

La tecnología ante la crisis ecosocial

Technology and the ecosocial crisis

Luis González Reyes

El mito de la neutralidad de la tecnología

La neutralidad de la tecnología es uno de los imaginarios sociales más extendidos. Su ejemplo predilecto es el del cuchillo, que puede usarse para partir alimento o para dañar a otra persona. ¿Es realmente neutral la tecnología?, ¿se puede aplicar este adjetivo a todo tipo de tecnologías?

Para esbozar alguna respuesta a estas preguntas, una premisa previa es comprender que la tecnología, materializada en herramientas, no es solo una expresión cultural, sino que condiciona la forma de pensar y de sentir de las personas (Almazán, 2021; Illich, 2012; Mundford, 2006). Por ejemplo, si una cultura genera objetos para el uso colectivo no solo expresa su articulación comunitaria, sino que la refuerza, ya que implica que sus integrantes tienen que actuar de forma coordinada. Un ejemplo más contemporáneo es cómo internet, los teléfonos móviles y la hibridación entre ambos ha modificado nuestra manera de relacionarnos. La sociabilidad se ha hecho más superficial y líquida en parte por las tecnologías que utilizamos. Y esto no solo es a nivel personal, sino también institucional y económico. De este modo, si la tecnología conforma las sociedades no puede ser neutral, impulsa a la organización social hacia un determinado sentido.

Un segundo tipo de análisis parte de que se pueden distinguir distintos niveles tecnológicos. El primero son las herramientas. En ellas, la energía la ponen los seres humanos. Son en general tecnologías sencillas. El segundo lo componen las máquinas. En este caso, hay una fuente energética exosomática (un derivado de un combustible fósil o la electricidad, por poner los dos ejemplos más importantes en nuestra sociedad), que es la que permite que la máquina funcione, pero el control es humano. El grado de complejidad medio de las máquinas es notablemente mayor que el de las herramientas, pero dentro de las máquinas hay distintos niveles de sofisticación. Tenemos desde molinos de viento como los que inmortalizó Cervantes, que son relativamente sencillos, hasta los aerogeneradores de alta tecnología de 7 MW. Finalmente, estarían los autómatas, que vamos a definir como máquinas que controlan otras máquinas, además de estar impulsadas por energía exosomática. Aquí la complejidad se incrementa más aún.

El grueso de la historia de la humanidad ha estado exento del uso de máquinas complejas y de autómatas. El cambio de sociedades que usaban herramientas y máquinas sencillas, al de sociedades con una utilización creciente de máquinas complejas no fue irrelevante. El primer nivel tecnológico, entendiendo como hemos dicho que la tecnología es una expresión social que a la vez la condiciona, alumbró sociedades igualitarias o dominadoras (Fernández Durán y González Reyes, 2018). Es decir, que en este nivel sí podríamos hablar de una cierta neutralidad de la tecnología.

Neutralidad no en el sentido de irrelevancia social, sino en el de distintos usos. Aquí podría valer el ejemplo del cuchillo.

Pero la tecnología compleja, la basada en máquinas sofisticadas y autómatas es solo propia de las dominadoras y contribuye a perpetuarlas. Hay varios argumentos para sostener esto. En primer lugar, las tecnologías complejas son intrínsecamente insostenibles. Se basan en materiales no renovables, tienen considerables impactos ambientales en su ciclo de vida (en muchos casos muy considerables) y, en términos globales, todas ellas son muy ineficientes en el consumo energético (tienen mucha energía embebida en su proceso de fabricación, como poco). De este modo, tienen impactos insoslayables sobre la vida de todos los seres vivos presentes y futuros, y no son universalizables¹. Es más, en la medida que se ha ido imponiendo el uso de la alta tecnología, esto ha implicado que actos cotidianos (trabajar remuneradamente, desplazarse o hasta comer) tengan un impacto considerable, significando un ejercicio de poder implícito de los estratos sociales más privilegiados sobre el resto de seres vivos.

Un segundo argumento es que las máquinas complejas implican que el acceso a cómo funcionan, a su control, solo está al alcance de pocas personas. Son aquellas que pueden dedicar mucho tiempo al estudio de su ingeniería. Como la tecnología es un elemento central del funcionamiento social, este acceso restringido es una desigualdad de poder latente. Cuando se nos estropea el ordenador, que a su vez se ha convertido en una pieza clave en muchos trabajos y en la socialización, solo hay un puñado de personas articuladas en grandes multinacionales que pueden garantizar que sigamos usando esa herramienta. Y esto es un mecanismo de poder que atraviesa nuestras vidas.

