

MARIO A. PINZÓN-CAMARGO\*

*Introducción\*\**



*Workers who successfully combine mathematical and interpersonal skills in the knowledge-based economies of the future should find many rewarding and lucrative opportunities. This kind of worker looks like an empathic robot*

(CARUSO, 2018, pp. 6-7).

## RESUMEN

Este estudio contribuye a la comprensión de aquello denominado *la cuarta revolución industrial* (4RI) y al análisis desde el campo de las ciencias sociales y las humanidades de las tensiones generadas por las transformaciones tecnocientíficas que este fenómeno genera en la sociedad. Esta introducción al tomo 1 de la Colección es el resultado de dos ejercicios complementarios. El primero presenta un análisis desde la esfera tecnocientífica de la 4RI a partir de un ejercicio de revisión exploratoria de literatura. El segundo revela diecinueve trabajos de investigación y reflexión adelantados por investigadores de la Universidad Externado de Colombia, en el marco de la colección *Así Habla el Externado*, y que se desarrollaron en torno a la siguiente pregunta orientadora: *¿Cómo las nuevas tecnologías están transformado su sector o disciplina?* Los ejercicios anteriores brindan una aproximación a la definición, características, posibles efectos, riesgos y retos derivados de la 4RI, así como a la identificación de seis temáticas que de manera ilustrativa dan cuenta de algunas de las tensiones inmersas en la esfera tecnosocial. Además, permiten avanzar en la construcción de una agenda de investigación.

**Palabras clave:** tecnociencia, tecnosocial, cuarta revolución industrial, ciencias sociales y humanidades.

---

\* Becario, docente investigador y profesor titular del Departamento de Derecho Económico de la Facultad de Derecho de la Universidad Externado de Colombia. Candidato a doctor en Gobernanza del Conocimiento y la Innovación de la Universidad de Twente (Países Bajos). Profesional en Gobierno y Relaciones Internacionales de la Universidad Externado de Colombia. Tiene maestría en Derecho Económico de la misma universidad y en Políticas Públicas de la Universidad Nacional de Colombia. Correo-e: [mario.pinzon@uexternado.edu.co](mailto:mario.pinzon@uexternado.edu.co)

\*\* El autor agradece los valiosos comentarios y sugerencias del profesor Juan Carlos Henao a las versiones preliminares de este trabajo introductorio.

## ABSTRACT

This study contributes to understanding the so-called Fourth Industrial Revolution (4IR) and the analysis from the social sciences and humanities of the tensions generated by the technoscientific transformations that this phenomenon generates in society. This introduction to volume I of this Collection is the result of two complementary exercises. The first introduces an analysis of the 4RI from the technoscientific sphere. It is based on an exploratory literature review exercise. The second one discusses nineteen research and reflection works carried out by researchers from Universidad Externado de Colombia, within the Collection's framework, *Así Habla el Externado*. These works were developed around the following guiding question: how do new technologies transform your sector or discipline? The previous exercises provide an approximation to the definition, characteristics, possible effects, risks, and challenges derived from the 4RI, and the identification of six themes, which illustratively account for some of the tensions immersed in the technosocial sphere. Besides, they allow progress in the construction of a research agenda.

**Keywords:** technoscience, technosocial, fourth industrial revolution, social sciences and humanities.

## INTRODUCCIÓN

Las transformaciones que enfrenta la sociedad contemporánea están marcadas de manera fuerte, aunque no exclusiva, por los avances, cambios y revoluciones que se gestan en las relaciones entre ciencia y tecnología. El efecto que tienen la ciencia y la tecnología en la sociedad se puede explorar de una manera más sencilla si se les estudia como un conjunto unificado que, siguiendo la interpretación presentada por Bauchspies, Croissant y Restivo (2006), se ha denominado *tecnociencia*. Este concepto busca explicar, como lo sugieren los autores, que ciencia y tecnología están estrechamente interrelacionadas y que “la separación entre ciencia y tecnología es analítica en el mejor de los casos” (p. 128).

La tecnociencia trata de expresar “la ‘suciedad’, y el enredo de lo científico y lo social. En otras palabras, la tecnociencia enfatiza lo opuesto a la ciencia como ‘puro y abstracto’ y la tecnología como ‘neutral’” (pp. 7-8). En este sentido, una aproximación a la ciencia y la tecnología desde la perspectiva tecnocientífica permite un acercamiento más real, si así se quiere, a las

tensiones, intercambios y disputas que se abren entre ciencia, tecnología y sociedad. Este acercamiento a las relaciones entre estos tres conceptos demarca la existencia de una esfera *tecnosocial*. Esta esfera busca expresar dos fenómenos. El primero procura señalar la constante y compleja interrelación entre tecnociencia y sociedad, y el segundo, que la tecnociencia está inmersa en todas las dimensiones sociales (Bauchspies, Croissant y Restivo, 2006).

Dentro de este marco, las revoluciones tecnocientíficas pueden entenderse como fuentes de desarrollos y cambios tecnosociales. Pueden, en efecto, tener su materialización en revoluciones industriales, las cuales ilustran precisamente la estrecha relación, disputas, conflictos y violencia que se puede generar entre ciencia y tecnología y sus efectos en la sociedad. De acuerdo con diferentes autores (Drath y Horch, 2014; Liao, Deschamps, Rocha Loures y Pierin Ramos, 2017), es posible identificar cuatro revoluciones industriales, las cuales comprenden un periodo de aproximadamente doscientos años (cuadro 1). Con cada una de las revoluciones aumentaron los niveles de productividad y complejidad, tanto de los sistemas productivos (Hidalgo y Hausmann, 2009) como de la sociedad, lo cual es consecuencia de los efectos positivos y negativos que cada revolución implicó. El cuadro 1 ofrece una descripción general de las revoluciones industriales y señala algunos de los elementos generales que pueden dar cuenta de las relaciones entre tecnociencia y sociedad.

Usualmente estas revoluciones se han asociado con la idea de progreso. Sin embargo, como lo señala Joly (2015), las relaciones entre tecnología y sociedad han virado en su orientación o direccionalidad. Así, se ha pasado de la búsqueda de *progreso* a la construcción de futuros más sostenibles, y recientemente a la atención a los *grandes retos* de la humanidad. Estos cambios en la direccionalidad que orienta las relaciones entre tecnología y sociedad no son marginales; por el contrario, tienen una profunda incidencia en “los procesos y los espacios de legitimización (y disputa) de las nuevas tecnologías” (p. 150).

A pesar de la asociación de las revoluciones tecnosociales con la idea de progreso, los cambios tecnocientíficos no necesariamente implican mejoras (Bauchspies, Croissant y Restivo, 2006). Las revoluciones tecnosociales encarnan cambios que pueden ser violentos (Visvanathan, 1997) y que por ello hacen manifiesta la importancia de construir gobernanzas que permitan “domesticar” dicha violencia en la cotidianidad de su uso (Berker, Hartmann, Punie y Ward, 2006; Lie y Sørensen, 1996). Estas gobernanzas deben promover situaciones en las que se facilite la consecución de desarrollo más sostenible e inclusivo (Kuhlmann y Ordóñez-Matamoros, 2017; Pinzón-Camargo y Ordóñez-Matamoros, Forthcoming).

CUADRO I.  
EVOLUCIÓN DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES

Periodo	Nombre de la revolución	Elementos generales	Ejemplos de avances
1760–1840	La era del vapor	Se caracteriza por la mecanización de procesos a partir de máquinas de vapor y la aparición de fábricas (Drath y Horch, 2014; Eden, 2018; Liao, Deschamps, Rocha Loures y Pierin Ramos, 2017; Xu, Xu y Li, 2018).	Desarrollo de las siderúrgicas y las industrias textiles (Eden, 2018).
1850–1920	La era de la electricidad	La expansión en el uso de la energía eléctrica (Liao, Deschamps, Rocha Loures y Pierin Ramos, 2017; Xu, Xu y Li, 2018) contribuyó a la implementación de líneas de producción, profundizar la división del trabajo e incluir sistemas modernos de administración de negocios (Drath y Horch, 2014; Eden, 2018). Esto redundó en incrementos de productividad. Se inició en los mataderos en Cincinnati y alcanzó su apogeo en la producción del modelo T de Ford (Drath y Horch, 2014).	Energía eléctrica, teléfono, motor de combustión interna y desarrollo de la industria del acero, químicos y del petróleo (Eden, 2018)
1950–2011	La era de la información	Comenzó con el desarrollo del controlador lógico programable (Drath y Horch, 2014) y de los semiconductores y circuitos electrónicos, los cuales abrieron las puertas a la programación digital y los procesos de automatización (Xu, Xu y Li, 2018).	Semiconductores, circuitos integrados, computadoras centrales, computadoras personales, internet (Eden, 2018).
2011–¿?	La era de los sistemas ciberfísicos “cuarta revolución industrial”	El cambio de paradigma se explica con la introducción de los sistemas ciberfísicos y sus efectos en la transformación del sector manufacturero (Xu, Xu y Li, 2018). Se funda en la integración de información heterogénea y conocimiento (Lu, 2017). El concepto <i>industria 4.0</i> se desarrolla en Alemania (Lu, 2017; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020) como una estrategia para mitigar la competencia proveniente de mercados externos (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020; Morrarr, Arman y Mousa, 2017).	Realidad aumentada, <i>big data</i> , internet de las cosas, sistemas ciberfísicos.

Fuente: elaboración propia a partir de Drath y Horch (2014); Liao, Deschamps, Rocha Loures y Pierin Ramos (2017); Lu (2017), Morrarr, Arman y Mousa (2017); Eden (2018); Xu, Xu y Li (2018); y Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor (2020).

