

Darwin a través de la máquina

PALABRAS CLAVE

TECNOLOGÍA DIGITAL, NUEVOS PARADIGMAS, REALIDAD EXPANDIDA, ACELERACIÓN TECNOLÓGICA

Resumen

La enseñanza del diseño está en crisis. Luego de más de 20 años de incorporada, la *tecnología digital* aún no ha sido integrada fluidamente a las rutinas propias de la disciplina. En el caso de los profesores, mayoritariamente es vista como un obstáculo —a veces como un adversario— para desarrollar los métodos tradicionales de enseñanza. Por su parte, los estudiantes la utilizan extensamente pero con objetivos meramente instrumentales. Lo que asegura una virtuosa integración de esta tecnología es el pensamiento computacional, que proyecta la problemática de la información a todo aspecto de la realidad, más allá del asunto específico que estemos tratando. Los avances científicos y los logros tecnológicos a menudo implican un cambio en la cosmovisión, en el que los términos y conceptos no pueden ser traducidos completamente de un paradigma a otro. Esto supone un desafío adicional que exige un acercamiento a la nueva realidad que se instaló a partir de la era digital.

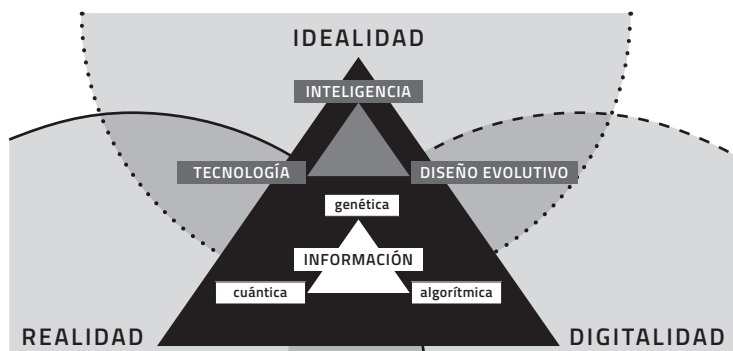
Introducción

Transitamos uno de los momentos «clave» de la humanidad. En sentido literal, *clave* como episodio que traba firmemente el arco de la peripecia humana. Tres procesos que mantenían una evolución lenta y darwiniana parecen acelerar su paso e interactuar de manera vertiginosa: la realidad a través de la tecnología,

MARCELO PAYSSÉ ÁLVAREZ

Arquitecto (1981; FADU-Udelar). Dedicado a la enseñanza e investigación de la digitalidad en el diseño: paradigmas tecnológicos, entornos virtuales, representación, registro, modelado y fabricación digitales. Profesor adjunto del Taller Parodi (1985-2001). Arquitecto jefe de servicio (DGA, Udelar) (1988-1992). Profesor adjunto de Expresión Gráfica (1986-1990). Coordinador del DEAPA (Talleres) (1996-1997). Profesor agregado del Taller Schelotto (2001-2013). Encargado de la dirección del Taller Schelotto (2001-2009). Profesor adjunto y director del DeplInfo (2002-2009). Profesor titular y director del DeplInfo (2009-2020). Profesor titular del Centro de Integración Digital (2020-2022). Actualmente, profesor libre honorario del CID. Régimen de Dedicación Total (2009-2022). Integrante del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1 (ANII) (2009-2012). Miembro de la Subcomisión de RRHH de CSIC (Udelar). Miembro de la

Comisión Directiva de la SAU (1996-1998). Miembro fundador de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital. Asesor y jurado en numerosos concursos nacionales y regionales. Miembro del Grupo Editor de la International Journal of Architectural Computing (IJAC) (2005-2009). Titular de la Asamblea del Claustro por el Orden Docente FADU (1997-2002). Titular del Consejo por el Orden Docente FADU (2010-2014). Integrante de redes académicas internacionales (ALFA, RedCLARA, AECID, Anilla Digital). Premio Arquisur de Investigación 2007 por *Montevideo virtual*. Premio Nacional de Urbanismo 2015 (MVOTMA): mención honorífica por *La ciudad inteligente*. Premio Montagu 2019 en SIGraDi-ECAADE (Portugal). *Keynote speaker* en SIGraDi 2023 Uruguay (CURE-Maldonado).



la idealidad a partir de la inteligencia humana, y la digitalidad subyacente en el diseño evolutivo.