Finalmente, los centros de poder, que son quienes controlan la tecnología, tienen una capacidad de coacción mucho mayor con las máquinas complejas. Un ejemplo son los mecanismos de almacenamiento y gestión de la información que han posibilitado las TIC. Gracias a ellas, Google y la NSA (servicio de "inteligencia" estadounidense) atesoran una cantidad de información sobre millones de personas inimaginable por los Estados agrarios. Esta información se usa para quebrar voluntades de forma "delicada" (publicidad) y violenta (represión directa). Otro ejemplo es el incremento en el desnivel bélico entre quienes tienen acceso a armamento tan sofisticado como un portaaviones o un misil teledirigido, y quienes solo tienen un cuchillo.

Obviamente, esto es matizable y parcialmente enmendable. Por ejemplo, no es lo mismo la tecnología eólica que la nuclear en lo que implica de concentración de poder, ni lo es que internet se configure con neutralidad de la red a que la pierda. Pero eso no quita que no existan relaciones más o menos jerárquicas entre especies, entre generaciones y entre individuos en todos los casos. En conclusión, determinados grados de complejidad, expresados en este caso en forma de tecnología, tienen costos. Uno de ellos es tener sociedades intrínsecamente desiguales.

Un tercer nivel de análisis sobre la falta de neutralidad de la ciencia y la tecnología aterriza en este momento histórico. En el capitalismo, no se desarrollan los avances tecnocientíficos que socialmente puedan ser importantes, sino los que el mercado considera adecuados. Solo así se explica que existan tantas investigaciones en transgénicos o enfermedades típicas de poblaciones enriquecidas, y tan pocas sobre agroecología o dolencias características de poblaciones periféricas. Que el sistema tecnocientífico está al servicio del mercado también se puede argumentar con otros ejemplos, como la obsolescencia programada, las patentes sobre la vida o la "investigación" para negar la realidad del cambio climático. Además, en las universidades una parte creciente de la investigación está financiada por empresas que confían en utilizar el conocimiento que se derive de ella. En definitiva, la tecnología no es ni podrá ser nunca

¹ Esta argumentación se basa en que las sociedades humanas no son más que un subsistema de los ecosistemas planetarios y que la tecnología humana se escinde del funcionamiento del conjunto de la vida. Si esto no fuese así, si se acoplase al funcionamiento del todo, sí podría haber un incremento de la complejidad tecnológica que no fuese intrínsecamente insostenible. Pero estas técnicas ya no estarían al servicio del ser humano, sino fundamentalmente del conjunto de la vida. Sobre este tema, que tiene muchas otras derivadas y requiere de una explicación pausada, no entra este texto.

neutral, pues es el resultado de muchas decisiones que reflejan los valores e intereses de quienes la desarrollan y/o del sistema en el que se insertan. En el capitalismo esto está especialmente reforzado pues el desarrollo tecnológico, como veremos un poco más adelante, es central en la reproducción del capital. Para profundizar en este aspecto merece la pena leer a Almazán (2021).

El mito de la omnipotencia de la tecnología

Nos encontramos en una crisis multidimensional de amplio calado. Es más, estamos viviendo el colapso de la civilización industrial. Esto surge de que la profunda crisis ambiental (Sexta Extinción de biodiversidad de la historia de la Tierra, emergencia climática, máximos de disponibilidad energética y material) impulsa y se hibrida con una crisis social y económica. Analizamos a continuación los límites de la tecnociencia concretándolos en cómo no puede solucionar las crisis ecológica y económica en marcha. Como mucho, sería un complemento de cambios estructurales profundos imprescindibles.

En el capitalismo, el desarrollo tecnológico no es cualquier cosa. Es una de las piedras angulares que permiten su sostén. En este sistema, la competencia incesante obliga a un crecimiento sostenido a costa de aumentar la explotación de las personas y de la naturaleza, y a una constante expansión hacia sus afueras (inclusión y despojo de nuevas sociedades y conversión en capital del “trabajo” de la naturaleza, por ejemplo el “trabajo” de fabricar petróleo a partir de restos orgánicos). Para la mayoría de estos elementos la tecnología es determinante.

