecto del potencial de este tipo de

¹ Postdoctorado en Alta Investigación en Educación Multicultural. Doctor en Ingeniería Informática, Magíster en Ciencias de la Ingeniería Informática, y Magíster en Planificación y Gestión Educacional, Licenciado en Informática y Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, cuenta con la Ingeniería Informática e Ingeniería en Administración. Actualmente se desempeña como Director del Centro de Investigación en Ciberseguridad de la Universidad Mayor. cristian.barría@umayor.cl

² ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. *El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana*. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021.

³ GREELY, Henry T. CRISPR'd babies: Human Germline genome editing in the 'He Jiankui affair'. *Journal of Law and the Biosciences*. 2019. Vol. 6, no. 1p. 111–183. DOI 10.1093/jlb/lisz010.

técnicas: *¿sería admisible alterar genes que puedan ayudar a la humanidad a protegerse de enfermedades sin cura?, ¿dónde estaría el límite que defina cuándo estamos ante modificaciones que atenten contra la moral?*

Isaacson reflexiona en su relato sobre los posibles efectos del desarrollo de la edición genética. Si es posible modificar de manera prematura algunas características físicas de las personas, ¿sería aceptable implementar cambios como el color de ojos?, ¿cómo se vería afectada la diversidad, si las personas pudiesen elegir la apariencia de sus hijos?, entre otros cuestionamientos. Aunque evidentemente no es posible responder de manera precisa estas preguntas, Isaacson argumenta que el trabajo genético constituye una nueva revolución de los tiempos modernos, siendo el desarrollo físico-nuclear la primera, y el desarrollo informático la segunda.

De lo anterior se desprenden tres grandes “núcleos fundamentales” de nuestra existencia moderna: ***i) el átomo como núcleo del desarrollo físico-nuclear; ii) el bit por el lado del desarrollo informático, y; iii) el gen, por el del desarrollo genético.***

El presente artículo tiene como objetivo presentar estos tres núcleos fundamentales y ahondar en el caso del bit, destacando su rol en la sociedad moderna y en la Seguridad y Defensa.

I.El Átomo

Siguiendo el relato de Isaacson, nos encontramos con una acertada síntesis que ilustra el rol del átomo en esta primera revolución científica y tecnológica y su implicancia en la Defensa:

“La primera mitad del siglo XX, con los artículos que Albert Einstein publicó en 1905 sobre la relatividad y la teoría cuántica como punta de lanza, conocería una revolución encabezada por la física. En las cinco décadas que siguieron a ese año, dichas teorías se saldaron con la bomba atómica y la energía nuclear, los transistores y las naves espaciales, el láser y los radares”⁴.

Ciertamente, la Segunda Guerra Mundial impulsó agresivos desarrollos científicos que decantaron en una de las mayores demostraciones de fuerza militar de la historia, pero que también sentaron las bases de diversos avances tecnológicos que transformaron a la sociedad moderna, desde el empleo de la energía nuclear para el rubro de la salud, hasta la capacidad de situar satélites en órbita, los cuales ofrecen un sinnúmero de prestaciones en beneficio de las personas. Esta dualidad entre los múltiples beneficios derivados de la investigación sobre el átomo y tecnologías afines, y la amenaza latente de incrementar aún más el potencial destructivo de las grandes armas atómicas, es abordada en ciertas partes del libro *Vida 3.0*, escrito por Max Tegmark (Tegmark, 2018) quien menciona:

⁴ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 18.

“Siempre estará latente el peligro que revisten estas armas y no solo en los términos de destrucción que significa, sino, la cantidad de humo que podría dispersarse por todo el mundo al alcanzar la troposfera superior, y bloquear una proporción suficiente de la luz solar para transformar los veranos en invierno, como cuando en el pasado, un asteroide o súper volcán provocaron una extinción masiva”⁵.

Por otro lado, Tegmark juega con la idea de los desarrollos futuros en temas relacionados con la manipulación del átomo y la materia en general:

“Quizás se cumpla el sueño de lograr obtener un solo recurso fundamental: la llamada materia bariónica, es decir, cualquier cosa compuesta por átomos o por sus componentes (quarks y electrones). Independientemente de la forma en que se encuentre esta materia, la tecnología avanzada podrá reorganizarla para obtener cualquier sustancia u objeto que se desee, incluidos centrales eléctricas, computadores y formas de vida avanzadas”⁶.

