

Costes y restricciones ecológicas al capitalismo digital

Pese a la imagen verde que rodea el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación como facilitadoras de una mayor eficiencia e impulsoras de una mayor inmaterialidad de la economía capitalista. La digitalización se muestra más exigente en el consumo de energía y materiales, así como generadora de residuos, de lo deseado. Este artículo muestra cómo la economía capitalista digital es todo menos ingrátida, está también sometida a las restricciones que impone la naturaleza, y podría de hecho estar contribuyendo más a la gran aceleración del deterioro ecosocial.

Vivimos en tiempos de aceleración permanente. Una aceleración que afecta de pleno a la vida social, al tiempo que resulta cada vez más incompatible con los ritmos de la naturaleza, o los mínimamente necesarios para el bienestar psicológico o para poder desarrollar una vida política realmente democrática. En palabras del filósofo y sociólogo alemán Hartmut Rosa, esta aceleración «conduce a formas de alienación social graves y empíricamente observables, que pueden ser consideradas como el obstáculo principal para la realización del concepto de una buena vida en la sociedad tardo moderna». ¹ A su vez, en el plano ecológico, la dinámica de deterioro exponencial a la que los ecosistemas globales se llevan viendo sometidos desde mediados del siglo XX ha sido descrita en términos de *gran aceleración* por los científicos Will Steffen, Paul Crutzen y John McNeill. ² La plasmación de dicha aceleración en la huella humana sobre el planeta quedó reflejada en una docena de gráficos que desempeñarían, por otra parte, un papel central en la discusión sobre la formalización del Antropoceno como cambio de época en la historia de la Tierra. ³

José Bellver es miembro de FUHEM Ecosocial

¹ H. Rosa, *Alienación y aceleración. Hacia una teoría crítica de la temporalidad en la modernidad tardía*, Katz, Buenos Aires, 2016, p. 11.

² W. Steffen, P. Crutzen y J. McNeill, «The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of Nature?», *Ambio*, vol. 36, núm. 8, 2007, pp. 614-621.

³ W. Steffen, W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney y C. Ludwig, «The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration», *The Anthropocene Review*, vol. 2, núm. 1, 2015, pp. 81-98.

Indudablemente, el hecho de que hoy la humanidad mueva más tierra y sedimentos que ningún otro proceso natural, otorgándole así una dimensión geológica al referido cambio de época, guarda una relación directa con el desarrollo tecnológico que ha permitido desplegar el sistema urbano-agro-industrial a escala global. Esta expansión, acompañada de unos patrones socioculturales de consumismo y, en general, un uso desaforado de energía y materiales del sistema económico, hacen que hoy vivamos en lo que Herman Daly califica de “mundo lleno”, aunque todavía nos comportemos como si estuviera vacío, es decir con amplio espacio ambiental y recursos infinitos para el presente y el futuro.⁴

Hasta ahora, la revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) –sin la cual no estaríamos hablando de «capitalismo digital»– no parecen haber hecho mucho para cambiar esto, a pesar de la buena prensa de dichas tecnologías en tanto que facilitadoras de una mayor eficiencia e impulsoras de una supuesta inmaterialidad de la actividad económica. De hecho, el desarrollo exponencial de las telecomunicaciones aparece precisamente como uno de los doce gráficos emblemáticos en términos de tendencias socioeconómicas que determinan la mencionada «gran aceleración», y sus correspondientes tendencias de deterioro en el sistema Tierra.⁵ Sirva sólo, a modo de ejemplo, las montañas de basura electrónica que, de manera desmesurada se exportan anualmente al sudeste asiático y a algunos países del continente africano desde Europa y Norteamérica (volveremos sobre ello más adelante).

Hoy, son muchos los aparatos eléctricos y electrónicos que inundan nuestros hogares y lugares de trabajo: desde la nevera hasta televisores, ordenadores portátiles, *tablets*, *smartphones*, etc. Y una proporción creciente de estos está hoy conectada a la red junto a toda una multiplicidad de sensores que conforman aquello que se ha dado en llamar el «Internet de las cosas». Este incremento de la cantidad de dispositivos conectados, así como de la variedad de servicios prestados, forma cada vez más parte de nuestras vidas cotidianas aquí y en cada vez en más lugares del planeta. La proporción de usuarios de Internet no ha cesado de aumentar en los últimos años, y ya no solo en los países ricos. Solo entre 2012 y 2017, el tráfico de Internet se ha triplicado y alrededor del 90% de los datos en el mundo actual se crearon en los últimos dos años. El tráfico global anual en la nube se mide ya en *zettabytes*, el umbral del *exabyte* fue superado en 2001.⁶ El número de usuarios de Internet a nivel mundial supera hoy los 3.500 millones de personas –casi la mitad de la población mundial– en comparación con los 500 millones que sumaban en 2001. Alrededor del 54% de los hogares del mundo tienen acceso a la red. A su vez, las suscripciones globales de

⁴ H. Daly, «Economics for a Full World», *Great Transition Initiative*, junio de 2015, disponible en: <https://www.greattransition.org/publication/economics-for-a-full-world>.

⁵ W. Steffen *et al*, *op.cit.*, 2015.

⁶ Un *exabyte* equivale a un trillón de *bytes*, o 10^{18} bytes, y un *zettabyte* son mil *exabytes*, o 10^{21} bytes.

banda ancha móvil se triplicaron en el quinquenio señalado y superaron los 4.000 millones de suscripciones activas en 2017. Las suscripciones de teléfonos móviles actuales (7.700 millones) son ya más numerosas que las personas en el mundo.⁷

Todo este aumento en el procesamiento y almacenamiento de datos significa también un mayor consumo de energía y de materiales, tanto en términos de la fabricación y uso crecientes de dispositivos electrónicos como a la expansión de infraestructuras que permiten la creciente digitalización de la economía. Sin embargo, existen unas expectativas generalizadas sobre el papel que pueden jugar las tecnologías digitales conectadas a la red a la hora de construir un futuro más sostenible y eficiente en términos ambientales.⁸

El aumento en el procesamiento y almacenamiento de datos significa también un mayor consumo de energía y de materiales, tanto para la fabricación y el uso de dispositivos electrónicos, como para la expansión de las infraestructuras necesarias para la economía digital

Lo cierto es que son muchas las incertidumbres acerca de los efectos que pueden tener sobre ámbitos tan diversos como el empleo, la actividad económica o el control social esta expansión de la conectividad –tanto de personas como de máquinas– y su generación masiva de datos (*big data*), con su correspondiente potencial para el desarrollo de la inteligencia artificial, además de la creciente robotización de la producción.⁹ Aquí centraremos la atención, no obstante, sobre la medida en la que estas innovaciones –lo que Antonio Serrano denomina revolución científico-técnica– están profundizando en las lógicas consumistas y despilfarradoras de recursos naturales que nos conducen al abismo por sus efectos destructivos sobre la vida en el planeta.

¿Un futuro de abundancia?

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), las tecnologías digitales están configuradas para hacer que los sistemas de energía en todo el mundo estén más conectados, sean inteligentes, eficientes, confiables y sostenibles en las próximas

⁷ Cisco, *The Zettabyte Era: Trends and Analysis*, junio de 2017; ITU (International Telecommunication Union), *ICT Facts and Figures 2017*, disponible en: <https://www.itu.int/en/itu-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2017.pdf>.