Hoy en día la sociedad experimenta una transformación promovida por una ola de avances tecnocientíficos rotulados bajo la noción de cuarta revolución industrial (en adelante, 4RI). La comprensión de este fenómeno es una tarea necesaria para anticipar y aminorar la violencia que dicha revolución podría generar o está generando, para promover los efectos positivos que de ella se pueden esperar y buscar que su direccionalidad, al menos en el caso colombiano, se ajuste a las necesidades y retos del país.

No obstante, se debe advertir que el estudio de la 4RI ha estado eclipsado por sus promesas y expectativas de incrementar la productividad (Xu, Xu y Li, 2018) y la competitividad (Pereira y Romero, 2017), dejando de lado el análisis de los retos y oportunidades que puede tener en otras dimensiones sociales. Esta lectura de la 4RI coincide con lo que Arocena y Sutz (2017) denominan un enfoque indirecto al desarrollo. En este enfoque los avances tecnocientíficos se consideran como una base para incrementar productividad y competitividad y con ello alcanzar mayor nivel de crecimiento económico, de todo lo cual se espera una mejora en el bienestar social.

En este escenario es necesario contribuir a la discusión del potencial que la 4RI puede tener en la transformación social desde visiones alternativas y complementarias, en donde se considere el papel directo que los avances tecnocientíficos pueden tener para mejorar el bienestar social (Arocena y Sutz, 2017). En este propósito, la investigación desde las ciencias sociales y las humanidades es de gran importancia, en tanto que estas son un insumo fundamental para descomponer y entender la complejidad de los fenómenos que implican los ajustes tecnosociales derivados de la 4RI.

Por tanto, el objetivo de este análisis introductorio es describir las características desde el punto de vista tecnocientífico de la 4RI, para dar paso luego, en un segundo momento, a la presentación de los diecinueve estudios que componen el tomo, que desde diferentes aristas se adelantaron en el marco del proyecto Así Habla el Externado, y que tuvieron la pregunta orientadora *¿Cómo las nuevas tecnologías están transformado su sector o disciplina?* Estos estudios dan cuenta de las tensiones y relaciones tecnosociales que tales avances tecnocientíficos desencadenan, y se constituyen en una contribución para avanzar en el estudio tecnosocial de la 4RI.

Este análisis introductorio se estructura en seis secciones. La primera sección corresponde a esta breve introducción. La segunda presenta la

aproximación metodológica que se utiliza para desarrollar este trabajo. La tercera y cuarta secciones desarrollan una reflexión respecto de la 4RI, la cual se estructuró principalmente desde el punto de vista tecnocientífico a partir de los resultados de la revisión literaria adelantada para este trabajo. La quinta sección presenta desde la orilla tecnosocial los resultados de los procesos de investigación y reflexión adelantados en el marco de las relaciones entre transformación digital y sociedad. Finalmente, se presentan algunas consideraciones finales y oportunidades para futuras investigaciones.

## II. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

Para dar alcance al objetivo propuesto se definió una metodología constituida por dos ejercicios complementarios. El primero consistió en una revisión exploratoria de la base de datos de Scopus. En ella se indagó por el concepto *cuarta revolución*<sup>1</sup>. Por la extensión de los resultados (3.862 documentos), la búsqueda se acotó a las primeras doscientas entradas considerando aquellos documentos con mayor número de citas. Estos doscientos resultados se evaluaron a partir de la lectura del título, resumen y palabras clave. Lo anterior llevó a la selección de un grupo de diecisiete trabajos (publicados en revistas y en las memorias de congresos), los cuales fueron leídos en su totalidad y analizados con el apoyo del *software* Atlas.ti. Con este primer ejercicio se buscó indagar de manera exploratoria elementos que permitieran responder a las siguientes preguntas: ¿qué es la 4RI?, ¿cuáles son las características de la 4RI? y ¿cuáles son sus posibles efectos y retos derivados de la 4RI?

El segundo ejercicio que se adelantó como parte de la metodología de este trabajo introductorio corresponde a la revisión y lectura de los diecinueve capítulos que componen este tomo. Su lectura buscó indagar por las similitudes y características de los fenómenos tecnosociales que cada uno abordó, con la finalidad de poder ilustrar cómo la ola de transformaciones tecnocientíficas afecta o puede afectar a la sociedad. Estos trabajos son el resultado de una convocatoria abierta a la comunidad académica de la Universidad Externado de Colombia, la cual, como se mencionó en la introducción, estuvo guiada por una pregunta orientadora. Además del trabajo de los investigadores que presentaron sus propuestas, el desarrollo de estos capítulos contó con un

---

1 La búsqueda se realizó en inglés del concepto “Fourth Revolution”.

seminario de discusión denominado “seminario de lecturas cruzadas”, en el cual quien estas líneas escribe participó como moderador, y con una serie de conferencias con investigadores invitados. Todo lo anterior con el propósito de promover la discusión de los avances de los trabajos postulados. Como etapa final, además de la curaduría de los trabajos adelantada en este tomo, fueron sometidos a revisión de pares evaluadores.

### III. UNA APROXIMACIÓN A LA FRAGILIDAD DE LA 4RI

Al hablar de revoluciones industriales, en el marco del concepto de tecnociencia, se encuentra una primera dificultad al tratar de aproximarse a su definición. Esta dificultad surge de la inexistencia de un consenso universal que permita definir de manera concreta qué es o no una revolución industrial (Liao, Deschamps, Rocha Loures y Pierin Ramos, 2017). En este marco, esta sección buscará aproximarse de manera exploratoria a la definición de lo que se ha denominado 4RI y sus características.

#### A. ¿QUÉ ES LA 4RI?

Puede decirse que la 4RI trata de explicarse como un fenómeno asociado con la transformación de los sistemas productivos a partir de la implementación de la más reciente ola de innovaciones tecnocientíficas (Caruso, 2018; Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020; Lee *et al.*, 2018). Estas innovaciones cobijan tanto al sector manufacturero como al de servicios (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020), y de su implementación se espera un profundo efecto en la sociedad (Lee *et al.*, 2018). De manera breve, de acuerdo con Lee *et al.*, la 4RI puede definirse como “el resultado de la expansión horizontal<sup>2</sup> de las tecnologías de la información” (p. 3).

La evolución de la 4RI ha venido dejando una serie de ambigüedades respecto a su definición (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020; Drath y Horch, 2014; Lee *et al.*, 2018; Pereira y Romero, 2017). Estas ambigüedades tal vez pueden estar asociadas con la dificultad conceptual advertida al comienzo de esta sección. Así, pueden señalarse, por ejemplo, contrastes al momento de

---

2 Sobre la noción de expansión horizontal se hará referencia en el apartado relacionado con las características de la 4RI.

suponer la 4RI como sinónimo de la *industria 4.0* (Morrar, Arman y Mousa, 2017), o sugerir que esta última es una etapa de la 4RI (Lu, 2017). A lo cual se suma la posición de otros autores que señalan que la 4RI se puede situar dentro un fenómeno más amplio, como lo es la economía digital (Caruso, 2018).

Estas ambigüedades han dado pie a discusiones respecto a si la sociedad está presenciando una revolución real o el despliegue de una campaña de *marketing* (Lee *et al.*, 2018) y, por tanto, la explotación de un término de moda (Drath y Horsch, 2014; Morrar, Arman y Mousa, 2017). Al respecto resulta interesante mencionar la reflexión de Bauchspies, Croissant y Restivo (2006) acerca de la percepción que se puede tener de las revoluciones tecnológicas: “Más que soluciones tecnológicas o revoluciones tecnológicas, lo que en ocasiones vemos es un proceso de intensificación tecnológica: un proceso social se intensifica en la medida en que las personas seleccionan tecnologías que les permiten alcanzar sus metas” (p. 83)<sup>[3]</sup>.

La reflexión anterior coincide con la afirmación de algunos autores respecto a que los efectos de la 4RI son bastante similares a los que se esperaban de fenómenos como “el post-Fordismo, la economía del conocimiento y la ‘Nueva Economía’ o ‘Economía de Internet’” (Caruso, 2018, p. 2). En este sentido, tal vez la 4RI no necesariamente implique una revolución en los términos que plantea Kuhn (2012). Sin embargo, como lo sugieren Lee *et al.* (2018), bien sea que se hable de 4RI o de la profundización en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), los fenómenos que intentan encapsular “representan un cambio paradigmático con una nueva ola de innovaciones caracterizada por la digitalización de los negocios, la sociedad y nuestras vidas” (Lee *et al.*, 2018, p. 4)<sup>[4]</sup>.

En suma, se puede afirmar que lo reciente de la 4RI pone en evidencia la fragilidad de su conceptualización. En esta medida, la propuesta de Pereira y Romero (2017) de comprender la 4RI como concepto sombrilla (Rip y VoB, 2013) permite avanzar en su comprensión. Lo anterior deriva en la posibilidad que se abre para estudiar la complejidad de este fenómeno a partir de su descomposición en partes, o como lo sugiere la literatura, en un conjunto de tecnologías habilitantes. Estas tecnologías habilitantes han sido clasificadas de acuerdo con Culot, Nassimbeni, Orzes, y Sartor (2020) en cinco grupos. El

---

3 Traducción libre.

4 *Ibid.*

primer grupo está conformado por aquellas que proveen interfaces físicas o digitales. Allí se encuentran la internet de las cosas, los sistemas ciberfísicos y las tecnologías de visualización. El segundo grupo está integrado por las tecnologías de red, como la computación en la nube, soluciones de ciberseguridad e interoperabilidad y el *blockchain*. Las tecnologías de procesamiento de datos, como las asociadas con la modelación y simulación, el aprendizaje de máquina, la inteligencia artificial y el *big data*, conforman el tercer grupo. El cuarto grupo se encuentra integrado por aquellas tecnologías asociadas a procesos físicos o digitales. Ejemplo de ellas son la impresión 3D, la robótica avanzada, el desarrollo de nuevos materiales y soluciones para la administración de energía. Finalmente se encuentra el quinto grupo, en el que se sitúan las tecnologías genéricas.

