

The role of technology as driving force of the social change *

El papel de la tecnología como agente impulsor del cambio social

JUAN CARLOS SANCHO-GARCÍA

Departamento de Química Física

Facultad de Ciencias

Universidad de Alicante

Carr. de San Vicente del Raspeig, s/n, 03690 San Vicente del Raspeig,

Alicante

jc.sancho@ua.es

ORCID: 0000-0003-3867-1697

ADRIÁN IVORRA ALEMAÑY

Departamento de Sociología I

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Universidad de Alicante

Carr. de San Vicente del Raspeig, s/n, 03690 San Vicente del Raspeig,

Alicante

adrian.ivorra@ua.es

ORCID: 0000-0002-6324-3099

RECIBIDO: 22/05/2022
ACEPTADO: 07/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.24197/st.2.2022.20-34>

Resumen: El desarrollo progresivo y constante de nuevas tecnologías ha impactado en la sociedad de forma importante y, en ocasiones, de manera desapercibida. Se trata, sin duda, de un importante agente y motor para cualquier cambio social como constatamos al analizar su incidencia en aspectos tan variados como la competitividad en la empresa e industria, o el sector productivo en general, los canales y medios de comunicación, las relaciones sociales y, decididamente, en la calidad de vida percibida por los ciudadanos/as. Para encuadrar adecuadamente el impacto de este desarrollo tecnológico es conveniente que lo

Abstract: The progressive and constant deployment of new technologies has remarkably impacted on the society, often inadvertently. It constitutes, without any doubt, a timely agent and force for any social change, as we can show upon analyzing its incidence in diverse aspects such as the competitiveness companies and industries, or the productive sector (more generally speaking), the communication channels and mass media, the social relationships, and markedly on the citizenship quality of life. To adequately framework the ultimate impact of this technological development, it is convenient to not forget its

* **Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación “Estudio teórico-computacional de las propiedades y perspectivas de aplicación de nanoformas orgánicas (poli-)radicalarias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, Programa Estatal de Generación de conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema.

contextualicemos con el fenómeno de la globalización, junto con los hitos propios de las tecnologías emergentes, y con el desarrollo paralelo de la Sociedad de la Información, analizándolo atendiendo no solo a los resultados deseables que produce en la sociedad, sino también resaltando aquellas consecuencias no tan deseables que produce en las actuales sociedades contemporáneas. Con este encuadre esperamos alcanzaremos una perspectiva correcta de nuestro objeto de estudio.

Palabras clave: Tecnologías emergentes; sociedad y cambio social; globalización e innovación.

imbrication within the globalization phenomena, aligned with the milestones of emerging technologies, and with the parallel growth of the information society. This would allow its analysis not only looking at the tangible results for the society, but also underlining those undesired consequences for the contemporary societies. We hope to achieve with this approach a correct perspective for the subject of our research.

Keywords: Emerging technologies, society and social change, globalization and innovation.

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El desarrollo tecnológico, entendido éste como la utilización y explotación de los conocimientos científicos hacia nuevos bienes, productos, servicios o procedimientos, ha tenido y sigue teniendo un claro y decisivo impacto en la sociedad. Este impacto incide en todas las dimensiones de la sociedad, sean éstas, económicas, sociales, políticas o culturales. En muchas ocasiones este desarrollo tecnológico está unido al progreso que toda sociedad persigue para conseguir una situación de mayor bienestar y, en definitiva, una mejora de sus condiciones de vida. En este sentido, hay corrientes de pensamiento que defienden que el verdadero progreso es conseguir que la tecnología y el desarrollo tecnológico estén al servicio de todas las sociedades y en todos sus estamentos.

En este artículo defendemos que el desarrollo tecnológico es un importante agente de cambio social, que en ocasiones ha pasado realmente desapercibido a gran escala. Este cambio social generado por el desarrollo tecnológico es un fenómeno complejo que condiciona las estructuras de las sociedades e incide en los valores y en las normas que regulan el comportamiento de los miembros de la sociedad, pero que no afecta de la misma manera o por igual a todas las sociedades. Afirmamos que dependiendo del tipo de sociedad este cambio social generado por el desarrollo tecnológico tendrá unas consecuencias u otras. Además, anticipamos el cambio social que provocarán las tecnologías aún emergentes, pero que sin duda acabarán por desplegar tarde o temprano todo su potencial.

2. DESAFÍOS SOCIO-ECONÓMICOS PRESENTES Y FUTUROS

Antes de la aparición de la pandemia, la sociedad global, ya se encontraba en un proceso de cambio acelerado y desigual (Almond & Verba, 1970; Anderson, 1991; Foucault, 1969; Habermas, 2010; Hobbes, 1651; Kymlicka, 1999). Los desafíos a los que nos enfrentamos se contextualizan en un ecosistema de cambio climático, de aceleración tecnológica, de pobreza y desigualdad y, de dependencias energéticas severas, de replanteamiento de las relaciones sociales, y de falta de confianza en las instituciones, que provoca en la ciudadanía apatía y que conlleva a la desafección política.

