



¿CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL? EL RETO DE LA DIGITALIZACIÓN Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES Y ANTROPOLÓGICAS

FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION? THE CHALLENGE OF DIGITALIZATION AND ITS ENVIRONMENTAL AND ANTHROPOLOGICAL CONSEQUENCES

Joaquín Fernández Mateo
Universidad Rey Juan Carlos
joaquin.fernandez@urjc.es

Fecha recepción artículo: 17/09/2020 • Fecha aprobación artículo: 14/12/2020



RESUMEN

Los procesos de digitalización iniciados en la Tercera Revolución Industrial han dado paso a un ecosistema tecnológico caracterizado por la conectividad, la innovación, la flexibilidad y la automatización. Este nuevo ecosistema, que algunos autores llaman la Cuarta Revolución Industrial, tiene importantes consecuencias para el medio ambiente y el empleo. En consecuencia, la transformación digital puede facilitar o limitar el logro de las metas planteadas en la Agenda 2030. Este artículo analiza de forma descriptiva dos efectos de la Revolución 4.0. Por un lado, las consecuencias ambientales de la digitalización. Por otro, las consecuencias laborales y antropológicas de los procesos de flexibilidad e innovación que las nuevas metodologías asociadas a la digitalización implantan. Por último, la descripción se vuelve crítica al demostrar que estos procesos no solo transforman la industria, sino que tienen consecuencias profundas en el carácter y la identidad humana.

Palabras clave: ODS, Agenda 2030, Cuarta Revolución Industrial, Digitalización, Economía informática, Antropología filosófica, Günther Anders, Metodologías ágiles.

ABSTRACT

The digitalization processes started in the Third Industrial Revolution have given way to a technological ecosystem characterized by connectivity, innovation, flexibility and automation. This new ecosystem, which some authors call the Fourth Industrial Revolution, has important consequences for the environment and employment. Consequently, the digital transformation may facilitate or limit the achievement of the goals set out in the Agenda 2030. This article analyzes in a descriptive way two effects of the Revolution 4.0. On one hand, the environmental consequences of digitalization. On other hand, the labor and anthropological consequences of the processes of flexibility and innovation that the new methodologies associated with digitalization implement. Finally, the description becomes critical in demonstrating that these processes not only transform the industry, but also have profound consequences on human character and identity.

Keywords: SDG, Agenda 2030, Fourth Industrial Revolution, Digitalization, Informational Economy, Philosophical Anthropology, Günther Anders, Agile Methodology.

Joaquín Fernández Mateo pertenece al área de Filosofía de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). Doctor por la Universidad Complutense de Madrid (2014), fue investigador pre-doctoral en la Fundación Ortega y Gasset. Es miembro del Grupo de investigación La persona en la Filosofía española contemporánea: Vida humana y Bioderecho (URJC). Es autor, junto a Juan Benavides Delgado, del libro *Los límites de la sostenibilidad* (EUNSA, 2020). Email: joaquin.fernandez@urjc.es



1. CONSECUENCIAS DE LA DIGITALIZACIÓN

1.1. CONSECUENCIAS DE LA DIGITALIZACIÓN: LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 señala que la tecnología y la innovación son fundamentales para el desarrollo de la industria, una industria que está cada vez más centrada en la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el uso de los recursos. La innovación tecnológica puede asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos, mejorar el diagnóstico médico, favorecer el aprendizaje en línea a través de bibliotecas virtuales o mejorar la eficiencia energética a través de sistemas inteligentes (Andreu, Fernández-Fernández & Fernández-Mateo, 2019).

Los avances tecnológicos, la inversión en infraestructuras y la innovación, son claves para encontrar soluciones a los desafíos económicos y ambientales. De ellos surge una nueva oferta de empleos y una mejora de la sostenibilidad de los procesos industriales. Desde el comienzo de la industrialización, los saltos tecnológicos han dado lugar a cambios de paradigma industrial, las revoluciones industriales. La primera revolución industrial se caracterizó por la mecanización; la segunda, por el uso intensivo de la energía eléctrica; la tercera, por la digitalización. La digitalización avanzada y la combinación de internet con las tecnologías de la automatización en el campo de los objetos inteligentes están llevando a una “Cuarta Revolución Industrial”, que produciría bienes altamente mecanizados y automatizados.

Una revolución industrial se caracteriza por el surgimiento de nuevas tecnologías y nuevas formas de percibir el mundo que impulsan un profundo cambio en la economía y la estructura de la sociedad (Schwab, 2016). En la primera revolución industrial, los principales países industrializados utilizaron motores de vapor para mecanizar la producción, sustituyendo a las formas de producción tradicionales (Crafts, 1996). En la Segunda Revolución Industrial, los avances en materia de energía, materiales, productos químicos y medicina fueron cruciales (Mokyr, 1998). Para Rifkin (2009), el motor de combustión interna y la infraestructura de transporte definieron la Segunda Revolución Industrial del siglo XX, la era del petróleo. Sin embargo, en el siglo XXI se reducirá el suministro de energía que proporcionan el petróleo, el carbón y el gas natural. Estamos ante el final de la era de los combustibles fósiles, tanto por la amenaza del cambio climático como por el “pico del petróleo” mundial (Bardi, 2009).

La Tercera Revolución Industrial utilizó la electrónica y la computación para automatizar la producción. La manufactura integrada por computador—*Computer-Integrated Manufacturing Technologies*, CIM, por sus siglas en inglés—puso el análisis, el cálculo y la capacidad de procesamiento de los ordenadores al servicio de la producción de bienes de mercado. Este cambio creó un nuevo entorno social y una nueva demanda en la fuerza laboral. La adaptabilidad social de las tecnologías CIM se logró cuando hubo una estrecha colaboración entre los organismos gubernamentales, los sindicatos y las empresas industriales, y cuando se tuvieron en cuenta los aspectos socioeconómicos en todas las etapas de la introducción y aplicación de las CIM (Tchijov, 1989).