#### B. CARACTERÍSTICAS DE LA 4RI: CONTRIBUCIONES PARA LA POSIBLE UNICIDAD DEL FENÓMENO

Es ampliamente aceptado que las tecnologías y aplicaciones que conforman la sombrilla de la 4RI están en su etapa inicial de desarrollo (Xu, Xu y Li, 2018). Sin embargo, y pese a la falta de consolidación de dichas tecnologías y aplicaciones, es posible identificar un nutrido grupo de características asociadas a la 4RI. Esta situación contribuye a la problematización de la unicidad de este fenómeno y con ello a su posible consideración como revolucionario.

De acuerdo con Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor (2020), la 4RI tiene ocho características distintivas: integración de procesos, transparencia de la información en tiempo real, representación virtual del mundo real, autonomía, servitización de productos, servitización de capacidades de manufactura, predictibilidad, modularidad y capacidad de reconfiguración de los sistemas. No obstante, la revisión de la literatura que se adelantó para este ejercicio de análisis permitió identificar otro conjunto de características que complementan o profundizan el conjunto anterior.

En primer lugar, a diferencia de sus antecesoras, la 4RI se considera un fenómeno que fue anticipado, lo cual permitió la preparación de algunos actores (Pereira y Romero, 2017) para absorber, adoptar y explotar su potencial. En segundo lugar, este fenómeno se caracteriza por ser el conjunto-resultado de la intersección de procesos de producción y procesamiento, flujos de información y dispositivos que se intercomunican de manera autónoma a lo largo de una cadena de valor (Caruso, 2018; Pereira y Romero, 2017). Dicho conjunto se

encuentra mediado por el constante y creciente involucramiento de máquinas y seres humanos (Caruso, 2018; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020).

En tercer lugar, estas intersecciones entre máquinas, sistemas y seres humanos están llevando a que las fronteras entre el mundo físico, el digital y el biológico sean cada vez más porosas (Caruso, 2018; Eden, 2018; Lee *et al.*, 2018; Pereira y Romero, 2017). La situación anterior también incluye las posibles fronteras que existían entre los sectores industriales y académicos (Xu, Xu y Li, 2018). En cuarto lugar, el desvanecimiento de estas fronteras, o la fusión entre estos mundos (Lee *et al.*, 2018; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020; Xu, Xu y Li, 2018) ha consolidado el desarrollo de una sociedad hiperconectada (Lee *et al.*, 2018) que hace un uso intensivo de datos (Eden, 2018). En quinto lugar, según autores como Caruso, la 4RI se diferencia de la tercera revolución industrial por la velocidad de las transformaciones que supone, el alcance de estas y los sistemas que está afectando (Caruso, 2018).

A las cinco características que se acaban de discutir se debe sumar el fuerte impulso que la 4RI ha producido en los procesos de integración productiva. Esta integración se genera en tres direcciones: horizontal, vertical y de punto a punto (Pereira y Romero, 2017; Vaidyaa, Ambadb y Bhoslec, 2018; Xu, Xu y Li, 2018). En primera instancia la *integración horizontal* corresponde a la “combinación de sistemas tecnológicos de la información, procesos, recursos y flujos de información dentro de una organización y con otras organizaciones” (Pereira y Romero, 2017, p. 1210)<sup>[5]</sup>. En este caso, la combinación de los elementos anteriores se presenta a lo largo de una misma cadena de valor.

En segunda instancia aparece la *integración vertical* y sistemas de fabricación en redes (Vaidyaa, Ambadb y Bhoslec, 2018). Este proceso se genera mediante el trabajo unificado de los sistemas de tecnologías de la información que se sitúan dentro de los diferentes niveles jerárquicos de la organización. Lo anterior cubre el ciclo de vida del producto, es decir, desde su etapa de desarrollo hasta su comercialización (Pereira y Romero, 2017). Por último se encuentra la *integración digital de punta a punta*. En este caso, la 4RI provoca que “el mundo digital y el real se integren a lo largo de toda cadena de valor del producto y a través de las diferentes organizaciones, mientras también incorporan los requerimientos del consumidor” (Xu, Xu y Li, 2018, p. 2952).

---

5 *Ibid.*

Como se podrá advertir hasta este punto, todo lo anterior ha provocado que se configuren relaciones tecnosociales cada vez más complejas (Kovacs, 2018). Dichas complejidades, que incluyen efectos no deseados, riesgos y retos para la sociedad, se discutirán en la siguiente sección.

#### IV. UN MUNDO EN DESARROLLO: EFECTOS, RIESGOS Y RETOS DE LA 4RI

Como se señaló en la introducción de este análisis, los cambios tecnocientíficos no necesariamente conducen a mejoras para la sociedad. Sobre este punto es importante señalar que no se trata de oponerse al cambio o a la búsqueda del tan anhelado progreso o desarrollo. Por el contrario, señalar los efectos, riesgos y retos que fenómenos como la 4RI pueden generar tiene un propósito anticipatorio y reflexivo. El análisis de estos elementos es fundamental para avanzar en la “domesticación” del fenómeno y así considerar, por una parte, una adecuada distribución de sus beneficios y, por otra, advertir y prever acciones que atenúen los efectos no deseados de este.

##### A. POSIBLES EFECTOS DERIVADOS DEL DESARROLLO DE LA 4RI

Entender los posibles efectos e interdependencias que la 4RI produce en la sociedad es fundamental para los hacedores de política pública (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020). En esta línea, Lee *et al.* (2018) sugieren que la 4RI requiere instituciones flexibles, precavidas y en alerta. Con lo anterior se espera que sea posible implementar y orientar el amplio rango y la vertiginosa velocidad de los cambios que este fenómeno implica (Lee *et al.*, 2018). Lo cual, como se sugirió al comienzo de este análisis, debe estar acompañado por una gobernanza que promueva el desarrollo sostenible e inclusivo.

En general, la lectura de la 4RI sugiere la generación de efectos positivos gracias a su desarrollo (Caruso, 2018). Algunos autores sostienen que la 4RI producirá un efecto multiescalar que impulsará la emergencia de nuevas empresas y la desaparición de otras, así como escasez de ciertos perfiles profesionales y la abundancia de otros que no se van a necesitar (Lee *et al.*, 2018). Esta perspectiva también la comparten autores como Pereira y Romero (2017), quienes además subrayan la importancia en cuanto a las posibles ganancias en materia de competitividad. Dichas mejoras en competitividad serán el

resultado de la combinación de sensores inteligentes, el uso de inteligencia artificial y la analítica de datos que eliminarán las barreras entre el mundo físico y la información.

La combinación de nuevas tecnologías permitirá optimizar procesos productivos (Lu, 2017; Vaidyaa, Ambadb y Bhoslec, 2018; Xu, Xu y Li, 2018). Así pues, se espera que la 4RI permita que las economías modernas se transformen siendo más innovadoras y productivas (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020; Morrar, Arman y Mousa, 2017; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020). A su vez, la 4RI brindará la flexibilidad y mejoramiento en la capacidad de respuesta de las empresas a las tendencias del mercado (Morrar, Arman y Mousa, 2017). Esto permitirá avanzar en la personalización de bienes y servicios para poder responder a las demandas del consumidor (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020; Morrar, Arman y Mousa, 2017; Pereira y Romero, 2017; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020). Con lo anterior se observa cómo los consumidores, y en general los seres humanos, se ponen en el centro de los procesos productivos (Morrar, Arman y Mousa, 2017).

En ocasiones, las expectativas que se derivan de la 4RI llevan a considerar la posibilidad de alcanzar el mundo utópico prometido por el desarrollo económico. Según varios autores (Lee *et al.*, 2018; Morrar, Arman y Mousa, 2017), la 4RI tiene el potencial de mejorar el desarrollo económico y la calidad de vida, e “inevitablemente llevará a la creación de nuevos trabajos, innovaciones sociales, e innovación productiva” (Lee *et al.*, 2018, p. 4)<sup>[6]</sup>. Así mismo, se sugiere que la 4RI contribuirá al desarrollo de mejores condiciones para las personas al permitirles contar con más tiempo libre para que lo utilicen en sus propios intereses, así como flexibilidad y diversidad en el desarrollo de sus carreras profesionales (Xu, Xu y Li, 2018). Además, se espera que la 4RI sirva de base para solucionar retos energéticos y ambientales y generar impactos socioeconómicos positivos (Morrar, Arman y Mousa, 2017).

Sin embargo, así mismo se reconoce que “[l]os desarrollos técnicos también afectan aspectos de nuestras vidas, como el sentido de la privacidad, los patrones de consumo, desarrollos profesionales, tiempo de trabajo y descanso, redes y relaciones sociales” (Lee *et al.*, 2018, p. 4)<sup>[7]</sup>. En este sentido, es

---

6 *Ibid.*

7 *Ibid.*

necesario considerar los retos y riesgos asociados a la 4RI. Esto será objeto de análisis en el siguiente acápite.

