

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



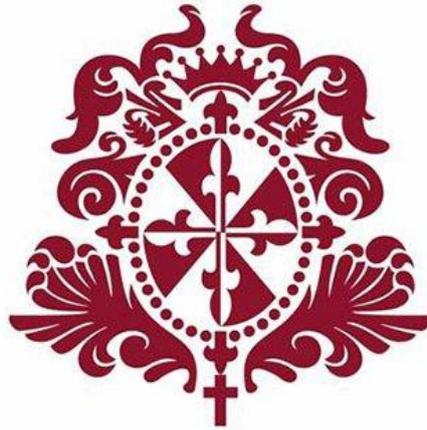
**LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, LAS ORGANIZACIONES Y LA  
SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA**

**TRABAJO DE GRADO**

**AUTORES: MAURICIO SANABRIA, PhD (director y coautor de correspondencia), JORGE  
HERNÁN RAMÍREZ BARRETO (maestrante y coautor) y GIOVANNY TÓRRES ROJAS  
(maestrante y coautor).**

**BOGOTÁ, COLOMBIA 2019**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



**LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, LAS ORGANIZACIONES Y LA  
SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA**

**TRABAJO DE GRADO**

**AUTORES:**

**MAURICIO SANABRIA, PhD (director y coautor de correspondencia), JORGE HERNÁN  
RAMÍREZ BARRETO (maestrante y coautor) y GIOVANNY TÓRRES ROJAS (maestrante  
y coautor).**

**DIRECTOR DE TESIS:  
MAURICIO SANABRIA, PhD**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
BOGOTÁ, COLOMBIA  
2019**

## **La cuarta revolución industrial, las organizaciones y la sociedad contemporánea** *The fourth industrial revolution, the organizations and the contemporary society*

Por Mauricio Sanabria, PhD (director y coautor de correspondencia), Jorge Hernán Ramírez Barreto (maestrante y coautor) y Giovanni Torres Rojas (maestrante y coautor).

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo es determinar los fundamentos y características básicos del campo de la 4RI y sus principales implicaciones para las organizaciones y la sociedad contemporánea. Haciendo una revisión sistemática de 681 documentos indexados en las bases Scopus y Web of Science (WoS), este texto proporciona una visión general de la producción científica al respecto. Los resultados muestran que este campo está en pleno desarrollo, en particular entre 2016 y 2019, que tiene un importante sesgo técnico, que plantea implicaciones profundas para la sociedad contemporánea y que deja de lado aspectos esenciales que las ciencias sociales pueden abordar.

### **Palabras clave**

Cuarta revolución industrial; 4RI; industria 4.0; transformación digital; sociedad contemporánea; estudios organizacionales.

### **Abstract**

The aim of this paper is to determine the fundamentals and basic characteristics of the 4IR field and its main implications for organizations and contemporary society. Making a systematic review of 681 documents indexed in Scopus and Web of Science (WoS) databases, this article provides an overview of scientific production in this regard. The results show that this field is in full development, particularly between 2016 and 2019, has an important technical bias, poses profound consequences for contemporary society and leaves aside essential aspects that the social sciences can address.

### **Keywords**

Fourth Industrial Revolution; 4IR; Industry 4.0; digital transformation; contemporary society; organization studies.

Las tecnologías más profundas son las que desaparecen.  
Se entrelazan en el tejido de la vida cotidiana  
hasta que no se distinguen de él.  
(Weiser, 1995, p. 94).