Actualmente estamos experimentando un proceso de transición con una inversión masiva en energía renovable y en la transformación de la infraestructura de transporte. En otras palabras, la sustitución del motor de combustión interna por una nueva movilidad eléctrica (Dijk, Orsato & Kemp, 2013) y nuevas redes inteligentes (Siano, 2014). Para Schwab (2016), fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, la Cuarta Revolución industrial se basa en la tercera, la revolución digital que se viene produciendo desde mediados del siglo pasado. Se caracteriza por una fusión de tecnologías que está desdibujando las líneas entre las esferas



física, digital y biológica. La visión de la producción futura contiene sistemas de fabricación modulares y eficientes, y caracteriza escenarios en los que los productos controlan su propio proceso de fabricación.

La Cuarta Revolución Industrial y la Industria 4.0 son términos que a menudo se utilizan indistintamente y que ahora han adquirido más resonancias retóricas e ideológicas (Avis, 2018). El término Industria 4.0 se utilizó por primera vez en 2011 en la “Feria de Hannover” para describir cómo la tecnología revolucionará la organización de las cadenas de valor mundiales. Fue una propuesta para el desarrollo de un nuevo concepto de política económica alemana basado en estrategias de alta tecnología, simbolizando el comienzo de la Cuarta Revolución Industrial (Carvalho, Chaim, Cazarini, & Gerolamo, 2018). Para Reischauer (2018: 29):

”Industry 4.0 as policy-driven innovation discourse aims for innovation systems that encompass business, academia, and politics, an innovation system mode known as Triple Helix mode of innovation. The Triple Helix mode of innovation highlights the multidisciplinary foundation of innovation. More specifically, as a “model for analyzing innovation in a knowledge-based economy” (Leydesdorff and Etzkowitz, 1998: 198), the Triple Helix mode emphasizes how university, business, and politics co-generate innovation and the many ways in which academia, businesses, and government are connected”

Los cambios operados por la Industria 4.0 llevarían a periodos cortos en el desarrollo de productos—acortando los períodos de desarrollo y de innovación—, la individualización de los pedidos—el cambio de un mercado de vendedores a uno de compradores significa que los compradores pueden definir las condiciones del comercio, conduciendo a una mayor individualización del producto—, la flexibilidad—dados los nuevos requisitos, se hace necesaria una mayor flexibilidad en el desarrollo de los productos, pasando de grandes planificaciones a pequeñas iteraciones—, la descentralización—para hacer frente a las condiciones especificadas, se necesitan procedimientos de toma de decisiones más rápidos donde las jerarquías organizativas deben reducirse, apareciendo equipos auto-organizados—, y eficiencia de los recursos—la conciencia del impacto ambiental de las actividades económicas requiere una respuesta industrial centrada en la sostenibilidad (Lasi, Fettke, Kemper, Feld & Hoffmann, 2014). Las posibilidades de este nuevo ecosistema se multiplicarían gracias a los avances tecnológicos emergentes en campos como la inteligencia artificial (IA), la robótica, la Internet de las cosas (IoT), el *big data*, el *blockchain*, la computación en nube, los vehículos autónomos, la impresión en 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de los materiales y el almacenamiento de energía (Brynjolfsson & McAfee, 2014; Fuchs, 2018; Grinin & Grinin, 2020).

De entre todos estos avances tecnológicos, los progresos en IA son determinantes (EPSC, 2018). Desde el punto de vista científico, un sistema automatizado que aprovecha técnicas de IA puede originar hipótesis para explicar observaciones, diseñar experimentos para testar las hipótesis, usar la robótica para desarrollar experimentos de laboratorio, interpretar los resultados y repetir el ciclo del método científico automatizado. Científicos humanos y científicos robots pueden trabajar juntos (King et al., 2009).

Sin embargo, es necesario distinguir entre la “minería de datos” y la IA. La minería de datos está siendo utilizada en los negocios y, evidentemente, en la investigación científica, pero la minería de datos no es IA. La minería de datos “descubre correlaciones, frecuencias, desviaciones y toda una serie de medidas estadísticas perfectamente definidas” (Latorre, 2019: 94). Pero si queremos inteligencia hay que hablar de aprendizaje. La IA puede definirse como “la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas concretas a través de la adaptación flexible” (Kaplan & Haenlein, 2019). Igual que el cerebro humano, una máquina no sabe de mecánica clásica ni de mecánica cuántica; requiere de un esfuerzo de aprendizaje. Sin embargo, ese tipo de aprendizaje, cuando se consigue—por ejemplo, a través del refuerzo—, suele moverse en terrenos tediosos, mecánicos o imposibles desde el punto de vista de la capacidad de cálculo humano. Y, por supuesto, sin relevancia moral



e intencional. Hoy en día se trata de sistemas informáticos, redes neuronales o robots que simplemente automatizan tareas, algunas imprescindibles. Es decir, se utilizan para determinados fines o metas prefijadas.

Esto nos lleva al problema de la intencionalidad; los fines están determinados... por seres humanos. Se puede mejorar el proceso de llegar a un fin, es decir, la resolución de un problema, de forma automática y sin intervención humana, pero la intención y la meta debe ser definida previamente por un humano. La intencionalidad en la definición de sus propios fines—que elaboraría sus propios modelos explicativos—, se llama IA general o *hard*. El aumento en las tareas que puede resolver una máquina, ayudando a los humanos, es absolutamente distinto de la decisión autónoma de fines. Es una antropomorfización, una proyección de lo humano sobre algo que no se corresponde.