## B. RIESGOS Y RETOS EN UN MUNDO NO TECNOLÓGICAMENTE DETERMINADO

Además de los posibles efectos positivos, la fusión entre el mundo físico y el ciberespacio también genera riesgos. Entre los más notorios sobresalen los asociados a la ciberseguridad (Kovacs, 2018; Morrar, Arman y Mousa, 2017; Xu, Xu y Li, 2018); el abuso en la capacidad de vigilancia y control que podrían ejercer actores como los Estados o las empresas (Caruso, 2018; Kovacs, 2018; Pardo López, 2021) que afectan la privacidad de las personas (Morrar, Arman y Mousa, 2017; Saniuk, Grabowska y Gajdzik, 2020); el desequilibrio entre la vida laboral y familiar (Kovacs, 2018); la desaparición de la clase media y la polarización social (Lee *et al.*, 2018) generada por la creciente desinformación de la sociedad (Rojas y Restrepo, 2021).

A la lista anterior de riesgos se suma la posible profundización de las desigualdades globales (Lee *et al.*, 2018; Morrar, Arman y Mousa, 2017). Esta preocupación deriva de la posible desaparición de puestos de trabajo, la pauperización de las condiciones laborales (Manrique Arango y Pérez Pérez, 2021) y el acceso limitado a las tecnologías y conocimientos necesarios para avanzar en la 4RI (Sae-Lima y Jermisittiparsert, 2019). Particularmente en lo que respecta a la desaparición de puestos de trabajo, se ha considerado que la 4RI está generando presiones negativas tanto para personas con bajos como con altos niveles de cualificación (Kovacs, 2018; Morrar, Arman y Mousa, 2017; Pereira y Romero, 2017). Estas presiones se acentuarán para aquellas actividades que sean susceptibles de ser codificadas (Lee *et al.*, 2018). Además, la individualización de las relaciones entre hombre y máquina a su vez supone una disminución de la capacidad de convocatoria y acción colectiva de las uniones sindicales (Caruso, 2018).

De la mano de los riesgos mencionados es posible identificar algunos retos que debe encarar el desarrollo de la 4RI. El ejercicio de revisión de literatura exploratoria permite sugerir la conformación de dos conjuntos de retos; el primero de orden analítico y el segundo de tipo procedimental. En cuanto a los retos analíticos se encuentra en primera medida la necesidad de cambiar los lentes de estudio de la 4RI. La dinámica en función de los avances tecnocientíficos y la vertiginosa velocidad de desarrollo de ellos hacen que la 4RI sea un

fenómeno que no se deba estudiar bajo la lupa de modelos de desarrollo lineal (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020). Esto genera a su vez mayores desafíos al momento de tratar de anticipar posibles retos y beneficios derivados de este fenómeno (Morrar, Arman y Mousa, 2017).

En segunda medida, en el marco de la 4RI se señala la dificultad desde el punto de vista estadístico para diferenciar productos sustentados en TIC y los que no (Kovacs, 2018). De lo anterior surgen al menos dos preguntas: ¿qué se mide, o qué se debe medir? y ¿cómo medirlo? Como tercer reto analítico aparecen dilemas de orden moral y social. Por ejemplo, se puede señalar el caso del monitoreo de las bases de datos. De acuerdo con Kovacs (2018), si bien el *big data* contribuye a la mejor comprensión de los fenómenos sociales tanto en el pasado como la predicción de fenómenos en tiempo real, el factor humano no se puede descartar aún en los procesos de toma de decisiones asociados al *big data*. En este sentido, al igual que en los retos de orden estadístico, algunas preguntas para resolver en este caso podrían ser: ¿cuáles criterios aplicar para tomar decisiones?, ¿qué límites fijar?, ¿cómo fijar dichos límites?

Finalmente, desde el punto de vista analítico, la comprensión de la 4RI requiere continuar con procesos de investigación que permitan no solo entender las características, retos y exigencias, sino también los posibles efectos que supone (Xu, Xu y Li, 2018). Sin embargo, sorprende la escasa atención que ha recibido el estudio de las relaciones entre la 4RI, la humanidad y la sociedad. Estas dos últimas “variables son básicamente ignoradas como factores claves a considerar en el impacto de la cuarta revolución industrial” (Sae-Lima y Jermittiparsert, 2019, p. 13). Esta afirmación concuerda con los resultados de la revisión de literatura que de manera exploratoria se realizó para el desarrollo de este análisis. Dichos resultados evidenciaron una preocupación por las discusiones en materia de productividad y competitividad y una marginal atención a las variables mencionadas. De ahí la importancia de investigaciones como las que se reflejan en los volúmenes que ahora publica la Universidad Externado de Colombia, dentro de los cuales está el que ahora se presenta.

El segundo conjunto de retos identificados en la revisión de literatura es de orden procedimental, y está asociado con el desarrollo e implementación de la 4RI. Al respecto, Kovacs (2018) señala las dificultades que surgen de la obtención de resultados en el largo plazo derivados de la profundización de la 4RI y la preferencia de resultados de corto plazo del sector financiero respecto de inversiones de largo plazo. En estas circunstancias, es indispensable ajustar marcos regulatorios que solucionen este tipo de fallas intertemporales

(Kovacs, 2018). En este caso, propuestas como la del Estado emprendedor (Mazzucato, 2013) encuentran gran resonancia (Lee *et al.*, 2018).

En asocio a los retos intertemporales en materia de inversión aparecen desafíos para desarrollar las tecnologías habilitantes descritas en la sección III.A de este tomo. Estos desafíos no solo incluyen el desarrollo de infraestructura, sino además la imperiosa necesidad de ajustar o desarrollar sistemas educativos acordes con las exigencias de la 4RI (Lee *et al.*, 2018; Ordóñez-Matamoros, Centeno-Cachopo y Orozco Castro, 2021; Pereira y Romero, 2017). En la adecuada atención y solución a estos retos descansa la posibilidad de materializar los efectos positivos que se esperan de la 4RI y que se discutieron en la sección anterior.

En particular, los desafíos señalados hasta este punto presentan un grado mayor de complejidad en aquellas sociedades caracterizadas por altos niveles de inequidad. En estos entornos el reto surge de la identificación de alternativas que permitan generar las condiciones para que el desarrollo de la 4RI materialice todas las expectativas positivas que se le han endilgado. En este ejercicio de identificación de oportunidades, además del desarrollo de las tecnologías habilitantes, se necesita crear y adaptar prácticas organizativas. Estas prácticas deben atender las condiciones contextuales (Culot, Nassimbeni, Orzes y Sartor, 2020) y orientarse a generar organizaciones más creativas y resilientes (Lee *et al.*, 2018). Las consideraciones anteriores tienen un propósito adicional, cual es garantizar que la 4RI “ayude a corregir el daño que las tres revoluciones previas han causado a la sociedad” (Morrar, Arman y Mousa, 2017, p. 5).

Cambiar el rumbo de los efectos negativos que pueden generarse de la materialización de los riesgos y lograr atender los retos asociados a la 4RI dependerá de negociaciones sociales y políticas (Caruso, 2018). En este caso es vital que el Estado anticipe estos fenómenos, los cuales, según algunos autores, tendrán magnitudes sin precedentes (Lee *et al.*, 2018). Sin lugar a dudas, alcanzar los efectos positivos que se asocian a la 4RI también dependerá de la forma como se resuelvan las tensiones tecnosociales. Considerar que la humanidad alcanzará un nivel superior de desarrollo gracias a los desarrollos tecnológicos que componen o habilitan a la 4RI es un tanto determinista (Caruso, 2018), porque se ignora que sociedad y tecnología están estrechamente imbricadas. Como lo sugieren Bauchspies, Croissant y Restivo (2006, p. 10): “Tenemos un objetivo fundamentalmente democrático: socavar la ideología del determinismo tecnológico, la idea de que el cambio tecnológico

es inevitable y siempre ‘progreso’, y hacer que las instituciones sociales de la tecnociencia respondan mejor a los intereses públicos”<sup>8</sup>.

## V. UNA VISIÓN TECNOSOCIAL A LA 4RI: TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y SOCIEDAD

Tal como se indicó en la introducción, el propósito de esta sección es dar cuenta de las tensiones y relaciones tecnosociales que los avances tecnocientíficos derivados de la 4RI pueden desencadenar. Esta sección se divide en seis grandes temáticas en torno a las cuales se agruparon diecinueve trabajos de investigación y reflexión. Con este ejercicio se pretende dar respuesta al reto analítico señalado en la sección IV.B, concerniente a la escasa atención que ha recibido el estudio de las relaciones entre 4RI y sociedad, o dicho de otra manera, el estudio tecnosocial de la 4RI.

La construcción y presentación de las temáticas que se explicarán a continuación no pretende ofrecer un examen exhaustivo de la multiplicidad de contribuciones que se pueden suscitar del estudio tecnosocial de la 4RI a partir de las ciencias sociales y las humanidades. Sin embargo, estas temáticas se consideran ilustrativas de las posibilidades de investigación e indican la necesidad de avanzar tanto en los campos que cada una de ellas representa como en los que no se cubren en este tomo de la colección Así Habla el Externado.

### A. PARTICIPACIÓN POLÍTICA

Esta es la primera temática que conforma este tomo. Esta perspectiva o ámbito de análisis plantea un marco de gran interés para explorar, analizar y advertir los efectos o consecuencias que los avances tecnocientíficos tienen sobre la sociedad, y cómo esta puede a su vez valerse de ellos para definir su rumbo. Esta temática se compone de tres trabajos con diversos enfoques. El primero, desarrollado por Rojas y Restrepo (2021), indaga por el efecto que puede tener “la difusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia, así como la evolución de la confianza institucional y polarización política en el país”. El análisis presentado por los autores, y fundamentado en los resultados de la encuesta poselectoral que realizan el Centro de Investigación

---

8 *Ibid.*

en Comunicación Política de la Universidad Externado de Colombia y la Universidad de Wisconsin-Madison, lleva a descartar “la idea del malestar mediático, es decir, que el consumo de noticias erosiona la confianza institucional; por el contrario, el uso de los medios de comunicación tradicionales está asociado con niveles más altos de confianza en las instituciones”.

