

Dossier especial: «25 años de Estudios de Economía y Empresa en la UOC: reflexiones en clave de futuro» coordinado por María Jesús Martínez Argüelles y Joan Miquel Gomis López

¡Digitalizad@s del mundo, a las redes! De la cuarta y abundante revolución industrial a la ruptura digital y la escasez superstar

Joan Torrent-Sellens

Catedrático de Economía de los Estudios de Economía y Empresa de la UOC

RESUMEN Este artículo revisa y utiliza tres conceptos de la economía evolucionista: las tecnologías de *utilidad o propósito general*, el *paradigma tecnoeconómico* y la *revolución industrial* para explicar las principales tendencias e implicaciones económicas de fondo de la transformación digital. En primer lugar, se utiliza la idea de las tecnologías de utilidad general para abordar las singularidades del proceso de la I+D digital y para plantear la creciente generación de efectos de renta y de extracción de valor por parte de los *superstars* de la digitalización, lo que explicaría buena parte del crecimiento acuciante de la desigualdad en época digital. En segundo lugar, se utiliza el concepto de paradigma tecnoeconómico para explicar que el paradigma digital ya acumula dos ondas largas y un proceso de transición: desde las tecnologías de la información y la comunicación y la economía del conocimiento, hasta las tecnologías de la transformación digital y la economía dato/tarea masiva. Y en tercer lugar, se revisa el concepto, demasiado ambiguo e incorrecto, de *cuarta revolución industrial*, y se propone la idea de la ruptura o escisión industrial para describir la interacción tecnológica, económica, social, institucional/política y cultural que se estaría produciendo en la segunda oleada de la digitalización.

PALABRAS CLAVE transformación digital; valor; economía evolucionista; tecnologías de utilidad general; paradigma tecnoeconómico; ruptura industrial

Digitized people from the world, to the net! From the abundant fourth industrial revolution, to the digital rupture and superstar scarcity

ABSTRACT This article reviews and uses three concepts from evolutionary economics: general purpose technologies, techno-economic paradigm, and industrial revolution to explain the main trends and underlying economic implications of digital transformation. In the first, the idea of general purpose technologies is used to address the singularities of the digital R&D process and to raise the increasing generation of income effects and value extraction by the superstars of digitization, which would explain much of the pressing growth of inequality in the digital age. Second, the concept of techno-economic paradigm is used to explain the fact that the digital paradigm already accumulates two long waves and a transition process: from information and communication technologies and the informational and knowledge economy, to digital transformation technologies and the crowd data/task economy. And thirdly, the concept, too ambiguous and incorrect, of the fourth industrial revolution is reviewed, and the idea of industrial rupture is proposed

to describe the technological, economic, social, institutional/political and cultural interaction that would be taking place in the second wave of digitization.

KEYWORDS digitization; value; evolutionary economics; general purpose technologies; techno-economic paradigm; industrial rupture

Introducción

En 2019 publiqué un artículo sobre la digitalización en la empresa que empezaba de la siguiente manera (Torrent-Sellens, 2019a, pág. 105):

«A partir las transformaciones vinculadas con la tercera ruptura industrial, la de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e internet no interactivo (internet 1.0), durante los últimos años se ha ido gestando una segunda oleada de progreso tecnológico de utilidad general. La robótica, la inteligencia artificial, el aprendizaje de las máquinas, la computación en la nube, los grandes datos, la impresión 3D, internet de las cosas, las redes sociales y profesionales, la tecnología *blockchain* o las plataformas colaborativas, entre otras tecnologías, empiezan a dar síntomas de que se configurarán como una nueva base tecnológica interconectada de un paradigma tecnoeconómico que se interrelacionará con cambios sociales y culturales de primera magnitud, abriendo las puertas a la configuración de una cuarta escisión industrial.»

Se trata de un típico párrafo científico introductorio sobre transformación y transición digital. Más allá del conocimiento específico de las distintas tecnologías que integran las dos oleadas digitales que hemos «vivido» hasta el momento, en el texto hay tres palabras, tres conceptos que los no familiarizados o familiarizadas con la tecnología probablemente no conocerán. No se habla nada, o muy poco, de ellos en los típicos encuentros, jornadas, reuniones, redes, programas de radio o televisión, pódcast o vídeos en YouTube –seguramente algo más en los *Ted Talks*– sobre transformación digital. Son tres conceptos que, en sus *speeches* sobre las bondades de la digitalización, raramente utilizan los «gurús» de la innovación digitalizada. Igual que en economía general existen economistas buenos/as y economistas pésimos/as, cínicos/as y desfasados/as, en economía de la tecnología y la innovación ocurre algo parecido, aunque quizás más magnificado si cabe por la «caja de resonancia» digital. Estos/as *gurús* de lo económico en digital suelen estar a la última en los avances de la tecnología, pero sus fundamentos conceptuales y académicos en materia científica, tecnológica e innovadora suelen dejar mucho que desear, o todavía peor, suelen olvidarlos a propósito. Mi lista de agravios es larga y prometo un día entrar en ella. Pero, como la idea de este artículo es de divulgación científica, volvamos a la ciencia. Estos tres conceptos son: las *tecnologías de utilidad o propósito general*, el *paradigma tecnoeconómico* y la *revolución industrial*. Es bastante probable que los y las *tecnogurús* no los utilicen porque son conceptos académicos, a veces difíciles de encajar en una conferencia o presentación *a lo Steve Jobs* –muy de moda en el sector–, o simplemente porque tienen muchas aristas y dificultades de conceptualización o métrica, lo que no encaja demasiado bien con la típica «polarización» digital. Sin embargo, es imposible hacer un análisis serio y completo sobre la digitalización, y sus efectos económicos, sin abordar estos tres conceptos y sus implicaciones. O sea que, hechas las presentaciones, allá vamos.