1.2. CONSECUENCIAS DE LA DIGITALIZACIÓN: LOS LÍMITES DE LA SOSTENIBILIDAD

La Cuarta Revolución Industrial no puede limitarse a la robótica y a la automatización de la producción porque es una digitalización de los procesos industriales en su conjunto. En un escenario socioeconómico influenciado por la idea de la innovación, la transformación digital es una cuestión de actualidad para resolver los problemas que han sido definidos por la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Nuestra acción sobre la naturaleza, mediante el uso intensivo de los recursos naturales—en particular el uso de combustibles fósiles en los epígonos de la Segunda Revolución Industrial—está dando lugar a un proceso de transformación del planeta que incluye la tierra, los océanos y la atmósfera. El uso de tecnologías y sistemas inteligentes puede reducir al mínimo el impacto ambiental, facilitar la transición a una economía circular y restaurar los entornos naturales degradados. Características como la minimización de los residuos, el uso eficiente de los recursos naturales y de las materias primas, la alta eficiencia energética y el dinamismo de la producción forman parte del conjunto de valores intrínsecos al funcionamiento sostenible de la nueva industria 4.0 (Carvalho et al., 2018).

Uno de los elementos esenciales de la búsqueda de la sostenibilidad es la transición hacia un modelo de producción y uso de energía mucho menos impactante para el medio ambiente y las personas. Wilfred Malembaum (1978) sugirió que en la mayoría de las regiones económicas del planeta la intensidad de uso de los principales recursos minerales—medida a través de la demanda de materiales por unidad de PIB—había declinado considerablemente entre 1951 y 1975, presagiando una continuación de la misma tendencia para el periodo comprendido entre 1985 y 2000. Esta tendencia decreciente estaba fundamentada en tres factores: los cambios en el consumo final de bienes y servicios, el progreso tecnológico que aumenta la eficiencia en el uso de los recursos reduciendo también la generación de residuos y, por último, la sustitución de materias primas tradicionales por otras nuevas más eficientes. Esta circunstancia, unida al hecho de que, a raíz de la crisis energética, algunos países mostraran una reducción de la utilización de energía por unidad de PIB, parecía presagiar una progresiva independencia del crecimiento económico respecto del consumo de energía y recursos naturales, apuntando así la posibilidad de una singular *desmaterialización de la economía*.

En esta línea, los estudios de Jänicke, Mönch, Ranneberg & Simonis (1989) concluían que, entre 1970 y 1985, se había producido, simultáneamente, un aumento del PIB y una reducción en la utilización de aquellos flujos de recursos naturales en varios países como Francia, Suecia, Alemania o Gran Bretaña, como consecuencia de un cambio estructural de sus economías. Sin embargo, los estudios de Opschoor, de Bruyn & van den Bergh (1997) y Pincton & Daniels (1999) detectaron tendencias contrarias, rematerializadoras. Por otra parte, dos creencias han sido desmentidas. La creencia general que afirma que la fabricación de materiales sintéticos



presenta una menor intensidad de recursos naturales que la obtención de sustancias minerales o energéticas tradicionales, y la creencia en que el cambio estructural sufrido por las economías industrializadas—que ha conllevado la hegemonía del sector servicios como la actividad más importante desde el punto de vista productivo—ha generado menores consumos de energía y materiales. Así, hoteles, comercios y transporte, demandaban casi la misma intensidad energética que el sector industrial. Igualmente debe tenerse en cuenta que en muchos casos se produce un cambio en la intensidad de uso de energía y materiales en los países más avanzados debido a la reestructuración espacial en países menos desarrollados de las industrias más contaminantes e intensivas en materiales (Carpintero, 2003).

En los 90, las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), serían las encargadas de reflotar las tesis desmaterializadoras, siendo la solución al deterioro ecológico. La nueva economía digital permitiría un tipo diferente de crecimiento económico, menos consumidor de materiales y energía (Laitner 2000). La desmaterialización de la economía, debido al trabajo en red, internet y la eficiencia en el transporte, entre otros muchos factores, dará lugar a un nuevo concepto: la *e-materialización* (Romm, Rosenfeld y Herrmann, 1999). Sin embargo, la difusión de las TIC implica un importante consumo de recursos y energía, además de la toxicidad de los residuos.

En el comienzo de la Cuarta Revolución Industrial, la huella ecológica de sistemas avanzados de IA es considerable. Un método para que un software ya programado mejore por sí solo sin intervención humana es lanzarlo a realizar operaciones que se basan en el ensayo y error. El sistema prueba una solución y registra el resultado que obtiene. Cuantas más pruebas haga, más mejorará, al crecer su base de datos con resultados que le sirven para evaluar cómo de importante es cada variable para el resultado final. Este proceso de entrenamiento puede llegar a durar semanas o meses. Tanto la consulta y modificación constante de inmensas bases de datos como las operaciones de prueba consumen una gran cantidad de energía. El estudio de Strubell, Ganesh & Andrew McCallum (2019) se centra en la huella de carbono de las IA entrenadas para comprender cómo funciona el lenguaje humano—la IA es capaz de transformar las estadísticas de un partido en lenguaje humano de forma que una persona sí lo entienda, es decir, puede llegar a escribir crónicas de partidos deportivos—. Las mejoras en estos sistemas dependen de la disponibilidad de recursos computacionales excepcionalmente grandes que necesitan un consumo de energía similarmente sustancial. Como resultado, estos modelos son costosos de desarrollar, tanto desde el punto de vista financiero—debido al coste del *hardware* y la electricidad—como medioambiental—debido a la huella de carbono. La huella de carbono asociada al desarrollo de sistemas de inteligencia artificial crece proporcionalmente a su complejidad hasta alcanzar un punto de inflexión: la adición de un mecanismo conocido como “red neuronal”—las redes neuronales artificiales son sistemas de cálculo o algoritmos inspirados en el funcionamiento del cerebro humano—. Una IA sin red neuronal tiene una huella de carbono de unos 650 kilos; con ella, 285 toneladas. Las redes neuronales producen una mejora en el rendimiento de la IA a costa de un impacto medioambiental altísimo derivado del gasto que supone poner a funcionar los superordenadores que utilizan para sus cálculos.