El segundo capítulo que conforma esta sección se concentra en el estudio de la ciudadanía y la participación política en procesos mediados por plataformas digitales. El propósito del trabajo propuesto por Aguilar Rodríguez (2021) se orienta a “las características de un determinado grupo de organizaciones sociales y su manifestación en las cinco plataformas digitales más comúnmente utilizadas en el país”. El autor adelanta un análisis a partir de la selección y estudio detallado de treinta organizaciones que reivindicaban su carácter ciudadano y que apoyaban su actividad social en las plataformas digitales de mayor uso en Colombia.

El papel que desempeñan las plataformas digitales puede señalarse como un elemento común entre los dos trabajos anteriores y el análisis realizado por Suárez Ariza *et al.* (2021). El trabajo de estos autores se concentra en indagar “sobre las interacciones políticas de los jóvenes universitarios de 18 a 25 años en la red social digital Facebook durante la contienda electoral por la alcaldía de Bogotá de 2019” a partir de un estudio a profundidad apoyado en un enfoque multifactorial que contó con la participación de noventa y cuatro jóvenes y permitió identificar, entre otros resultados presentados en este capítulo, cómo “[l]as dinámicas sociales y las prácticas de participación política de los jóvenes se han transformado con el advenimiento de la internet y de las redes sociales digitales, y las formas de participar activamente en escenarios políticos se expresan en la organización de diversos modos de protesta, rechazo o apoyo a determinadas coyunturas sociales, y también, con el interés de influir en el Estado y sus decisiones”.

## B. CAMBIOS TECNOSOCIALES E INFANCIA

Este campo de análisis aborda la compleja relación entre la infancia y su participación en escenarios mediáticos (Pedraza González, 2021) o en contextos tecnomediados (Martínez y Schibotto, 2021). Estas dos aproximaciones plantean una interesante reflexión respecto al papel que tanto niñas como niños pueden desempeñar en la cultura digital. Los autores (Martínez y Schibotto, 2021; Pedraza González, 2021) reivindican un papel activo de la infancia como

actor de cambio, lo cual genera el reto de comprender el “desarrollo de las capacidades de los niños y las niñas para que puedan ejercer sus derechos, y en este caso particular, puedan trascender y transformar la cultura digital” (Pedraza González, 2021).

En este contexto, el capítulo de Pedraza González reflexiona precisamente sobre la participación de las niñas y niños en el entorno digital. De acuerdo con la autora, la participación va más allá de “la interactividad y a la interacción y posibilita la validación social, el reconocimiento del otro y la capacidad para influir en la toma de decisiones sobre asuntos comunes en igualdad de condiciones”. Lo anterior hace posible una lectura de la infancia en la que esta es reconocida como independiente y con la capacidad de ejercer activamente sus derechos.

Sin duda genera bastantes controversias la comprensión del papel que pueden desempeñar los niños y las niñas dentro de los cambios tecnosociales, no solo como receptores de información y conocimientos, sino también como agentes clave en la discusión de decisiones que les atañe. Frente a esto es fundamental subrayar que, como lo sugieren Martínez y Schibotto (2021), este entendimiento del papel de niñas y niños no implica desconocer los riesgos que se pueden presentar para ellos a causa de los cambios tecnocientíficos o hacer caso omiso de dichos riesgos. Por el contrario, estos fenómenos

requieren también una actitud de protección, de control y que, en algunos casos, pueden también justificar la intrusión de los adultos en la esfera privada de los niños, niñas y adolescentes. Pero lo que sí resulta a su vez peligroso es una lectura de esta nueva realidad, que vive la infancia, completamente sesgada por este grito de alarma sobre los peligros representados por los nuevos repertorios tecnológicos, sin considerar los aspectos potencialmente positivos de este fenómeno.

Los trabajos adelantados por Pedraza González (2021) y Martínez y Schibotto (2021) llevan a reflexionar en que quizá “[q]uienes más saben sobre la vida de los niños son los mismos niños” (Martínez y Schibotto, 2021).

### C. RETOS Y ENSEÑANZAS EN LA EDUCACIÓN

Uno de los retos de orden procedimental para lograr la materialización de los beneficios esperados de la 4RI está en la adaptación y desarrollo de sistemas educativos (véase la sección IV.B). Esta temática está conformada por cuatro

capítulos, tres de los cuales llevan a cabo un análisis desde el punto de vista empírico y vivencial de los retos derivados de la adopción y apropiación de los avances tecnocientíficos que componen la 4RI. Por su parte, el último trabajo que compone esta sección estudia la construcción del relato de los nativos y migrantes digitales y los intereses que se encuentran tras de él.

El primer capítulo lo desarrollan Mateus-Nieves, Buitrago Hurtado y Ferial Uribe (2021), y se sitúa en el examen de los retos y barreras que surgen en la enseñanza del cálculo infinitesimal. Como lo exponen los autores, la introducción de nuevas tecnologías supone retos tanto para profesores como para estudiantes. Desde el punto de vista de los profesores, se considera necesario avanzar en “el desarrollo de competencias docentes en las nuevas tendencias de la enseñanza tales como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la ludificación (gamificación)”. En lo concerniente al diseño de los entornos virtuales, los autores advierten retos en cuanto al diseño de contenidos que incentiven el aprendizaje autónomo de los estudiantes y en el que puedan definir la ruta de aprendizaje que más se ajuste a sus intereses. Así mismo, el diseño de dichos entornos debe incluir mecanismos de retroalimentación para el docente, de tal manera que pueda “conocer las fallas durante el proceso e implementar las acciones de mejora”.

En el segundo capítulo de esta sección, Villafañe Casadiego, Sabogal Bernal y Restrepo Ruiz (2021) describen el proceso de producción de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) y los resultados de su implementación como estrategia de enseñanza. Este trabajo busca determinar “el grado de percepción sobre el impacto generado por el proyecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una materia de Derecho Comercial, con el fin de determinar si este resulta útil para el aprendizaje de los estudiantes incentivando su motivación, autonomía y el aprendizaje colaborativo, y si eventualmente fuera posible y conveniente replicar este modelo en otros entornos de aprendizaje”. Entre las diversas lecciones que se derivan del análisis presentado por los autores destaca la reflexión respecto del aprendizaje colaborativo y cómo el desarrollo de los OVA contribuye en este propósito entre docentes y estudiantes, lo cual redundará en una amplificación de la enseñanza. Los resultados compartidos por los autores revisten gran importancia, en la medida en que permitan dilucidar las lecciones aprendidas y los posibles retos que se deben enfrentar en el desarrollo e implementación de los avances tecnocientíficos en el ámbito de la enseñanza.

El trabajo de Estupiñán Mojica, Bernal Sánchez y Restrepo (2021) indaga por el efecto y la forma de manejar la irrupción de las TIC en los espacios familiares y en los entornos educativos. Los investigadores plantean en su análisis un enfoque alternativo a la comprensión de los dilemas que emergen de la incursión de las TIC en los procesos de crianza de niñas y niños. Este enfoque sugiere

entender que el problema no es la tecnología y cómo se usa, sino comprender y procurar que los padres-madres y educadores sean más empáticos, trabajar el altruismo y la compasión en ellos con una técnica de meditación (*mindfulness*), acoplamiento emocional y desarrollo de sus niveles de conciencia, para que el ámbito de la relación en la comunidad pueda, desde su propia cognición emergente, abordar con empatía y con calidad humana los “problemas de las tecnologías de la información y la comunicación con los niños/as” y se resuelvan la mayoría de los dilemas relacionados con la crianza.

La propuesta de los investigadores se examina de manera conjunta con una institución educativa, y arroja resultados interesantes desde el punto de vista del relacionamiento de los niños, niñas, padres, madres y educadores con las TIC y entre ellos mismos.

El último capítulo que compone esta temática desarrolla un ejercicio en el cual se discute e ilustra el papel que tienen los relatos en construcción de la realidad educativa. En su trabajo, Wiesner Salamanca (2021) analiza el relato de Mark Prensky en torno a la distinción entre la idea de nativos e inmigrantes digitales a partir de un discurso situado y valiéndose de un estudio intertextual. El autor de este capítulo deja entrever cómo la construcción del relato adelantada por Prensky, respecto a la aparente distinción entre nativos y migrantes digitales, forma parte de una tendencia a orientar al sistema educativo en función exclusiva de la eficiencia. A su vez, muestra cómo, a pesar de las debilidades de los conceptos introducidos por Prensky, estos han calado profundamente en la sociedad contemporánea.

Frente a lo anterior, Wiesner Salamanca hace un llamado a reevaluar la concepción de nativos e inmigrantes digitales en la educación, no solo por el contexto ideológico en el que se gestaron, en el cual se aprecia cómo este relato “forma parte de un entramado en cuyos hilos pueden reconocerse elementos propios de la administración científica, la consultoría estratégica o la gestión de fondos de capital”. El llamado del autor también obedece a la necesidad

de enriquecer los relatos que nos permitan comprendernos, describirnos y relacionarnos con los demás en medio del desarrollo de aquello que se ha denominado la 4RI.