⁸ Un buen ejemplo es el interés que despierta todo el mundo de contadores inteligentes, el internet de las cosas o las *smart cities*.

⁹ Véase el resto de artículos de la sección especial sobre «Capitalismo digital» de este mismo número de la revista *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*.

décadas. En su reciente informe sobre digitalización y energía, la IEA examina cómo los avances logrados en el terreno de los datos, el análisis y la conectividad están permitiendo crear una gama de nuevas aplicaciones digitales, como son los dispositivos inteligentes, la movilidad compartida o la impresión 3D, y afirma que los sistemas energéticos digitalizados podrán, en el futuro, identificar quién necesita energía y entregarla en el momento adecuado, en el lugar correcto y al menor coste.¹⁰

Esta transformación en la forma de generar y transformar la energía debido a la confluencia de un conjunto de tecnologías nuevas y disruptivas, respaldadas por las TIC, y el desarrollo y potencial aprovechamiento de las energías renovables –dando lugar a una red inteligente de suministro energético eléctrico– es lo que llevó a Jeremy Rifkin a hablar de “tercera revolución industrial”.¹¹ En 2016, en el Foro Económico Mundial de Davos se hablaba ya de «cuarta revolución industrial», también llamada Industria 4.0. Su director, Klaus Schwab, considera que la velocidad, profundidad e impacto lo diferencian de la anterior, pero reconoce que su desarrollo está basado en la revolución digital, aprovechando el poder de penetración de la digitalización y las tecnologías de la información con «un internet más ubicuo y móvil, por sensores más pequeños y potentes que son cada vez más baratos, y por la inteligencia artificial y el aprendizaje de la máquina». ¹² Aquí reina el optimismo sobre las posibilidades del despliegue técnico-científico como solución frente a la crisis ecológica, aunque centrándose casi exclusivamente en la urgencia climática. Así, para Schwab, «los rápidos avances tecnológicos en energía renovable, eficiencia de los combustibles, y almacenamiento de energía no sólo hacen que la inversión en estos campos sea cada vez más rentable, impulsando el crecimiento del PIB, sino que también contribuyen a la mitigación del cambio climático». ¹³ Unas palabras que ya de por sí denotan el orden de prioridades: mantener las ganancias y la acumulación primero y ya si eso, y de pasada, solucionar aquellos problemas colaterales (o “externalidades negativas”) como el cambio climático. Un discurso que en definitiva se sitúa en línea con el reverdecimiento del capitalismo y, en el que, por tanto, no se cuestiona el problema de hacer crecer ilimitadamente la escala de lo producido y consumido en un planeta finito.

Cierto es que Rifkin es más consciente de este problema cuando escribe que «la economía aún debe hacer frente a la realidad de que la actividad económica está condicionada por las leyes de la termodinámica». ¹⁴ Sin embargo, con una variedad de discursos en sus planteamientos, que van desde ambientalista radical antinuclear y a favor del bienestar ani-

¹⁰ IEA, *Digitalization & Energy*, 2017, disponible en: <http://www.iea.org/digital/>.

¹¹ J. Rifkin, *La Tercera Revolución Industrial*, Barcelona, Paidós, 2011.

¹² K. Schwab, 2017, *La cuarta revolución industrial*, Debate, Madrid, p. 21.

¹³ K. Schwab, *Op. cit.*, p. 52.

¹⁴ J. Rifkin, *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*, Paidós, Madrid, 2014, p. 23.

mal a socialdemócrata pro-sindicatos y pro-justicia social, este “economista de las mil caras” adopta también el disfraz de consultor corporativo y gubernamental de alto vuelo, así como de “gurú” para un público que anhela un mundo sin escasez. Este es el caso cuando subraya cómo, con el Internet de las cosas, «la economía basada en la escasez deja paso, lentamente, a una economía de la abundancia».¹⁵

Reina el optimismo sobre las posibilidades del despliegue técnico-científico como solución frente a la crisis ecológica

Cuando uno contrasta estas visiones con el abrumador consenso científico sobre las dramáticas consecuencias de nuestro modelo de producción y consumo en áreas como la alteración del clima, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad, el deterioro de los ecosistemas y la contaminación del suelo, el agua y el aire,¹⁶ así como la abundante información acerca del progresivo agotamiento de recursos fósiles y minerales,¹⁷ nos encontramos con un choque contundente entre distintas interpretaciones sobre el futuro. Emilio Santiago Muiño se refiere a ello como una de las paradojas más problemáticas de nuestro tiempo, esto es: «la disonancia cognitiva entre las expectativas extremadamente optimistas de desarrollo tecnológico y las consecuencias desastrosas de la extralimitación ecológica».¹⁸ Jorge Riechmann lo resume de forma aún más visual: «mientras que todo indica que nos vamos hundiendo en el Titanic, el relato oficial sostiene que estamos despegando hacia nuestro destino galáctico en el Enterprise».¹⁹

La huella ecológica de la economía digital

En el seno de la economía digital, existe hoy cierta tensión discursiva entre la imagen verde y los costes ecológicos reales de las tecnologías digitales. Bajo una apariencia de tecnolo-

¹⁵ *Ibidem*

¹⁶ J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, et al. «A safe operating space for humanity», *Nature*, núm. 461, pp. 472-475, 2009; W. Steffen, K. Richardson, J. Rockström, S.E. Cornell, I. Fetzer, E.M. Bennett, R. Biggs, S.R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, «Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet», *Science*, núm. 347, 2015.

¹⁷ E. Zencey, «La energía, el recurso maestro» en Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2013: ¿Es aún posible lograr la sostenibilidad?*, Icaria/FUHEM Ecosocial; R. Fernández Durán y L. González Reyes, *En la espiral de la energía*, Madrid, Libros en Acción, 2014; U. Bardi, *Extracted: How the quest for mineral wealth is plundering the planet*, Chelsea Green Publishing, 2014; U. Bardi, R. Jakobi, H. Hettiarachchi, «Mineral resource depletion: a coming age of stockpiling?», *BioPhysical Economics and Resource Quality*, vol. 1, núm. 4, 2016; A. Valero y A. Valero, *Thanatia: the destiny of the Earth's mineral resources*, World Scientific, Singapur, 2015.

¹⁸ E. Santiago Muiño, «Desmantelar la megamáquina: de la cuarta revolución industrial a la sociedad postindustrial sostenible», en VV.AA. *La cuarta revolución industrial desde una mirada ecosocial*, EcoPolítica/Clave Intelectual, Madrid, 2018, p. 59.

¹⁹ J. Riechmann. *¿Derrotó el Smartphone al movimiento ecologista?*, Los Libros de la Catarata, 2016, p. 21.

gías limpias y de un mundo inmaterial, la economía digital esconde tras de sí unas cargas ecológicas más que reseñables que podemos encontrar en dos frentes: el de unos importantes requerimientos de energía y materiales para su fabricación y uso, y el de unos residuos tóxicos “desde la cuna hasta la tumba” de su ciclo vital.