Con la pandemia hemos vuelto a comprobar que el sistema financiero cambia de forma vertiginosa y que esos cambios no son predecibles. También hemos comprobado que los cambios impredecibles en el sistema financiero condicionan todos los demás aspectos de la sociedad. El sistema financiero es vulnerable, genera turbulencias y provoca efectos dominós en los sistemas. Esas turbulencias y esos efectos-dominós, afectan a todos los sistemas y a todas las economías. Por otra parte, una crisis sanitaria global como la sufrida ha puesto en evidencia aún más la vulnerabilidad de las sociedades, aunque de forma diferente según su nivel de desarrollo.

Vivimos en una sociedad inmersa en una sensación de inmediatez y de estímulos-recompensas casi instantáneas. En este mundo guiado por la inmediatez, los Estados que interactúan en la era de la globalización y de la revolución tecnológica tienen que redescubrir y defender su espacio. Los ciudadanos demandan una mayor transparencia, tanto en las decisiones tomadas, como en los procesos de toma de decisión (Alba, C., Lins G., Mathews, G., 2015).

Esta sociedad está claramente condicionada por la globalización, y en esta era, la revolución tecnológica está marcando su día a día a través de tecnologías, antes emergentes pero algunas de ellas ya verdaderamente presentes en la actualidad, como la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data, el 5G, la robótica, la nanotecnología, la computación cuántica o el internet de las cosas (IoT). Comprender cómo se ha llegado a este momento histórico implica también ser conscientes de la probable evolución de los acontecimientos, aprendiendo de las lecciones del pasado para enfocar mejor el futuro.

3. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA (I): GENERALIDADES

El impacto que el desarrollo tecnológico tiene en la sociedad, genera e impulsa, por tanto, el cambio social e incide en diversas dimensiones y niveles de la sociedad, lo que constatamos diariamente cuando nos informamos, cuando nos desplazamos, cuando trabajamos, cuando nos comunicamos o cuando nos relacionamos con los demás. En este sentido, Rifkin (1995) en uno de sus trabajos alude incluso al posible “final del trabajo” con una sociedad integrada (González, F, Durlan, C., Cáceres, S., Aleixandre, G. 2014).

Hay dos fenómenos que contextualizan el impacto que tiene el desarrollo tecnológico en la sociedad contemporánea. Estos dos fenómenos son el de la globalización y el del desarrollo de la Sociedad de la Información. Si atendemos al primer fenómeno, observamos que desde finales del siglo XIX, y esta es una tesis defendida por diferentes autores, el mundo está integrado en un mismo sistema y es receptor del flujo de decisiones políticas, económicas y militares. No está cerrada la discusión sobre cuando comienza a existir realmente ese sistema, Andre Gunder Frank habla de milenios; Immanuel Wallerstein de siglos; en cualquier caso, la globalización es un proceso inherente a la lógica expansionista del sistema que rige el mundo capitalista (Tortosa, 1992).

La globalización puede definirse de muchas maneras, dependiendo de qué nivel se desee analizar. Puede hablarse de la globalización del mundo entero, de un país, de una industria específica, de una empresa, hasta de un modelo económico y político. En su definición más amplia, el término engloba un proceso de creciente internacionalización o mundialización del capital financiero, industrial y comercial, con nuevas y diversas relaciones políticas internacionales¹. La globalización incide claramente en el desarrollo tecnológico que tiene sus efectos en la sociedad, y

1 Véase trabajos de F. Fukuyama (1996), S. P. Huntinton (1997) e I. Wallerstein (1991).

viceversa, dado que tal desarrollo tecnológico no sería posible sin, por ejemplo, un mercado mundial de bienes y servicios.

Acompasado con este proceso de globalización, se produce el segundo fenómeno que anunciábamos; el desarrollo de la Sociedad de la Información. Con el desarrollo de este tipo de sociedad aparece un nuevo modelo social, que implica una profunda revolución, en el que sus integrantes, Estados, ciudadanos, instituciones públicas, asociaciones y/o empresas acceden y utilizan la información a través de las nuevas Tecnologías de la Información² y de la Comunicación (TIC). Estos dos fenómenos, globalización y Sociedad de la Información, contextualizan como decíamos, nuestro objeto de estudio.