En lo que concierne a la obtención de la plusvalía a nivel interno del capitalismo, la tecnología emerge como la única forma de sostener este proceso a largo plazo:

- Las rebajas en las condiciones laborales son una manera de aumentar los beneficios, pero tienen límites en forma de luchas sociales, de que ya no quedan grandes nichos de “trabajo barato” por explotar a nivel mundial y, sobre todo, de la limitación que supone reducir indefinidamente los salarios sin resentir el consumo. La destrucción del poder adquisitivo de la clase trabajadora, sobre todo de las “clases medias” de EEUU y la UE, ha supuesto profundizar en la crisis capitalista, ya que minó su capacidad de compra sin un sustituto claro. Sin embargo, todavía no se ha producido una disminución importante del consumo. Esto se ha conseguido mediante una expansión gigantesca de la liquidez y del crédito, pero esta estrategia está llegando a su límite ya que la deuda global crece mucho más rápido que el PIB, por lo que la credibilidad de su devolución es cada vez menor, abocando a fuertes crisis financieras a todo el sistema.
- Una segunda fuente de incremento de la plusvalía sería incorporar más mano de obra. Pero no queda mucho margen dentro del capitalismo, una vez que las mujeres están ya en gran parte bajo esa lógica.
- De este modo, lo que queda es el recurso interno histórico del sistema: incrementar la productividad para con ello rebajar el coste de la mano de obra (que puede mantener su nivel de vida accediendo a mercancías más baratas) y sostener la masa de plusvalía aumentando el volumen de ventas. Para esto es determinante el uso de cada vez más máquinas y autómatas en el proceso productivo.

Todo esto en lo que concierne a la capacidad de reproducir el capital a nivel interno del sistema. ¿Qué nichos le quedan al capitalismo para expandirse y, con ello, salvar los límites a la creación de valor que está encontrando? En lo que concierne al “trabajo” de la naturaleza, la crisis energética y material que vivimos son una prueba palpable de que la explotación de la gran mina-Tierra está dando síntomas de agotamiento. Cada vez va quedando menos “trabajo” de la naturaleza que se puede convertir en capital. En ese contexto, sostener esta explotación pasa por un desarrollo tecnológico que lo permita. La fractura hidráulica en el caso de los hidrocarburos es un ejemplo.

Respecto a la expansión hacia nuevas sociedades, no hay mucha más globalización que llevar a cabo, una vez

“completada” la inclusión de China y Rusia. Tampoco se puede esperar mucho recorrido de una mayor mercantilización de las poblaciones más empobrecidas mediante estrategias como el “capitalismo inclusivo”. En lo que sí hay algo más de margen es en la privatización de servicios públicos, pero es difícil pensar que pueda sostener por sí solo un nuevo ciclo expansivo. En estos nuevos procesos de mercantilización, la tecnología vuelve a ser central. Por ejemplo, es la que ha permitido todo ese nuevo nicho de negocio que se denomina capitalismo de plataforma (Uber, Airbnb y compañía).

Por lo tanto, la innovación tecnológica es determinante en el sostenimiento del capitalismo. Y, en un contexto de degradación ambiental y sobreexplotación laboral, las características de las innovaciones tecnológicas deben ser: incremento de la eficiencia, desmaterialización de los procesos productivos y desarrollo de nuevas líneas que sirvan a la reproducción del capital. Analicemos cada una de estas características.

El mito de la eficiencia

El mito de la eficiencia propone que el aumento de la eficiencia es parte de la solución (o incluso la solución) a los problemas energéticos y materiales. Ciertamente, todavía hay recorrido para una cierta mejora a nivel mundial de la eficiencia. Sin embargo, este incremento tiene límites insuperables e incluso efectos secundarios adversos.

En primer lugar, una parte de las supuestas mejoras en la eficiencia en las regiones centrales no son tales, sino deslocalizaciones de los procesos más consumidores de materia y energía a las zonas periféricas.

Un segundo aspecto es que las medidas basadas en la eficiencia tienen poco recorrido si se persigue el crecimiento exponencial. Hace falta una reducción del uso de energía y materiales del orden del 90% en las regiones centrales para entrar dentro de los límites de la sostenibilidad. Para alcanzar esta meta gracias a una mayor eficiencia sería necesario un “factor 10” (los materiales y la energía por unidad del PIB disminuyen 10 veces), algo que ya es difícil de imaginar, como veremos más adelante. Pero si en este tiempo la economía sigue creciendo al 2% sería necesario un “factor 27”, y si crece al 3% un “factor 45” (Jofra Sora, 2008). Es obvio que la mejora de la eficiencia tiene un límite físico marcado por las leyes de la termodinámica, no es posible continuarla indefinidamente.

Además, muchos procesos ya son todo lo eficientes que cabe esperar. Los motores eléctricos son un buen ejemplo, con un 90% de eficiencia. Otro es que, desde 1955 hasta principios del siglo XXI, la industria del acero estadounidense incrementó su eficiencia energética en un 72% (Homer-Dixon, 2008). Esto no se puede volver a repetir en este siglo. Y esto se aplica incluso al desarrollo de las TIC, que está en el centro de las propuestas tecnoutópicas (Rotman, 2020).