1. Tecnologías digitales de «utilidad» general: ¿riqueza y abundancia, o renta y escasez superstar?

En economía solemos aproximarnos a la tecnología entendiéndola como «el fondo social de conocimiento sobre las artes industriales». Esta aproximación, quizás muy utilitarista, se explica porque no ha sido hasta muy recientemente que la economía científica ha otorgado un papel primordial a la tecnología como agente de cambio y progreso económico y social (Torrent-Sellens, 2004). En sus aproximaciones más originarias, la tecnología se concibió como el conocimiento

aplicado para «el dominio del hombre sobre la materia», es decir, una aplicación de la ciencia y el saber para conocer, reproducir y controlar, primero nuestro entorno natural y después nuestro entorno social (McClellan y Dorn, 2016). En estas primeras visiones, que se siguen perpetuando –yo diría que muchas de ellas todavía están vigentes– la tecnología es vista como un instrumento de dominio de la raza humana sobre el resto de ecosistemas de la naturaleza, y de algunas sociedades o colectivos de personas sobre otras sociedades o colectivos humanos. En origen, la tecnología no es un fondo social de conocimiento para convivir o colaborar entre nosotros y con nuestro entorno. Más bien lo contrario. La tecnología es un instrumento de control humano sobre su entorno, lo que puede incluir la destrucción del medio natural o múltiples formas de desarticulación social. Como es fácilmente deducible, esta aproximación a la tecnología no es muy consistente con la sostenibilidad ambiental, lo que, sin duda, toca ir revisando.

Por suerte, muchas de las formas tradicionales de destrucción social por parte de los usos técnicos «desafortunados» de la tecnología, como las grandes desigualdades y la pobreza generadas en los inicios de las revoluciones industriales, han podido ser corregidas. A diferencia de los otros colectivos no humanos –por el momento ni los caballos ni los robots inteligentes montan huelgas–, la humanidad puede organizarse conscientemente y ha desarrollado múltiples mecanismos para evitar, corregir o matizar la destrucción social vinculada con la tecnología. Seguramente por esta razón, por su incapacidad para organizarse, la destrucción natural no ha tenido tanta suerte. En un famoso artículo publicado en 1978 en una revista de la Organización Internacional del Trabajo, Wassily Leontief, el padre de las tablas *input/output* y Premio Nobel de Economía en 1973, analizó las perspectivas sobre el empleo del entonces incipiente cambio técnico digital y dijo no poder evitar la comparación de la humanidad con... los caballos. Ya entonces Leontief predijo la posibilidad de la depreciación y sustitución masiva del empleo humano, tal y como había sucedido décadas antes con el trabajo de los caballos. Más allá del acierto o no de la comparación, lo más genial del argumento fue su corolario. Escribió Leontief: «Pero si los caballos hubieran podido organizarse y fueran capaces de votar, la historia habría sido muy distinta». En efecto, podríamos llegar a convenir que, a largo plazo y «equilibradas» por sus movimientos sociales y políticas correctoras, la tecnología y sus técnicas aplicadas han sido piezas fundamentales para explicar el crecimiento y progreso económicos, así como el bienestar social medio de la humanidad en el devenir global de los últimos tres siglos, sin olvidar que también han sido causa de muerte, destrucción, desigualdad o extracción de valor económico.

Pero volviendo a su aproximación económica, entendemos la tecnología como todo el conjunto de saberes, no únicamente los científicos y los tecnológicos –saber-qué y saber-por qué–, particularmente las habilidades de los agentes económicos y las organizaciones –saber-cómo y saber-quié–, que inciden sobre la actividad económica. Por consiguiente, nos aproximamos a la tecnología a partir del conocimiento que genera todo el conjunto de instrumentos, máquinas o técnicas para la acción instrumental, para su aplicación concreta en forma de técnicas a la actividad productiva (Torrent-Sellens, 2015). Llegados a este punto, es importante recordar que, como cualquier conocimiento, la tecnología es un bien público –no rival ni excluible– y capaz de generar importantes externalidades y desbordamientos, de manera que el sector privado, al no poder excluir ni proteger su intercambio y distribución, no tiene demasiados incentivos para la provisión social de la tecnología. Además, no todas las tecnologías generan el mismo conjunto de externalidades y desbordamientos. De todo el abanico de conocimiento público aplicable a la economía, existe un subconjunto tecnológico de especial importancia. Las *tecnologías de propósito o de utilidad general* –*general purpose technologies*, GPT, en terminología anglosajona– son familias de saber aplicado de orden superior, en el sentido de que derivan en aplicaciones tecnológicas más específicas y de orden inferior (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). Por ejemplo, las tecnologías vinculadas con la máquina de vapor, la electricidad, el motor de combustión interna, el ordenador personal, internet o la inteligencia artificial se consideran tecnologías de utilidad general porque mediante su capacidad de conexión con otras tecnologías configuran procesos de convergencia tecnológica, innovaciones derivadas, complementariedades con otros activos económicos –por ejemplo, con la inversión en intangibles– y, finalmente, nuevos modelos de negocio, nuevas fuentes de eficiencia y nuevas palancas para el crecimiento económico (Trajtenberg, 2019).

Los tres criterios principales para que una tecnología o familia de tecnologías sean consideradas como GPT son la omnipresencia –*pervasiveness*–, la mejora constante –*improvement*– y la generación de innovaciones –*innovation spawning*–. Es decir, la capacidad que tenga toda una familia de saberes aplicados para extenderse técnicamente al conjunto de actividades económicas, mejorar con el tiempo y reducir sus costes de uso, y facilitar la invención e innovación de productos y procesos. En consonancia con la idea de las relaciones de complementariedad, los historiadores

económicos y de la tecnología han vinculado estrechamente la evolución de la tecnología con el desarrollo de los modelos y formas de gestión. De este modo, se ha constatado que cada oleada de GPT sería capaz de construir modelos arquetípicos de gestión y organización de negocios, e incluso empresas paradigmáticas (Bodrozic y Adler, 2018). Por ejemplo, la primera fase de la digitalización se ha identificado con el rediseño de los procesos de negocio, la organización horizontal o la empresa red (Torrent-Sellens *et al.*, 2008). Por su parte, en la segunda oleada de la digitalización se habrían consolidado formas alternativas de gestión, como la gestión del conocimiento, las comunidades digitales de práctica o las empresas plataforma (Bodrozic y Adler, 2021). De este modo, en la primera oleada de la digitalización, que comprende las décadas de 1970 a 1990, dominaron la situación las empresas que desarrollaban los fundamentos del ordenador personal, internet y las primeras redes y aplicaciones de comercio electrónico. Por su parte, en la segunda oleada de la digitalización, que comprende las décadas del siglo XXI, la supremacía en el panorama digital está evolucionado hasta la emergencia de redes y plataformas aplicadas a todo tipo de contextos económicos y sociales, así como la irrupción de la inteligencia artificial y sus tres principales familias tecnológicas –robótica, aprendizaje automático y sistemas simbólicos–, los grandes datos y las nuevas formas de computación, internet de las cosas y la tecnología *blockchain*. Estas tendencias de fondo en la dinámica competitiva de la digitalización se corresponden claramente con la irrupción de empresas líderes en cada una de sus fuentes de ventaja, lo que nos viene a confirmar que, básicamente, la digitalización ha sido un fenómeno valorizado, rentabilizado, por parte de empresas, particularmente de grandes empresas transnacionales –los actuales gigantes tecnológicos–. Otra cosa muy distinta es su incubación y primer desarrollo, en la mayoría de las ocasiones de dominio público y, además, frecuentemente decisivo (Mazzucato, 2018).