El átomo como núcleo fundamental es quizá el que más espacio otorga a la imaginación, por cuanto su investigación implica comprender las bases mismas de la física que rige nuestro universo, una meta que probablemente no llegemos a lograr jamás. Lo cierto es que la humanidad ya ha presenciado algunos de los frutos civiles y militares de su estudio; seguramente continuarán apareciendo a un ritmo que no podríamos definir, pero que sin lugar a dudas volverán a transformar nuestra sociedad.

II.El Gen

Si bien el estudio del gen no está asociado al desarrollo de armas de destrucción masiva, sin duda que su progreso supone potenciales impactos de gran nivel para la sociedad humana. Isaacson nos recuerda los antecedentes del gen de la siguiente forma:

“Cuando Watson y Crick descubrieron la estructura del ADN habían tenido pioneros en la década de 1850, cuando el naturalista inglés Charles Darwin publicara *El origen de las especies* y George Mendel, un sacerdote de la actual República Checa, comenzara a cultivar guisantes en la huerta de la abadía. Las diferencias que había tanto entre los pinzones de Darwin como entre los caracteres de los guisantes de Mendel, dieron nacimiento a la idea del gen, tal como la denominase el botánico danés Wilhelm Johannsen, como una entidad que existiría en los organismos vivos y que portaría el código de su herencia”⁷.

⁵ TEGMARK, Max and SÁNCHEZ Marcos Pérez. In : Vida 3.0: Qué significa ser humano en la era de la inteligencia artificial. Barcelona : Taurus, 2018. p. 246.

⁶ TEGMARK, Max and SÁNCHEZ Marcos Pérez. In : Vida 3.0: Qué significa ser humano en la era de la inteligencia artificial. Barcelona : Taurus, 2018. p. 255.

⁷ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 33.

Si bien la investigación genética por mucho tiempo se percibía como algo cuyos frutos se verían en un futuro lejano, lo cierto es que los avances teóricos y técnicos alcanzados en las últimas décadas han llegado a niveles sorprendentes. Al respecto Issacson afirma que:

“Actualmente se dice que estamos en la revolución de las ciencias de la vida. [Ellas estudian] el código genético[por medio de una tecnología denominada] CRISPR (o fagos, una contracción de bacteriófagos, que significa comedores de bacterias). Ello, junto a la creación de métodos que permiten manipular y originar nuevos genes, [permite] ensamblar fragmentos de ADN de distintos organismos y clonarlos a millones; así nace la biotecnología y se dio comienzo a la revolución de la ingeniería genética, donde sin duda la biología se ha convertido en la nueva tecnología”⁸.

En otras palabras, el gen como núcleo fundamental ya se plantea como el nuevo protagonista de los tiempos modernos, abriendo emocionantes líneas de investigación, pero a su vez generando diversos cuestionamientos éticos, legales e incluso comerciales. Isaacson describe la situación de la siguiente forma:

“Otra de las temáticas que generan preocupación es la postura de Josiah Zayner, quien se declara como *biohacker*, quienes luchan por una *biofrontera* libre de derechos de autor, normativas y restricciones, una actitud similar a la de los hackers digitales con respecto a democratizar la biología por medio de la ciencia ciudadana y poner su poder al alcance de la gente. Zayner gestiona hoy una tienda digital de suministros de *biohackeo* desde el garaje de su casa, The ODIN, que fabrica y vende kits de herramientas con los que cualquiera pueda crear organismos únicos y utilizables en su propia casa o en un laboratorio; hay un Kit CRISPR DIY de ingeniería genética bacteriana por US\$179, y un laboratorio casero de ingeniería genética por US\$1.999; además, resalta que la gente ya está editando células humanas con un microscopio invertido de US\$150. Inclusive el domingo 9 de agosto de 2020 demostró en vivo cómo se inyectaba en el brazo una vacuna de ADN que incluía el código genético de la espícula del coronavirus, la cual había desarrollado a base de la publicación de un artículo científico que describe paso a paso cómo desarrollarla”⁹.