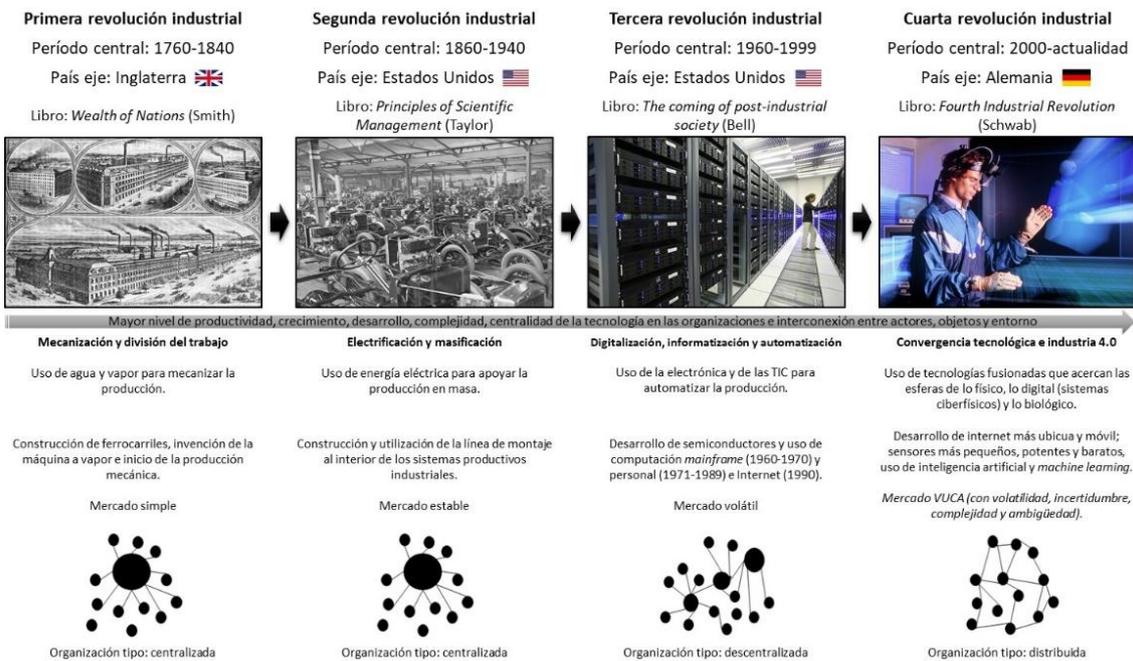
### **Introducción**

La constante búsqueda de la humanidad por hacer todo mejor, más rápido y barato (Roser, 2016) encontró respuestas sin precedentes con la llegada de cuatro

revoluciones industriales. Estas modificaron el modo de vida de nuestra especie, cambiaron su foco en la agricultura por el de la industria (Sendler, 2017b, p. 3) y lograron que se alcanzaran nuevos y mejores estándares de vida. La Cuarta Revolución Industrial (4RI), hoy en desarrollo, podría llevar esos estándares a un nuevo nivel (Thames & Schaefer, 2017, p. 2).

Aunque no existe consenso respecto a los momentos de origen y auge de las cuatro revoluciones —ver, por ejemplo, a Yin, Stecke y Li (2018, pp. 848-849) y Prisecaru (2016, p. 57)—, estas pueden sintetizarse así:

**Figura 1. Las cuatro revoluciones industriales**



**Fuente:** elaboración propia condensando lo indicado en doce referencias analizadas (por cuestión de espacio, a disposición del lector con el autor de correspondencia).