#### D. BASES DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE LA REALIDAD

Una de las características de la 4RI es el uso intensivo de datos (Eden, 2018). Este atributo se hace bastante evidente al hablar del *big data*. Como se mencionó en la sección IV.B, esta tecnología habilitante contribuye a la comprensión de fenómenos sociales en el pasado o en tiempo real (Kovacs, 2018). En este contexto, esta temática agrupa cinco estudios que como elemento común buscan aproximarse a la operacionalización del *big data* o de bases de datos digitales.

Los tres primeros estudios que se presentan en esta temática brindan una reconstrucción de la realidad de las personas a partir de la consulta y análisis que se pueden enmarcar en los lentes del *big data*, como es el caso de los trabajos de Salge-Ferro y Puccini-Montoya (2021) y De Urbina y Palacio (2021), o el uso de bases de datos de la Encuesta Multipropósito del 2017, la cual se operacionaliza como fuente central en el análisis que presentan Alfonso R., Osorio A., Rojas P. y Ruiz B. (2021).

Los trabajos de Salge-Ferro y Puccini-Montoya (2021) y De Urbina y Palacio (2021) además comparten su interés por el análisis del patrimonio. En el primer caso en asocio al patrimonio mundial, y en el segundo, al patrimonio urbano. En este orden, el análisis de Salge-Ferro y Puccini-Montoya (2021) parte de considerar la red social Instagram como una gran base de datos. Bajo el supuesto anterior, se plantea contrastar lo que organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) entienden por patrimonio mundial con las representaciones e imaginarios que los usuarios de Instagram hacen del mismo concepto a partir de la publicación de fotos etiquetadas bajo el *#worldheritage*. En este ejercicio los autores identificaron cerca de nueve mil fotografías de las cuales decidieron construir una muestra de trescientas para su estudio a profundidad. Como resultado de este análisis sobresale el potencial de investigación que ofrece Instagram al ser considerado como objeto de estudio. A su vez, los autores señalan las posibles interdependencias que se pueden generar entre la interpretación de los usuarios de Instagram y las conceptualizaciones construidas a partir de discursos institucionales.

En un ejercicio similar, pero concentrado en el examen de la idea de patrimonio urbano, De Urbina y Palacio (2021) examinan el caso del centro de Bogotá a partir de la plataforma Paronamio, y la construcción de una base de datos conformada por “6059 imágenes y las respectivas fotos, tomadas por 1079 usuarios, [que] provee dos tipos de información: desestructurada y semiestructurada” (2021). En este caso resalta la elección de las autoras por aplicar una aproximación al estudio de la información consultada apoyada en el *small data*, el cual ligan “a las denominadas humanidades digitales, que trabajan con pequeños volúmenes extraídos de datos masivos, que responden a un diseño estadístico y conceptual intencional”. El análisis adelantado por las autoras a partir de las imágenes y ochenta atributos aplicados a cada una arroja como resultado “una aproximación desde la percepción colectiva a este territorio” que se describe desde tres dimensiones: espacial, temporal y estética.

Esta triada de estudios es completada por el trabajo de Alfonso R., Osorio A., Rojas P. y Ruiz B. (2021). En este capítulo los autores analizan los riesgos derivados de la economía de la atención, así como las evidentes diferencias en cuanto a los usos de la internet a partir de un estudio por deciles en los hogares de Bogotá que tiene como base la Encuesta Multipropósito del 2017. Se utiliza la idea de sociedad pornográfica propuesta por Han (2013) para reflexionar sobre los usos de la internet en función de los hogares de Bogotá. De acuerdo con los autores, “se puede afirmar que los hogares de los deciles bajos están accediendo a internet para aquellos usos que se encuentran más cerca de la sociedad pornográfica, mientras que los de los deciles altos se especializan en los usos superiores”.

Como se señaló al comienzo de esta sección, esta temática se encuentra conformada por dos trabajos adicionales. El primero es desarrollado por Uribe Jongbloed y Roncallo Dow (2021). De manera similar al trabajo de Salge Ferro y Puccini Montoya (2021), Uribe Jongbloed y Roncallo Dow parten por considerar una plataforma digital, en este caso YouTube, como un objeto de estudio. En este marco, se discuten los retos y posibilidades derivados de entender tal plataforma como memoria y archivo televisivo para el caso colombiano. El análisis propuesto hace uso de la serie televisiva *Dejémonos de vainas* como estudio de caso para reflexionar en torno a

la utilidad de YouTube como archivo y fuente de *big data*; la validez, utilidad y posibilidad de acceso de esos datos; los riesgos que implica que nuestro archivo audiovisual se encuentre mediado por una empresa privada (YouTube es parte

de Google desde 2006) y que la ubicación física de la información nos sea desconocida, con las implicaciones que esto tiene desde el punto de vista de derechos de autor aplicables.

En el desarrollo de su reflexión, los autores señalan cómo el hecho de considerar a YouTube como un archivo lleva a discutir las alternativas para la construcción colectiva de la memoria, sobre todo cuando esta se encuentra en constante transformación.

El segundo capítulo, y con el cual se completa esta temática, se presenta como un llamado de atención respecto a los posibles riesgos en el uso del *big data* de parte del Estado. De manera concreta Pardo-López (2021) discute la capacidad que puede desarrollar el Estado para anticipar el comportamiento criminal. Como lo sugiere la autora, este tipo de aplicaciones facilitan una mayor “‘conciencia situacional’ de las autoridades de policía y ‘detener el crimen antes que ocurra’, o mejor ‘detener al criminal antes de que delinca’ (criminalización *ex ante*)”. Uno de los riesgos señalados por la autora, y que tal vez resulta ser el más preocupante, es el uso de la información personal como “un arma en contra de la libertad”. La autora concluye que la implementación de mecanismos para la predicción del comportamiento humano a partir de *big data* resulta inconveniente, en cuanto a que ello desnaturaliza “el carácter garantista que debe tener el derecho penal en un Estado social de derecho”, y “pone a los individuos en una posición de extrema vulnerabilidad frente al poder, hasta el punto de verse amenazado el sistema democrático”.

#### E. TENSIONES TECNOCIENTÍFICAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA SOCIEDAD

Como se indica al principio de la presentación de este tomo, uno de sus propósitos es dar cuenta de las tensiones que la nueva ola de avances tecnocientíficos generan dentro del ámbito tecnosocial. Si bien dichas tensiones aparecen de manera tácita en las temáticas anteriores, este grupo de trabajos destacan por hacerlas explícitas. Resulta interesante observar cómo los tres trabajos que componen esta temática abordan desde diferentes orillas tales tensiones.

En este contexto, Ordóñez-Matamoros, Centeno y Orozco-Castro (2021) adelantan una reflexión en torno al papel de las ciencias sociales y las humanidades (CSyH) en la 4RI, y a su vez, “sobre los cambios y retos de la educación superior en el campo de las CSyH en el caso colombiano”. En su análisis, los

autores reivindican la necesidad de contar con espacios que permitan formar personas desde una perspectiva interdisciplinar “donde las CSyH se complementen y dialoguen con otras disciplinas como las ingenierías, la informática, la electrónica, la medicina, la psicología y las ciencias naturales”. Los autores también señalan cómo la velocidad de las transformaciones que se venían gestando en el marco de la 4RI fueron aceleradas de manera sustancial por fenómenos como la pandemia provocada por el coronavirus (covid-19).

En el segundo trabajo que compone esta sección, Escobar, Delgadillo, Ávila, Fierro y Toledo (2021) abordan el caso de la migración venezolana en Colombia para estudiar “el lugar que tienen las redes sociales en los procesos migratorios contemporáneos a partir de la caracterización de las interacciones entre migrantes venezolanos en Facebook”. En este estudio los investigadores utilizan la etnografía virtual como recurso para adentrarse en la comprensión de las relaciones entre Facebook y las comunidades virtuales que forman parte de su estudio. La reflexión adelantada por los investigadores evidencia cómo los avances tecnocientíficos pueden abrir espacios para que los migrantes construyan nuevas territorialidades, mantengan su identidad o tal vez la reconstruyan.

Finalmente, y en una línea similar al trabajo anterior, la investigación adelantada por Vergel, Solyszko y Barragán (2021) indaga por el papel que desempeñan los avances tecnocientíficos como medios para hacer frente a la violencia de género. En concreto, el capítulo busca “identificar cuáles son las iniciativas digitales (específicamente, las campañas digitales y APPS ofrecidas para contrarrestar la violencia en contra de las mujeres en razón del género) puestas en marcha en Brasil y Colombia, entre 2017 y 2019, y qué respuesta ofrecen a este tipo de violencia”. El análisis comparado adelantado por las investigadoras evidencia la existencia de una serie de iniciativas “en donde prevalece una apuesta discursiva más que de acción y de acompañamiento a las mujeres; en donde la denuncia canalizada por las vías institucionales no se estimula, pero tampoco se reemplaza por canales virtuales asociativos”. Desde el punto de vista reflexivo, el trabajo de Vergel, Solyszko y Barragán devela cómo internet representa un reflejo de una sociedad patriarcal. Aunque no se discute en la investigación, esta situación tal vez pueda extenderse a las demás tecnologías habilitantes que dan forma a la 4RI. Sin embargo, también se señala el potencial de esta red para facilitar la participación

de las mujeres en lo público, dar cabida a las distintas voces, ampliar las estrategias discursivas y el público al que estas llegan, disputar los significados sociales, poli-

tizar las discusiones, resistir, crear herramientas que nos permitan a las mujeres reconocernos a nosotras mismas como sujetas de derechos, así como visibilizar y hacer frente a las violencias que seguimos sufriendo.