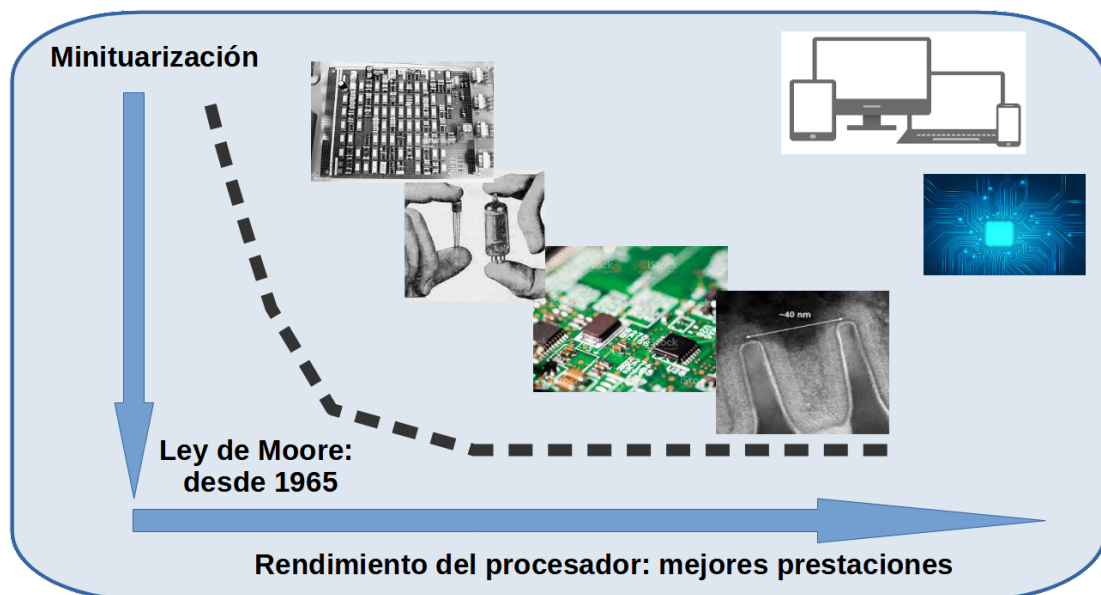
No se puede analizar el impacto de la tecnología en la sociedad sin tener en cuenta un contexto en el que el crecimiento debe ser más ecológico y equitativo (Solís, F., 2015). El Producto Interno Bruto (PIB) per cápita es la medida que se usa en numerosas ocasiones para medir la riqueza de una nación, pero también debemos tener en cuenta el índice de bienestar y el índice de consumo. Es necesario medir también el índice de satisfacción de los ciudadanos, que se puede conocer, por ejemplo, a través de encuestas y/o patrones de comportamiento social y político. Un apunte más sobre el crecimiento equitativo, para profundizar en él, contamos con el índice de Gini que nos ayuda a conocer cuan equitativo es el crecimiento económico de un país. Este progreso continuo, debe venir acompañado de esa mejora continua en el ecosistema transparencia.

Como decíamos, las desigualdades aumentan, y el efecto nunca visto en sociedades contemporáneas provocado por el SARS-CoV-2, a modo de reciente ejemplo, ha manifestado por un lado la vulnerabilidad del sistema, pero también ha puesto de manifiesto la fortaleza de la comunidad científica internacional que en menos de un año ha conseguido varias vacunas para combatir la pandemia, todas ellas basadas en un conocimiento científico básico, en su acepción de fundamental y no de simple, y en tecnologías ya optimizadas, pero en un primer momento sólo al alcance de la comunidad científica, y por tanto capaces de aprovecharlo al máximo en una, ahora sin paliativos, dimensión global y urgente. En este ecosistema, la tecnología, debiera seguir desempeñando un papel sumamente relevante en el modelo político y en el modelo social que impulsara una revolución civilizada y pacífica, que debería de empezar por impulsar la educación en esta sociedad del conocimiento con el objetivo de crear un mundo para las personas y no tanto para los bienes de consumo.

2 Las nuevas Tecnologías de la Información son la microelectrónica, la informática, las telecomunicaciones y la ingeniería genética.

4. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA (II): EL EJEMPLO DE LA LEY DE MOORE

Sin ni siquiera ser la sociedad posiblemente consciente de ello, la predicción empírica que realizó Gordon Moore en 1965³, trabajador de la compañía Intel en aquel momento, ha sido posiblemente la mayor fuerza impulsora del desarrollo tecnológico experimentado en las últimas décadas. Con el desarrollo del transistor en los laboratorios de investigación Bell, fruto puramente de las leyes de la mecánica cuántica que rigen el comportamiento de la materia y la energía a nivel microscópico, se pudo empezar a construir la electrónica e informática moderna. Lo que Moore percibió en aquellos años es que el número de transistores de los circuitos integrados se duplicaba cada dos años, y, en paralelo, su coste relativo se reducía drásticamente. Vista la aceptación que tuvo, y sigue teniendo por la sociedad, la informática y



electrónica de consumo, la propia industria se ha esforzado en seguir forzando esa regla, en una suerte de profecía autocumplida que ha condicionado el desarrollo tecnológico durante décadas (Figura 1).