Se nos presenta una nueva realidad, la realidad expandida, con sus tres escalas de muy distinto origen pero con fronteras cada vez más difusas. La más antigua es lo *real*, que implica objetos físicos que trascienden largamente la existencia humana en tiempo y espacio durante 13.800 millones de años, la edad del universo detectada mediante la radiación cósmica de microondas. Por otro lado, lo *ideal* emerge más recientemente de procesos mentales conscientes e inconscientes que nos han acompañado a lo largo de unos 300.000 años en buena parte de nuestra experiencia evolutiva. Luego, lo *digital*, un recién llegado que en los últimos 60 años ha impactado rápidamente en todos los aspectos de la vida. El inicio de la era digital es controvertido, pero tomaremos el concepto de computadora personal como su disparador principal.

Finalmente, el código que subyace en cada uno de los tres campos: la *información*. Viene en tres formatos: *cuántica*, desde el nivel cósmico al subatómico; *genética*, en su versión evolutiva de la materia viva; y *algorítmica*, fundamento último de todo el despliegue material e inmaterial de la digitalidad. Las tríadas principal, humana e informacional serán las protagonistas de esta aceleración, implícitas en el desarrollo evolutivo de la tecnología.

La tecnología a través de la humanidad

La eventualidad de una disyuntiva por una posible competencia entre habilidades naturales (inteligencia humana) y artificiales (tecnología humana) no es una circunstancia nueva. Por el contrario, cuenta con varios siglos de enfrentamiento, a veces soterrado, otras veces declarado.

Durante el Renacimiento era común interpretar la vida y los procesos biológicos en términos mecánicos. Esa tendencia reflejaba una fascinación por las máquinas y por la tecnología emergente, que afectaba el pensamiento de la época. La naturaleza era vista a través de la lente de la invención y considerada similar a las creaciones mecánicas: la vida como alegoría de la máquina.

René Descartes en su *Tratado del Hombre* recurrió a la analogía mecánica para explicar el funcionamiento dinámico del cuerpo humano, comparando músculos y tendones con muelles y resortes, y la de sus sistemas orgánicos con un reloj o un molino. De manera similar, el científico Robert Boyle veía el despliegue del universo como «un gran mecanismo de relojería».

El escritor y pensador del siglo XIX Samuel Butler, por su parte, reflexionó sobre la factible relación conflictiva entre las máquinas y la naturaleza humana, pero invirtiendo la metáfora: la máquina como alegoría de la vida. En su carta de 1863 a un periódico neozelandés, titulada «Darwin entre las máquinas», instaló la idea de que los artefactos evolucionan de manera análoga a las especies naturales.

Proponía una pugna con la tecnología, que hacía recordar al ludismo de principios de ese siglo, pero cambiaba el argumento laboral de aquel movimiento por el existencial. Utilizando la premisa biológica, Butler afirmaba que las máquinas, especialmente las autónomas —que parecían respirar, latir y prosperar— también crecían y se reproducían con el tiempo mediante la invención y la innovación humanas, de manera similar a las especies biológicas que evolucionan por medio de la selección natural. Escribía en su carta:

[...] nos parece que nosotros mismos estamos creando nuestras propias sucesoras; día a día estamos haciendo que su organización física sea cada vez más bella y delicada; cada día estamos dándoles más poder, y les otorgamos ese poder autorregulado y autoactuante, que será para ellas lo que el intelecto ha sido para la raza humana, mediante todo tipo de artilugios. Con el paso del tiempo nos daremos cuenta de que nosotros nos habremos convertido en la raza inferior.¹

Las máquinas estaban destinadas a volverse cada vez más complejas y sofisticadas, y eventualmente podría llegar el momento en el que superarían a la inteligencia que las creó. El éxtasis inicial por el potencial de los dispositivos mecánicos daba paso al desencanto y luego a la oposición.