En el seno de la economía digital, existe hoy cierta tensión discursiva entre la imagen verde y los costes ecológicos reales de las tecnologías digitales

Economía del conocimiento, sociedad de la información o economía digital, son todos ellos conceptos y categorías que, junto con la propia idea que se tiene del sector servicios, aluden a “etapas más avanzadas” del desarrollo económico y el progreso tecnológico, y que por tanto se dibujan en el imaginario colectivo con trazos muy diferentes a la imagen de las viejas fábricas expulsando humo de sus chimeneas o residuos tóxicos a través de tuberías desembocando en ríos y mares. Al contrario, todo lo relacionado con las TIC, por la propia connotación de inmaterialidad que tienen dichas nociones de «información», «conocimiento», «comunicación», o el propio concepto de «la nube» para referirse a Internet, no sólo gozan de un aura de modernización ecológica mediante la eficiencia, sino que muchas de las esperanzas de alcanzar economías ambientalmente sostenibles están puestas en las TIC y otras tecnologías disruptoras como la impresión 3D.

Estas expectativas sobre las posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales en la construcción de un futuro más sostenible y eficiente quedan bien reflejadas en el gran interés que suscitan, en este sentido, las *smart cities* o el Internet de las cosas.²⁰ Una creciente interconexión digital mediante sensores que proporciona una gama de servicios y aplicaciones, como la atención médica personalizada, vigilancia, domótica y transporte inteligente o redes eléctricas inteligentes. La consultora Gartner cifraba en 6.400 millones los sensores conectados en 2016 y calculaba que dicha cifra aumentaría a 8.400 millones en 2017, pudiendo alcanzar la cifra de más de 20.000 millones para 2020.²¹

No obstante, como ya adelantábamos al inicio, el mayor procesamiento y almacenamiento de datos implica también un mayor consumo de energía y materiales tanto por parte

²⁰ El «internet de las cosas» hace referencia al sistema mediante el que toda clase de objetos cotidianos, desde los electrodomésticos a los automóviles o los relojes, hasta nuestra ropa o incipientemente incluso nuestros propios cuerpos, están ahora crecientemente conectados a internet. De modo similar, a escala urbana, una *smart city* aplica las nuevas tecnologías conectando las infraestructuras urbanas a la red para gestionar desde los sistemas de transporte público y privado, hasta los sistemas, hídricos, de iluminación de protección civil o la comunicación de incidencias a habitantes y visitantes, además de otros aspectos socio-económicos.

²¹ Gartner, «Gartner says 8.4 billion connected 'things' will be in use in 2017, up 31 percent from 2016», 2017, disponible en <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016>.

de las infraestructuras digitales como de los servicios y productos que soportan. Cuando se habla del impacto ambiental del mundo digital conviene recordar que este no existiría si no fuera por la construcción de infraestructuras de todo tipo (centros de datos, cableado, satélites, etc.), la fabricación de equipos (servidores, ordenadores y todo tipo de dispositivos electrónicos conectados) y un suministro energético tanto para su fabricación e instalación como para su funcionamiento. Veamos algunos datos al respecto.

Consumo de energía

Desde los portátiles hasta los *smartphone* y las *tablet*, pasando por los millones de sensores que permiten conectar el mundo físico a las redes virtuales, el uso de toda esta pluralidad de dispositivos necesariamente conlleva un consumo energético, pero también unos requerimientos de energía y materiales para su *fabricación*, que hacen de la informática y la electrónica un ámbito más exigente en recursos naturales de lo que el reducido tamaño de sus dispositivos pudiera inducir a pensar.²²

En 2007, Jens Malmodin y sus colaboradores evaluaron para ese año el uso de electricidad por parte de las TIC, incluyendo tanto la fabricación de equipos como su uso. El resultado de este cálculo era que la electricidad utilizada por las TIC era de alrededor del 4% del consumo mundial de electricidad en 2007 (unos 710 TWh), lo que daba lugar –dicho sea de paso– a unas emisiones de gases de efecto invernadero de 620 Mt de CO₂ equivalente (1,3% del total).²³ Cinco años más tarde, en 2012, y utilizando la misma metodología, otro estudio aumentaba la estimación al 4,7% del consumo mundial de electricidad, atestiguando de esta manera un crecimiento anual promedio de aproximadamente el 5,5% (frente al 3% que había crecido el consumo de electricidad global en el mismo periodo). La estimación de consumo eléctrico global llega incluso a alcanzar más del 9% si se incluye en esta suma el consumo de televisiones, equipos audiovisuales e infraestructuras de transmisión en la medida en que una parte creciente de estos están conectados a la red. Un consumo total de electricidad que de seguir el ritmo actual podría llegar a alcanzar el 20% de toda la electricidad del mundo en 2025-2030.²⁴

²² J. Bellver, «Lo pequeño no es tan hermoso: los costes ambientales del consumismo de aparatos electrónicos», *Boletín ECOS*, núm. 25, diciembre de 2013- febrero de 2014.

²³ J. Malmodin, Å. Moberg, D. Lundén *et al.*, «Greenhouse gas emissions and operational electricity use in the ICT and entertainment & media sectors», *Journal of Industrial Ecology*, vol. 14, núm. 5, pp. 770–790, 2010.

²⁴ R. Galvin, «The ICT/electronics question: Structural change and the rebound effect», *Ecological Economics*, 120, 23-31, 2015; J. Morley, K. Widdicks y M. Hazas, «Digitalisation, energy and data demand: The impact of Internet traffic on overall and peak electricity consumption», *Energy Research & Social Science*, núm. 38, 2018, pp. 128-137; Climate Home News, «'Tsunami of data' could consume one fifth of global electricity by 2025», *The Guardian*, 11 de diciembre de 2017, disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2017/dec/11/tsunami-of-data-could-consume-fifth-global-electricity-by-2025>.

En todo caso, el saldo neto estimado dependerá mucho de la metodología de cálculo que se utilice. La variedad de resultados en los cálculos, por ejemplo, del consumo directo de energía utilizado por Internet o de cuál podría ser el consumo atribuible a un MB de tráfico de datos, es amplia. A pesar de ello, sí existe cierto consenso acerca del aumento en los niveles de energía utilizados por las infraestructuras de información y comunicación (redes de comunicación, centros de datos, etc.). Véase por ejemplo la telefonía móvil, para la cual se ha calculado recientemente cómo las infraestructuras ligadas a su funcionamiento requieren una cantidad de energía más de diez veces mayor que el consumo directo del conjunto de dispositivos móviles.²⁵

Una cosa importante que ha ocurrido en los últimos años es que, a medida que una parte creciente de las funciones de procesamiento y almacenamiento se realizan en la “nube”, una parte del consumo energético se ha traspasado de los dispositivos de usuario a las infraestructuras, más aún cuando los dispositivos de usuarios utilizados son cada vez más pequeños y de menor potencia (portátiles, *tablets*, teléfonos móviles) en comparación con los ordenadores de sobremesa (PC).²⁶

Se produce en este campo una situación paradójica: la concentración de servicios *online* en centros de datos de gran escala cada vez más eficientes energéticamente ha contribuido a mejorar los niveles de consumo energético, digamos, “por servicio”; pero el aumento constante del tráfico de datos lleva a que se compensen esos incrementos de eficiencia.²⁷ Y en ello incide, evidentemente, el hecho de que la “demanda” de datos no se limita ya a los servicios digitales, sino que incluye todo tipo de servicios como son los sistemas de monitoreo, vigilancia y control con el auge de sensores y medidores inteligentes. Toda una serie de dispositivos que, junto a los ordenadores o teléfonos, se actualizan y sincronizan *online* de manera automática sin que necesariamente lo demande la persona usuaria, pero con una implicación, no obstante, en términos de consumo energético.