Figura 1: Esquema del comportamiento predicho por la Ley de Moore a lo largo del tiempo: a menor tamaño del transistor mayor rendimiento del procesador que integra cualquier equipo informático, electrónico, etc. y, por tanto, mejores prestaciones del mismo. Fuente: elaboración propia.

3 Ver, por ejemplo: <https://www.britannica.com/technology/Moores-law>

Evidentemente, integrar cada vez más elementos (p.e. procesadores o CPUs) en un circuito electrónico implica o bien aumentar la superficie del sustrato (es decir, su soporte físico) o bien disminuir el tamaño del elemento que se pretende integrar. Como hemos también asistido de forma casi imperceptible, el proceso seguido ha sido el de minituarizar cada vez más los componentes electrónicos, logrando que hoy en día un teléfono móvil, tomado como paradigma de la electrónica de consumo, sea infinitamente más potente que cualquier ordenador personal de hace tan sólo unos años. Sin embargo, ese proceso de minituarización ha llegado prácticamente al límite de su manipulación en la escala atómica de tamaño, lo que ha impulsado en paralelo a los grandes fabricantes de procesadores a desarrollar técnicas como la nanolitografía, que posiblemente faciliten que esa Ley de Moore siga cumpliéndose y, por tanto, siga avanzando concomitantemente el desarrollo tecnológico asociado⁴.

Nótese que las Tecnologías de la Información y la Comunicación no serían posibles sin estos productos basados en la Ley de Moore. En definitiva, sin este tipo de inercias y dinámicas propias del desarrollo tecnológico, en su engarzamiento dentro del sistema productivo y económico fruto de la globalización, sería imposible hablar de cualquier revolución o cambio social experimentado. La aceptación por la sociedad de dicho desarrollo estimula al mismo, en un círculo virtuoso que ya forma parte de la citada globalización y del que no es posible desprenderse sino abrazarlo para hacer frente a los desafíos actuales y futuros.

5. REVOLUCIÓN TIC COMO FACTOR DE CAMBIO SOCIAL

La innovación y la revolución tecnológica son fundamentales para la eficiencia en los procesos de transparencia, indudablemente, ya que la innovación hace posible la mejora continua y la revolución tecnológica alimenta e incentiva el crecimiento. La revolución de las TIC en el marco de la globalización, posibilita que hoy sea más fácil y eficiente el que se incorporen por ejemplo medidas de transparencia en las diferentes instituciones o, en definitiva, otro tipo de relaciones más abiertas entre los agentes de la sociedad, si existe voluntad política suficiente para ello (Martínez-Barea, J., 2014).

Asistimos a una transformación del poder de los llamados Estados-nación y a una redefinición de sus funciones (Anderson, 1991; Bobbio et al., 1981; Easton, 1981; Giddens, 1994; Heller, 1998). La globalización y la revolución tecnológica enmarcan el posible éxito del Estado ante los desafíos que tiene planteados en los próximos años. Uno de estos desafíos es el de dotar de mayor transparencia a los procesos de toma de decisiones.

4 Recientemente, uno de los fabricantes mundiales más importantes de componentes y productos electrónicos ha anunciado la fabricación en masa de transistores cuyo tamaño será únicamente de 3 nm, es decir, 0.00000003 m, un límite prácticamente insuperable (<https://news.samsung.com/global/samsung-begins-chip-production-using-3nm-process-technology-with-gaa-architecture>)

En este ecosistema, constatamos que hay una excesiva concentración de poder y una falta de transparencia (Habermas, 2010). Es necesario, por lo tanto, repensar el papel que debe jugar el Estado, y anclarlo en la conveniencia de responder a la necesidad de cómo proteger (socialmente) a los/as ciudadanos/as. La intervención del Estado y el desarrollo tecnológico son fundamentales para guiar el cambio técnico que se debe implementar en las distintas administraciones para evitar efectos no deseados de la falta de transparencia. El Estado no es el único actor relevante en este proceso, la sociedad civil también debe jugar un papel determinante exigiendo que se implementen estos desarrollos tecnológicos que otorguen transparencia en los diferentes niveles de la Administración. La transparencia es, por tanto, necesaria en todas las instituciones del Estado, como símbolo de progreso y avance social. Las Administraciones deben de rendir cuentas sobre sus actuaciones, deben publicar y hacer accesible la información que sea relevante para la sociedad.