Ya en épocas modernas, Alan Turing investigó los mecanismos de la inteligencia humana —luego llamada metacognición— en un intento por extrapolarla a las máquinas pensantes. Pasada la mitad del siglo XX, esa preocupación se volvió más patente con el inicio de la era digital.

Mientras no fue posible implementar la tecnología necesaria para vincularla con el conocimiento científico correspondiente, numerosas narrativas de ciencia ficción pautaron este debate. Es el caso de Frank Herbert con la novela épica *Dune* (1965), en la que se refiere a una «yihad butleriana» como una revolución violenta contra las máquinas pensantes, que drásticamente desembocó en su prohibición, formulada como mandamiento bíblico: «No construirás una máquina a semejanza de la mente humana».

Donna Haraway presente la versión optimista y contemporánea del dilema tecnológico en su *Manifiesto cibernético*, en el que postula el cibernético no como objeto terminado sino como metáfora superadora de las limitaciones que

1. Butler, S. (1863). Darwin entre las máquinas, The Press, Nueva Zelanda, 2.

conlleven las categorías tradicionales: masculino-femenino, organismo-máquina, humano-animal, vivo-inerte. La autora afirma:

la máquina no es una cosa que deba ser animada, adorada y dominada, pues la máquina somos nosotros, y nuestros procesos son un aspecto de nuestra encarnación. Podemos ser responsables de máquinas, ellas no nos dominan, no nos amenazan. Somos responsables de los límites, somos ellas...²

No se puede analizar esta disyuntiva sin reconocer que el entorno tecnológico instala valores que estaban presentes en la sociedad aun antes de que aquel los hiciera emerger. Así como la revolución industrial y la termodinámica se potenciaron mutuamente, lo mismo está sucediendo entre la revolución digital y el complejo tecnosocial contemporáneo. Gilles Deleuze y Claire Parnet afirmaban que «las herramientas presuponen siempre una máquina, y la máquina, antes de ser técnica, siempre es una máquina social... que selecciona o asigna los elementos técnicos empleados».

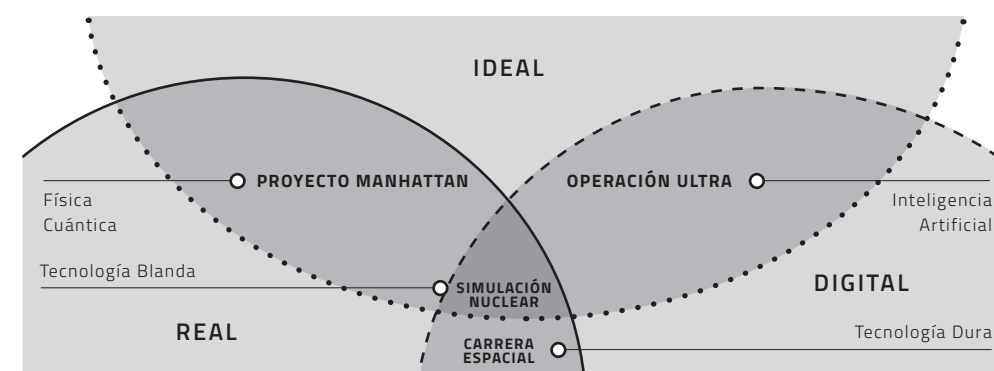
Existe una tecnología humana antes de que exista una tecnología material. Como plantea Leonardo Ordóñez, «los sistemas tecnológicos funcionan como redes complejas, las cuales abarcan elementos procedentes de distintos tipos de tecnologías —pasadas y actuales— y están articuladas a entornos sociales y naturales con los que guardan múltiples relaciones de retroalimentación».