**Tabla 1.** Aspectos esenciales de las cuatro revoluciones industriales

VARIABLES	Primera Revolución Industrial (Industria 1.0) 	Segunda Revolución Industrial (Industria 2.0) 	Tercera Revolución Industrial (Industria 3.0) 	Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0) 
Caracterización del período	La era del vapor	La era de la electricidad	La era de la información	La era de los sistemas ciberfísicos
Distintivo(s)	Mecanización	Producción en masa	Computación, informatización y automatización.	Interconexión tecnológica y robotización.
Auge	I. 1760-1840	II. 1860-1940	III. 1960-1999	IV. 2000-...
Periodo de transición	1840-1860	1940-1960	1990-2000	2000-2010
Principal(es) logro(s) técnico(s)	Máquina de vapor, telar mecánico, teléfono.	Motor de combustión interna, línea de ensamble, dispositivos mecánicos, automóvil a gasolina.	Computadores, robots, era espacial, TIC, analógico a digital e integral a modular, primer controlador programable: <i>Modicon 084</i> .	Sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial, impresión 3D, ingeniería genética, <i>big data</i> , computación en la nube, internet de las cosas...
Desarrollo industrial	Sistemas de manufactura mecánicos, uso industrial del agua y la energía del vapor.	Introducción de la producción en masa usando la energía eléctrica.	Introducción de la electrónica y los sistemas TIC en favor de la automatización.	Introducción de diversas tecnologías y campos del saber confluente útiles a la industria.
Industrias insignes desarrolladas	Textil, hierro fundido y acero	Metalúrgica, automotriz, construcción de maquinaria, electricidad, química.	Automotriz, química avanzada, tecnologías digitales, <i>hardware</i> y <i>software</i>	Industrias de alta tecnología.
Foco del sistema productivo	Volumen de producción.	Volumen de producción y variedad del producto.	Volumen de producción, variedad del producto, tiempo de entrega.	Participación del cliente, cocreación, personalización, ubicuidad, multicanalidad, servitización.
Estructura de producción	Ciudades industriales	Regiones industriales	Redes globales de producción.	Cadenas de valor globales.
Recurso energético	Carbón	Petróleo, electricidad	Energía nuclear, gas natural	Energías verdes
Medio de transporte	Tren	Tren, automóvil	Automóvil, avión	Automóvil eléctrico, tren ultra rápido.
Otras particularidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de la producción industrial.</li> <li>- Distribución del transporte de vapor.</li> <li>- Inicio de la producción de hierro fundido y acero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de la producción con cintas transportadoras.</li> <li>- Distribución del transporte ferroviario.</li> <li>- Producción industrial de acero de alta calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de producción global basada en tecnologías digitales.</li> <li>- Eléctricos, híbridos y otros vehículos</li> <li>- Inicio de la producción por computador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicio de producción totalmente automatizada y producción sin humanos.</li> <li>- Revolución en los procesos de negocio.</li> <li>- Cambio en la esencia de las patentes industriales.</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia condensando lo indicado en ocho referencias analizadas (por cuestión de espacio, a disposición del lector con el autor de correspondencia).

A pesar de las diferencias establecidas, las cuatro revoluciones comparten ciertas características (Popkova, Ragulina, & Bogoviz, 2019, p. 21; Sandler, 2017b, p. 8; Xu, David, & Kim, 2018, p. 91): 1) resultan de la acumulación de innovaciones en la industria, 2) generan destacados incrementos de productividad respecto al momento anterior y 3) destruyen empleos característicos del período precedente y crean unos nuevos. Además, cada nueva transformación hace que 4) se dependa menos del trabajo manual y más del trabajo mental; 5) se reduzca el tiempo requerido para que una innovación ingrese al mercado, se difunda y alcance un éxito importante, y 6) se reduzca el intervalo necesario para que la siguiente gran transformación pueda presentarse.

Aunque autores como Anderson (2012), Dosi y Galambos (2013) y Rifkin (2011) no establecen diferencias entre la actual 4RI y la precedente (3RI), integrándolas bajo la etiqueta “Tercera Revolución Industrial”, es posible señalar ciertos contrastes, pues la 4RI:

1. Fusiona las esferas física, digital y biológica (Schwab, 2016b, párr. 3).
2. Se alimenta de tecnologías avanzadas y en pleno desarrollo (inteligencia artificial, aprendizaje de máquinas, robótica, etc.) (Savić, 2018, p. 7).

3. Construye un escenario en el que las máquinas están crecientemente interconectadas, “dialogan” con humanos e, incluso, “hablan” entre sí (Savić, 2018, p. 8).
4. Está siendo pronosticada (Waibel, Steenkamp, Moloko, & Oosthuizen, 2017, p. 733), lo que permite que las organizaciones y la sociedad busquen prepararse para lo que implica (Pereira & Romero, 2017, p. 1209).
5. Puede incluso llegar a generar, por primera vez en la historia, “la eliminación total del sistema de producción humano, asegurando la automatización absoluta del proceso de producción” (Popkova et al., 2019, p. 21).