Por otra parte, el crecimiento es resultado de la acumulación progresiva del conocimiento, basta referirse de nuevo al ejemplo mostrado de la Ley de Moore y cómo la adversidad se supera con nuevos esfuerzos y avances tecnológicos colectivos y globales siempre que exista un sustrato científico-técnico consolidado. La difusión del saber y del conocimiento ha sido fundamental en el desarrollo de la historia de la sociedad. Es necesaria una cultura abierta que comparta el saber y el conocimiento, y esta cultura, posibilitará una mejora continua en los procesos de transparencia. La competencia estimula la innovación y el crecimiento. La competencia también estimula la necesidad de mejora continua en la implementación de los procesos como decíamos de transparencia en las instituciones. En definitiva, la innovación supone crecimiento y éste supone desarrollo tecnológico que contribuye al propio crecimiento, es una sinergia de estímulos que aún podría optimizarse gracias a una mayor transparencia y comunicación entre los agentes que intervienen en el proceso. Nótese que esta reflexión no está reñida con la existencia de derechos de propiedad intelectual propios de las compañías, o con los derechos de la sociedad en general, sino que busca animar a realizar un mayor esfuerzo en la dirección que apuntamos.

Si analizamos el impacto del desarrollo tecnológico en instrumentos como el hardware, el software, las bases de datos o las redes de telecomunicaciones y contextualizamos este estudio con el mundo de la empresa, observamos que estos desarrollos tecnológicos han sido y continúan siendo decisivos para que las empresas sean más competitivas y logren los más altos niveles de eficiencia. Este avance tecnológico es importante para poder comprender el desarrollo del “e-commerce” y el “e-business” en la sociedad contemporánea.

Si centramos nuestra atención en la incidencia del desarrollo tecnológico en el “e-commerce”, observamos que este impacto condiciona todas sus variantes. Las cuatro modalidades del “e-commerce” que se ven afectadas por el desarrollo tecnológico son; 1) El “Business to Business”, que se produce cuando una empresa intercambia los servicios o los bienes con otra empresa, 2) El “Business to Consumer”, cuando el intercambio de servicios o productos se produce entre una empresa y sus clientes, 3) El “Customer to Business”, cuando los oferentes son los

consumidores y los demandantes las empresas, y 4) El “Customer to Customer” cuando el intercambio se produce a través de una relación directa entre los individuos.

Internet y la “World Wide Web” es otro de los claros ejemplos que muestran el poder del desarrollo tecnológico como agente de cambio social que genera incidencias a escala mundial y que se ha convertido en un referente característico de las sociedades contemporáneas y que posibilita, por ejemplo, unos servicios electrónicos de aprendizaje, unos servicios electrónicos de salud o un entorno dinámico de negocios electrónicos.

Si analizamos la incidencia del impacto del desarrollo tecnológico como agente del cambio en el mundo de la comunicación y más concretamente en el desarrollo e implantación de la Televisión Digital Terrestre (TDT), observamos que el desarrollo tecnológico ha posibilitado que con la TDT se amplíen los servicios que la televisión analógica ofrecía, se incorporen novedosas funciones adicionales inexistentes anteriormente en el formato convencional de la televisión y se consiga una televisión interactiva, más personalizada para que el ciudadano/a acceda desde su casa a una amplia gama de servicios avanzados e innovadores.

Las instituciones públicas, ya sean de ámbito estatal o de ámbito supraestatal, también son sabedoras de las enormes potencialidades que para la sociedad presentan los avances y los desarrollos tecnológicos. Por este motivo, desde las distintas administraciones, implementan variadas políticas encaminadas a impulsar los beneficios de estos desarrollos tecnológicos. En Europa se han planteado numerosas iniciativas encaminadas a impulsar el desarrollo tecnológico. Prueba de estas acciones son el Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea, vigente entre 2021 y 2027, y que viene a sustituir al exitoso Programa Horizonte 2020 (H2020) que tantos frutos transfronterizos ha logrado.

6. TECNOLOGÍA, ELEMENTO CLAVE EN EL DESARROLLO DE LAS SOCIEDADES

La tecnología es un elemento clave cuando queremos analizar determinados cambios sociales que están ocurriendo actualmente y que han ocurrido en la sociedad a lo largo de la historia. En este sentido, autores como Thorstein Veblen (1857-1929) han dado en sus estudios mucha importancia a la tecnología como factor de cambio social, y en sus teorías han intentado demostrar que las relaciones sociales y la cultura son moldeadas por la tecnología (Veblen, 1971). Otro de los autores que ha defendido este determinismo tecnológico es William F. Ogburn (1886-1959). En sus estudios Ogburn (1922) analiza y explica que el desfase tecnológico ha provocado el retraso cultural de determinadas sociedades.