La tecnología a través de la digitalidad

La incipiente inteligencia artificial o IA (tecnología) y la física cuántica (ciencia) significaron dos emergencias notables del segundo cuarto del siglo XX, devenidas luego paradigmas. Corresponde destacarlas también como germen de la convocatoria de los equipos científicos más importantes del siglo, enfocados hacia un objetivo preciso.

El servicio de inteligencia británico reclutó secretamente a miles de personas de la ciencia, la criptografía y la técnica —la gran mayoría mujeres— en las principales universidades británicas, lideradas por Alan Turing y Dillwyn Knox. Su objetivo fue neutralizar las comunicaciones cifradas del Eje y, con ello, prever los movimientos, detener su avance, salvar vidas y finalizar anticipadamente la guerra.

Este formidable esfuerzo de inteligencia y tecnología humanas dio sus frutos: en relativamente poco tiempo (diciembre de 1942) fue posible romper el código Enigma, para lo que se contó con la ayuda de la ingenuidad del protocolo nazi, que agregaba frases previsibles en los mensajes cifrados, aportando datos útiles que reducían la cantidad de combinaciones necesarias para su desciframiento.



La decisión de recurrir a un asistente sintético fue el primer paso necesario para el posterior desarrollo de la IA.

En el segundo caso, la física cuántica orientó el *proyecto Manhattan* (1942-1946) a partir de una coordinación científica muy calificada, liderada por Robert Oppenheimer. Parte de ella fue reclutada en los países luego derrotados, en particular Alemania e Italia. El objetivo principal del proyecto fue aplicar el conocimiento científico acumulado en la primera mitad del siglo —especialmente en mecánica cuántica y física nuclear— en la fabricación de artefactos de destrucción masiva que pudieran cambiar el rumbo de la guerra por su efecto disuasivo.

La preocupación inicial de Albert Einstein por lograr un equilibrio bélico global capaz de contrarrestar los amenazantes avances en materia nuclear por parte de la comunidad científica alemana dio paso a una carrera frenética por desarrollar bombas nucleares de fisión. Comenzaba a correr el «reloj del Apocalipsis».

La original intención neutralizadora se transformó en una aceleración de la carrera nuclear, que «calentó» la Guerra Fría (1947-1991) entre las dos potencias emergentes de la Segunda Guerra Mundial y en un escalamiento en cuanto al peligro inminente de un «invierno nuclear».

El momento culminante de esa contienda fue la «crisis de los misiles», en octubre de 1962. El desenlace apenas evitado de una guerra nuclear se saldó con una tensa tregua y concesiones recíprocas. La aguja del reloj del Apocalipsis retrocedió de siete a doce minutos para la medianoche.

Este frágil equilibrio impulsó el tercer proyecto de escala mayor: la *carrera espacial* (1955-1975), que encauzó aquel frenesí bélico hacia un objetivo —en principio— pacífico. La competencia se consideró terminada cuando la supremacía necesaria para llegar a la Luna fue ampliamente demostrada por Estados Unidos y ambas agencias espaciales (NASA y Roscosmos) comenzaron a colaborar y a llevar adelante misiones conjuntas.

Décadas después, se declararon terminadas las pruebas nucleares reales, gracias al desarrollo de *software* computacional aplicado a la simulación de eventos nucleares que no se explican con la lógica tradicional, sino con el pensamiento complejo dedicado a los sistemas complejos.

2. Haraway, D. (1991).
Manifiesto Ciborg. Kaotica.
Pág. 114.

Estos tres proyectos multitudinarios, separados entre sí por algunas décadas y sin proponérselo explícitamente, cambiaron dramáticamente nuestra aproximación a la realidad, incorporando la presencia —a veces intimidante— y la consecuencia —a veces devastadora— de la escala atómica, pero también la trascendencia del uso de la información mediada por dispositivos tecnológicos como base de la digitalidad contemporánea.