Entre los efectos adversos de la eficiencia está el hecho de que persigue eliminar las múltiples redundancias. Pero eso es justo una de las claves fundamentales de la resiliencia de los sistemas complejos, pues esas redundancias sirven como mecanismo de seguridad que les permiten seguir funcionando si falla alguno de sus elementos. En una crisis mayúscula como la que atravesamos, con una fuerte pérdida de resiliencia y desafíos importantes en el futuro, hay sectores en los que el avance hacia la eficiencia puede ser contraproducente.

Por otra parte, la mejora de la eficiencia no siempre conlleva una reducción en el consumo de materia y energía. Por ejemplo, a pesar de la importante mejora en las emisiones de CO₂ de los vehículos en la UE, la reducción de emisiones por kilómetro recorrido se ha visto desbordada por el impresionante aumento del parque automovilístico y de los kilómetros recorridos en coche. El resultado es un incremento del consumo global de petróleo para los vehículos. Este es el efecto rebote o la paradoja de Jevons. La eficiencia sin reducción no sirve. Este ejemplo dista de ser una excepción: se repite uno tras otro en los sectores en los que se realizan estos incrementos de eficiencia (Mills, 2019). Y es que cuando los aparatos son más eficientes salen más baratos al bolsillo y a la conciencia (parece que se contamina menos), con lo que se incrementa su uso. A esto hay que añadir la construcción de nueva infraestructura que, en

ocasiones, lleva acoplada la mejora tecnológica.

Además, no hay que considerar solo el efecto rebote directo, sino también el indirecto. Este consiste en que los ahorros se desvían a otros sectores donde se incrementa el consumo. El fundamento último del efecto rebote es que el aumento de la eficiencia libera recursos que permiten aumentar la producción y el consumo. En realidad, es una consecuencia intrínseca del capitalismo y de su necesidad de crecimiento continuo.

El mito de la desmaterialización y del desacoplamiento

Otro mito es el de la desmaterialización, es decir, la afirmación de que la economía capitalista puede seguir creciendo reduciendo su consumo de energía y materia. Su versión suave es el desacoplamiento, que sostiene que el PIB puede aumentar de forma más rápida que el consumo material y energético.

La desmaterialización no se sostiene con datos empíricos (Hickel y Kallis, 2020; Parrique et al., 2019). Así, el consumo energético y material desde la Revolución Industrial ha seguido una curva exponencial. Además, todos los periodos en los que ha bajado el consumo de materia se han debido a una recesión económica (Krausmann, 2011). Se puede añadir que la correlación entre el PIB y el consumo energético y material mundial es casi lineal, mostrando el acoplamiento de ambos indicadores (Coyne, 2016). Esto no está en contradicción con afirmar que ha disminuido la intensidad energética de la economía, pues la pendiente de la recta es menor de 1.

El aparente desacoplamiento entre el consumo energético y el crecimiento económico en los espacios centrales se ha debido a varios ejercicios de contabilidad creativa. El fundamental es la deslocalización de las actividades más consumidoras de energía a otros lugares del planeta.

En el centro de la propuesta de la desmaterialización está una economía basada en servicios. Pero este tipo de actividad no es menos consumidora de materia y energía, y requiere del sector industrial para existir. Las evidencias lo que muestran es que las economías basadas en servicios en realidad son más demandantes de energía, no lo contrario (Fix, 2019).

Es más, una economía basada en servicios es incompatible con el capitalismo, ya que el consumo de servicios tiene límites estrechos (el tiempo disponible por las personas) y no se puede acumular (como los bienes materiales). Esto implica problemas irresolubles para la reproducción ampliada del capital.

En realidad, la desmaterialización es físicamente imposible. El Segundo Principio de la Termodinámica supone que la utilización de energía conlleva su degradación, su pérdida de exergía². Desde la perspectiva material, muchos elementos básicos se dispersan en su uso: desde el fósforo utilizado en la fertilización, hasta los óxidos de zinc presentes en los neumáticos que se van esparciendo por las carreteras. Solo podrían ser reciclables si fuesen biodegradables y ese trabajo lo hiciesen los ecosistemas con tiempo y energía solar, y aun así este proceso no sería 100% eficiente.

La falsedad del mito de la desmaterialización lo ejemplifica el aparato por antonomasia de la sociedad virtual, el ordenador. Cada ordenador supone extraer y procesar 1.000 veces su peso en materiales, con el transporte de productos que ello implica y los impactos ecológicos de su producción. Unos materiales que además son escasos y no tienen sustituto (hay que considerar que al menos, 70 de los 92 elementos de la tabla periódica que se pueden encontrar en la corteza terrestre son usados en la electrónica más común) (Valero y Valero, 2014). Y la cuestión no son solo los recursos en la fabricación, sino los residuos contaminantes que se generan. A ello habría que sumar la

² Trabajo útil que se puede llevar a cabo con una determinada cantidad de energía.

obsolescencia programada de estos aparatos. Lo mismo se podría decir de las televisiones, los mp3, los teléfonos móviles o los libros electrónicos.