En este artículo afirmamos que el desarrollo tecnológico es necesario para todas las sociedades, pero subrayamos que es conveniente dotar a la sociedad y a los ciudadanos de las capacidades y de los mecanismos e instrumentos necesarios para aprovechar todas las potencialidades que presenta la tecnología, en un contexto marcado, como decíamos, por la globalización, por el nuevo modelo social impuesto

por la Sociedad de la Información y por la vulnerabilidad constante en la que estamos inmersos y que ha quedado probada con la actual pandemia sanitaria.

En este tipo de sociedades el desarrollo tecnológico es un importante agente del cambio social, el espacio y el tiempo pierden relevancia y adquiere un especial protagonismo la información. No hay espacios, ni tiempos, la información es el nuevo concepto que ayuda a entender la sociedad. En este contexto, la información se comercializa como cualquier otro producto elaborado y los ciudadanos dependen cada vez más de ese desarrollo tecnológico que tiene un claro y decisivo impacto social (Tabares, J., Correa, S. 2014).

El acceder a ese desarrollo tecnológico, el saber utilizarlo y, en definitiva, el poseerlo y controlarlo va a ser el nuevo centro de poder de las sociedades desarrolladas. Los individuos que sean capaces de acceder, utilizar y gestionar ese desarrollo tecnológico abrirán una “brecha tecnológica” respecto de aquellos individuos que no manejen y no utilicen estas nuevas tecnologías. Las sociedades que no utilicen todas las posibilidades del desarrollo tecnológico no alcanzarán los mismos niveles de desarrollo de las sociedades que sí que utilicen todas las potencialidades del desarrollo tecnológico.

En este sentido, Manuel Castells señala que “las promesas de la tecnología de la información han abierto nuevos horizontes de creatividad y comunicación, y ofrecen a nuestras sociedades la posibilidad de emprender un proceso de cambio estructural [...] Las nuevas tecnologías de la información tienen un impacto fundamental en la sociedad, pero sus efectos varían con la interacción de los factores económicos, sociales, políticos y culturales” (Castells, 1995, p. 21).

Con el desarrollo tecnológico se apuesta también por impulsar la productividad en la economía, mejorar la seguridad de los servicios y de las aplicaciones, estimular los servicios y los contenidos para que establezcan nuevos mercados, aumentar la productividad en la economía o modernizar los servicios públicos.

Somos también conscientes que este desarrollo tecnológico puede tener efectos no deseables como el deterioro de calidad de vida, sobre todo en las grandes urbes, el aumento del desempleo de larga duración, la creciente polarización de las desigualdades, la aparición de nuevas formas de exclusión social, la anomia y la incomunicación humana o la destrucción voraz del medio ambiente. Por eso creemos que es necesario un modelo de desarrollo tecnológico que sea un poderoso instrumento para la innovación en la sociedad y un válido medio para la cohesión y la integración social, capaz de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, reducir las diferencias sociales, fomentar la cohesión ciudadana y optimizar el desarrollo económico.

7. REPASO DE ALGUNAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y SU IMPACTO

El Foro Económico Mundial, a modo de ejemplo, lleva repasando, año a año durante la última década, las tecnologías emergentes más prometedoras o disruptoras. Aunque no todas ellas han llegado aún a un nivel de desarrollo similar al de tecnologías habituales o presentes en nuestra vida, es innegable que los avances tecnológicos experimentados en los últimos años han condicionado la forma de vida de, al menos, las sociedades más desarrolladas (Figura 2). Así que cabría preguntarse, ¿qué podemos esperar de esas tecnologías emergentes y cómo imaginar un futuro más equitativo y transparente a partir de ellas? Repasamos brevemente a continuación una lista de sus posibilidades, a modo de inspiración para un análisis posterior:

- **Descarbonización y energía “verde”:** Al igual que la investigación militar, o la carrera espacial, han posibilitado sin duda avances tecnológicos más allá de su intención inicial, la reducción de emisiones contaminantes pueda jugar ese mismo papel (es decir, ser una fuerza impulsora global) actualmente. De nuevo, la investigación fundamental es unánimemente el primer paso necesario, aumentando por ejemplo la capacidad de las actuales baterías de ión-Li, que se encuentran casi de forma omnipresente en cualquier dispositivo, o sustituyéndolas por otras fuentes de energía no contaminante como las pilas de combustible de hidrógeno. Si así fuera, el impacto sería universal, por ejemplo en el sector de la aviación y transporte, tanto de pasajeros como de mercancías, que podría ser totalmente independiente de combustibles fósiles.
- **Energía libre de “ataduras”:** Si logramos además dispositivos autónomos completamente independientes de su recarga eléctrica; en otras palabras, si la energía se pudiera transferir por un medio inalámbrico y cargar o alimentar a distancia cualquier dispositivo, o si estos dispositivos fueran capaces de alimentarse de la energía solar de forma eficiente y fiable, podríamos desplegar cualquier tecnología sin las limitaciones físicas y de espacio actuales. Por ejemplo, la agricultura podría hacerse mucho más productiva en cualquier lugar del mundo, sin importar el acceso a infraestructuras terrestres o redes de energía. O podríamos llevar dispositivos electrónicos integrados en nuestra propia ropa, o incluso en la piel, esto último en un mayor ejercicio de aceptación no exento de discusiones éticas, que recogieran nuestros datos básicos de salud, dispensarían medicación de forma controlada al actuar como biomarcadores, actuarán de sensores para averiguar la contaminación a la que estamos expuestos, se conectarán de forma remota con centros de control médico, etc.
- **Materiales inteligentes y “vivos”:** En el futuro, podremos disponer de una serie de materiales (revestimientos, materiales de construcción, aleaciones,