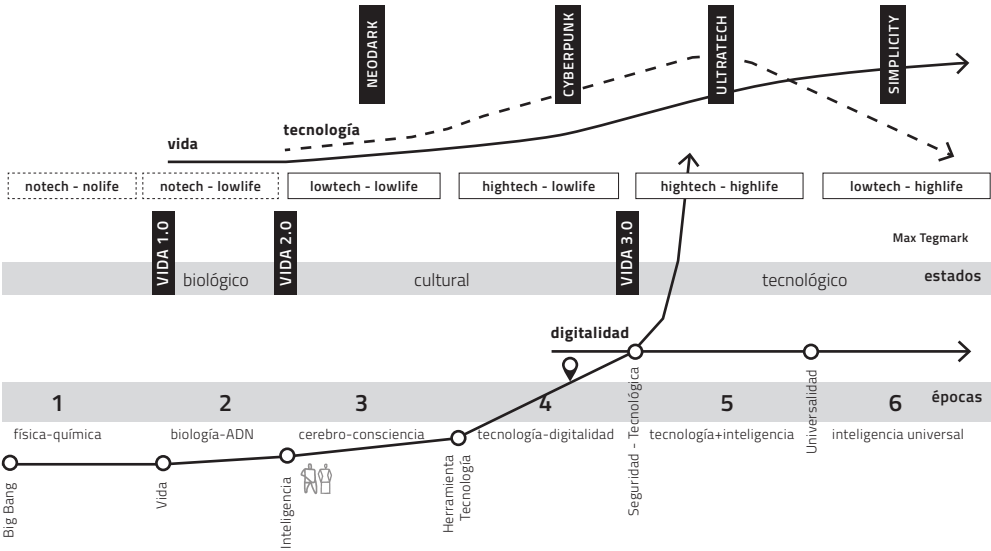
El impacto que provocó en el imaginario colectivo fue brutal, alimentando una nueva oleada de fascinación, escepticismo y temor hacia esta nueva forma de inteligencia, melliza virtuosa o gemela perversa de la humana.

Es muy probable que el uso estratégico de la IA se transforme en el nuevo argumento de equilibrio global del siglo XXI.

La evolución a través de la tecnología

La contribución de Charles Darwin a la «síntesis evolutiva moderna» proporcionó un marco unificador que integró selección, variación y adaptación, conceptos aplicables a cada escala de la realidad.

A fines del siglo XX las corrientes evolutivas en lo genético y en lo tecnológico comienzan a entrar en resonancia. Richard Dawkins ve la genética como el motor fundamental de la evolución biológica, donde los genes actúan



para asegurar su propia supervivencia. Ray Kurzweil, por su parte, observa un patrón similar en el avance tecnológico, donde la acumulación de innovaciones conduce a un crecimiento exponencial provocando transformaciones radicales.

La tecnología transita la fase exponencial de evolución, una idea central que sustenta la teoría de la «singularidad tecnológica». Todo apunta a que estamos aproximándonos a un momento en el que la IA superará a la inteligencia humana, lo que resultará en rápidos cambios en la sociedad y la tecnología nunca antes experimentados.

La evolución aplicada al código genético va acompañada de un incremento de la complejidad. Lo mismo ocurre en el campo de la tecnología: la evolución conlleva un manejo de la información de mayor nivel, a una realidad «más real».

Este proceso en sí mismo no significa necesariamente un grado superior de complejidad en las preguntas que nos hacemos, pero sí de mejores respuestas a las mismas preguntas.

Según Max Tegmark, el próximo estado de la evolución se llamaría vida 3.0, habiendo transcurrido una extensa vida 1.0 de 4.000 millones de años (estado biológico) y una considerable vida 2.0 de 300.000 años (estado cultural), de la que somos protagonistas principales. La vida 3.0 (estado tecnológico) se espera para avanzado este siglo o durante el próximo, motorizada por la IA.

La digitalidad a través de la evolución

Samuel Butler se adelantó un siglo y medio a las discusiones contemporáneas sobre la pertinencia de la IA y la amenaza de la singularidad tecnológica, pero la moderna yihad butleriana ya no se justifica. Como veremos, la máquina sigue siendo nosotros.