Otra paradoja resulta de la “inversión” de la parte del consumo energético asociado al uso frente al que se atribuye a su fabricación: en el tránsito hacia dispositivos de baja potencia, se ha pasado de dispositivos que consumían cerca del 80% de la energía total consumida durante su ciclo de vida en la etapa de uso del dispositivo (el 20% restante en su fabricación), a dispositivos en los que cerca del 80% de la energía total consumida en su ciclo de vida tiene lugar durante su fabricación. De esta manera, el ahorro de consumo energético

²⁵ N. Bento, «Calling for change? Innovation, diffusion, and the energy impacts of global mobile telephony», *Energy Research & Social Science*, núm. 21, 2016, pp.84-100.

²⁶ Las redes y los centros de datos representan la mayor parte del consumo de energía a lo largo de la vida útil de las tabletas y los teléfonos inteligentes: al menos el 90% del uso total de energía, incluida la fabricación y la carga (J. Morley, K. Widdicks y M. Hazas, *op. cit.*).

²⁷ IEA, *op.cit.*

logrado como consecuencia de una mayor eficiencia de los dispositivos podría verse anulados por la fabricación y consumo de una mayor cantidad de dispositivos.²⁸ Y, de hecho, este tipo de *efecto rebote*, es uno de aquellos a los que dan lugar las TIC.²⁹

La concentración de servicios online en centros de datos de gran escala cada vez más eficientes energéticamente ha contribuido a mejorar los niveles de consumo energético, digamos, "por servicio"; pero el aumento constante del tráfico de datos lleva a que se compensen esos incrementos de eficiencia

El énfasis en el análisis del ciclo de vida de los dispositivos tecnológicos pone de relieve, en definitiva, un proceso a la vez paradójico y revelador que como veremos a continuación no se limita al consumo de energía, esto es: mientras el progreso tecnológico avanza hacia una miniaturización de los dispositivos electrónicos, una parte importante de su impacto ambiental se acrecienta. En lo que a las emisiones de CO₂ asociadas a la utilizada para producir y utilizar dispositivos electrónicos se refiere, se calcula que para el año 2040 podrían alcanzar el 14% de las emisiones totales de carbono, esto es la mitad de las emisiones atribuidas a todo el sector del transporte a escala global.³⁰

Consumo de minerales

Además de la necesidad de unos insumos energéticos crecientes por parte de esa "Industria 4.0", la digitalización de la producción y el consumo, pero también la producción de energía renovable o la movilidad eléctrica, son altamente dependientes de la disponibilidad de toda una serie de minerales cuyas posibilidades de suministro están sometidas a límites geológicos que pueden poner en riesgo su desarrollo. Minerales como el cobre, el níquel, el zinc,

²⁸ E. Williams, «Environmental effects of information and communications technologies», *Nature*, vol. 479, noviembre de 2011, pp. 354-358. En un estudio anterior, los científicos Eric Williams y Ruediger Kuehr habían mostrado ya cómo la fabricación de productos electrónicos es altamente intensiva en el uso de recursos naturales. Según sus cálculos, la fabricación de un ordenador de sobremesa requiere al menos 240 kg de combustibles fósiles, 22 kg de productos químicos y 1,5 toneladas de agua. Curiosamente, el peso en combustibles fósiles utilizados es hasta diez veces mayor que el peso del propio ordenador mientras que, por ejemplo, para un coche o una nevera, la relación entre ambos pesos –de los combustibles fósiles usados en su fabricación y del producto en sí– es prácticamente de uno a uno (R. Kuehr, y E. Williams, (eds.), *Computers and the Environment. Understanding and Managing Their Impacts*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003).

²⁹ R. Galvín (*op.cit.*) describe además cómo las propias TIC pueden dar lugar a una serie de cambios estructurales, tanto en el ámbito productivo como en los hábitos de consumo, que deriven en un aumento del consumo de energía y materiales por parte del conjunto de la actividad económica.

³⁰ L. Belkhir y A. Elmeligi, «Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040», *Journal of Cleaner Production*, núm. 177, marzo de 2018, pp. 448-463.

la plata llevan utilizándose mucho tiempo en la industria en general, pero también en el ámbito electrónico, y las estimaciones sugieren que nos situamos ya en los albores de sus picos de extracción global, si es que no han sido ya rebasados.³¹ Lo mismo sucede con el litio, el cobalto o el niobio, particularmente necesarios para la producción de baterías eléctricas, o con otras sustancias como el indio (utilizado por ejemplo en los paneles fotovoltaicos de última generación), el galio, el germanio o el tantalio,³² cada vez más utilizadas en la fabricación de toda clase de artefactos electrónicos, al igual que las denominadas «tierras raras».

La digitalización de la producción y el consumo, pero también la producción de energía renovable o la movilidad eléctrica, son altamente dependientes de la disponibilidad de toda una serie de minerales sometidos a límites geológicos que pueden poner en riesgo su desarrollo

Buena parte de todos estos son considerados como «minerales críticos» debido a los potenciales riesgos de suministro, ya sea por su progresivo agotamiento o por la potencial escasez de suministro debido a razones geopolíticas. Una parte de sus reservas se concentran en el África subsahariana y son, de hecho, el objeto de importantes movimientos geoestratégicos y conflictos en la región.³³ Otra parte sustancial del suministro mundial de estas materias primas se encuentra en territorio chino, como es el caso más paradigmático de las «tierras raras», de las que el gigante asiático posee la práctica totalidad de las reservas. La propia Unión Europea lleva ya un tiempo alertando de esta cuestión, puesto que el grueso del suministro de estos minerales procede de fuera de Europa y en algunos casos se concentra en pocos países.³⁴

Aquello que otrora estaba solamente en boca de grupos ecologistas y de algunos atrevidos —por aquello de la implicación a la hora de cuestionar el fetiche del crecimiento— académicos, puede encontrarse hoy incluso en informes del mismísimo Foro Económico

³¹ A. Valero y A. Valero, *Thanatia: the destiny of the Earth's mineral resources*, World Scientific, Singapur, 2015; W. Zittel, «Feasible Futures for the Common Good. Energy Transition Paths in a Period of Increasing Resource Scarcities», *Klima+Energie Fonds*, Munich, 2012; G. Calvo, A. Valero y A. Valero, «Assessing maximum production peak and resource availability of non-fuel mineral resources: Analyzing the influence of extractable global resources», *Resources, Conservation & Recycling*, núm. 125, 2017, pp. 208-217.