La historia del I+D digital es distinta a la de sus predecesores tecnológicos. A diferencia de lo sucedido en el capitalismo industrial, en el capitalismo digital los Gobiernos nacionales han tenido mucho menos margen de interacción con las grandes empresas de la ruptura digital. Los gigantes tecnológicos han llegado a la frontera global de la tecnología y la innovación porque han sido capaces de crear y satisfacer una necesidad de alcance global, de manera que los Gobiernos ya no son tan importantes en la generación de los efectos de red para su expansión. La creación de la necesidad de tener o usar un bien o servicio digitalizado es directamente atribuible a lo que sucede, a la valoración de utilidad, entre su potencial red de usuarios o usuarias que, además, suele escaparse del ámbito nacional y es global. En la digitalización, los efectos de la ley de Metcalfe, según la cual el valor de una red crece exponencialmente con su número de usuarios, suelen jugar un papel primordial para entender el éxito o el fracaso de cada nueva «necesidad» digital que hay que satisfacer (Arroyo-Barrigüete, 2007). En este contexto, el papel «motivacional» de los Gobiernos ha sido mucho más marginal. De hecho, la lista de «campeones o *superstars*» de la digitalización suele caracterizarse por una presencia muy baja de redes sin ningún ánimo extractivo. La gran mayoría de estas *superstars* digitales, empresas pero también personas con habilidades especiales para interactuar en la digitalización, se caracterizan por haber alcanzado una posición dominante en sus mercados o profesiones de referencia a través de una propuesta inicial de valor legítima y que justifica la creación de riqueza. Sin embargo, y al mismo tiempo que son «entidades» creadoras de riqueza, también aprovechan su creciente poder de mercado para extraer valor, para obtener rentas resultado de sus posiciones dominantes, lo que explicaría parte del acuciante incremento de la desigualdad en época digital. Por consiguiente, el dilema del valor en la digitalización es precisamente la cuantificación de qué parte de una misma *superstar* digital, de una misma empresa o persona, genera valor y qué parte extrae rentas. El problema no es el ánimo de lucro, el problema es la capacidad de las *superstars* digitales para extraer rentas y disfrazarlo en forma de creación de riqueza. Suelo denominar a la capacidad, con prácticas y estrategias específicas, de las *superstars* digitales para extraer rentas y confundir renta con riqueza como los *efectos de renta y extracción digital de valor*. De hecho, la investigación reciente ya está poniendo de relieve que, más allá de la tradicional sustitución tecnológica de empleo en el corto plazo, la digitalización estaría ejerciendo efectos de sesgo, desplazamiento y sustitución del empleo con capacitaciones medias en el largo plazo, y algo más novedoso, también del capital (Benzell *et al.*, 2021). En la época de la abundancia digital, el valor generado por los factores ordinarios de producción (capital productivo y empleo con competencias habituales) se estaría reduciendo en detrimento de unos pocos grupos de *superstars*. La promesa de una abundancia distribuida generada por la digitalización se estaría truncando por la existencia de un «cuello de botella», un tercer factor de producción, muy inelástico y escaso, que se correspondería con una oferta singular de aquellos servicios de capital y trabajo que la digitalización «todavía» no ha podido procesar, reproducir o substituir. Estas *superstars* asociadas al capital y al empleo con habilidades esenciales para operar en la digitalización, pero no digitalizables, estarían acelerando sus rendimientos y participaciones sobre el total de la renta y riqueza nacional en la mayoría de los países del mundo.

2. Ondas largas y paradigma digital: de las TIC y la economía del conocimiento a la transformación digital y la economía dato/tarea masiva

Otro concepto muy importante para comprender bien la aproximación que la economía ha realizado de la tecnología es la idea del *paradigma tecnoeconómico* o *ciclo económico de larga duración*. La investigación sobre los paradigmas fue introducida al análisis económico por los historiadores e historiadoras de la ciencia en el contexto de estudio de las revoluciones científicas. Por *paradigma* entendemos: «el conjunto de realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante un cierto período de tiempo, proporcionan los modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica». En este contexto, un conjunto de economistas, que más tarde consolidarían su particular «revolución» en forma de un nuevo paradigma científico llamado *economía evolucionista*, desarrollarían la idea del paradigma tecnoeconómico. Un paradigma tecnoeconómico es: «un conjunto de innovaciones técnicas, organizativas y gerenciales interrelacionadas, con unas ventajas que sobrepasan a la producción de una nueva gama de productos y sistemas, puesto que también incluyen a la dinámica del coste relativo de todos los inputs de producción. En cada nuevo paradigma, un input particular o un conjunto de inputs puede describirse como el factor clave de este paradigma, caracterizado por la caída de costes relativos y su disponibilidad universal». Los cambios de paradigma tecnoeconómico son procesos de transformación en el sistema tecnológico de gran calado y que tienen una vital importancia para el comportamiento del conjunto de la economía (Dosi *et al.*, 1988). Un cambio de este tipo se refiere a una combinación de interrelaciones de innovación entre productos, procesos, técnicas, organización y esquemas directivos, que supone un salto cuantitativo en el potencial de productividad y competitividad del conjunto de la economía, y abre nuevas ventanas de oportunidad en la inversión, generación y distribución del valor. En otras palabras, la consolidación de un nuevo paradigma tecnoeconómico supone mucho más que la implantación de innovaciones incrementales o radicales, incluso es más que la aparición de un nuevo sistema tecnológico que consolida la aparición de un nuevo sector productivo. El cambio paradigmático en el ámbito tecnológico y económico supone una importante capacidad de penetración en el conjunto de actividades y ramas económicas, de manera que se transforman radicalmente las fuentes de productividad y competitividad, y en consecuencia la dinámica estructural de la economía experimenta una modificación substancial (Pérez, 2005).