plásticos, pigmentos, cosméticos, etc.) que se autoreparasen o que tuvieran un ciclo de vida ilimitado; imaginemos, por ejemplo, un asfalto o cemento capaz de autoreparar sus grietas, una pintura capaz de autorecuperar su color, o un fotoprotector capaz de regenerarse tras la exposición solar, o bien que integrasen varias propiedades hasta ahora inéditas o propias de cada material por separado. Así, la industria de la automoción, por ejemplo, dispondría de elementos para cargar sus vehículos gracias a un revestimiento capaz de obtener energía solar mientras circulan, o la industria de la construcción de materiales para, por ejemplo, eliminar las partículas contaminantes que se posaran sobre ellos. Nótese que otras tecnologías más consolidadas, como la impresión 3D o el IoT, podrían perfectamente usarse e integrarse en estos materiales, contribuyendo así a su mayor éxito y despliegue humano.

- Avances en el mundo “cuántico”: Explotar la naturaleza cuántica de la materia está dejando de ser fruto de la imaginación o del trabajo académico para convertirse en una realidad. Existen ya ordenadores cuánticos, impulsados por grandes compañías tecnológicas como IBM, Google o Microsoft, capaces de realizar operaciones lógicas de forma infinitamente más rápida que los ordenadores actuales, superando el sistema de programación informática en binario que hasta ahora parecía único y permanente. Podrían existir sensores cuánticos, aprovechando que en esa escala cualquier barrera de energía, el equivalente a un muro sólido en el mundo macroscópico, sí que puede ser atravesado por las partículas elementales, que permitirían a instrumentos (p.e. escáneres u otros equipos para diagnóstico médico por imagen) operar a distancia. La encriptación cuántica, aprovechando otra propiedad de las partículas elementales llamada entrelazamiento, puede dejar obsoletas las tecnologías actuales de cifrado y transporte de información, etc.

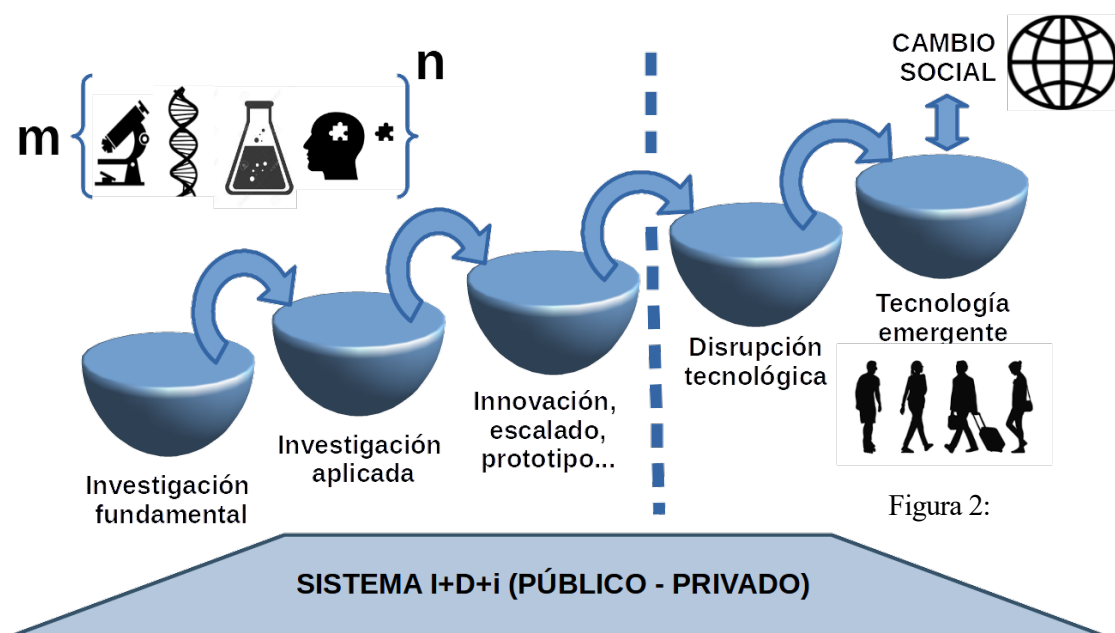


Figura 2:

Esquema del largo pero constante proceso de investigación y aceleración tecnológica, que parte de la acumulación de conocimiento nuevo (m esfuerzos elevado a n procesos de mejora y entendimiento) hasta el momento en que se rompe la barrera (invisible) para una verdadera disrupción tecnológica que pueda impulsar un cambio social. Fuente: elaboración propia.