Según Mariano Sigman y Santiago Bilinkis,

la IA está indefectiblemente relacionada con lo humano. Hereda nuestros rasgos cognitivos, las distintas miradas, los aciertos y confusiones, los sesgos. Resuena con nuestra curiosidad y con el deseo de saber y conocer. Y por eso, desde su primera expresión ha sido una buena compañera en una capacidad idiosincráticamente humana.³

Durante la segunda mitad del siglo XX, la implementación de la IA no había evolucionado a la par de las otras aplicaciones y pareció estancarse como una curiosidad meramente académica. El desarrollo de redes neuronales artificiales sobre la base de estructuras jerárquicas de capas sucesivas con niveles de abstracción creciente implicaba la capacidad de procesamiento en paralelo, posibilidad que fue alcanzada varias décadas después, sacando a la IA de su letargo.

3. Sigman, M., y Bilinkis, S. (2022). Artificial. La nueva inteligencia y el contorno de lo humano. Debate. Pág. 49.

Los procesadores modernos ya pueden trabajar en forma paralela, detectar patrones y atributos, y además pueden incorporar el crecimiento exponencial, replicando su propia manera de funcionar pero agregando el aprendizaje progresivo.

Como bien lo entendió Jorge Luis Borges en «Funes el memorioso», la inteligencia no es una cuestión de pura memoria, sino de seleccionar los patrones característicos y de descartar los irrelevantes. «Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer».

La IA también puede ser puesta a operar de manera inversa: en vez de ir «subiendo» en abstracción a partir de atributos básicos, puede ir «bajando» desde patrones de mayor nivel hasta llegar a un resultado que no se corresponde con ninguno de los datos que se usaron en el camino ascendente. Estas creativas redes neuronales son las utilizadas en el diseño generativo.

Si además conseguimos poner en oposición dos redes neuronales, de manera que una genere mientras que la otra descarte, se llega a las redes generativas adversariales (GAN). Este preentrenamiento o iteración virtuosa logra ir aprendiendo, minimizando los errores a medida que avanza.

Esta forma de trabajo es análoga a la manera como acciona la todavía experimental computación cuántica, con numerosos estados superpuestos e inestables, controlados por la redundancia del entrelazamiento, compensando de esa manera la propensión al error de estos sistemas.

Más recientemente, apareció un nuevo algoritmo llamado «transformador» que, aplicado al lenguaje, logra asignar cierta jerarquía a las palabras en relación con el contexto, en función del grado de «atención» que exigen.

El aprendizaje profundo ha sido fundamental para el avance de muchas áreas dentro de la IA, incluyendo el reconocimiento de la voz, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de la forma.

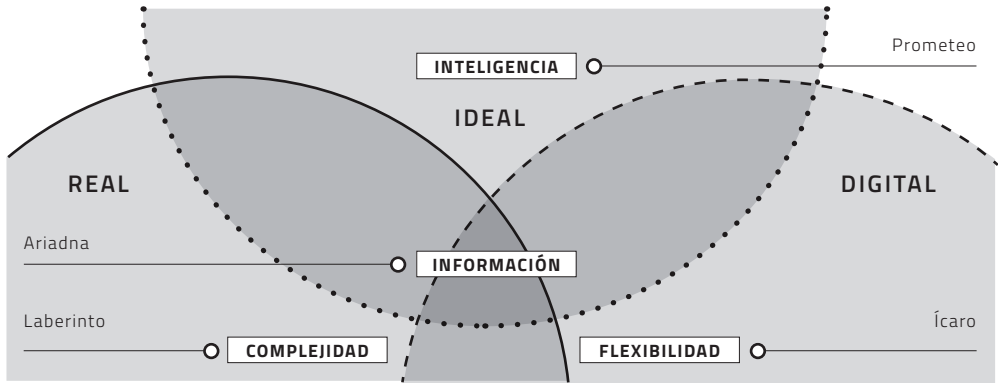
La próxima evolución de la actual «inteligencia artificial débil» —que está diseñada y capacitada para una tarea específica— será la «inteligencia artificial general» (IAG), que tendrá la flexibilidad y adaptabilidad para realizar cualquier tarea intelectual que un humano pueda hacer.