## F. BIOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

La última temática que compone este tomo presenta dos capítulos que muestran cómo el avance tecnocientífico de las últimas décadas no solo se restringe a los campos tradicionalmente asociados a la 4RI. Así, resulta interesante reflexionar cómo la literatura consultada para desarrollar el primer ejercicio que compone este análisis introductorio no permitió evidenciar un claro interés en la discusión en torno a la biotecnología y sociedad. En este sentido, los trabajos adelantados por Centeno y Gómez Lee (2021) y Aponte, Monsalve, Cano, Agudelo y Guevara (2021) revisten gran importancia para ampliar la comprensión de la complejidad de los cambios tecnosociales del presente.

En su trabajo Centeno y Gómez Lee (2021) adelantan una reflexión en torno a la importancia de la aplicación de las plataformas habilitantes al campo de la biología, y que además pone de manifiesto los principales retos que de allí se desprenden. Según los autores, la verdadera revolución no se encuentra en las tecnologías habilitantes de la 4RI, sino en las tecnologías de la vida, al considerar la dualidad de las que utilizan genes, en cuanto que “no son solo átomos de carbono, sino que al mismo tiempo codifican información de la vida. Lo crucial es que el gen pertenece al mundo de la información como los bits y al mundo físico como los átomos”. La reflexión de los autores cubre el examen de lo que ellos denominan “dos generaciones de biotecnología disruptiva”, siendo la primera la ingeniería genética y la segunda la biología sintética. Algunos de los retos identificados en el trabajo giran en torno a fenómenos como la biopiratería digital, la definición de derechos de propiedad intelectual y con ello “la participación justa en beneficios derivados del uso de los recursos genéticos”.

En el segundo trabajo, Aponte Canencio, Monsalve-Medina, Cano-Correa, Agudelo-Ortiz y Guevara-Morales (2021) se fijan como objetivo la caracterización de “los mercados biotecnológicos en salud en nuestro país y explorar las formas como sus dinámicas inciden en la configuración de subjetividades en el contexto de los procesos de salud-enfermedad”. El desarrollo del trabajo ofrece una profunda reflexión sobre el papel que representan los desarrollos biotecnológicos como mediadores de las relaciones

médico-paciente-industria, y cómo ello implica procesos de redefinición de la subjetividad de los actores. Esta reflexión se adelanta con el análisis de tres campos: la genética humana y reproductiva, el diagnóstico molecular y la biotransformación. Con el propósito de examinar las relaciones entre los tres grupos mencionados, médico-paciente-industria, los investigadores entrevistaron a personas que permitieran dar cuenta de las perspectivas científico-académica y la comercial. Como resultado de su análisis, emergen serias preocupaciones, por ejemplo acerca del papel del médico y su relación con el paciente. Al respecto, los autores afirman que “[l]a confianza como principio fundamental de la eficacia simbólica en la relación médico-paciente se ha desplazado a la confianza en la máquina”, y que “[l]a humanidad del médico queda reducida a lo único que no puede ofrecer la tecnología: calidez”.

#### CONCLUSIONES Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN

El análisis de la transformación de la sociedad contemporánea está permeado fuertemente por los avances tecnocientíficos, que en la actualidad evidencian un desarrollo vertiginoso, el cual se ha tendido a denominar 4RI. En la búsqueda de una aproximación a la comprensión del fenómeno descrito, se optó en este prólogo por adelantar una revisión exploratoria de literatura que sirvió como base para el análisis que se presentó en las secciones tercera y cuarta.

Como resultado del análisis realizado se observa una falta de claridad conceptual al tratar de definir la 4RI. El término presenta ambigüedades en su conceptualización que tal vez con el paso del tiempo serán solventadas. Sin embargo, queda abierta la discusión respecto a la consideración de la 4RI como una revolución o como la expresión de una intensificación en el uso de los avances tecnocientíficos. Al respecto, por ejemplo, llama la atención el trabajo de Centeno y Gómez Lee (2021), en el cual los autores sugieren que la verdadera revolución se encuentra en las tecnologías de la vida.

Además, el análisis del material bibliográfico consultado a partir de la búsqueda en inglés del concepto “cuarta revolución” evidenció tres sesgos. El primero señala la tendencia hacia un análisis de las transformaciones desde el punto de vista de los avances técnicos y científicos, aquello que en este texto hemos denominado *tecnocientíficos*, en línea con la definición de Bauchspies, Croissant y Restivo (2006), y que tiende a tener un tono de determinismo tecnológico en ello. El segundo corresponde, de manera casi que consecuente, a la falta de preocupación por las tensiones y relaciones que los avances

tecnocientíficos tienen en la sociedad, y que conducen al estudio de la esfera tecnosocial.

El tercer sesgo mostró el relacionamiento casi que unívoco de la noción de 4RI y su estudio en el marco de las relaciones productivas y el discurso de la competitividad. Si bien esto guarda consistencia con los orígenes del concepto (véase cuadro 1), evidencia la necesidad de avanzar en la exploración de los efectos tecnosociales que este fenómeno puede acarrear, principalmente para aquellos países del sur global, los cuales en muchas ocasiones presentan altos índices de desigualdad y deficiencias en las capacidades instaladas en cuanto a niveles de alfabetización, desarrollo de infraestructura y en general de las tecnologías habilitantes para la 4RI.

Como respuesta a los sesgos anteriores, la quinta sección de este trabajo buscó presentar seis temáticas que agruparon diecinueve trabajos de investigación y reflexión adelantados por investigadores de la Universidad Externado de Colombia. Estos trabajos buscaron, desde diferentes perspectivas, temáticas y metodologías, reflexionar de manera directa o indirecta, como ya se ha dicho, respecto a *¿cómo las nuevas tecnologías están transformado su sector o disciplina?* Las contribuciones de los diferentes autores que se presentaron en este análisis introductorio son representativas de las posibilidades y necesidades de investigación que desde el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades se requiere de los fenómenos tecnocientíficos y tecnosociales.

En este marco, es posible identificar una amplia agenda de investigación. Se sugieren algunos temas que emergen directamente de las contribuciones de los autores que participan en este tomo, y otras que se derivan de la reflexión del autor de este análisis introductorio. Frente a lo anterior, se debe señalar que estas sugerencias son ilustrativas y no exhaustivas.

En primer lugar, Suárez Ariza *et al.* (2021) señalan la importancia de continuar el estudio de los “indicadores o marcadores en el espectro biológico, psicológico, social y cultural” que permita comprender con mayor detalle y profundidad las interacciones entre los avances tecnocientíficos y los jóvenes, así como con otros grupos poblaciones. Este tipo de estudios es fundamental para pensar en “lograr sociedades más incluyentes, justas y equitativas en tiempos de internet”.

En segundo lugar, las investigaciones de Martínez y Schibotto (2021) y Pedraza González (2021) invitan a continuar la exploración del papel de las niñas y los niños en la 4RI, así como su interacción con los avances tecnocientíficos. Lo anterior desde su concepción como agentes de cambio y no como

sujetos pasivos. Este enfoque podría enmarcarse en diferentes ámbitos como por ejemplo el de formulación de políticas públicas o el diseño de marcos regulatorios, que serán profundizados en el tomo II de esta obra general. Así mismo, podría considerarse por ejemplo este enfoque en el estudio de las interacciones de niños y niñas con otras comunidades. Las posibilidades son bastante flexibles.

En tercer lugar, el análisis del caso de los migrantes venezolanos en Colombia adelantado por Escobar, Delgadillo, Ávila, Fierro y Toledo (2021) sugiere avanzar en una reflexión respecto de las categorías que desde el punto de vista de la sociología se utilizan para el estudio de las migraciones. A su vez, este trabajo abre interrogantes sobre la concepción de Estado y sus atributos, los desafíos de las fronteras digitales o políticas, o la construcción de ciudadanías, identidades, nacionalidades que se pueden “mudar” al vecindario digital.

Finalmente, es indispensable estudiar las relaciones de poder y de la política como fenómenos que subyacen a las tensiones que se desencadenan dentro de la esfera tecnosocial, en el marco de las transformaciones provocadas por los avances tecnocientíficos. En este sentido, como lo sugieren Centeno y Gómez Lee (2021), “futuras investigaciones deben propender a un abordaje crítico de los discursos que sostienen la noción de la ‘era digital’, a los cuales subyacen determinadas racionalidades e intenciones no-neutras, a partir de cuyo entendimiento puede generarse mayor evidencia sobre cómo opera la idea de transformación digital y a qué intereses sirve”. En este ejercicio, consideraciones de orden ético como las que se desprenden del estudio de Wiesner Salamanca (2021) deben ser parte integral de los análisis que puedan suscitarse. Además, resulta relevante considerar perspectivas alternativas como el enfoque de género utilizado por Vergel, Solyszko y Barragán (2021) en el desarrollo de su trabajo, o enfoques poscoloniales (Anderson, 2002; Harding, 2011), entre otros tantos, que podrían brindar aproximaciones alternativas para la comprensión del poder y la política en aquello denominado 4RI.

En síntesis, el lector que tiene en sus manos este tomo encontrará un aporte doble a la comprensión de la ola de cambios tecnocientíficos rotulada bajo la idea de 4RI. Por una parte, encontrará un conjunto de trabajos de investigación que abordan diversas tensiones tecnosociales generadas por la reciente ola de cambios tecnocientíficos, y en los que se analiza cómo dichas tensiones contribuyen al proceso de transformación social o lo afectan. Por otra parte, el segundo aporte de este tomo se deriva de su preocupación por responder a la escasa atención que ha recibido el estudio de las relaciones entre 4RI y so-

ciudad, o dicho de otra manera, el estudio tecnosocial de la 4RI. Así, el tomo constituye un llamado a considerar que el estudio de los cambios tecnocientíficos no puede perder de vista su efecto en la sociedad. En ello, las ciencias sociales y las humanidades brindan un enorme lienzo donde se pueden plasmar infinitas posibilidades de reflexión y caminos para la transformación social.