Bajo esta concepción, el cambio contemporáneo de paradigma tecnoeconómico puede contemplarse como el paso de un sistema tecnológico y económico basado en *inputs* baratos de energía a otro sistema tecnológico y económico basado en *inputs* baratos de datos, tareas, información y conocimiento. Este nuevo paradigma tecnoeconómico, que se ha consolidado durante las últimas dos décadas del siglo XX y las que llevamos del siglo XXI, puede definirse como el «paradigma digital». La digitalización de los sistemas tecnológicos y económicos se ha desarrollado en dos oleadas. La primera oleada de la digitalización, que asumimos bajo el epígrafe de «las tecnologías de la información y comunicación (TIC), y la economía informacional y del conocimiento», fue el resultado de los espectaculares avances en la microelectrónica y las comunicaciones digitalizadas, especialmente internet. La segunda oleada de la digitalización, que asumimos bajo el epígrafe de «la transformación y transición digital, y la economía dato-tarea masiva», es el resultado de los grandes avances en la computación, la inteligencia artificial y las redes y plataformas digitales (Torrent-Sellens, 2019b). Tanto la primera como la segunda oleada de la digitalización pueden ser contempladas como ciclos económicos de larga duración o, en otras palabras, ondas largas de Kondrátiev.

Tabla 1. Paradigmas tecnoeconómicos –ondas largas de Kondrátiev– en el capitalismo

Oleada	1	2	3	4	5	6
Período	1770-1780 a 1830-1840 <i>1.ª Revolución Industrial</i>	1830-1840 a 1880-1890 <i>2.ª Revolución Industrial</i>	1880-1890 a 1930-1940 <i>Belle Époque</i>	1930-1940 a 1980-1990 <i>Edad de oro del crecimiento</i>	1980-1990 a 2000-2010 <i>Primera oleada digital</i>	Desde 2000- 2010 <i>Segunda oleada digital</i>
Descripción	Primera mecanización	Energía del vapor Ferrocarril	Electricidad Ingeniería pesada	Producción fordista en masa	Tecnologías información y comunicación (TIC)	Transformación y transición digital

<p>Métodos de transporte e intercambio, y sectores de rápido avance</p>	<p>Canales Carreteras Textil Química textil Maquinaria Hierro Ind. hidráulica Cerámica</p>	<p>Ferrocarril Transporte mundial con barco</p>	<p>Electricidad Cable e hilo Ingeniería pesada Armamento Acero Química pesada Fibras sintéticas</p>	<p>Autopistas Aeropuertos Líneas aéreas Automóviles Camiones Tractores Armamento móvil Aviación Consumo durable Plantas proceso Prod. sintéticos Petroquímica</p>	<p>Comunicaciones Redes Satélites Ordenadores Electrónica Software Telecos Fibra óptica Cerámica avanzada Bases de datos Serv. información Internet Comercio electrónico</p>	<p>Automatización Robótica Apps inteligencia artificial Internet de las cosas Big data Redes sociales y profesionales Plataformas Impresión 3D Industria 4.0 Domótica y sensores, drones Salud digital Biotecnología Nanotecnología Neurotecnología</p>
<p>Factor productivo abundante</p>	<p>Algodón Hierro</p>	<p>Carbón Transporte</p>	<p>Acero</p>	<p>Energía derivada del petróleo</p>	<p>Información y conocimiento</p>	<p>Datos / IA Tareas / Gig</p>
<p>Limitaciones del antiguo paradigma y soluciones del nuevo</p>	<p>Limitaciones de escala, control de procesos y de mecanización del <i>putting-out system</i>. Aumentos de productividad y beneficios gracias a la mecanización y división del trabajo en las fábricas.</p>	<p>Limitaciones de escala por las restricciones de acceso a la energía, la mecanización y al mercado interior. Nuevas oportunidades de la máquina de vapor y del nuevo sistema de transporte.</p>	<p>Limitaciones de los materiales de hierro. Inflexibilidad de las cadenas de montaje existentes. Las nuevas energías aumentan la disponibilidad y acumulación del capital. La estandarización facilita las operaciones a escala mundial.</p>	<p>Limitaciones de escala en la producción superadas por la estandarización y la abundante energía barata. Nuevos patrones de localización y desarrollo urbano con el uso masivo del automóvil. Los bienes de consumo de masas se abaratan.</p>	<p>Deseconomías de escala e inflexibilidad del ensamblaje en línea, sustituido por la manufactura flexible, las redes y las economías de alcance. Limitaciones de <i>inputs</i> superadas por el control digital. Limitaciones de jerarquía superadas por el trabajo en red y la integración vertical.</p>	<p>Limitaciones de flexibilidad e innovación superadas por la convergencia tecnológica digital (MANBRIC). Costes de predicción reducidos por IA. Costes de transacción y previsión reducidos por las plataformas digitales.</p>
<p>Organización de empresas y formas de cooperación y competencia</p>	<p>Empresas individuales y competencia entre pymes. Cooperación en innovación y finanzas. Capitales locales y riqueza individual.</p>	<p>Aumentos de ocupación en grandes empresas. Responsabilidad limitada y acceso a mercados financieros. Inversión masiva, asunción de riesgos y propiedad privada.</p>	<p>Emergencia de las grandes empresas, cárteles, <i>trusts</i> y fusiones. Regulación y propiedad estatal de monopolios naturales y empresas públicas. Concentración bancaria y financiera. Especialización en la dirección de las grandes empresas.</p>	<p>Competencia oligopolística. Multinacionales, basadas en inversión directa extranjera y localizaciones multiplanta. Subcontratación competitiva. Concentración, y control jerárquico.</p>	<p>Redes de pequeñas y grandes empresas basadas en el uso intensivo de la tecnología digital. Cadenas globales de valor. Flujos digitales de bienes y servicios de la información. Empresas y directivos <i>superstars</i>.</p>	<p>Plataformas digitales que fomentan múltiples roles y reducen costes de transacción. Intercambios de usos temporales de bienes y servicios digitalizados. Nuevas formas de empleo eventual digital – <i>gig</i>– basadas en flujos dato-tarea.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Pérez (2005), Torrent-Sellens (2004; 2019b) y Grinin et al. (2017a)