En este punto las preocupaciones del mundo científico bien debieran ser consideradas por el mundo de la Defensa, ya que así como el progreso de la ciencia tuvo implicancias en el desarrollo de las armas químicas y biológicas, los avances en materia de genética pueden eventualmente ser convertidos en armas. Más aún, la existencia de potenciales armas de este tipo, supone el riesgo de que puedan caer en manos de potenciales adversarios o sociópatas. Al respecto, Isaacson relata:

⁸ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 18, 38, 127, 423.

⁹ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 295, 296, 496.

Estas circunstancias, en las cuales cabía la posibilidad de que las CRISPR cayesen en manos de hackers, de terroristas o de enemigos extranjeros, empezaron a preocupar a Jennifer Doudna, ganadora del Premio Nobel de Química 2020 por su trabajo en la tecnología CRISPR de modificación genética, y la llevaron a sumarse a una iniciativa financiada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DARPA), enfocada en evitar el uso indebido de dichas técnicas. Inclusive ya en el año 2016, James Clapper, Director de la Agencia de Inteligencia Nacional de Estados Unidos, publicó el informe anual “análisis internacional de amenazas” e incluyó en él, por primera vez, la edición del genoma como una potencial arma de destrucción masiva, lo que instó a DARPA a lanzar un programa llamado Safe Genes con el que respaldar la búsqueda de vías de defensa frente a armas de ingeniería genética, sistemas que han sido bautizados como anti-CRISPR. Inclusive en Rusia no existía ninguna ley que impidiera el uso de la edición genética en humanos, de modo que en 2017 el presidente Vladímir Putin alabó el potencial de la CRISPR. En un festival juvenil celebrado el mismo año, habló de los peligros y beneficios de la creación de humanos genéticamente diseñados, como, por ejemplo, súper-soldados, una persona capaz de combatir sin miedo ni compasión, piedad ni dolor¹⁰.

En concreto, el gen es el nuevo protagonista de una historia científica y tecnológica que recién comienza a escribirse, y cuyo desarrollo debe ser observado con atención tanto por entidades civiles como militares.

III. El Bit

Cuando hablamos de los tiempos modernos, resulta imposible ignorar el impacto que ha tenido Internet y el ciberespacio en general en la sociedad humana. Desde la forma en que nos comunicamos hasta la capacidad que tenemos para procesar datos experimentales durante las investigaciones científicas, prácticamente todos los aspectos de la vida civil y militar fueron transformados por las tecnologías hiperconectadas que usamos hoy, fenómeno que parece irreal si observamos los orígenes del mundo “ciber”. Isaacson comenta que:

“La segunda mitad del siglo XX fue la de la era de la tecnología informática, fundamentada en la idea de que toda la información puede codificarse en unos dígitos binarios conocidos como bits y de que todo proceso lógico se puede ejecutar mediante circuitos con un sistema de conmutación de encendido y apagado. En la década de 1950 se desarrollaron los microchips, los computadores e internet. Cuando estas tres innovaciones se combinaron, la revolución digital cobró vida. Lo que fue reforzado gracias a los matemáticos Claude Shannon y Alan

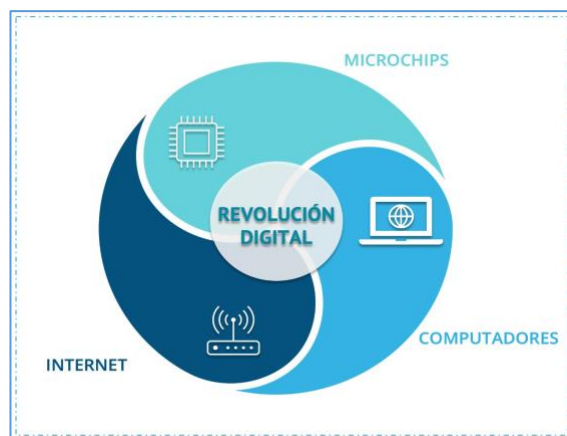
¹⁰ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 299, 301, 336.

Turing, al demostrar que cualquier tipo de información se puede codificar en un sistema de dígitos binarios¹¹.