#### REFERENCIAS

- AGUILAR RODRÍGUEZ, D. E. (2021). Ciberciudadanías, prácticas comunicativas y formas de participación política a través del ciberespacio: caracterización de algunas experiencias colombianas (2014-2018). En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- ALFONSO R., Ó. A., OSORIO A., S. M., ROJAS P., C. M. y RUIZ B., J. S. (2021). Internet, entre la sociedad de derechos digitales y la sociedad pornográfica: un análisis sobre el acceso a la plataforma y su uso diferenciado entre los hogares de Bogotá 2017. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- ANDERSON, W. (2002). Postcolonial Technoscience. *Social Studies of Science*, 32((5/6), 643-658.
- APONTE, M., MONSALVE, L., CANO, C., AGUDELO, M. y GUEVARA, J. (2021). Transformaciones de las subjetividades en los escenarios de mercados biotecnológicos en salud en el contexto colombiano. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- AROCENA, R. y SUTZ, J. (2017). Science, technology and innovation for what? Exploring the democratization of knowledge as an answer. En S. Kuhlmann y G. Ordóñez-Matamoros (Eds.), *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies* (pp. 377-404). Cheltenham: Edward Elgar.
- BAUCHSPIES, W. K., CROISSANT, J. y RESTIVO, S. (2006). *Science, Technology and Society: A Sociological Approach*. Oxford: Blackwell.
- BERKER, T., HARTMANN, M., PUNIE, Y. y WARD, K. (2006). *Domestication of Media and Technology*. New York: Open University Press.

- CARUSO, L. (2018). Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes? *AI & Soc*, 33, 379-392.
- CENTENO, J. P. y GÓMEZ LEE, M. I. (2021). Intersecciones entre lo digital y lo biológico: una reflexión en torno a dos generaciones de biotecnología disruptiva. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- CULOT, G., NASSIMBENI, G., ORZES, G. y SARTOR, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*(226), 1-15.
- DE URBINA, A. y PALACIO, D. C. (2021). Exploración de plataformas digitales para la valoración del patrimonio urbano. El caso del centro de Bogotá. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- DRATH, R., y HORCH, A. (2014). Industrie 4.0-Hit or Hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56-58.
- EDEN, L. (2018). The fourth industrial revolution: seven lessons from the past. *SSRN*, 1-20. Recuperado de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3244096](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3244096)
- ESCOBAR, L., DELGADILLO, J., ÁVILA, N., FIERRO, F. y TOLEDO, Á. (2021). Redes sociales y procesos migratorios contemporáneos: Facebook y la migración venezolana en Colombia. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- ESTUPIÑÁN MOJICA, J., BERNAL SÁNCHEZ, T. y RESTREPO, J. P. (2021). Conciencia plena: aprendiendo a ser compasivo en lugar de reactivo en el manejo de las tecnologías con mis hijas e hijos. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- HAN, B.-C. (2013). *La sociedad de la transparencia*. Barcelona: Herder Editorial.
- HARDING, S. (2011). Beyond Postcolonial Theory: Two Undertheorized Perspectives on Science and Technology. En S. Harding (Ed.), *The Postcolonial Science and Technology Studies Reader* (pp. 1-31). Durham: Duke University Press.

- HIDALGO, C. A. y HAUSMANN, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (pp. 10570-10575). Cambridge: University of Cambridge.
- JOLY, P. (2015). Governing emerging technologies. The need to think out of the (black) box. En R. Hagendijk, S. Hilgartner y C. Miller (Eds.), *Science and Democracy: Making Knowledge and Making Power in the Biosciences and Beyond* (pág. 248). London: London Routledge.
- KOVACS, O. (2018). The dark corners of industry 4.0. Grounding economic governance 2.0. *Technology and Society*, 55, 140-145.
- KUHLMANN, S. y ORDÓÑEZ-MATAMOROS, G. (Eds.). (2017). *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- KUHN, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions; Whit an introductory Essay by Ian Hacking* (4th ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
- LEE, M., YUN, J. J., PYKA, A., WON, D., KODAMA, F., SCHIUMA, G., ... ZHAO, X. (2018). How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(21), 1-24.
- LIAO, Y., DESCHAMPS, F., ROCHA LOURES, E. D. y PIERIN RAMOS, L. F. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609-3629.
- LIE, M. y SØRENSEN, K. H. (1996). Making technology our own? domesticating technology into everyday life. En M. Lie y K. H. Sørensen (Eds.), *Making Technology Our Own? Domesticating Technology into Everyday Life* (pp. 1-30). Oslo: Scandinavian University Press.
- LU, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- MANRIQUE ARANGO, C. M. y PÉREZ PÉREZ, M. C. (2021). Impactos del neoliberalismo y de las tecnologías de la información y la comunicación en las relaciones laborales y sociales en Colombia, 1990-2020. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), *Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad* (t. IV, *Aires de revolución: nuevos desafíos tecnológicos a las instituciones económicas, financieras y organizacionales de nuestros tiempos*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- MARTÍNEZ, A. y SCHIBOTTO, G. (2021). Nuevos repertorios tecnológicos en relación con las infancias: del enfoque del salvacionismo autoritario al reposicionamiento generativo de los niños, niñas y adolescentes en los ecosistemas tecnomedios. En J. C. Henao Pérez

- y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- MATEUS-NIEVES, E., BUITRAGO HURTADO, Á. F. y FERIA URIBE, M. A. (2021). Transformación digital y didáctica crítica: retos y barreras en la enseñanza del cálculo infinitesimal. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- MAZZUCATO, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.
- MORRAR, R., ARMAN, H. y MOUSA, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review*, 7(11), 12-20.
- ORDÓÑEZ-MATAMOROS, G., CENTENO, J. P. y OROZCO-CASTRO, L. A. (2021). Las ciencias sociales y humanidades en la cuarta revolución industrial. Retos y oportunidades. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- PARDO-LÓPEZ, A. M. (2021). Predicción del comportamiento criminal a partir del análisis de *big data*: regreso al peligrosismo penal. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- PEDRAZA GONZÁLEZ, D. M. (2021). La niñez digital y su incidencia en los escenarios mediáticos actuales. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- PEREIRA, A. C. y ROMERO, F. (2017). A review of the meaning and the implications of the Industry 4.0 concept. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017*. 13, pp. 1206-1214. Vigo (Pontevedra), Spain: Procedia Manufacturing.
- PINZÓN-CAMARGO, M. A. y ORDÓÑEZ-MATAMOROS, G. (Forthcoming). A study of innovation policies and governance structures in emerging economies under the path-dependence framework. The case of Colombia. 1-34.

- RIP, A. y VoB, J.-P. (2013, October). Umbrella Terms as Mediators in the Governance of emerging Science and Technology. *Science, Technology & Innovation Studies*, 9(2), 40-59.
- ROJAS, H. y RESTREPO, C. (2021). Transformación digital, información y cohesión del sistema político. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- SAE-LIMA, P. y JERMSITTIPARSERT, K. (2019). Is the Fourth Industrial Revolution a Panacea? Risks toward the Fourth Industrial Revolution: Evidence in the Thai Economy. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(2), 732-752.
- SALGE-FERRO, M. y PUCCINI-MONTOYA, A. (2021). Instagram y las representaciones del patrimonio mundial. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- SANIUK, S., GRABOWSKA, S., y GAJDIK, B. (2020). Social Expectations and Market Changes in the Context of Developing the Industry 4.0 Concept. *Sustainability*, 12, 1-21.
- SUÁREZ ARIZA, R., VARELA GÓMEZ, F., FLÓREZ TORRES, N., CÁRDENAS MOLANO, M., GARCÍA LÓPEZ, C., AGUDELO ORTIZ, M., ... MARTÍNEZ COTRINA, J. (2021). Interacciones políticas de los jóvenes universitarios en la red social digital Facebook durante la contienda electoral por la alcaldía de Bogotá del año 2019: una perspectiva desde la neurociencia social. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- URIBE JONGBLOED, E. y RONCALLO DOW, S. (2021). Dejémonos de vainas, ¿sí? YouTube como memoria y archivo televisivo colombiano. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- VAIDYAA, S., AMBADB, P. y BHOSLEC, S. (2018). Industry 4.0. A Glimpse. *2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering*. 20, pp. 233-238. Procedia Manufacturing.
- VERGEL, C., SOLYSZKO, I. y BARRAGÁN, J. M. (2021). Violencia de género y nuevas tecnologías: entre la virtualidad, el activismo y el derecho. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transfor-

mación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

VILLAFANE CASADIEGO, C. P., SABOGAL BERNAL, L. F. y RESTREPO RUIZ, S. M. (2021). La producción colaborativa de objetos virtuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje en el entorno universitario: a propósito de una experiencia formativa en la universidad externado de Colombia. En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

VISVANATHAN, S. (1997). *A Carnival for Science: Essays on Science, Technology, and Development*. Delhi: Oxford University Press.

WIESNER SALAMANCA, S. (2021). De nativos e inmigrantes digitales: ¿el problema somos nosotr@s? En J. C. Henao Pérez y M. A. Pinzón-Camargo (Eds.), Colección Así Habla el Externado: Disrupción tecnológica, transformación digital y sociedad (t. 1, *¿Cuarta revolución industrial?: Contribuciones tecnosociales para la transformación social*). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

XU, L. D., XU, E. L., y LI, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 58(8), 2941-2962.