8. REFLEXIONES FINALES

En este artículo defendemos que el desarrollo tecnológico ha sido, es y será un importante agente del cambio social. Hemos constatado con los ejemplos que hemos detallado que el desarrollo tecnológico ha impactado y sigue impactando en la sociedad. La constante actual, es el cambio, y este cambio se produce en la era de la globalización en un entorno de continuo desarrollo tecnológico.

Uno de los axiomas de la nueva normalidad es la turbulencia. El nuevo sistema requiere competencia y cooepetencia, requiere formación y eficiencia; requiere también de una mayor equidad por parte de los poderes públicos y privados en la resolución de los retos planteados en la sociedad del siglo XXI. Uno de estos retos es que el desarrollo tecnológico como impulsor del cambio social, sea accesible a todos.

Este mundo globalizado requiere una respuesta global, pero sobre todo requiere y necesita una actuación local, porque, aunque se hable en términos globales los problemas y las necesidades son locales, es decir, afectan y suceden a determinadas zonas o regiones del planeta. Partiendo del principio de eficiencia comentado en este artículo como la relación existente entre los recursos obtenidos y

los recursos utilizados, en ocasiones, y ante la imposibilidad de reducir los coste de una organización debemos buscar economías de escala para mejorar nuestro ratio de eficiencia, y maridar todo este proceso con los avances conseguidos con un desarrollo tecnológico propulsor y accesible para todos.

REFERENCIAS

- Alba, C., Lins G., y Mathews, G. (2015). *La globalización desde abajo: la otra economía mundial*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Almond, G., y Verba, S. (1970). *La cultura cívica*. Madrid: Fundación Foessa.
- Anderson, B. (1991). *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*. London: Verso.
- Bobbio, N., Matteucci, N., y Pasquino, G. (1981). *Diccionario de política*. México D.F.: Siglo XXI.
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Easton, D. (1981). The political system besieged by the state. *Political Theory*, 9(3), 303-325. DOI: <https://doi.org/10.1177/009059178100900303>
- Fukuyama, F. (1996). *El fin de la historia y el último hombre*. Barcelona: Planeta.
- Foucault, M. (1969). *L'Archéologie du savoir*. Gallimard.
- Giddens, A. (1994). *Más allá de la izquierda y la derecha: el futuro de las políticas radicales*. Cátedra: Madrid.
- González, F, Durlan, C., Cáceres, S., Aleixandre, G. (2014). El reto de la evaluación del impacto social de la tecnología en España. *Política y Sociedad* 51, 447-480.
- Habermas, J. (2010). *Facticidad y validez*. Trotta: Madrid.
- Heller, H. (1998). *Teoría del Estado*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Hobbes, T. (1651). *Philosophical Rudiments concerning Government and Society*. London: R. Royston.

- Huntinton, S. P. (1997). *El choque de civilizaciones y la reconfiguración del orden mundial*. Buenos Aires: Paidós.
- Kymlicka, W. (1999). *Ciudadanía Multicultural. Una teoría liberal dels drets de les minories*. Barcelona: Edicions de la Universitat Oberta.
- Martínez-Barea, J. (2014). *El mundo que viene*. Barcelona: Gestión 2000.
- Ogburn, W. F. (1922). *Cambio social con respecto a la cultura y a Nature Original*. Nueva York: Viking Press.
- Rifkin, J. (1995). *The End of Work. Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. New York: Tarcher/Putnam.
- Solís, F. (2015). Medir el impacto social de la ciencia y la tecnología: ¿ Viable o utópico? *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad* 10, 57-59
- Tabares, J., Correa, S. (2014). Tecnología y sociedad: una aproximación a los estudios sociales de la tecnología. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad* 9, 129-144.
- Tortosa, J.M. (1992). *Sociología del sistema mundial*. Madrid: Tecnos.
- Veblen, T. (1971). *La teoría de la clase del ocio*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wallerstein, I. (1991). World system versus world-systems: A critique. *Critique of Anthropology*, 11(2), 189-194. DOI: <https://doi.org/10.1177/0308275X9101100207>