Estos descubrimientos fundamentales fueron el inicio de un explosivo desarrollo tecnológico que no tiene precedentes en la historia. Si nos detenemos a analizar los avances tecnológicos logrados desde algunas pocas décadas atrás hasta ahora, la diferencia con otras áreas del saber resulta abrumadora. Disciplinas como la medicina, la arquitectura y varias más, han requerido de varios siglos de desarrollo para lograr avances con el nivel proporcional de evolución que el entorno computacional ha alcanzado en pocas décadas. En la figura 1 se ilustra la visión de Isaacson respecto de la revolución digital.

Figura 1:

La Revolución Digital y sus innovaciones protagonistas, según la visión de Walter Isaacson.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

De manera similar al caso de las tecnologías nucleares y las genéticas, el mundo informático genera inquietudes al mundo civil y al militar respecto de potenciales usos adversos que se le pueda dar a este tipo de tecnologías. Pero a diferencia del átomo y del gen, el bit como núcleo fundamental ha generado y expandido ampliamente sus frutos a prácticamente todo el mundo, desarrollando nuevas técnicas y tecnologías que se han hecho cada vez más alcanzables para el ciudadano común.

Esto resulta en un factor diferenciador del bit respecto de otros núcleos fundamentales, ya que una organización criminal promedio no tiene acceso a bombas nucleares ni a laboratorios donde experimentar con el CRISPR, pero sí pueden fácilmente contar con diversos computadores y dispositivos móviles para desplegar complejos ataques en casi cualquier país, sin necesidad de cambiar de ubicación geográfica. El ciberespacio es hoy en día una especie

¹¹ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 18, 52.

de caja de Pandora, que ya ha sido abierta y cuyos efectos estamos lejos de comprender y medir. Tegmark propone una visión interesante al respecto:

“Sin duda los procesos más importantes en el futuro serán aquellos de validación: mientras que la verificación pregunta ‘¿Construimos el sistema correctamente?’, la validación pregunta ‘¿Construimos el sistema correcto?’”¹².

Estos cuestionamientos son perfectamente aplicables a casi cualquier tecnología derivada del bit, algunas de las cuales repasamos a continuación:

A. Inteligencia Artificial (IA)

En la actualidad y tal como lo expone Max Tegmark, desde la perspectiva militar la IA puede permitirnos atacar al enemigo sin necesidad de fabricar arma alguna, solo a través de la guerra informática. Cuanto mayor sea el grado de automatización de una sociedad, y más potente la IA atacante, más destructiva puede ser la guerra informática. Si somos capaces de hackear los vehículos autónomos, aviones auto pilotados, reactores nucleares, robots industriales, sistemas de comunicaciones, sistemas financieros y redes eléctricas del enemigo y hacer que dejen de funcionar, podemos de hecho hundir su economía e inutilizar sus defensas. Si además encontramos la manera de hackear alguno de sus sistemas de armamento, mejor aún. Aunque también se puede usar la propia IA para hacer los sistemas de ciberdefensa más robustos¹³.

B. Malware

Si bien el malware desde una perspectiva de la ofuscación, surge como una instancia de protección a los desarrolladores de software, velando por la propiedad intelectual de los mismos, no tardó en ser apreciado por ciberdelincuentes o grupos hacktivistas como un medio para efectuar actividades maliciosas, que no solo van a afectar a usuarios comunes, sino que a organizaciones y actualmente a infraestructuras críticas de la información. Es así como el malware comienza a tomar relevancia en el ciberespacio, al afectar los principios de la seguridad de la información, a saber: confidencialidad, integridad y disponibilidad, conceptos a los que podemos incorporar la autenticidad, de modo que tal como afirma Dominique Nora en su libro *La Conquista del Ciberespacio* (Nora, 1997), Internet se ha transformado “en una suerte de casa de vidrio donde los secretos militares y civiles estén a merced del primero que llega”¹⁴.

C. Infraestructura Crítica de la Información (ICI)

Actualmente no resulta desconocido que las ICI se han ido centralizado fuertemente, aumentando su valor geopolítico y representando un componente crucial para el

¹² TEGMARK, Max and SÁNCHEZ Marcos Pérez. In : Vida 3.0: Qué significa ser humano en la era de la inteligencia artificial. Barcelona : Taurus, 2018. p. 125.