Los próximos años serán clave para que la humanidad supere peligros reales. En el momento en que se escriben estas líneas, la atención de gobiernos, empresas y ciudadanía se centra en el impacto de la Covid-19. En realidad, este problema se suma a un esquema problemático anterior en el que se incluyen el cambio climático, la escasez de recursos o la biodiversidad, aspectos tenidos en cuenta en cada una de las metas de los ODS. Sin embargo, frente al modelo tecnológico de la innovación, varios investigadores han demostrado que las mejoras en la eficiencia del uso de los recursos no han permitido hasta ahora reducciones en el uso de los recursos y la pérdida de la biodiversidad, identificando el problema en el crecimiento económico:

“Economic growth and biodiversity loss are linked via a set of mechanisms triggered by increased resource use. While absolute decoupling remains a theoretical possibility, it has not occurred so far and seems unlikely to occur in the near future in the absence of major transformations in the economic system. By contrast,



global biodiversity and sustainability policies generally advocate economic growth and have ambiguous positions regarding its effects on biodiversity. This reflects the widespread assumption that growth is needed to secure prosperity, despite increasing evidence that, under certain conditions, high levels of social well-being may be achievable without—or beyond—growth” (Otero et al., 2020: 12).

Otro ejemplo del impacto de la tecnología—y su relación con los ODS—tiene que ver con los nuevos materiales necesarios para la “nueva economía”. La meta 9.4 plantea, de aquí a 2030, “modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas”. Las tierras raras son un conjunto de minerales que, por sus propiedades naturales, tienen un papel clave en la fabricación de numerosos dispositivos electrónicos. Para la fabricación de paneles, baterías recargables o circuitos complejos se emplean determinados tipos de minerales como el imán de neodimio, el indio, el praseodimio o el disprosio. La demanda de todos ellos se multiplicará durante los próximos años, siguiendo el interés de muchos gobiernos por las energías renovables. Explotar estas reservas es casi sinónimo de catástrofe medioambiental.

En consecuencia, y dado el carácter sistémico de la agenda, este impacto afectaría al ODS 15. La meta 15.5 hace un llamamiento a la adopción de medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción. Pero la transformación del territorio por la producción de alimentos, combustibles o materias primas está dando lugar al comienzo de la sexta extinción, pues las tasas actuales de extinción son más altas de lo que cabría esperar. Los informes de la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), han llegado a la conclusión de que la extinción de especies no hace más que acelerarse (IPBES, 2019). Esto impediría lograr las metas 15.1, 15.2 o 15.4 relacionadas con la conservación de ecosistemas, la gestión sostenible de los bosques o la conservación de ecosistemas montañosos.

2. LA ECONOMÍA INFORMÁTICA

2.1. LA ECONOMÍA INFORMÁTICA: EMPLEO Y DESIGUALDAD

En nuestros tiempos, la producción industrial ya no está expandiendo su dominación sobre otras formas económicas y fenómenos sociales. Mientras el proceso de modernización se estaba desarrollando, la fuerza de trabajo migraba desde la agricultura y la minería—el sector primario—, a la industria—el secundario—. Con el proceso de posmodernización o informatización de la producción, la migración se produce de la industria al sector servicios—el terciario—, cambio que viene teniendo lugar en los países desarrollados desde principios de los 70. Los servicios abarcan un amplio rango de actividades, desde el cuidado de la salud, la educación, las finanzas y el transporte hasta los entretenimientos y la publicidad. Los empleos para la mayor parte son altamente móviles e involucran habilidades flexibles. Más importante aún: se caracterizan en general por el papel central desempeñado por el conocimiento, la información, el afecto y la comunicación. En este sentido muchos denominan a la economía posindustrial una “economía informática” (Negri & Hardt, 2001). La economía informática ha hecho posible, como veremos en detalle, la aparición de nuevos valores asociados a las nuevas metodologías de trabajo importadas de los desarrolladores de *software*.



En este marco de producción, el *toyotismo* modificó la estructura *fordista* de comunicación entre la producción y el consumo. Frente a una relación muda entre producción y consumo, el modelo *toyotista* de planificación de la producción introduce una comunicación constante con los mercados. Las fábricas mantendrán un *stock* cero, y las mercancías serán producidas *just in time*, de acuerdo a la demanda actual de los mercados. De este modo el modelo no implica simplemente un circuito de retroalimentación más veloz sino una inversión de la relación porque, al menos en teoría, la decisión de producción ocurre después y como reacción a la decisión del mercado. Se trata de una rápida comunicación o continua interactividad entre la producción y el consumo.

Hoy, para las organizaciones, el mundo digital es más real que el mundo físico. Ahora se trata de tener una posición relevante en el mundo real, el digital. Las tecnologías móviles de la información y la comunicación—*smartphones*, *tablets*—, a través de *apps* y formatos audiovisuales, aumentan la información y la accesibilidad a contenidos. Gracias a internet, el abanico de opciones aumenta y la elección se simplifica. La revolución digital es la revolución de los clientes que modifican sus procesos de compra de forma radical. Plataformas digitales conectan la producción y el consumo; al desaparecer los intermediarios, desaparecen las tiendas (*Amazon*), los espacios físicos en restaurantes (*Deliveroo* y similares), la mediación física o soporte en formatos audiovisuales (*Spotify* o *Netflix*, entre muchos otros).