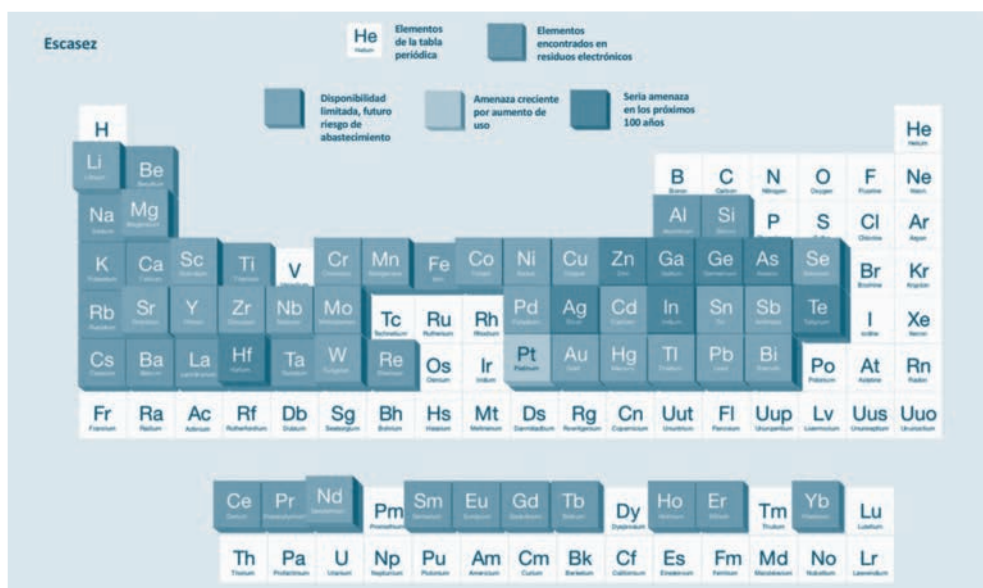
³² El mineral de tantalita se encuentra generalmente formando mezclas con la columbita, lo que le da el nombre, más conocido, de coltán.

³³ O. Carpintero, I. Murray y J. Bellver, «New dimensions in the role of Africa as a natural resources supplier: BRICS strategies in a multipolar world», *Research in Political Economy*, vol.30B, pp. 191-226, 2016.

³⁴ Véase por ejemplo el informe al respecto elaborado por varias organizaciones para la UE, que cifra en 27 los elementos críticos para la UE por la importancia que representan en términos económicos y el elevado grado de riesgo de abastecimiento: Comisión Europea, *Study on the review of the list of Critical Raw Materials*, Oficina de publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo, 2017.

Mundial en Davos, en el que se alerta del despilfarro de valiosos recursos derivado de la lógica de usar y tirar, particularmente en lo que a los aparatos electrónicos se refiere.³⁵ Por supuesto, con la expectativa optimista de poder solventar la problemática por medios técnicos a través de la economía circular y así desarrollar su potencial para generar nuevas fuentes de negocio, claro está. Pero ello no es óbice para que la información allí mostrada nos resulte muy útil para mostrar cómo buena parte de los elementos de la tabla periódica se encuentran hoy ante un futuro de escasez que pone en un brete a las posibilidades de desarrollo del capitalismo digital (Figura 1).³⁶

Figura 1. Un problema “periódico” y “elemental” – Escasez mineral



Fuente: WEF/PACE³⁷

La dinámica de creciente escasez se ve impulsada no sólo por el incremento de la demanda de las materias primas, sino por el aumento de los costes energéticos –y, por ende, económicos– de su extracción. La explotación de todo recurso minero sigue una evolución que siempre se repite: se extraen en primer lugar yacimientos más accesibles, de mayor tamaño, obteniéndose así los recursos de mayor calidad (mayor ley en el caso de los

³⁵ WEF/PACE, *A New Circular Vision for Electronics. Time for a Global Reboot*, World Economic Forum, enero de 2019, disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf.

³⁶ En realidad, sería más correcto hablar de la insostenibilidad del capitalismo digital, además de la imposibilidad de generalización global de determinados niveles de producción y consumo de esa economía digital... Al fin y al cabo, el capitalismo global convive y, de hecho, se nutre, de esas desigualdades entre territorios y pueblos. Por lo tanto, el capitalismo digital podría mantenerse, durante un tiempo determinado, en un espacio concreto, a costa de otros territorios.

³⁷ Fuente: WEF/PACE, *op. cit.* (traducción propia)

minerales, mayor *densidad energética* en el caso de los combustibles fósiles); una vez se han explotado esos yacimientos se transita progresivamente hacia la extracción de recursos de más difícil acceso, con menores concentraciones, de peor calidad, y en una cuantía decreciente. Así sucede con los recursos fósiles, y así sucede también con los recursos minerales, que paradójicamente necesitan de la energía fósil para su extracción y cada vez en mayor cuantía.³⁸

Esto explica, por tanto, la permanente expansión de las fronteras extractivistas que ya no sólo se extienden a lugares cada vez más lejanos y recónditos, sino a yacimientos más profundos.³⁹ El mayor coste en términos energéticos y económicos que ello conlleva, tiene también su traducción en términos de unos mayores costes ecológicos y sociales, si bien estos no suelen incorporarse en los balances monetarios de las empresas que operan en los territorios de explotación. No por ello son hoy menos numerosos los conflictos socioecológicos asociados a los diversos extractivismos.⁴⁰

Y en todo caso, esto pone en cuestión algunas de las promesas tecnológicas para el futuro próximo. Sirva de ejemplo la cuestión de la movilidad eléctrica: convertir el parque actual de vehículos con motor de combustión (990 millones de coches, 130 millones de furgonetas, 56 millones de camiones y 670 millones de motos) a vehículos eléctricos exigiría utilizar un 33% del litio, 48% del níquel y 59% del platino existentes en el planeta. Si bien esto sería técnicamente factible, podría provocar un enorme incremento de precios de esos metales y poner en peligro la demanda de esos metales para otros usos industriales.⁴¹ Esta sería en cambio una razón para la promoción del uso compartido de vehículos eléctricos, para cuyo funcionamiento las TIC son de gran utilidad, pero esto no resuelve ni mucho menos toda la problemática de la movilidad.⁴²

³⁸ Varios modelos describen este fenómeno: fue primero identificado por el economista William Stanley Jevons en 1865 (*El problema del carbón*, Pirámide, Madrid, 2000), retomado desde un punto de vista empírico por el geólogo M. King Hubbert en 1956, y más tarde cuantificado por varios estudios, a menudo basados en dinámica de sistemas como es el caso del estudio clásico de *Los límites al crecimiento* de 1972 (D.H. Meadows *et al.*, Fondo de Cultura Económica, 1972). Estos primeros resultados han sido confirmados y refinados en estudios posteriores (U. Bardi, *Los límites del crecimiento retomados*, Catarata, Madrid, 2014), mostrando que el ciclo de explotación de un recurso de energía finita debe seguir una curva en forma de campana, aunque no necesariamente simétrica (R. Fernández Durán y L. González Reyes, *En la espiral de la energía*, vol. 2, Libros en Acción, Madrid, 2014, p. 102).

³⁹ M. T. Klare, *The race for what's left: the global scramble for the world's last resources*, Metropolitan Books, Nueva York, 2012.

⁴⁰ Véase precisamente el número anterior (143) de la revista *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global* sobre «Extractivismos, poder y violencia».