Las tres primeras revoluciones industriales cambiaron profundamente el *modus vivendi* de nuestra civilización y se conocen bien sus orígenes y principales efectos. Sin embargo, la 4RI es un proceso en curso, el cual promete ir más allá de lo visto hasta ahora y abrir el espacio a un modo de producción y de vida inéditos. Con todo, por su actualidad, dinámica y características, existe un elevado nivel de incertidumbre e, incluso, de acuerdo con Chengula, Morato, Thurner, Wiedensohler y Martin (2018) “una falta de conocimiento sobre los aspectos extensos y la importancia” (p. 872) que tiene esta transformación para las organizaciones y la sociedad contemporánea.

Considerando lo anterior, así como 1) el creciente número de iniciativas vinculadas con la 4RI generadas por gobiernos y otras organizaciones; 2) los pronósticos acerca del profundo impacto que esta revolución puede tener en la economía, la sociedad y la cultura y 3) la poca existencia de trabajos en español que hagan una cartografía de lo que está sucediendo (frente al elevado volumen de los disponibles en inglés); este trabajo, que se propuso determinar los fundamentos y características básicos del campo de la 4RI y sus principales implicaciones para las organizaciones y la sociedad contemporánea, se desarrolló con base en la siguiente pregunta de investigación:

### **¿Cuáles son los fundamentos y características básicos del campo de la 4RI y sus principales implicaciones para las organizaciones y la sociedad contemporánea?**

Con el fin de responder a esta pregunta y, ante la diversidad y el elevado número de fuentes disponibles al respecto, se realizó una investigación soportada en un ejercicio de revisión sistemática de la literatura (RSL). El procedimiento básico seguido se detalla en la siguiente sección. Esta constituye el primero de los tres apartados con los que continúa este documento. Los resultados obtenidos y su discusión, así como las conclusiones, componen los otros dos. El artículo, finalmente, incorpora el listado de referencias citadas.

### **Metodología**

Con el fin de responder a la pregunta de investigación planteada, se realizó una RSL. Este tipo de trabajos acerca de la 4RI, a pesar de la enorme producción bibliográfica censada en nuestro estudio, ha sido declarado por Reis, Amorim, Melão y Matos (2018, p. 419) como una tarea aún por complementar y por Lu (2017), incluso, como una labor “no disponible” (p. 1).

Una RSL busca 1) “recopilar todas las evidencias relevantes que se ajusten a los criterios de elegibilidad preespecificados para responder a una pregunta de investigación concreta” (Moher et al., 2015, p. 3). Con el interés de ser exhaustivos (Grant & Booth, 2009), se realizó una exploración previa de documentos panorámicos relativos a la problemática, así como una validación con tres expertos. Esto permitió determinar los principales idiomas por considerar (inglés, francés y español), así como cincuenta y siete descriptores por utilizar para la realización de las búsquedas.

Con base en lo anterior, se diseñaron diecinueve grupos de criterios de búsqueda. Estos, además de ir más allá de los trabajos previos realizados con pocos descriptores (Muhuri, Shukla, & Abraham, 2019) y de adaptarse bien a las características de las bases consultadas, generaron treinta y ocho ecuaciones de búsqueda (ver apéndice). La mitad de ellas fue lanzada en la base Scopus y la otra en Web of Science (WoS). Los descriptores utilizados son:

**Tabla 2.** Descriptores de las diecinueve ecuaciones de búsqueda desarrolladas

Nro.	Inglés	Español	Francés
1	Fourth Industrial Revolution	Cuarta revolución industrial	Quatrième révolution industrielle
2	Industry 4.0	Industria 4.0	Industrie 4.0
3	Industrial Revolution stage four	Revolución industrial etapa cuatro	Révolution industrielle quatrième étape
4	4th Industrial Revolution	4a revolución industrial / 4ta revolución industrial	4e révolution industrielle / 4ème révolution industrielle
5	4IR	4RI	4RI
6	Industry of the future / Future industry	Industria del futuro	Industrie du futur
7	Intelligent factories	Fábricas inteligentes	Usines intelligentes
8	Intelligent industry	Industria inteligente	Industrie intelligente
9	Digital Transformation	Transformación digital	Transformation numérique / Transformation digitale
10	Smart Products	Productos inteligentes	Produits intelligents
11	Smart Companies	Empresas inteligentes	Entreprises intelligentes
12	Smart industry	Industria inteligente	Industrie intelligente
13	Smart industries	Industrias inteligentes	Industries intelligentes
14	Digital Density (IESE)	Densidad digital	Densité numérique
15	Digitally modified world	Mundo digitalmente modificado	Monde modifié numériquement
16	Digitally connected World	Mundo conectado digitalmente	Monde connecté numériquement
17	Digitally connected Society	Sociedad conectada digitalmente	Société connectée numériquement
18	Digital revolution	Revolución digital	Révolution numérique / Révolution digitale
19	Revolution 4.0	Revolución 4.0	Révolution 4.0

**Fuente:** elaboración propia.

De Scopus se recuperaron 10 193 registros y de WoS 3033. Esto generó un total de 13 226 referencias por considerar. Dado su gran número, estas fueron importadas y organizadas en una biblioteca construida en EndNote. Usando la función de ‘encontrar duplicados’ (*find duplicates*) de este programa, se analizaron una a una las coincidencias y se descartaron 2346 referencias. Esto, por corresponder al mismo trabajo. Con lo anterior, la base quedó construida por 10 880 referencias.

En función de la pregunta de investigación planteada y, con el fin de poder operar con un volumen de referencias amplio pero manejable, se establecieron tres criterios de inclusión y diez de exclusión. Estos se sintetizan en la siguiente tabla:



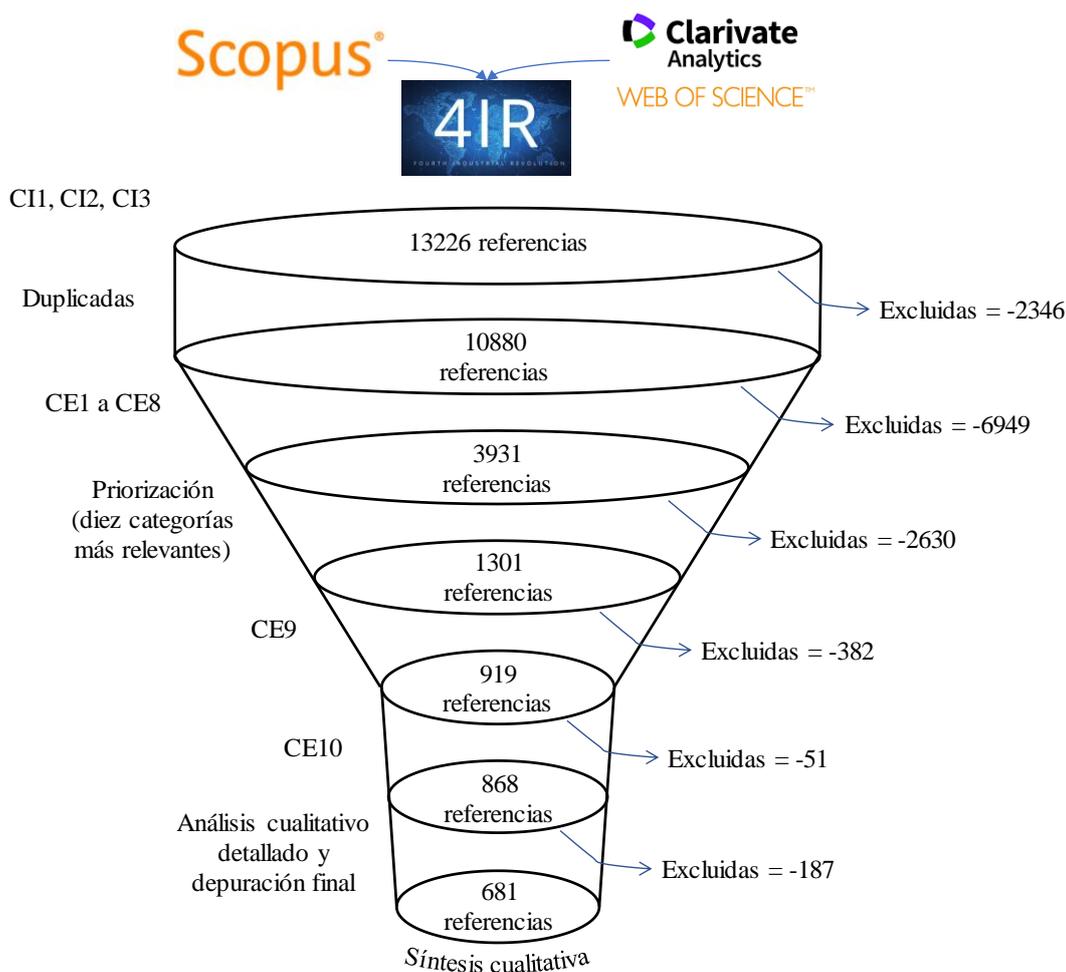
**Tabla 3.** Criterios de inclusión y exclusión establecidos