Más concretamente, el paradigma digital, que ha fundamentado los ciclos de larga duración –eso sí con una duración más corta de lo habitual– de la economía informacional y del conocimiento, así como la economía dato-tarea masiva, tiene su condición necesaria en tres componentes básicos (Grinin *et al.*, 2017a). En primer lugar, un nuevo esquema productivo. Es decir, la incorporación de un/os nuevo/s recurso/s productivo/s, que determina/n una variación de los costes relativos, un aumento de la eficiencia productiva, un cambio en la organización empresarial, la aparición y consolidación de nuevas actividades económicas, y el uso de estos nuevos bienes y servicios por parte del resto de actividades y agentes económicos. En el caso que nos ocupa, las condiciones para la consolidación de las dos oleadas del nuevo paradigma tecnoeconómico digital serían, en primer lugar, la masiva incorporación de la información y conocimiento a la actividad productiva, y, en segundo lugar, la decisiva importancia de los datos y tareas masivas en la producción de bienes y servicios. En este sentido, se requiere la aparición de nuevos sectores productivos: el sector TIC o los bienes y servicios informacionales o del conocimiento para la primera oleada; o las plataformas digitales, los productos o servicios de la gestión inteligente y artificial de datos, los usos temporales de todo tipo de bienes y servicios y las tareas ocasionales para la segunda oleada digital. Además, también es esperable la revisión de los esquemas de producción del antiguo paradigma industrial tardío, con nuevas fuentes de crecimiento a largo plazo de la productividad y la competitividad del conjunto de la economía. En la tabla 1 se presentan las seis ondas largas o paradigmas tecnoeconómicos que se habrían manifestado en el capitalismo, así como sus principales características.

En segundo lugar, un nuevo esquema en la producción de conocimiento. Es decir, un conjunto de nuevas tendencias en el fondo social de todo tipo de saberes aplicados a la actividad económica, con el objetivo de generar innovaciones incrementales y radicales que aprovechen mejor el nuevo o los nuevos factor/es productivo/s de disponibilidad universal y bajo coste relativo. Además, y para optimizar las ventajas competitivas del nuevo sistema de factores de producción, también es esperable una nueva dirección de la inversión en conocimiento, es decir, nuevas formas para el conocimiento científico y tecnológico, además de nuevas capacidades dinámicas y modelos de negocio en empresas y organizaciones. En el caso del paradigma digital, esta transformación habría supuesto, entre otros, varias oleadas de inversión en las tecnologías de la digitalización, desde internet a las plataformas digitales, pasando por la telefonía móvil o la inteligencia artificial, así como la profundización de los nodos de creación y las redes de difusión del conocimiento científico y tecnológico sobre la digitalización. Y, en tercer lugar, nuevos patrones de gasto por parte de los agentes económicos. En el caso de la digitalización, el impulso desde la demanda de consumo, inversión y relaciones exteriores de las actividades productivas que han basado su fuerza competitiva en el desarrollo de todo tipo de negocios con *inputs* derivados de la digitalización. Es decir, el impulso desde todos los componentes de la demanda, particularmente los internos pero también la demanda externa, de los bienes y servicios generados con la nueva oleada tecnológica. En el caso de la transformación digital, obviamente, nos referimos a la masificación del consumo de bienes y servicios informacionales, mercancías del conocimiento y los datos y tareas masivas intercambiados en plataformas digitales. Además, los procesos de inversión en todo el conjunto de activos vinculados con la digitalización, lo que comprende tanto la inversión y uso de las tecnologías digitales como las habilidades personales y las capacidades dinámicas de las organizaciones que las utilizarán. Y, finalmente, todo el intercambio y los flujos internacionales de conocimiento, tecnología e innovación con base digital, que han sentado las bases de la «globalidad» de la revolución tecnológica digital.

3. De la revolución industrial a la ruptura digital

Si las tecnologías de propósito general acaban por generar procesos de convergencia tecnológica que determinan la aparición de nuevos vectores de actividad económica, competitividad y crecimiento económico, los paradigmas tecnoeconómicos son capaces de instaurar cambios decisivos en toda la organización y los resultados de la economía. Sin embargo, ni uno ni el otro están pensados para describir con detalle la relación entre cambio económico y cambio social. Para ello, algunos historiadores de la economía y la tecnología han venido desarrollando el concepto –no exento de polémica– de revolución industrial. Un proceso de *revolución industrial* se sustenta en dos elementos básicos: «(1) un conjunto de cambios técnicos fundamentales para la producción y distribución de bienes acompañados por –en algunos casos causados por, y en otros casos reflejando, pero, pase lo que pase, interconectados con– (2) un conjunto de cambios sociales y culturales de primera magnitud». En este contexto, algunos investigadores del ámbito habían llegado a un cierto consenso sobre el hecho de que, hasta las dos o tres décadas finales del siglo XX, la dinámica

capitalista se habría caracterizado por la presencia de dos revoluciones industriales, ambas fundamentadas en el desarrollo productivo de nuevas tecnologías (Mokyr, 1993). La primera Revolución Industrial habría empezado durante la segunda parte del siglo XVIII y se consolidó a partir de la onda larga basada en la máquina de vapor y, en general, en el proceso de sustitución de los instrumentos por máquinas. La segunda Revolución Industrial, que situaría sus inicios a finales del siglo XIX, se fundamentó en las ondas largas basadas en la electricidad, el motor de combustión interna y el desarrollo de las tecnologías de la comunicación (telégrafo y teléfono, especialmente). Sin embargo, cabe destacar una diferencia importante entre estos dos procesos de ruptura: la distinta importancia del conocimiento científico como instrumento de impulso del desarrollo tecnológico, económico y social. Aunque en la primera Revolución Industrial un cierto conocimiento permitió la sustitución de instrumentos por máquinas, no es hasta la segunda mitad del siglo XIX que el conocimiento científico se vincula directamente, es protagonista directo, con las innovaciones radicales en la actividad económica, que acaban por transformar la sociedad.