⁴¹ A. García-Olivares, J. Solé y O. Osychenko, «Transportation in a 100% renewable energy system», *Energy Conversion and Management*, núm. 158, pp. 266-285, 2018.

⁴² Piénsese, a modo de ejemplo, en el caso que plantea Javier Pérez en su tribuna: «Lo único eléctrico que piensan ofrecernos es la silla o el patinete», *ctxt*, 9 de enero de 2019, disponible en: <https://ctxt.es/es/20190109/Firmas/23859/Javier-Perez-tribuna-coche-electrico-ideologia-transporte-ricos-pobres.htm>

Residuos electrónicos

Una mirada ecosocial acerca de los costes del capitalismo digital no puede obviar las montañas de residuos electrónicos⁴³ que hoy se acumulan en países del hemisferio sur, especialmente en países como Ghana, Nigeria, China, Pakistán, India, Vietnam o Tailandia; pero también en Brasil, Méjico o en algunos países de Europa del Este. Sólo en 2016, se generaron en total 44,7 millones de toneladas de residuos electrónicos a nivel global. Este equivalente a 4.500 réplicas en tamaño real de la Torre Eiffel –las cuáles, concentradas en un solo espacio, las unas al lado de las otras, cubrirían un área del tamaño de la isla de Manhattan– son en su mayoría exportados ilegalmente, desde EEUU, la UE y Japón (aunque crecientemente también desde las zonas de la emergente clase media mundial) hacia lugares donde el tratamiento adecuado de estos residuos brilla por su ausencia, con importantes riesgos para la salud de las personas y el medio ambiente.⁴⁴ Se da además la situación de que de algunos de estos países salieron las materias primas que sirvieron de insumos para la fabricación de estos productos electrónicos, casos por los que más que hablar de economía circular, habría que hablar de una suerte de *efecto boomerang*, debido a aquello que irónicamente se denomina política NIMBY (siglas, en inglés, de la frase: «No en mi patio trasero»):⁴⁵

Anualmente se generan 45 millones de toneladas de residuos electrónicos que son exportados ilegalmente desde EEUU, la UE y Japón hacia lugares de África y Asia en los que su tratamiento es precario, con importantes riesgos para la salud de las personas y el medio ambiente

A pesar del difícil pronóstico, se estima que, de mantener la tendencia actual de incremento del 3-4% anual, el volumen de esta basura electrónica global alcanzaría en 2021 los 52 millones de toneladas, pudiendo llegar hasta los 120 millones de toneladas para 2050.⁴⁶

En torno al 80% de esta cantidad de desechos electrónicos acaban en vertederos, buena parte de los cuales se queman o se comercializan ilegalmente, como bienes de “segunda

⁴³ Los residuos eléctricos y electrónicos, conocidos en inglés como *e-waste*, se refieren a cualquier producto que requiera electricidad y haya alcanzado el final de su vida útil, cosas como una radio, un ordenador, un secador, los móviles o incluso una nevera o una lavadora. Y a todo ello se le suman otros productos secundarios como pueden ser las baterías, tarjetas sim o todo tipo de cables. Simplemente por hacerlo más corto, hablamos aquí de «residuos electrónicos», «desechos electrónicos» o «basura electrónica».

⁴⁴ C.P. Baldé, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, P. Stegmann, *The Global E-waste Monitor 2017*, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Ginebra/Viena.

⁴⁵ O. Carpintero, I. Murray y J. Bellver, *op.cit.*

⁴⁶ C.P. Baldé *et. al.*, *op. cit.*

mano”, y se tratan cada año de manera deficiente. En los lugares de destino de esos dispositivos electrónicos, el desmantelamiento a menudo se realiza en condiciones muy precarias. Los chatarreros locales separan el plástico, las placas base, las baterías y el cableado de cobre para vender lo que puedan y queman el resto. Las consecuencias son dramáticas en el plano ecológico y social, pero también en el económico.

Por un lado, los aparatos electrónicos están formados por cientos de materiales diferentes que contienen sustancias tóxicas como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y retardantes de llama basados en bromo. El procesamiento rudimentario de los desechos electrónicos incrementa la contaminación del aire en las zonas donde estos se queman, así como la contaminación del suelo y del agua a medida que los productos químicos se filtran en la tierra. Una contaminación que puede dañar severamente a comunidades enteras, causando envenenamientos, abortos involuntarios, lesiones cerebrales y muertes. Además, quienes trabajan en estos lugares –buena parte de ellos niños– sufren frecuentes enfermedades al respirar estos humos tóxicos.⁴⁷

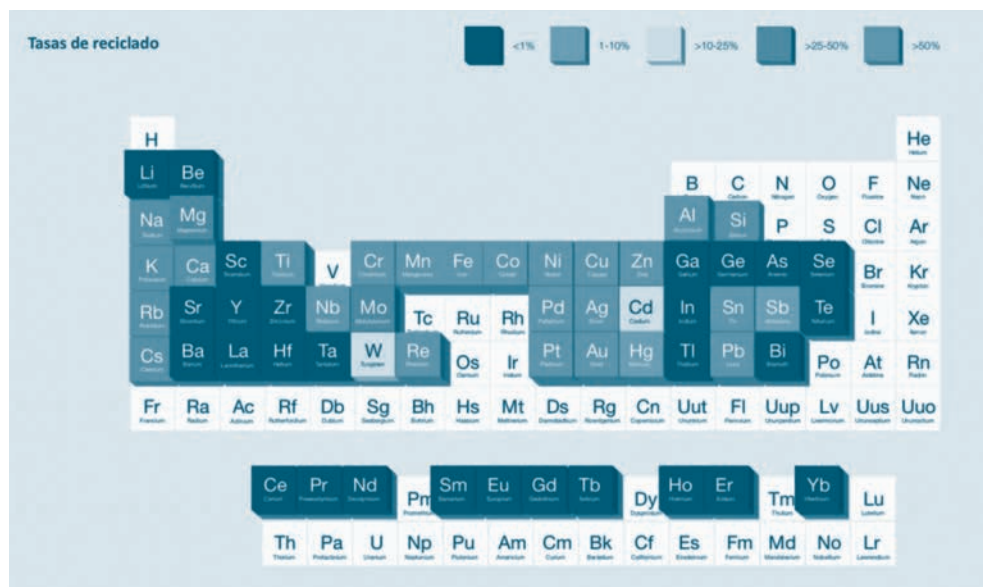
En el plano económico, además de la falta de asunción de los costes de su contaminación en los lugares de origen de estos residuos, en los lugares de destino los espacios ocupados por estos vertederos ya no son practicables para otras actividades económicas como la agricultura. Los aldeanos no pueden cultivar sus propios alimentos porque sus suelos están contaminados, de modo que, para sobrevivir, o emigran o acaban trabajando en esta “industria del reciclaje”, degradando aún más su salud y el medio ambiente circundante. Mientras, quienes trafican con estos residuos ganan millones.