Los optimistas afirman que las máquinas inteligentes liberarán a las personas de las tareas más tediosas y colaborarán con nosotros facilitando el desarrollo del trabajo creativo. Los pesimistas creen que se perderán gran cantidad de puestos de trabajo, los más propensos a la automatización. El uso de robots se acelera y amenaza con destruir puestos de trabajo. Es habitual leer titulares de prensa que aumentan la preocupación acerca de la sustitución de los trabajadores por las máquinas. Frey y Osborne (2017) calcularon la probabilidad de computarización de 702 empleos. Su conclusión principal demuestra que el 47% de los empleos de Estados Unidos corren el riesgo de ser automatizados en los próximos diez o veinte años, mientras que solo el 33% de los trabajos tienen un riesgo de automatización bajo. Sin embargo, para Arntz, Gregory y Ziehrhahn (2017), cuando se tiene en cuenta la heterogeneidad de tareas dentro de los trabajos, solo el 9% de los trabajadores de Estados Unidos se enfrentan a un riesgo de automatización elevado. El trabajo humano no desaparecerá en el corto plazo; existen tareas que no pueden ser sustituidas por la automatización, sino que son complementadas por ella (Autor, 2016).

La revolución digital está generando beneficios a corto plazo, pero la mayoría se concentran en pocas manos. Las ganancias están fortaleciendo el bienestar de una élite de empresas y profesionales bien formados para este nuevo entorno, pero no el de la sociedad en su conjunto. La falta de acceso a internet y la creación de monopolios, a menudo reforzado con ayudas públicas, profundizan en esa grieta digital. Sin una adecuada redistribución de los ingresos de las grandes empresas digitales será difícil lograr las metas del ODS 10: 10.1 “Lograr progresivamente y mantener el crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población”, 10.2 “Potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas” y 10.3 “Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados.” De igual forma, dentro del ODS 4, se plantean metas que afectan al empleo: la meta 4.3 “asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” y la meta 4.4 “aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento”. Como vemos los ODS 4 y 10 parten de una problemática común, la automatización del empleo, sus ganadores y sus perdedores.



2.2. LA ECONOMÍA INFORMÁTICA: INNOVACIÓN Y AGILIDAD

La transformación digital de las empresas y la Industria 4.0 ha traído consigo nuevas fórmulas de gestión. La incorporación de tecnologías como la robótica, IA o el *big data* han propiciado la implementación de lo que se ha dado en conocer como metodologías ágiles para procesos no lineales. Aplicar la agilidad al *big data*, por ejemplo, puede permitir mejores resultados. Los métodos ágiles, inicialmente ligados al mundo del *software* (ver Tabla 2), están aplicándose a la forma de trabajar de los equipos que componen las organizaciones. La aplicación de métodos ágiles ha favorecido el desarrollo de productos, los proyectos de *marketing*, las actividades de planificación estratégica, superado desafíos de la cadena de suministro y mejorado las decisiones de asignación de recursos. Sin embargo, dada su naturaleza, son menos comunes en operaciones rutinarias como el mantenimiento de plantas, compras y contabilidad (Rigby, Sutherland & Takeuchi, 2016).

Tabla 1. Metodologías de desarrollo de software

PRINCIPALES METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE	
Programación extrema o eXtreme Programming (XP)	Metodología de desarrollo de la ingeniería de software formulada por Kent Beck (1999), autor del primer libro sobre la materia, <i>Extreme Programming Explained: Embrace Change</i> . Se trata de una metodología adecuada para requisitos imprecisos y cambiantes que promueve el trabajo en equipo, el aprendizaje de los desarrolladores y el clima de trabajo. Se centra en la retroalimentación continua entre cliente y equipo de desarrollo, y en la comunicación fluida entre participantes.
Crystal Methods	Son una familia de metodologías (la Crystal family) desarrollada por Alistair Cockburn a mediados de la década de 1990. Están caracterizadas por estar centradas en las personas que componen el equipo y la reducción al máximo del número de artefactos producidos.
Adaptive Software Development o Desarrollo adaptativo de software (ASD)	Es un proceso de desarrollo de software que proviene del desarrollo rápido de aplicaciones por Jim Highsmith y Sam Bayer. Propone un ciclo de vida de tres fases: especulación, colaboración y aprendizaje. Un ciclo de vida de ASD debe estar enfocado a la misión, basado en características, iterativo, planeado de acuerdo al tiempo, guiado por riesgos y tolerante al cambio.
SCRUM	Modelo identificado y definido por Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi (1986) a principios de los 80, que compara la nueva forma de trabajo en equipo, con el avance en formación de melé (<i>scrum</i> en inglés) de los jugadores de Rugby. Está especialmente indicado para proyectos con un rápido cambio de requisitos. <i>Scrum</i> emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.
El desarrollo basado en funcionalidades o Feature-Driven Development (FDD)	Es un enfoque de desarrollo ágil de <i>software</i> desarrollado por Jeff De Luca y Peter Coad que define un proceso iterativo de 5 pasos con iteraciones cortas de hasta 2 semanas.
El método de desarrollo de sistemas dinámicos, Dynamic Systems Development Method (DSDM)	Es un método que provee un <i>framework</i> para el desarrollo ágil de software, desarrollado en el Reino Unido en los años 90 por un consorcio de proveedores y de expertos en la materia del desarrollo de sistemas de información. Se trata de un proceso iterativo e incremental y el equipo de desarrollo y el usuario trabajan juntos.