Sin embargo, el concepto y los procesos de revolución industrial han recibido importantes críticas, ya desde su «bautizo» académico a principios del siglo XIX. De hecho, tres de sus primeros usuarios, el economista francés Jérôme Adolphe Blanqui, Friederich Engels y el historiador inglés Arnold Toynbee, destacaron en términos negativos, de catástrofe social, la irrupción de lo que durante mucho tiempo sería considerada como una revolución parcial y no extensible, la «revolución industrial británica». En teoría, el relato sobre la revolución económica y social basada en la irrupción de una innovación tecnológica radical concreta que, en tiempo y espacio acotado, se expande y desborda efectos de transformación radical por doquier, tal y como nos han contado muchos historiadores económicos y de la tecnología, no parece ser muy realista (Aibar, 2019). Además, darían crédito a estas críticas el hecho de que las revoluciones industriales son difícilmente contrastables en términos empíricos y que, en múltiples ocasiones, han sido planteadas desde el determinismo tecnológico, con una visión etnocéntrica que destacaría la «superioridad europea», y con una clara orientación ideológica que buscaría reforzar el vínculo entre el cambio tecnológico y las virtudes de las economías de mercado y el capitalismo. Por último, una última dimensión de crítica ha aparecido en los recientes postulados acerca de la irrupción y consolidación de una tercera y cuarta revoluciones industriales: la idea de que han sido o son rupturas inexorables y totalmente predecibles.

¿Han generado las tecnologías digitales unos cambios técnicos, económicos, sociales y culturales de tal magnitud como para contemplar el advenimiento de una tercera e, incluso, una cuarta revolución industrial? Como hemos visto en la tabla 1, la quinta onda larga del capitalismo estuvo relacionada con la primera oleada de la digitalización y supuso la irrupción del sector de las tecnologías de la información y la comunicación, y la preponderancia de los bienes de la información y las mercancías del conocimiento en la explicación de la dinámica económica. La sexta onda de Kondratiev, vinculada con la segunda oleada de la digitalización, está relacionada con la extensión de los fundamentos digitales, con la generación de procesos de convergencia tecnológica, hacia otras tecnologías afines. Algunos investigadores han denominado a este proceso de convergencia como la construcción del nuevo sistema tecnológico MANBRIC: abreviatura en inglés de tecnologías médicas, tecnologías aditivas (o de industria 4.0), nanotecnologías, biotecnologías, tecnologías robóticas, tecnologías de información y tecnologías cognitivas (Grinin *et al.*, 2017b). Este proceso de convergencia tecnológica digital, que extendería externalidades y desbordamientos más allá del núcleo digital y que denominamos bajo el epígrafe de transformación y transición digital, supondría la irrupción económica decisiva de la gestión inteligente y artificial de datos, y la generalización de las plataformas digitales como instrumento de intercambios masivos de todo tipo de usos temporales u ocasionales de bienes y servicios digitalizados, particularmente tareas digitalizables para todo tipo de empleos.

Confirmada la existencia de tecnologías GPT en las dos oleadas digitales, así como la presencia de dos ondas largas vinculadas con el paradigma digital, queda la cuestión, algo más espinosa, de las revoluciones industriales. Como acabamos de ver, la demostración de que un nuevo sustrato tecnológico y económico acabe por generar nuevas estructuras sociales, culturales, institucionales y políticas, y además sea capaz de hacerlo en tiempo y espacio acotados, y de forma generalizable a otros muchos contextos lejos de su foco inicial, es algo difícil y controvertido. Además, el propio concepto de revolución industrial es algo vago en cuanto a qué tipo de transformaciones deben vincularse a la esfera tecnológica-económica y a las esferas social-cultural e institucional-política. Particularmente espinosa es la cuestión de la profundidad de estos cambios. ¿Cuáles son exactamente los cambios sociales, culturales, institucionales

y políticos que debemos esperar para confirmar la existencia de una revolución industrial? En principio, se trata de cambios que confirmen una modificación estructural de las formas de vida y relación social, como la aparición de nuevas profesiones, nuevas clases sociales, nuevos movimientos sociales, nuevas instituciones o nuevas formas de organización política, por citar algunos de los cambios esperables *a priori* (Castells, 2000; Himanen, 2004). Es decir, para contrastar si el paradigma tecnoeconómico digital habría generado un proceso de revolución industrial deberíamos buscar y encontrar todo un nuevo conjunto de profesiones, mercados, empresas, instituciones, clases, y movimientos sociales y políticos. Y, además, tendríamos que ser capaces de relacionar todas estas «novedades» con el nuevo sustrato tecnológico y económico. Por último, y una vez hecho esto, deberíamos ser capaces de distinguir entre una hipotética tercera y cuarta revolución industrial. Comprobar todo esto da para una vida dedicada al tema, algo que se escapa, y por mucho, del objetivo de este artículo. Así que habrá que establecer algunas hipótesis.

Mi posición es que el paradigma digital habría sentado las bases para una tercera ruptura o escisión industrial, que hemos convenido en denominar la era, la economía y la sociedad, informacional y del conocimiento. Importante notar que no he utilizado el concepto de revolución industrial, sino los términos, a mi entender mucho menos «espinosos», de ruptura o escisión. En su comprensión social, ambos términos son sinónimos cuando los utilizamos para describir la instauración de una nueva forma de organización social, sin que ello suponga ningún tipo de condicionante ni sobre el desarrollo concreto de lo nuevo, ni sobre la relación de lo nuevo con la antigua forma con la que ha roto o de la que se ha escindido. Los términos *ruptura* o *escisión* son lo suficientemente relevantes como para señalar que la transformación social es importante y que no se trata de pequeñas evoluciones o modificaciones puntuales. Ahora bien, su utilización me evita tener que cuantificar la magnitud en tiempo y espacio de esta importancia, cosa que debería hacer para verificar la instauración de una nueva revolución industrial. Es posible identificar la ruptura o la escisión industrial como el paso intermedio entre la evolución y la revolución industrial, sin que ello signifique, en ningún caso, que los procesos de cambio histórico con raíz tecnológica tengan todos que cumplir con la misma cadencia desde su insipiente hasta sus fases de madurez. La ruptura o la escisión de una nueva forma social, que aparece y se consolida en contraposición a una forma de organización social anterior, suponen la irrupción de nuevas formas de vida y sociedad, pero sin la necesidad de tener que acotarlas en el tiempo o el espacio, y de comparar las características de su originalidad. Una ruptura o escisión suponen la aparición de algo nuevo sin la necesidad de eliminar o sobrepasar lo antiguo. Supone iniciar un nuevo camino, avanzar en otra dirección, sin la necesidad de cortar la carretera que, incluso, puede seguir por otra vía principal. La ruptura o escisión digital puede convivir perfectamente con las rupturas o escisiones industriales o agrarias. Es muy probable que, en la actualidad, la profundidad de los cambios sociales, culturales, institucionales y políticos, instaurados a partir de la tercera ruptura o escisión industrial se acerquen ya mucho a una «hipotética» revolución industrial, del mismo modo que es lógico pensar que, en el caso de la cuarta ruptura o escisión industrial la distancia con la «pretendida» cuarta revolución industrial sea mucho mayor que en el caso de la tercera. En la tabla 2 se apuntan algunas características de la tercera y la cuarta –insisto, e incipiente– rupturas industriales.