Además, la falta de reciclaje de estos productos supone tirar a la basura minerales que van siendo progresivamente cada vez más difíciles de conseguir. Según el *Global E-waste Monitor*, se calcula que el valor total de todas las materias primas existentes en los residuos electrónicos en 2016 era de aproximadamente 55.000 millones de euros, una cifra mayor que el producto interior bruto de la mayoría de los países del mundo en el mismo año. Así lo acreditan, igualmente, los mencionados informes de la UE y Davos, en los que se alerta de las bajas tasas de reciclaje de buena parte de los elementos de la tabla periódica: con menos del 1% y solo entre 1% y 10% en buena parte de ellos (Figura 2).⁴⁸

⁴⁷ I. Rucevska, C. Nellemann, N. Isarin, *et al.*, *Waste Crime – Waste Risks: Gaps in Meeting the Global Waste Challenge*, UNEP y GRID-Arendal, Nairobi and Arendal, 2015.

⁴⁸ C.P. Baldé *et. al.*, *op. cit.*; Comisión Europea, *op. cit.*; WEF/PACE, *op. cit.*

Figura 2. Un problema “periódico” y “elemental” – Bajas tasas de reciclado



Fuente: WEF/PACE⁴⁹

De ahí que poco a poco surta efecto la llamada a una mayor circularidad de la economía, por lo que posiblemente se promulguen, en un futuro leyes que obliguen a la recolección separada de diferentes elementos y se facilite a su vez la recuperación de elementos en la propia manera de diseñar. Sin embargo, el camino aún es largo antes de que esta estrategia se convierta en un factor importante para mitigar el agotamiento de recursos minerales, y no bastará si el consumo de recursos sigue sometido a dinámicas exponenciales.

De hecho, la “economía circular” –vía reutilización y reciclaje– es hoy una de las estrategias preferidas por el mundo empresarial para reducir el impacto ambiental de sus actividades, lo cual explica que haya comenzado a ganar cierto impulso. Un informe reciente de la Ellen MacArthur Foundation, una de las organizaciones que promueve este discurso con más fuerza, estimaba que un cambio a una economía circular en solo tres áreas como son la alimentación, la movilidad y la construcción podría generar un beneficio anual de 2.000 millones de dólares para las economías de la UE.⁵⁰ Sin embargo, en el ámbito de los dispositivos electrónicos, son muy pocos los componentes –ya sea de teléfonos o de ordenadores– que pueden recuperarse debido a que están basados en la fundición y mezcla de metales.

⁴⁹ Fuente: WEF/PACE, *op. cit.* (traducción propia)

⁵⁰ Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Centre for Business and Environment, *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*, diciembre de 2015, disponible en: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf

Por otra parte, se está comenzando a cuestionar la medida en la que la economía circular permite reducir la producción primaria (extracción de recursos). Los investigadores Trevor Zink y Roland Geyer sostienen, de hecho, que las actividades de la economía circular pueden aumentar la producción general, lo que puede compensar parcial o totalmente sus efectos beneficiosos, dándose aquí también, por tanto, un efecto rebote que explican tanto por los efectos en los precios como por la capacidad limitada de los productos secundarios para sustituir los productos primarios. A pesar de ello, estos autores señalan algunas estrategias potenciales para evitar este efecto rebote, si bien advierten que es poco probable que estas estrategias sean atractivas para las empresas con ánimo de lucro...⁵¹

Fantasías virtuales aparte: la insostenibilidad no es un problema técnico

Igual que en el pasado, la tecnociencia alimenta hoy el sueño de ese futuro hipertecnologizado. En este caso casi queriendo dejar atrás la biosfera, e incluso la propia condición humana.⁵² Se nutre así también la idea de que los problemas que subyacen al sobredimensionamiento del metabolismo socioeconómico frente a los límites de la naturaleza pueden reducirse a un problema técnico.

Además de que, tras una década de depresión crónica desde la caída de Lehman Brothers, las políticas “austeritarias” se están mostrando claramente poco efectivas para afrontar la salida de la crisis económica, una minoría de líderes políticos y empresariales se está percatando de que la descarbonización y el tránsito a las energías renovables no será más que una pequeña parte de la solución a la crisis ecológica. De ahí que la única esperanza para muchos neoliberales reside en las posibilidades que pudieran ofrecer la ciencia y la tecnología para “superar” los límites al crecimiento sin tener que afrontar las necesarias reformas sociales. Una esperanza que no se reduce exclusivamente a los mayores defensores del capitalismo, sino que esta fe en el poder de la ciencia para afrontar la crisis ecológica es compartida también por buena parte de la izquierda.⁵³

Ya solo en el ámbito del cambio climático, la incapacidad de las fuerzas del mercado para controlar el problema es cada vez más palpable y con ello pone sobre la mesa la necesidad de una mayor intervención estatal. Entre otras cosas, esta podría ir destinada a impulsar la innovación necesaria para implementar la descarbonización; algo que, desde el ámbito empresarial, genera cierto miedo por la posible pérdida de control económico, político e

⁵¹ T. Zink y R. Geyer, «Circular Economy Rebound», *Journal of industrial ecology*, vol. 21, núm. 3, pp. 593-602.

⁵² J. Riechmann, *Op.cit.*, 2016, p. 231.

⁵³ B. Frankel, *Fictions of sustainability: The politics of growth and post-capitalist futures*, Greenmeadows, Melbourne, p. 115

industrial. Esta sería solo una muestra de cómo no es solo cuestión técnica: existe, de facto, una presión creciente sobre la rentabilidad y el valor de los accionistas debido a las presiones y demandas ambientales y socioeconómicas.⁵⁴

No obstante, si bien la descarbonización es ya un elemento central en el contencioso político, poca atención se ha prestado hasta ahora a un objetivo mayor postulado por una variedad de grupos políticos y empresariales, y que poco a poco está apareciendo en la agenda política institucional: el *desacoplamiento entre crecimiento económico e impacto ambiental*. Hoy se espera mucho más de la tecnología y la innovación futura que simplemente su potencial para crear nuevas industrias, nuevos empleos, y mayor consumo, la aspiración es lograr un grado de desarrollo tecnológico suficiente que permita separar o desacoplar el proceso de acumulación económica global de sus impactos sobre la naturaleza, tanto en términos de emisiones (*descarbonización*) como en términos de uso de recursos naturales (*desmaterialización*).

A pesar de las fantasías sobre la separación entre crecimiento económico y deterioro ecológico, la realidad de los datos muestra que estamos más bien lejos de esas ensoñaciones. La raíz del problema no es técnica; se encuentra en las propias dinámicas del sistema económico

La esperanza de este desacoplamiento y su relación con las TIC queda nítidamente reflejada en las palabras de la economista schumpeteriana Carlota Pérez cuando afirma que: «La revolución de las TIC tiene la capacidad de facilitar innovaciones sostenibles de gran alcance para reducir radicalmente el consumo de materiales y energía al tiempo que estimula la economía. Puede aumentar significativamente la proporción de servicios e intangibles en el PIB, así como en los estilos de vida».⁵⁵

Sin embargo, las cifras ofrecidas por la observación detallada de los flujos de recursos y residuos a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras y la diversidad de equipamientos electrónicos asociados al desarrollo de las TIC avalan la existencia de un impacto ambiental creciente y deberían en cambio distanciarnos de anhelos como aquel que en los inicios de la revolución informática apuntaba E. Parker cuando señalaba que «en la era de la información, el crecimiento económico ilimitado será teóricamente posible, al conseguirse un crecimiento cero del consumo de energía y materiales».⁵⁶

⁵⁴ *Ibidem*, p. 117

⁵⁵ C. Pérez, «Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future», en M. Jacobs y M. Mazzucato (Eds), *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth*, Wiley-Blackwell, Nueva Jersey, 2016, p.719.