¹³ TEGMARK, Max and SÁNCHEZ Marcos Pérez. In : Vida 3.0: Qué significa ser humano en la era de la inteligencia artificial. Barcelona : Taurus, 2018. p. 150.

¹⁴ NORA, Dominique. In: La Conquista del Ciberespacio. Barcelona: Andrés Bello, 1997. p. 84.

funcionamiento de aspectos básicos esenciales, así como también que su interrupción afectaría con distintos niveles de severidad a diferentes sectores, como por ejemplo la salud, la seguridad, el bienestar social, o la economía, entre otros. Si nos concentramos solo desde una perspectiva de la conectividad, podremos observar cómo los distintos cableados y estructuras que soportan la misma, presentan sectores con altos niveles de vulnerabilidad y amenazas fundamentalmente físicas, cuya exposición las fragiliza, tal como lo demuestra el relato de Marta Peirano en su libro *El Pequeño Libro Rojo del Activista en la Red*:

“El día que la guardia costera egipcia descubrió cortando cables cerca de la costa de Alejandría en marzo del 2013 o el mismo año en que, una campesina de 75 años natural de Georgia dejó a tres millones de armenios desconectados del resto del mundo por doce horas. Cuando le preguntaron por qué lo había hecho, la pobre anciana explicó que andaba cortando leña para su chimenea y que se llevó el cable con la hoz sin darse cuenta. Ni siquiera sabía lo que era Internet”¹⁵.

D. Datos

Sin duda que los datos, desde la perspectiva de la integridad, la disponibilidad, y la autenticidad, pero fundamentalmente de la confidencialidad, revisten un problema social que implica además la necesidad de poner en la balanza la autonomía individual. A ellos cabría añadir el gran desafío de los datos, que surge fundamentalmente del denominado *Big Data*, término que describe el gran volumen de datos, tanto estructurados como no estructurados, que inundan los negocios cada día. Cabe aclarar, no obstante, que no es la cantidad de datos lo que importa, sino lo que las organizaciones hacen con los datos. Al respecto, Howard Ellas da el siguiente ejemplo:

“El Big Data se puede analizar para obtener ideas que conduzcan a mejores decisiones y movimientos de negocios estratégicos, en caso contrario, su ignorancia producirá grandes riesgos en las organizaciones y no las hará competitivas”¹⁶.

Por lo mismo, el Big Data no constituye una amenaza como tal, sino más bien un reto y una oportunidad de carácter empresarial.

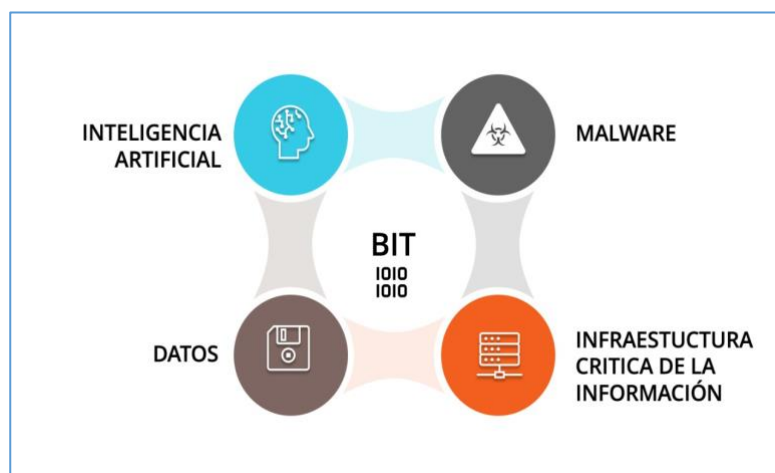
En resumen, entre el amplio espectro de tecnologías derivadas directa o indirectamente del bit, existen algunas que nos dan una cierta perspectiva respecto del enorme aporte que este

¹⁵ PEIRANO, Marta. In: *El Pequeño Libro Rojo del Activista en la Red*: Prólogo de Edward Snowden. 1. Roca Editorial, 2015. p. 33–34.