Con respecto a la cuarta escisión industrial, ampliamente «difundida» desde determinados círculos y corrientes ideológicas, la verdad es que es muy pronto para ni siquiera empezar a validar su vigencia. Existen algunos indicios de que la tercera ruptura industrial podría desdoblarse un nuevo camino social y cultural hacia una cuarta escisión industrial. En consonancia con la dinámica tecnológica y económica, que sí ha evidenciado ya la existencia de nuevas tecnologías digitales de segunda oleada como GPT y la consolidación de una sexta onda larga Kondrátiev, podríamos denominar a esta cuarta escisión, en fase preliminar, como: la era, la economía y la sociedad de los datos y tareas masivas. Pero, más allá de algunos indicios de ruptura, la identificación de la situación tecnoeconómica y social de la actualidad con una cuarta revolución industrial es, hoy por hoy, un ejercicio de economía pésima o, todavía peor, de economía mal intencionada o cínica. El término fue popularizado a mediados de la década de 2010 por Klaus Schwab, fundador y máximo responsable del Foro Económico Mundial. En 2017, Schwab escribió un libro sobre el tema, aunque cuando se revisa «su» concepto de cuarta revolución industrial no se hallan muchas especificaciones detalladas (Schwab, 2017). Se habla de un proceso de convergencia tecnológica que transforma actividades afines al núcleo tecnológico digital. Sin embargo, su aproximación es muy parecida a la de otro de mis estimados «campeones» de la economía pésima o economía cínica: Jeremy Rifkin (Rifkin, 2011). Dios los cría y ellos se juntan. Por lo tanto, y hasta el momento, el éxito académico de la cuarta revolución industrial ha sido más bien escaso. Y lo ha sido no solo por la dificultad de medir qué

estamos exactamente señalando con la idea general de revolución industrial, sino porque los efectos sociales, culturales, institucionales y políticos de la segunda oleada digital –o la cuarta escisión industrial– justo están empezando. En consecuencia, son muy preliminares, incipientes e improbables de cuantificar –ya no hablo de predecir– con suficiente solidez científica. Así pues, una recomendación: cuando oigáis hablar de la cuarta revolución industrial, encended vuestros mecanismos de alerta: ¡gato encerrado!

Tabla 2. Economía-sociedad industrial vs. economía-sociedad informacional y del conocimiento / dato-tarea masiva

Economía-sociedad industrial
<p>Cambios técnicos-productivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de nuevos materiales básicos, principalmente hierro y acero. • Nuevas fuentes de energía y combustibles, como el carbón y la máquina de vapor y, más tarde, la electricidad, el petróleo y el motor de combustión interna. • Inventos mecánicos, como la máquina de hilatura, la bombilla y otros instrumentos que significaron un incremento de la producción con menos gasto de energía humana. • La mejora de los transportes con la máquina de vapor, el ferrocarril, el automóvil y, eventualmente, el aeroplano, y el telégrafo, el teléfono y la radio en las comunicaciones. • La organización centralizada del trabajo en el sistema fabril, que se basaba en la división de trabajo y la especialización por funciones, en un contexto de maquinaria mejorada y producción de masas. • El desarrollo de la ciencia y su relación con la tecnología. <p>Cambios sociales-culturales e institucionales-políticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • El declive de la tierra como principal fuente de riqueza en detrimento del extraordinario aumento de la riqueza creado por la producción industrial. • Cambios políticos derivados de los cambios en el poder económico, como las nuevas políticas estatales de integración de los mercados nacionales. • Crecimiento y cambio de las ciudades. • Desarrollo de los movimientos sindicales y nacimiento de una nueva clase social, el proletariado industrial urbano. • Emergencia de nuevos patrones de autoridad en la familia y en el trabajo.
Economía-sociedad informacional y del conocimiento / dato-tarea masiva
<p>Cambios técnicos-productivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevos materiales básicos, como la combinación y nuevas aleaciones de materiales, plásticos, fibra sintética y óptica, cerámicas sofisticadas, silicio y materiales raros. • Nuevas fuentes de energía, como los combustibles sintéticos o las fuentes de energía renovables. • Inventos como el ordenador, internet, la inteligencia artificial, la robótica o las plataformas digitales, que han significado que la fuerza de trabajo pase de ser operadora de maquinaria a empleada cognitiva. • Utilización de las tecnologías digitales y fibra óptica para transporte: satélites, drones, información: bienes y servicios informacionales, y comunicación: internet, redes, plataformas y tecnologías 5G. • Digitalización y automatización de la producción, distribución, intercambio y consumo: robótica, fabricación aditiva, producción flexible, sensores, industria 4.0, impresión 3D, <i>blockchain</i>, teletrabajo y comercio electrónico, entre otros. • Digitalización y datificación de la gestión empresarial: uso de algoritmos de aprendizaje automático o sistemas simbólicos para computerizar en la nube y analizar grandes cantidades de datos. • Aparición de nuevas formas de gestión empresarial, como la empresa red o el negocio-plataforma • Difusión y control global de datos, información, tecnología y conocimiento a través de redes y plataformas sociales y profesionales. <p>Cambios sociales-culturales e institucionales-políticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevas fuentes de creación y extracción de riqueza a través de la innovación digital, como la producción de aparatos y dispositivos inteligentes, motores de búsqueda, o redes y plataformas de comunicación e intercambio. • Nueva geografía y geopolítica de la globalización digital: nuevas formas en la relación entre urbanización y teletrabajo, nuevos ecosistemas innovadores de éxito, como Silicon Valley, Toronto y la inteligencia artificial o el Silicon Wadi en Israel. • Nuevos requisitos en formación y aprendizaje: competencias digitales, formación continua, ciencia de datos, gestores de redes o comunidades virtuales y empleados en tareas de plataforma, entre otros; elevada destrucción de empleos desfasados, generalmente de la estructura competencial media, y sesgos de habilidades en los empleos no desplazados. • Consolidación de nuevas estructuras sociales, como el precariado o los empleados <i>gig</i> o eventuales –<i>jobless</i>–. • Necesidades de regulación e instituciones globales para gobernar el poder y los efectos negativos de los gigantes digitales. • Combinación de nuevas formas digitales y sostenibles de vida: ciudades inteligentes, movimientos sociales y ambientales, empoderamiento ciudadano, democracia participativa y directa.