⁵⁶ Citado en O. Carpintero, «Pautas de consumo, desmaterialización y nueva economía: entre la realidad y el deseo», en J. Sempere (ed.), *Necesidades, consumo y sostenibilidad*, CCCB/Bakeaz, Barcelona, 2003.

Además, el ámbito tecnológico no escapa a la propia pulsión productivista alimentada por dos factores importantes y ligados entre sí que ya apuntaba el viejo Marx: la competencia empresarial y la obsolescencia de las tecnologías.⁵⁷ En el caso de la competencia, se trata de una lógica que es intrínseca al propio capitalismo, esta hace que las empresas se vean forzadas a buscar la innovación constantemente para reducir costes y no perder su cuota de mercado, e incluso ampliarla. En lo que a la obsolescencia se refiere, aparte de las constantes innovaciones técnicas, y aparte de las reducciones de precios y las estrategias de marketing de fabricantes y distribuidores que dan lugar a un tipo de obsolescencia “percibida”, existe otro tipo de obsolescencia, que, de algún modo u otro, está “programada” por los propios fabricantes de aparatos electrónicos, por ejemplo introduciendo componentes destinados a estropearse mucho antes de final el periodo de vida útil del aparato en su conjunto.⁵⁸

En términos de la actividad económica en su conjunto, tampoco existe indicio alguno de desacoplamiento. Existe al respecto una abultada bibliografía, fundamentalmente basada en la metodología del análisis de flujos de materiales, en la que se lleva ya unos años demostrando cómo los casos de desmaterialización absoluta son limitados o más bien inexistentes,⁵⁹ por mucho que puedan darse situaciones de desacople en términos relativos o, dicho de otro modo, de eficiencia en el uso de recursos.⁶⁰

Según uno de los últimos informes al respecto del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la eficiencia incluso comenzó a caer alrededor del año 2000 y actualmente la economía global requiere más materiales por unidad del PIB de las que requería a principios del siglo XXI. En términos generales, la cantidad de recursos naturales extraídos a nivel mundial aumentó de 22.000 millones de toneladas en 1970 a 70.000 millones de toneladas en 2010. Lejos de cualquier desmaterialización, la huella material mundial ha evolucionado en paralelo a la actividad económica (Gráfico 1). Y las diferencias entre países son aquí también notables: los más ricos consumen en promedio diez veces más materiales que los países más pobres y dos veces más que el promedio mundial.⁶¹

⁵⁷ M.R. Krätke, «¿Capital digital?» Marx y el futuro digital del capitalismo», *SinPermiso*, 1 de mayo de 2018, disponible en: <http://www.sinpermiso.info/textos/capital-digital-marx-y-el-futuro-digital-del-capitalismo>.

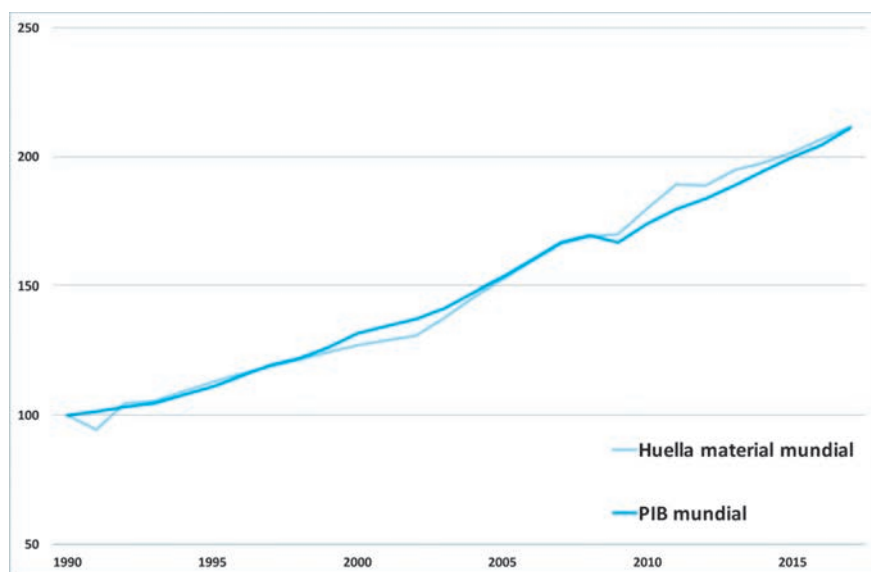
⁵⁸ Se describe muy bien esta cuestión en la película documental *Comprar, tirar, comprar. La historia secreta de la obsolescencia programada*, dirigido por Cosima Dannoritzer.

⁵⁹ Es importante distinguir entre desacople o desmaterialización en *términos absolutos*, que es la que se produce cuando el uso de materiales disminuye durante un periodo de crecimiento económico, frente a aquella en *términos relativos*, cuando el uso de materiales crece a un ritmo más lento que la economía.

⁶⁰ M. Dittrich, S. Giljum, S. Lutter, C. Polzin, *Green economies around the world? Implications of resource use for development and the environment*, Sustainable Europe Research Institute, Viena, 2012; O. Carpintero, (dir.), *El metabolismo económico regional español*, Madrid: FUEM Ecosocial, 2015.

⁶¹ H. Schandl, M. Fischer-Kowalski, J. West *et al.*, *Global Material Flows and Resource Productivity. An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, París, 2016.

Gráfico 1. La evolución paralela de la huella material y la actividad económica a escala global



Fuente: Elaboración propia.⁶²

Todo ello ilustra el carácter ecodependiente del desarrollo económico a nivel internacional y cómo, a pesar de las fantasías sobre la separación entre crecimiento económico y deterioro ecológico, llegando incluso a anticipar una suerte de “economía de la abundancia”, la realidad de los datos sigue siendo tozuda al mostrar que estamos más bien lejos de esas ensoñaciones. Y el motivo no es otro que la cuestión no se limita a un problema técnico, sino que está enraizado en las propias dinámicas del sistema económico y los incentivos que genera.

Las promesas tecno-optimistas actuales se basan tácitamente en la suposición de que los límites del crecimiento son negociables o en la ilusión de poder desacoplar el crecimiento económico de sus impactos y dependencias ambientales. Pero ni la austeridad neoliberal, ni los viejos modelos de planificación socialista o las políticas keynesianas y postkeynesianas generadoras de demanda agregada para superar la recesión y el estancamiento servirán frente al cambio climático o la limitación de recursos naturales. Más bien, es probable que estas políticas orientadas al crecimiento exacerben la crisis. Como hemos visto, la economía capitalista digital es todo menos ingrátida, está también sometida a las restricciones que impone la naturaleza y es posible que, a pesar del discurso dominante del reverdecimiento de la economía (crecimiento verde), contribuya más que otra cosa a pisar el acelerador en dirección hacia el choque con los límites biofísicos del planeta.

⁶² Elaboración propia a partir de UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database.