¹⁶ ELLAS, Howard. *El Desafío de Big Data: Cómo desarrollar Una Estrategia Ganadora*. CIO Perú [online]. 7 March 2012. [Accessed 25 October 2021]. Available from: <https://cioperu.pe/articulo/10442/el-desafio-de-big-data-como-desarrollar-una-estrategia-ganadora/>

núcleo fundamental ha realizado a la humanidad, pero que sobre dichos aportes subyacen potentes riesgos asociados al potencial mal uso de actores hostiles, o bien riesgos relacionados con lo que podría ocurrir si algunos de estos componentes fueran atacados por posibles adversarios. La lección a aprender, es la apropiada identificación, estudio y gestión de los distintos riesgos, cuyo correcto manejo puede mitigar posibles incidentes de manera eficaz. La figura 2 resume esta interacción entre el bit y algunas de sus tecnologías derivadas que han sido las protagonistas de esta sección:

Figura 2: El Bit y algunas de sus tecnologías emblemáticas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Reflexiones Finales

A pesar de que el artículo se ha centrado principalmente en uno de los tres núcleos fundamentales, es necesario destacar que aquellos que logren controlar con cierta efectividad cualquiera de dichos núcleos, podrán alterar el equilibrio en la balanza del orden mundial, sobre todo si consideramos las palabras de Julien Offray: “el hombre es una máquina tan compleja que resulta imposible hacerse una idea clara de ella en un primer momento y, por consiguiente, definirla”¹⁷. Es decir, no podremos fiarnos de que quien tenga el control del átomo, del bit, o del gen, siempre esté pensando en el bien superior de la humanidad.

Si observamos el núcleo del gen como gestor de la revolución en la ingeniería genética, vemos cómo ha ido tomando ciertas similitudes con respecto al núcleo del bit, en el sentido de que la investigación de este tópico ha motivado una colaboración abierta y proactiva entre los

¹⁷ OFFRAY, Julien. In: El Hombre Máquina. 1. Eneida Editorial S.L., 2019. p. 24.

estudiosos y entusiastas de la materia, tal como se da en el mundo de la computación y la programación. En palabras de Isaacson: “mencionar que sea tan abierta y colaborativa como lo fue en sus comienzos la revolución digital, cuando programadores como Linus Torvalds crearon el sistema operativo de código abierto Linux, y hackers como Steve Wozniak se reunían en el Homebrew Computer Club”¹⁸. Adicionalmente, en su libro *Steve Jobs*, el autor señala que “el espíritu del club era el de ofrecerse para ayudar a los demás. Aquella era una expresión de la ética hacker según la cual la información debía ser gratuita, y la autoridad no merecía confianza alguna”¹⁹.

Sin duda que las tecnologías bit y gen, a diferencia de la del átomo (fabricación de armas nucleares), pueden difundirse con mayor facilidad entre mentes inescrupulosas. La pregunta latente, en todo caso, sigue siendo, ¿podremos volver a meter al genio dentro de la lámpara?

Sin duda que una de las mayores enseñanzas que nos ha dejado la pandemia, es que se requiere de la colaboración entre disciplinas, especialmente las de estos tres núcleos, para alcanzar logros como el de la generación de las nuevas vacunas, a lo que contribuyeron biólogos, químicos e informáticos de forma mancomunada; es aquí donde se juega el rol articulador del futuro tecnológico. Ya no solo hablaremos de la Internet de las cosas, sino de una genética de las cosas y, por qué no, de una dimensión atómica de las cosas.

Finalmente, a medida que obtengamos una mayor capacidad para *hackear* nuestra propia evolución, tendremos que plantearnos cuestiones muy serias de índole moral, espiritual, y hasta de los límites de nuestra privacidad, donde estimo que la gran pregunta que nos queda por analizar es aquella planteada por James Watson, codescubridor de la estructura de la molécula de ADN, ante la comisión científica del parlamento británico, el 16 de mayo de 2000: “Si los científicos no juegan a ser Dios, ¿quién lo va a hacer?”.

¹⁸ ISAACSON, Walter, PELLISA, Inga and GARCÍA Negro Jesús. In: El Código de la Vida: Jennifer Doudna, La Edición genética y el futuro de la especie humana. Debate/Penguin Random House Grupo Editorial, 2021. p. 297.

¹⁹ ISAACSON, Walter and GONZÁLEZ González-Iglesias David. In : Steve Jobs: La biografía. Barcelona: Debolsillo, 2019. p. 93.