Por otra parte, el funcionamiento del ciberespacio y la sociedad de la imagen demandan una considerable cantidad de energía. Si se suma todo el ciclo de vida de los aparatos, las TIC implican el consumo de más del 4% de toda la energía (no solo electricidad) del mundo (Turiel, 2018). Otro ejemplo relevante: el entrenamiento (solo el entrenamiento) de una unidad de inteligencia artificial que pueda descifrar y manejar lenguaje, podría producir unas 315 veces las emisiones de un vuelo de costa a costa de EEUU, 56 veces el consumo promedio de energía de un ser humano en toda su vida (Strubell et al., 2019).

El mito de la innovación infinita

En realidad, los dos mitos anteriores son hijos del gran mito del capitalismo que estamos analizando en este apartado, el del progreso, que se plasma en que la ciencia y la tecnología lo pueden todo y son imparables. Un primer problema es el tipo de método científico que se usa mayoritariamente. Es el que se basa en el mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo. Toma la realidad, la disecciona en partes y la estudia, sin realizar una recomposición integradora y no determinista del todo. El paradigma de la ciencia es la tesis doctoral, en la cual se analiza en profundidad una sección muy concreta de la realidad, pero se obvia una visión sistémica en la mayoría de los casos. Este modelo no es el más adecuado para entender la vida en la Tierra, que funciona como un sistema complejo, orgánico, en el que las propiedades no son la suma de las partes y el funcionamiento es no lineal e indeterminista. Además, en este reduccionismo, queda fuera una parte importante de la realidad: “Lo cualitativo se redujo a lo subjetivo, lo subjetivo fue desechado como irreal, y lo no visto y no medible como inexistente. La intuición y el sentimiento no afectaban al proceso mecánico ni a las explicaciones mecánicas” (Mumford, 2006).

Por otra parte, el sistema de toma de decisiones científico es intrínsecamente conservador, pues en él influyen (no podría ser de otra forma) decisiones personales, políticas y culturales que se enmarcan en los paradigmas vigentes. La evolución de las previsiones sobre el cambio climático son una prueba clara de una subestimación continua fruto de un conservadurismo intrínseco (Puig Vilar, 2019). La historia de la ciencia está plagada de rupturas radicales con los paradigmas antiguos, pero esas rupturas han sido siembre muy traumáticas, complicadas y plagadas de resistencias. Sucedió con el paso del geocentrismo al heliocentrismo, de la física newtoniana a la cuántica y de la relatividad, o ahora con la visión de la evolución darwiniana con la marguliniana.

Sin embargo, aunque los aspectos vistos hasta aquí marcan límites a la tecnociencia actual, no son elementos irresolubles. Con enormes dificultades, se podría construir otro paradigma de conocimiento que los soslayase, al menos en parte. Pero a estos límites se suman otros más profundos que superan las capacidades humanas.

En primer lugar, Ayres y Warr (2005) mostraron cómo la mayoría de los avances tecnológicos en realidad eran aumentos de la cantidad de energía utilizada o de la eficiencia en el traslado hasta el lugar donde el trabajo era realizado. En base a esto, la tecnología se podría definir como energía, materia y conocimiento colectivo sedimentados. La tecnología no puede generar energía ni materiales, por lo que no puede resolver los problemas de fondo.

El segundo límite parte de que el ser humano no es ni omnisciente ni omnipotente, sino que siempre tendrá disponible una información limitada y cometerá errores. Si la tecnociencia es un producto humano, no puede ser que supere estos límites ontológicos. A este elemento se le suma la inevitable influencia de quien investiga en los resultados obtenidos a través de las elecciones que toma, el estilo manipulativo o su presencia física en determinadas líneas de investigación. Pero es más, los desafíos actuales a los que debe hacer frente la ciencia son los que tienen que ver con los sistemas complejos. Una de sus características es su funcionamiento en ocasiones caótico. Otra, que producen emergencias, es

decir, cualidades como consecuencia de las interacciones de las partes que no se pueden deducir de las propiedades de sus elementos individuales. Esto hace que las posibilidades humanas de controlar y comprender el entorno (e incluso las sociedades) sean mucho más reducidas de lo que sostiene el mito del progreso.