(Takeuchi & Nonaka, 1986; Beck 2000; Letelier & Penadés, 2006; Rigby, Sutherland & Takeuchi, 2016, Sutherland, 2015; Schwaber & Beedle, 2002 y elaboración propia)



Bajo este enfoque metodológico, las empresas están logrando una mayor productividad dentro de sus equipos de desarrollo de software, un lanzamiento más rápido de productos y servicios digitales, y experiencias mejoradas de los clientes. Las metodologías ligeras sustituyen a las metodologías pesadas; estas nuevas metodologías son adaptativas, orientadas a la gente y con poca documentación. Los equipos de trabajo que usan metodologías ágiles son capaces de hacer las cosas de forma más rápida que los equipos que usan procesos tradicionales. Por tanto, una de las cualidades más significativas de estas metodologías es su sencillez, tanto de aprendizaje como de aplicación, reduciendo los costos de implantación. Hoy, los directores de proyectos combinan métodos tradicionales con métodos “ágiles”, para darles más flexibilidad y mejores resultados. En un entorno complejo de permanente cambio tecnológico, los clientes son cada vez más heterogéneos, exigentes, informados y desconfiados. En este contexto, la aplicación de metodologías ágiles permite probar múltiples iniciativas de forma rápida y eficiente, es decir, con el menor costo posible. Si bien inicialmente las metodologías estaban enfocadas al desarrollo de programas informáticos, su enfoque hacia la calidad y la velocidad de comercialización ha impulsado la productividad de los equipos.

Las metodologías ágiles trocean los proyectos en pequeñas partes y, en caso de necesitar innovaciones, éstas tienen lugar en poco tiempo sólo en la parte implicada. Esto es posible gracias a la flexibilidad del *software* frente a desarrollo de procesos materiales o físicos —las ingenierías clásicas o la arquitectura, por ejemplo—. El ciclo de vida “en cascada” es sustituido por el ciclo de vida “iterativo”, con unos requisitos más limitados que permiten el cambio. El ciclo iterativo se adapta más a los proyectos con requisitos muy cambiantes (ver Tabla 2), mientras que en el ciclo en cascada no pueden cambiarse los requisitos en cualquier momento. Si en el ciclo en cascada existe la previsión y la suposición del resultado, en el iterativo el proceso se construye sobre la marcha a partir de prototipos operativos generados en cada iteración, y el *feedback* del cliente. Las metodologías ágiles utilizan ciclos iterativos e incrementales, con equipos que trabajan de manera altamente colaborativa y autoorganizados.

Tabla 2. Definiciones de agilidad.

DIFERENTES DEFINICIONES ACADÉMICAS DE AGILIDAD
La capacidad de acelerar las actividades de producción que comienza con la identificación de una necesidad del mercado y termina con la entrega de un producto personalizado (Kumar and Motwani, 1995)
Una respuesta a los desafíos empresariales para sacar ventaja de la evolución cambiante y fragmentada de los mercados produciendo bienes y servicios de alta calidad, alto rendimiento y configurados por el cliente (Goldman et al., 1995)
La capacidad de producir y comercializar con éxito una amplia gama de productos de bajo costo y alta calidad con plazos de entrega cortos, que proporcionan un mayor valor a los clientes individuales mediante la personalización (Vokurka and Fliedner, 1998)
La capacidad de una empresa para responder rápidamente y con éxito al cambio (McGaughey, 1999)
La capacidad de supervivencia de una organización por la rápida y eficaz reacción ante los mercados cambiantes, impulsada por los productos y servicios diseñados por los clientes (Gunasekaran, 1999)
La capacidad de una organización para prosperar en un entorno comercial en constante cambio y con eventos impredecibles (Rigby et al., 2000)
La capacidad de las empresas para hacer frente a cambios inesperados, para sobrevivir a amenazas sin precedentes y para traducir los cambios en oportunidades (Zhang and Sharifi, 2000)



DIFERENTES DEFINICIONES ACADÉMICAS DE AGILIDAD

La capacidad de la organización para obtener una ventaja competitiva mediante el aprovechamiento inteligente, rápido y proactivo de las oportunidades y la reacción a las amenazas (Meredith and Francis, 2000)

Es la capacidad de responder al cambio para obtener beneficios en un entorno comercial turbulento (Highsmith, 2004)

La capacidad de cambiar eficientemente los estados operativos en respuesta a las demandas inciertas y cambiantes que se plantean (Narasimhan et al., 2006)

(Bernardes & Hanna, 2009 y elaboración propia)

Como exponen Rigby, Sutherland & Takeuchi (2016) en comparación con los enfoques de gestión tradicionales, el enfoque *agile* ofrece toda una serie de mejoras:

- Aumenta la productividad del equipo y la satisfacción de los empleados.
- Minimiza el desperdicio inherente a las reuniones redundantes, la planificación repetitiva, la documentación excesiva, los defectos de calidad y las características de los productos de bajo valor.
- Al mejorar la visibilidad y adaptarse continuamente a las prioridades cambiantes de los clientes, la agilidad mejora el compromiso y la satisfacción del cliente, lleva los productos y características más valiosos al mercado de forma más rápida y predecible, y reduce el riesgo.
- Al involucrar a los miembros del equipo de múltiples disciplinas como compañeros de colaboración, se amplía la experiencia organizativa y se fomenta la confianza y el respeto mutuos.
- Por último, al reducir drásticamente el tiempo desperdiciado en la microgestión de proyectos funcionales, permite al personal directivo superior dedicarse más plenamente a un trabajo de mayor valor: crear y ajustar la visión de la empresa; dar prioridad a las iniciativas estratégicas; simplificar y centrar el trabajo; asignar las personas adecuadas a las tareas; aumentar la colaboración entre funciones; y eliminar los impedimentos para el progreso.

2.2.1. ANÁLISIS CRÍTICO

La cultura ágil sustituye la anticipación y la planificación por la *flexibilidad*, pone de relieve el valor de la *funcionalidad* sobre el conocimiento en profundidad, da la bienvenida a los cambios—dado su carácter inevitable—, y potencia las entregas tempranas y la simplicidad. La agilidad es la capacidad de una empresa de crecer en un mercado competitivo de cambios continuos e imprevistos, de responder rápidamente a las necesidades del mercado. La agilidad de una organización permite satisfacer los pedidos de los clientes de forma rápida e introducir nuevos productos de forma acelerada. Es el paso de una cultura de la previsibilidad y la estabilidad a una cultura de la indeterminación. El *ethos* de la cultura de la agilidad ofrece una imagen de una fuerza de trabajo siempre cambiante, reinventándose a sí misma y anticipándose al mercado, en permanente alerta y disciplina ante las oportunidades que hay que explotar y aprovechar (Gillies, 2011). A pesar de la eficiencia de estas ideas para la inteligencia del negocio, su eficiencia y sus resultados económicos, ¿qué grado de legitimidad alcanzan estas ideas desde un punto de vista humano?