Conclusiones

La frase atribuida a Richard Feynman, «¡cállate y calcula!», sugiere irónicamente que el enfoque crucial radica en la capacidad de predecir resultados, dejando en segundo plano la explicación plausible de los fenómenos.

Las teorías explicativas, por otra parte, van más allá de su validación parcial o definitiva: son un respaldo para poder actuar en el mundo con cierto grado de responsabilidad, evitando la adhesión acrítica al «éxito fácil» que aporta la tecnología de turno.

Los avances en el conocimiento del siglo XX revolucionaron la forma de entender la realidad en ámbitos muy alejados del cerco cotidiano. Al combinar las cuatro corrientes informacionales (evolutiva, cuántica, computacional y epis-



temológica) obtenemos un marco explicativo que abarca una amplia gama de fenómenos biológicos, físicos, tecnológicos y cognitivos, proporcionando las herramientas para entender y manipular esta realidad expandida de maneras que antes eran inimaginables.

Revisando a Manuel Castells, esta nueva realidad podrá ser la «tecnología de la libertad» que transformará la idealidad objetiva en la «cultura de la autonomía», una visión de la sociedad más descentralizada y participativa habilitada por la tecnología. Habrá que estar atentos también a sus desafíos. Según Castells, la sociedad red es a la vez la sociedad de los logros tecnológicos y médicos y la marginación de grandes sectores de la población, que el nuevo sistema ha vuelto irrelevantes.

Siguiendo la metáfora mitológica que utiliza Laura Tripaldi, las tecnologías futuras deberían ser como los hilos de Ariadna (información) que ayudaron a Teseo a navegar por el laberinto de Creta (realidad) de manera segura. Evitar la soberbia excesiva de Ícaro (digitalidad) y la ansiedad desmedida de Prometeo (idealidad) será la estrategia indicada. Aprendiendo de errores anteriores, estas tecnologías deberían ser astutas, escurridizas, sutiles y capaces de armonizar con los vericuetos de nuestra realidad. Deberán contemplar la complejidad como un todo, eludiendo la tentación de responder mediante instancias reduccionistas.

Sadie Plant argumentaba que «las imágenes textiles nunca se imponen sobre la superficie de la tela: sus patrones siempre emergen de una matriz activa, implícita en la red, que las hace inmanentes a los procesos de los cuales emergen».

Bienvenidos nuevamente a este intrincado mundo. No es necesario entenderlo para actuar sobre la realidad, pero el solo intento de hacerlo ya es gratificante.

Recientemente hemos aprendido eso. Lo llaman *poiesis*, la etapa final del tránsito que lleva del no ser a ser.

Somos la máquina para lograrlo.

Referencias bibliográficas

- Borges, J. L. (1944). Funes el memorioso. En *Artificios*. Alianza.
- Butler, S. (1863). Darwin entre las máquinas. *The Press*, Nueva Zelanda.
- Castells, M. (2006). *La sociedad red. Una visión global*. Alianza.
- Dawkins, R. (1976). *El gen egoísta. Las bases biológicas de nuestra conducta*. Salvat.
- Deleuze, G.; Parnet, C. (1997). *Diálogos*. Pre-textos.
- Haraway, D. (1991). *Manifiesto Ccborg*. Kaotica.
- Hertog, T. (2023). *On the origin of time. Stephen Hawking's final theory*. Bantam.
- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity is Near*. Viking.
- Plant, S. (1998). *Ceros + Unos: mujeres digitales + la nueva tecnocultura*. Destino.
- Sigman, M.; Bilinkis, S. (2022). *Artificial. La nueva inteligencia y el contorno de lo humano*. Debate.
- Tatulyan, M. (2021). *La singularidad radical*. Experimenta.
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0. Being human in the age of Artificial Intelligence*. Deckle Edge.
- Tripaldi, L. (2021). *Parallel Minds. Discovering the Intelligence of Materials*. Urbanomic.
- Turing, A. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. Mind.