El Segundo Principio de la Termodinámica marca un tercer límite infranqueable. La máquina perfecta (aquella que transforma toda la energía en trabajo), simplemente, es imposible. Un corolario de esto es que no es factible resolver los problemas ambientales por la vía tecnológica sin crear nuevos problemas, es decir, no es posible crear “orden” en un lugar sin generar más “desorden” en otro. En el mejor de los casos, las tecnologías serán capaces de resolver el problema para el que fueron creadas gracias a desplazar (incrementándolos) los impactos, que suelen ser impredecibles. Visto así, la tesis de que la tecnología, al menos, permite ganar tiempo, aunque no resuelva la raíz de los problemas, es falaz; pues lo que hace normalmente es desplazar la solución del problema más lejos de las capacidades humanas.

Derivada de esta limitación, está la de la ley de rendimientos decrecientes. Los inventos siguen esta ley en la medida en que los más fáciles de abordar se llevan a cabo en primer lugar y los más difíciles, después. Esto implica que los requerimientos energéticos, materiales, intelectuales y financieros necesarios crecen exponencialmente conforme avanza el conocimiento y que, además, deben sostenerse durante periodos más dilatados de tiempo. Esto se refleja en que la tasa de innovación (número de inventos relevantes por año partido por la población mundial) cada vez es menor (Bloom et al., 2017; Huebner, 2005;). Expresado de otra forma, la gran mayoría de los últimos inventos en el fondo son evoluciones de lo que ya se había desarrollado hace mucho: comunicación, transporte, comercio, manufacturas. Un breve listado: la locomotora (1825), el refrigerador (1834), el teléfono (1876), la luz eléctrica y las bombillas (1879), el automóvil y los motores de combustión (1886), los aviones (1890), el cinematógrafo (1894), la estufa eléctrica (1896), la televisión (1926), la penicilina (1928), el radar (1931), el motor de turbina (1939), el transistor (1947), el microprocesador (1971). Y los avances recientes más significativos (internet), no tienen mucha utilidad para la supervivencia. Además, su capacidad para animar la economía está en decadencia (Bonaiuti, 2017).

Otro problema de primer orden es el temporal. El descenso energético y material, la activación de los bucles de realimentación positivos climáticos o la desestabilización de los ecosistemas están sucediendo ya. Sin embargo, entre la invención y la difusión masiva de los cambios tecnológicos pasan décadas. Por ejemplo, la fractura hidráulica se usó por primera vez en 1947. Entre las décadas de 1980 y 2000, y con el apoyo del Gobierno, se investigó cómo mejorar la técnica. Después, fueron necesarios otros 10 años para un uso extendido de estos avances por la industria (Cobb, 2015).

Si sumamos la ley de rendimientos decrecientes a la reducción progresiva de la disponibilidad de energía y a los largos plazos para el desarrollo de las tecnologías, la dificultad de solventar técnicamente los desafíos que tiene la humanidad se vuelve aún más irreal. Esto no implica solo la incapacidad de sostener el ritmo innovador, sino incluso de mantener el sistema tecnocientífico actual.

Finalmente, ahora mismo no existe posibilidad de desarrollo científico sin recurrir a maquinaria altamente sofisticada. La ciencia depende de la técnica. En la medida que la tecnología la podríamos definir como materia, energía y conocimientos condensados (no existe la tecnología desmaterializada, ni que se alimente de éter) y estamos viviendo los máximos de disponibilidad energética y material, ahí tenemos otro límite al desarrollo tecnocientífico.

Nuestra tecnología, en realidad, es muy pobre

La tecnología humana no es muy poderosa. Este es un límite último a sumar a todos los anteriores que la aleja más de la omnipotencia. Si la comparamos con la tecnología del conjunto de los sistemas vivos, de Gaia, palidece. Puede

resultar extraño usar el término tecnología más allá de los seres humanos, pero no lo es si la definimos como las herramientas que permiten transformar el entorno o adaptarnos a él para nuestros propios fines. En ese sentido, el superorganismo que podría formar la parte viva de la Tierra, Gaia, ha transformado profundamente la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera y se puede decir que utiliza una tecnología muy avanzada. Siguiendo a Carlos de Castro (2019) se pueden comparar las tecnologías humanas y gaianas, ejemplificadas en los bosques:

- Condiciones de trabajo. Los bosques hacen su trabajo in situ, a temperatura ambiente y sin contaminar. Muchas tecnologías humanas no cumplen estos tres requisitos. Por ejemplo, la producción de electricidad se suele realizar lejos de nuestras casas, a altas temperaturas y con altos grados de contaminación.
- Reparación. Los bosques se autorreparan en caso de daños y su esperanza de vida es de siglos o milenios. Las máquinas no se autorreparan y su tiempo de vida es de unos pocos años.
- Reproducción. El bosque se autorreproduce. Las máquinas deben ser fabricadas externamente.
- Alimentación. Los bosques reciclan los nutrientes (carbono, fósforo, nitrógeno, etc.) de manera que se autoalimentan. El conjunto de Gaia llega a tasas de reciclaje de estos elementos superiores al 99,5%. Nuestra civilización recicla a una tasa del 6% a escala global y todas las máquinas requieren aporte de materiales y energía externos.
- Realimentaciones. Los bosques transpiran agua de tal forma que la mitad de las gotas de lluvia que caen en la superficie terrestre provienen de plantas. Sin bosques, la mayor parte del planeta sería un desierto. Además, los árboles alimentan al resto de seres vivos, no solo a sí mismos. Las máquinas no solo no benefician al conjunto del sistema, sino que lo degradan; y están diseñadas para funciones muy concretas, no múltiples.
- Eficiencia. Para la transpiración y el ciclado de nutrientes, los bosques aprovechan entre el 70% y el 50% de la radiación incidente (más cuanto más complejo es el ecosistema). Es decir, la eficiencia de un bosque es superior al 50%. En contraposición, sin contar con todos los gastos energéticos para la fabricación de un coche de gasolina (algo que habría que considerar), la eficiencia de su motor es del 25%.

La necesidad de nuevos mitos

Los mitos desempeñan un papel relevante en las sociedades humanas. Por una parte, permiten entender el mundo o, mejor dicho, tener la percepción de que se entiende. Esto, desde la perspectiva psicológica es muy importante y nos permite satisfacer (o pseudosatisfacer) una necesidad humana básica como es el entendimiento. Siendo los seres humanos, como somos, limitados, probablemente una parte de entendimiento mítico de nuestro entorno sea imprescindible.

Pero esta no es la única función de los mitos en la sociedad. Probablemente, ni siquiera es la más importante. Más determinante está la función de regulación social, de moldeamiento. No hay orden social que no tenga detrás un mínimo de identidad compartida y la construcción de esa identidad se fragua mucho sobre los mitos comunes. Tampoco hay orden social que no se asiente sobre normas de comportamiento comunes, y en su transmisión y cumplimiento los mitos son determinantes.

En tercer lugar, la razón no es lo que nos mueve fundamentalmente. Aplicando esta idea a este trabajo, el cuestionamiento racional que aborda este texto del mito de la ciencia y la tecnología probablemente aporte poco al desmontaje social del mito de la neutralidad y la omnipotencia del sistema tecnocientífico, por más que sea un ejercicio necesario.

Por lo tanto, igual que un clavo se quita con otro clavo, un mito probablemente se quita con otro mito. La construcción

de sociedades justas, democráticas y sostenibles debe venir acompañada de la creación de una serie de nuevos mitos sociales, también de raíz científica (y aquí me refiero al método de conocimiento del entorno), que sustituyan o los de la neutralidad y omnipotencia de las tecnologías humanas. Uno que podría ser el de Gaia (de Castro, 2019; González Reyes y Planet, 2020), pero eso es materia de otro texto.

Bibliografía

- ALMAZÁN, A. (2021). *Técnica y tecnología*. Taugenit.
- AYRES, R.U. Y WARR, B. (2005). Accounting for growth: the role of physical work. *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(2), 181–209.
<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2003.10.003>
- BLOOM, N., JONES, C.I., VAN REENEN, J. Y WEBB, M. (2017). *Are ideas getting harder to find?* National Bureau of Economic Research.
- BONAIUTI, M. (2017). Are we entering the age of involuntary degrowth? Promethean technologies and declining returns of innovation. *Journal of Cleaner Production*, 197(2), 1800–1809.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.196>
- DE CASTRO, C. (2019). *Reencontrando a Gaia*. Ediciones del Genal.
- COBB, K. (18 de octubre de 2015). Goldilocks and the three prices of oil. *Resource Insights*.
<http://resourceinsights.blogspot.com/2015/10/goldilocks-and-three-prices-of-oil.html>
- COYNE, D. (30 de julio de 2016). The Energy Transition. *Peak oil barrel*.
<https://peakoilbarrel.com/the-energy-transition/>
- FERNÁNDEZ DURÁN, R Y GONZÁLEZ REYES, L. (2018). *En la espiral de la energía*. Libros en Acción; Baladre.
- FIX, B. (2019). Dematerialization Through Services: Evaluating the Evidence. *Biophysical Economics and Sustainability*, 4(2), 1–17.
<https://doi.org/10.1007/s41247-019-0054-y>
- GONZÁLEZ REYES, L. Y PLANET, A. (2020). *Gaia*. FUHEM.
- HICKEL, J. Y KALLIS, G. (2020). Is Green Growth Possible?. *New Political Economy*, 25(4), 469–486.
<https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- HOMER-DIXON, T. (2008, primera edición 2006). *The upside of down. Catastrophe, creativity, and the renewal of civilization*. Island Press.
- HUEBNER, J. (2005). A possible declining trend for worldwide innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, 82(8), 980–986.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.01.003>
- ILLICH, I. (2012, primera edición: 1974). *La convivencialidad*. Virus.
- KRAUSMANN, F. (2011). The global metabolic transition: a historical overview. En Krausmann, F. (ed.). *The socio-metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use*. Institute of Social Ecology.
- MILLS, P. (2019). *The “new energy economy”: an exercise in magical thinking*. Manhattan Institute.
- MUMFORD, L. (2006, primera edición en castellano 1971, primera edición 1934). *Técnica y civilización*. Alianza Editorial.
- PARRIQUE, T., BARTH, J., BRIENS, F., KERSCHNER, C., KRAUS-POLK, A., KUOKKANEN, A. Y SPANGENBERG, J. H. (2019). *Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*. European Environmental Bureau.
- PUIG VILAR, F. (2019). Peor de la esperado - Escalones hacia la moderación. *ustednoselocree.com*.