Fuente: Elaboración propia a partir de Mokyr (1990), Castells (2000) y Torrent (2004, 2019b)

Referencias bibliográficas

- AIBAR, Eduard (2019). «Revoluciones industriales: un concepto espúreo». *Oikonomics* [en línea]. Noviembre 2019, núm. 12, págs. 1-8). DOI: <https://doi.org/10.7238/o.n12.1909>
- RIEROL-BARRIGÜETE, J.L. (2007). *Externalidades de red en la economía digital*. Madrid: Fundación Rafael del Pino y Marcial Pons.
- BENZELL, Seth. G.; BRYNJOLFSSON, Erik; SAINT-JACQUES, Guillaume (2021). «Digital abundance meets bottlenecks: Implications for wages, interest rates, and growth». En: *Stanford Digital Lab Paper*, núm. 11.
- BODROZIC, Zlatko; ADLER, Paul S. (2018). «The evolution of management models: A neo-Schumpeterian theory». En: *Administrative Science Quarterly*, vol. 63, núm. 1, págs. 85-129). DOI: <https://doi.org/10.1177/0001839217704811>
- BODROZIC, Zlatko; ADLER, Paul S. (2021). «Alternative futures for the digital transformation: A macro-level Schumpeterian perspective». En: *Organization Science* (en prensa). DOI: <https://doi.org/10.1287/orsc.2021.1558>
- BRESNAHAN, Timothy F.; TRAJTENBERG, M. (1995). «General purpose technologies: Engines of growth?». En: *Journal of Econometrics*, vol. 65, núm. 1, págs. 83-108. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- CASTELLS, Manuel (2000). *La era de la información: economía, sociedad y cultura, vol. 1: la sociedad red*. Madrid: Alianza.
- DOSI, Giovanni; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, Luc (eds.) (1988). *Technical change and economic theory*. Pisa: LEM Book Series.
- GRININ, Leonid E.; GRININ, Anton L.; KOROTAYEV, Andrey (2017a). «Forthcoming Kondratieff wave, cybernetic revolution, and global ageing». En: *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 115, págs. 52-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.017>
- GRININ, Leonid E.; GRININ, Anton L.; KOROTAYEV, Andrey (2017b). «The MANBRIC-Technologies in the forthcoming technological revolution». En: DEVEZAS, T.; LEITAO, J.; SARYGULOV, A. (eds.), *Industry 4.0. Studies on entrepreneurship, structural change and industrial dynamics*. Cham: Springer, págs. 243-261. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-49604-7_13
- HIMANEN, Pekka (2004). *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Barcelona: Destino.
- MAZZUCATO, Mariana (2019). *El valor de las cosas. Quién produce y quien gana en la economía global*. Barcelona: Taurus / Penguin Random House.
- McCLELLAN, James E.; DORN, Harold (2016). *Science and technology in World history: An introduction. 3rd Edition*. Baltimore, DT.: Johns Hopkins University Press.
- MOKYR, Joel (1993). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid: Alianza.
- PÉREZ, Carlota (2005). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Madrid: Siglo XXI.
- RIFKIN, Jeremy (2011). *La tercera revolución industrial*. Barcelona: Paidós.
- SCHWAB, Klaus (2017). *The fourth industrial revolution*. Redfern: Currency.
- TORRENT-SELLENS, Joan (2004). *Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement*. Barcelona: Consejo de Empleo, Económico y Social de Cataluña, Generalitat de Catalunya.
- TORRENT-SELLENS, Joan et al. (2008). *La empresa red. Tecnologías de la información y la comunicación, productividad y competitividad*. Barcelona: Ariel.
- TORRENT-SELLENS, Joan (2015). «Knowledge products and network externalities: Implications for the business Strategy». En: *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 6, núm. 1, págs. 138-156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0122-7>
- TORRENT-SELLENS, Joan (2019a). «Transformació digital i productivitat de l'empresa industrial a Catalunya: Cap a la indústria 4.0?». En: *Nota d'Economia*, núm. 105, págs. 105-123.

TORRENT-SELLENS, Joan (2019b). «Collaborative behaviour and the sharing economy: Pan-European evidence for a new economic approach». En: Orlando, B. (ed.), *Strategy and behaviors in the digital economy*. Londres: IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.83608>

TRAJTENBERG, Manuel (2019), «Artificial intelligence as the next GPT: A political-economy perspective». En: AGRAWAL, Ajay; GANS, Joshua; GOLDFARB, Avi (eds.), *The economics of artificial Intelligence: An agenda*. Chicago: University of Chicago Press, págs. 175-188. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0006>

Cita recomendada: TORRENT-SELLENS, JOAN. ¡Digitalizad@s del mundo, a las redes! De la cuarta y abundante revolución industrial a la ruptura digital y la escasez *superstar*. *Oikonomics* [en línea]. Marzo 2022, n.17. ISSN 2330-9546. DOI. <http://dx.doi.org/10.7238/o.n17.2207>



Joan Torrent-Sellens

jtorrent@uoc.edu

Catedrático de Economía de los Estudios de Economía y Empresa de la UOC

Catedrático de Economía de los Estudios de Economía y Empresa de la UOC. Director del grupo interdisciplinar de investigación sobre las TIC i2TIC. Especialista en el análisis económico de la transformación digital y la economía del conocimiento, temática sobre la que ha publicado 67 libros y capítulos de libro, y 115 artículos en revistas de investigación y de divulgación indexadas.

Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