Para Hughes & Southern (2019), la Cuarta Revolución Industrial puede significar un nuevo aumento de la extracción de energía de la mano de obra hacia el capital digital, generando un aumento de los niveles de precariedad laboral. Los aumentos de productividad relacionados con las mejoras tecnológicas reducirían el tiempo de trabajo. Sin embargo, “technology can have the opposite effect; employees with mobile phones can be expected to be ‘on call’ 24/7 showing how technologies are deployed with specific interests in mind” (2019: 65). En el mismo sentido, Fuchs (2018: 287) afirma que han surgido nuevas formas de control y acumulación “and we live in the time of digital capitalism that has created its own peculiar forms of ideology; Industry 4.0 is the new German ideology, the German digital ideology, an ideological phantom formed in the contemporary bourgeoisie’s collective brain”.

Con el predominio de una cultura ágil, encontramos valores dominantes como el cambio, la flexibilidad, la diferencia y la diferenciación, la imprevisibilidad y la incertidumbre. Estas ideas tienen su sentido en el mundo inmaterial del software, pero la condición humana parece impedir que estas piezas encajen en el *puzzle* de lo humano. En la actualidad son numerosas las reflexiones ideológicas que avanzan un futuro *posthumano*, donde lo humano será superado o tendrá que articularse—incluso fusionarse—con la capacidad de procesamiento de las máquinas. Con la digitalización, la corrosión del carácter—anunciada por Richard Sennett (1998)—se intensifica. Siguiendo a Günther Anders (2011b), la persona humana ya no “se cosifica” como objeto de uso o herramienta para un fin diferente. En la situación actual la cosa humana “se la fluidifica”. Ahora “el estadio de la fluidificación de la cosa será tan característico como la cosificación de lo no cósmico” (2011b: 62).

CONCLUSIÓN

En el siglo XXI estamos pasando de la era industrial a la era de la información. Las transformaciones de la tecnología informática han modificado de forma revolucionaria la vida de las personas. El carácter evolutivo del hardware y del software, la aparición de los *smartphones* y de los dispositivos portátiles, el desarrollo de las redes sociales y sus nuevas formas de comunicación digital, todos estos cambios modifican el tipo de problemas a los que se enfrentan las sociedades humanas. La capacidad de cálculo de las máquinas, sus sistemas de almacenamiento de información están logrando ofrecer soluciones que modifican continua y evolutivamente los problemas de la sociedad de la información. La desmaterialización de la economía facilita el carácter fluido, flexible y volátil del trabajo, posibilitando prácticas y valores que no eran tan fáciles de aplicar en una producción no informatizada. Sin embargo, los dispositivos tecnológicos tienen consecuencias para la consecución de los ODS, tanto para los objetivos ambientales como para los que tienen que ver con la calidad del empleo o la disminución de la desigualdad. De fondo late una problemática antropológica que no parece quedar identificada o planteada como problema. Vivimos tiempos de un “antropocentrismo avergonzado” (Anders, 2011a: 187), donde el mundo no está para el ser humano, sino que el ser humano está para un mundo posthumano, desapareciendo el mundo como mundo y el ser humano como ser humano.

En conclusión, es necesario recuperar la reflexión humanista para hacer de la transformación digital un proceso acompasado por los requerimientos de la naturaleza humana, que resiste con irritación a los cambios propuestos. Si bien algunas mejoras de los procesos son necesarias y beneficiosas en situaciones objetivas, es necesario tomar conciencia del carácter ideológico de cierto discurso que entre líneas —o de forma directa—, se avergüenza de la obsolescencia de lo humano y sienta las bases de un futuro posthumano. Por la extensión de este trabajo se hace imposible describir este proceso, pero adelanta futuras convergencias con investigaciones muy recientes (Ballesteros, 2020; Diéguez, 2020).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anders, G. (2011a). La obsolescencia del hombre: Sobre el alma en la época de la segunda revolución industrial. Volumen I. Valencia. Pre-textos.
- Anders, G. (2011b). La obsolescencia del hombre: Sobre la destrucción de la vida en la época de la tercera revolución industrial. Volumen II. Valencia. Pre-textos.
- Andreu Pinillos, A., Fernández Fernández, J. L., & Fernández Mateo, J. (2020). Pasado, Presente y Futuro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). La tecnología como catalizador (o inhibidor) de la Agenda 2030. *Revista Icade. Revista de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*, (108). DOI: <https://doi.org/10.14422/icade.i108.y2019.001>
- Arntz, M.; Gregory, T. y Ziehrn, U. (2017): «Revisiting the Risk of Automation», *Economics Letters*, 159, pp. 157-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.07.001>
- Autor D. H. (2016) The Shifts – Great and Small – in Workplace Automation. *Frontiers. Blog. MIT Sloan Management Review*. August 15, 2016. Retrieved from: https://sloanreview.mit.edu/article/the-shifts-great-and-small-in-workplace-automation/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=sm-direct
- Avis, J. (2018). Socio-technical imaginary of the fourth industrial revolution and its implications for vocational education and training: a literature review. *Journal of Vocational Education and Training*, 70(3), 337–363. DOI: <https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1498907>
- Ballesteros, V. (2020). De Günther Anders al transhumanismo: la obsolescencia del ser humano y la mejora moral. *Isegoría*, (63), 289–310. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2020.063.01>
- Bardi, U. (2009). Peak oil: The four stages of a new idea. *Energy*, 34(3), 323–326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.08.015>
- Beck, K. (2000). *Extreme programming explained: embrace change*. Addison-Wesley.
- Bernardes, E. S., & Hanna, M. D. (2009). A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature: Toward a conceptual definition of customer responsiveness. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(1), 30-53. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570910925352>
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014) *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company.
- Carpintero, O. (2003). Los costes ambientales del sector servicios y la nueva economía: entre la desmaterialización y el "efecto rebote". *Economía Industrial*, (352), 59-76.
- Carvalho, N., Chaim, O., Cazarini, E., & Gerolamo, M. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in Sustainable Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 21, 671–678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>
- Crafts, N. (1996) The first industrial revolution: A guided tour for growth economists. *The American Economic Review*, 86(2), 197–201. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/2118122>
- Diéguez, A. (2020). La función ideológica del transhumanismo y algunos de sus presupuestos. *Isegoría*, (63), 367–386. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2020.063.05>
- Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy policy*, 52, 135–145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.024>