- ROTMAN, D. (2020). Ha llegado la hora de que cunda el pánico por el fin de la ley de Moore. *Technologyreview.es*.
- JOFFRA SORA, M. (2008). Conversaciones con Joachim Spangenberg. *Ecología Política*, 35, 9–12.
- STRUBELL, E., GANESH, A. Y MCCALLUM, A. (2019): Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. *arXiv 1906.02243*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.02243>
- TURIEL, A. (17 de septiembre de 2018): Las buenas noticias. *The oil Crash*.
<https://crashoil.blogspot.com/2018/09/las-buenas-noticias.html>
- VALERO, A. Y VALERO, A. (2014): *Thanatia. The Destiny of the Earth's mineral resources. A Thermodynamic Cradle-to-Cradle Assessment*. World Scientific.

Resumen.

Un mito es un relato lleno de hechos fantásticos y personajes fabulosos con el que los pueblos tratan de explicar y controlar fenómenos que no pueden comprender. Con una definición de este tipo, nada parece más alejado de ser un mito que el sistema tecnocientífico. En este texto no se va a abordar el método científico, el mecanismo de trabajo científico-técnico, que efectivamente no cumple las características para ser un mito, sino que se discutirá el papel que la ciencia y la tecnología tienen en los imaginarios colectivos.

El sistema tecnocientífico es incomprensible para la inmensa mayoría de la población. ¿Quién sabe cómo funciona un ordenador, cuál es el mecanismo por el que retiramos dinero de un cajero o en qué consiste de verdad el refinado de petróleo? ¿Cuántas personas pueden explicar la Teoría de la Relatividad o el funcionamiento de la fotosíntesis? Para la gran mayoría de la población, estos fenómenos significan un ejercicio de fe similar a la de creer que Thor genera los rayos con su maza, solo que en este caso los personajes de autoridad son otros. A pesar de eso, la tecnociencia es la forma fundamental que explica el mundo. Es más, su función no se restringe únicamente a explicarlo, sino a dirigirlo. Es la principal herramienta que concebimos los seres humanos para moldear el futuro. En estos sentidos, tiene características de mito.

En este texto se van a abordar dos elementos centrales para la construcción del mito de la ciencia y la tecnología: su neutralidad y su omnipotencia.

Palabras clave. Mito; Tecnociencia; Tecnología compleja; Sostenibilidad.

Abstract.

A myth is a story full of fantastic facts and fabulous characters with which people try to explain and control phenomena that they cannot understand. With such a definition, nothing seems further from being a myth than the techno-scientific system. This text will not address the scientific method, the mechanism of scientific-technical work, which effectively does not meet the characteristics to be a myth, but will discuss the role that science and technology have in collective imaginaries. The techno-scientific system is incomprehensible to the vast majority of the population. Who knows how a computer works, what is the mechanism by which we withdraw money from an ATM or what oil refining really consists of? How many people can explain the Theory of Relativity or the workings of photosynthesis? For the vast majority of the population, these phenomena mean an exercise of faith similar to that of believing that Thor's hammer generates lightning, only in this case the characters of authority are others. Despite that, technoscience is the fundamental way to explain the world. Moreover, its function is not restricted only to explaining it, but to directing it. It is the main tool that human beings conceive to shape the future. In these senses, it has characteristics of myth. This text will address two central elements for the construction of the myth of science and technology: its neutrality and its omnipotence.

Key-words. Myth; Technoscience; Complex technology; sustainability.

Luis González Reyes
Ecologistas en Acción
luis.glez.reyes@nodo50.org