- EPSC (European Political Strategy Centre) (2018). The Age of Artificial Intelligence: Towards a European Strategy for human Centric Machines. European Political Strategy Centre (EPSC). Retrieved from: <https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/community/digitranscope/document/age-artificial-intelligence-towards-european-strategy-human-centric>
- Fuchs, C. (2018). Industry 4.0: The Digital German Ideology. *TripleC: Communication, Capitalism & Critique*, 16(1), 280–289. Retrieved from: <https://www.triple-c.at/index.php/tripleC/article/view/1010>
- Frey, C. B. Y Osborne, M. A. (2017): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?, *Technological Forecasting and Social Change*, n.º 114, pp. 254-280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gillies, D. (2011). Agile bodies: A new imperative in neoliberal governance. *Journal of Education Policy*, 26(2), 207-223. DOI: <https://doi.org/10.1080/02680939.2010.508177>
- Grinin L., Grinin A. (2020) The Cybernetic Revolution and the Future of Technologies. In: Korotayev A., LePoire D. (eds) *The 21st Century Singularity and Global Futures. World-Systems Evolution and Global Futures*. Springer, Cham.
- Hughes, C., & Southern, A. (2019). The world of work and the crisis of capitalism: Marx and the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Classical Sociology*, 19(1), 59–71. DOI: <https://doi.org/10.1177/1468795X18810577>
- IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, & H. T. Ngo (Eds.). Bonn, Germany: IPBES Secretariat. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Jänicke, M., Mönch, H., Ranneberg, T., & Simonis, U. E. (1989). Economic structure and environmental impacts: East-West comparisons. *Environmentalist*, 9(3), 171-183. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02240467>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- King, R. D., Rowland, J., Oliver, S. G., Young, M., Aubrey, W., Byrne, E., ... & Sparkes, A. (2009). The automation of science. *Science*, 324(5923), 85-89. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1165620>
- Laitner, J. A. (2000). The information and communication technology revolution: Can it be good for both the economy and the climate. EPA, Office of Atmospheric Programs, Washington DC.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11576-014-0424-4>
- Latorre, J. I. (2019). *Ética para máquinas*. Ariel, Barcelona.
- Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006) Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica administrativa*, Vol. 5, N.º. 26. Retrieved from: <http://roa.ult.edu.cu/handle/123456789/477>
- Malenbaum, W. (1978). *World demand for raw materials in 1985 and 2000*. McGraw-Hill E/Mj Mining Informational Services.
- Mokyr, J. (1998) The Second Industrial Revolution, 1870-1914. In *Storia dell'economia Mondiale*, edited by Valerio Castronovo. Rome: Laterza.
- Negri, A. and Hardt, M. (2001). *Empire*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Opschoor, J. B., de Bruyn, S. M. & vanden Bergh, J. C. J. M. (1997). Structural change, growth and dematerialization. An empirical analysis. *Economy and ecosystems in change*, 201-231. Retrieved from: <https://research.vu.nl/en/publications/structural-change-growth-and-dematerialization-an-empirical-analy>



- Otero, I., Farrell, K. N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., ... & Martin, J. L. (2020). Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation Letters*, e12713. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12713>
- Picton, T., & Daniels, P. L. (1999). Ecological restructuring for sustainable development: evidence from the Australian economy. *Ecological Economics*, 29(3), 405-425. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00068-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00068-8)
- Reischauer, G. (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 26-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Books.
- Rifkin, J. (2010). *La civilización empática*. Barcelona, Paidós.
- Rigby, D. K., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (2016). Embracing agile. *Harvard Business Review*, 94(5), 40-50.
- Romm, J., Rosenfeld, A., & Herrmann, S. (1999). *The Internet economy and global warming: A scenario of the impact of e-commerce on energy and the environment*. Center for Energy and Climate Solutions, Global Environment and Technology Foundation.
- Sennett, R. (1998). *The corrosion of character: The personal consequences of work in the new capitalism*. WW Norton & Company.A
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum.
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2002). *Agile software development with Scrum*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Sutherland, J. (2015) *SCRUM: El nuevo y revolucionario modelo organizativo que cambiará tu vida*. Editorial Planeta.
- Siano, P. (2014). Demand response and smart grids—A survey. *Renewable and sustainable energy reviews*, 30, 461-478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.022>
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. Retrieved from: arXiv preprint arXiv:1906.02243.
- Takeuchi, H. & Nonaka, I. (1986) *The New New Product Development Game*. *Leading teams*. Harvard Business Review. From the January 1986 Issue.
- Tchijov, I. (1989). CIM introduction: Some socioeconomic aspects. *Technological Forecasting and Social Change*, 35(2-3), 261-275. DOI: [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(89\)90058-9](https://doi.org/10.1016/0040-1625(89)90058-9)