Tipo de criterio	Criterio Se incluyeron o excluyeron documentos que...	Identificador
Inclusión	Ponen en relación de manera amplia la 4RI y las organizaciones.	CI-1
	Ponen en relación de manera amplia la 4RI y la sociedad contemporánea.	CI-2
	Dan cuenta de manera amplia de los fundamentos, características e implicaciones de la 4RI.	CI-3
Exclusión	Se centran en aspectos puramente técnicos o en una(s) tecnología(s) específica(s).	CE-1
	Corresponden a memorias de eventos que compilan una variedad de textos con diversos propósitos.	CE-2
	Se publicaron antes del 2000 (dadas las definiciones presentes en la literatura acerca de la 4RI).	CE-3
	Se recuperaron con las ecuaciones usadas, pero que no están relacionados en realidad con la 4RI (sinónimos u homónimos).	CE-4
	Aunque centrados en el mundo digital, se enfocan en la tercera y no en la 4RI.	CE-5
	Tienen un foco reducido, muy particular, o que tocan tangencial o específicamente aspectos muy puntuales de la 4RI.	CE-6
	Revisan libros o hacen reseñas de otras obras, sin plantear una perspectiva propia o proveer aportes mayores complementarios.	CE-7
	Narran casos de transformación digital centrados en la descripción, sin dialogar ampliamente con la teoría o con aspectos más generales.	CE-8
	Los autores no pudieran obtener en texto completo, a pesar de haber hecho todos los esfuerzos posibles para hacerlo.	CE-9
	Los textos originales estaban en alemán o ruso y no eran comprensibles para los investigadores.	CE-10

**Fuente:** elaboración propia.

Con base en estos criterios, se llevó a cabo un proceso de depuración y reducción de datos (Moher et al., 2015). Se revisó cada referencia, una a una, en tres ciclos iterativos de inclusión y exclusión haciendo una codificación temática cualitativa (Thomas & Harden, 2008). Estos ciclos se separaron por varios días de descanso, buscando evitar errores en la codificación (Auerbach & Silverstein, 2003) debidos a la fatiga y a sesgos derivados de trabajar con un número tan elevado de referencias. El proceso seguido, al que sugerimos denominar “filtrado por la técnica de embudo”, se detalla a continuación:

**Figura 2.** Proceso de reducción de datos filtrando por la técnica de embudo



**Fuente:** elaboración propia.

Con la aplicación de los criterios y procesos ubicados a la izquierda del embudo se fue reduciendo y focalizando sistemática y rigurosamente el número de referencias por considerar. Las 681 referencias resultantes constituyen un número que, según los resultados de nuestro propio trabajo, es el más elevado considerado hasta ahora respecto al campo de la 4RI en una revisión. En efecto, la mayoría de los ejercicios realizados hasta ahora han tenido en cuenta una cantidad muy inferior de referencias (Maresova et al., 2018; Piccarozzi, Aquilani, & Gatti, 2018; Reis et al., 2018). De hecho, el más cercano a nuestro trabajo en este aspecto es el de Oztemel y Gursev (2018), que tuvo en cuenta 620 escritos.

El texto completo de los 681 documentos censados fue adquirido de diversas bases de datos. Todos fueron archivados en la librería de EndNote creada para este fin, con el objeto de poder analizar luego sus características científicas. Posteriormente, se realizó un ejercicio de lectura, atendiendo al contenido de los textos y sus referencias, así como una labor de caracterización cuantitativa y, principalmente, de síntesis cualitativa (Noblit & Hare, 1988). Esto, a lo largo de meses de trabajo necesarios para analizar un volumen de información tan amplio en una RSL (Pickering & Byrne, 2014, p. 543). Los principales resultados del trabajo realizado y su discusión se presentan en la siguiente sección.



## Resultados y discusión

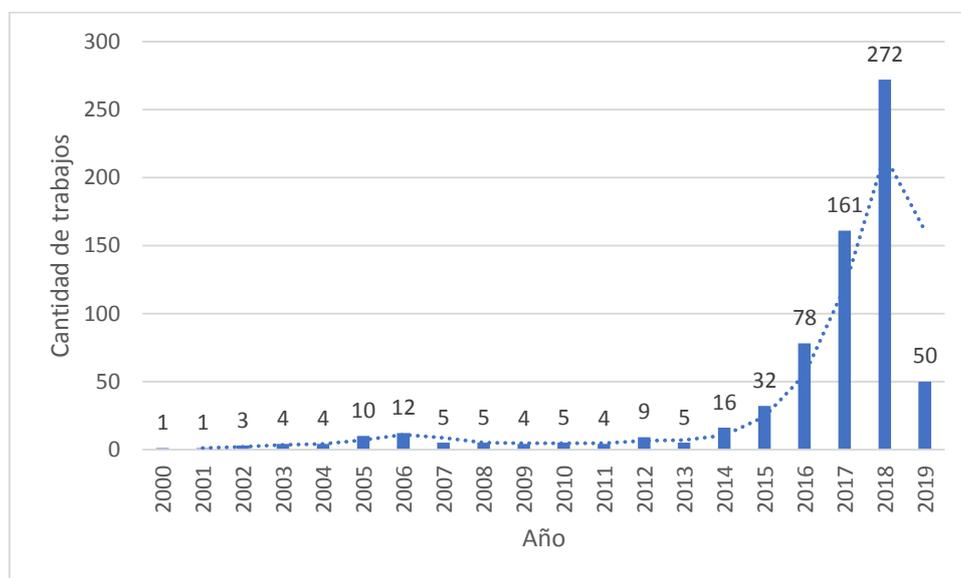
Por su naturaleza, la 4RI constituye un campo de estudio amplio, en el que diversas ciencias están interesadas, entre ellas, por supuesto, las ciencias sociales. Sin embargo, en su interior los aspectos técnicos ocupan un lugar protagónico.

Cuatro temas centrales emergen del análisis realizado. Estos contribuyen a responder a la pregunta de investigación planteada y, en consecuencia, estructuran este apartado:

### *Características del campo de estudio creado alrededor de la 4RI*

La mayoría de las obras censadas respecto al tema fue publicada en el transcurso de los tres últimos años (2016-2019). Esto da cuenta del importante dinamismo que ha tomado este tema recientemente (figura 3).

**Figura 3.** Distribución anual de los 681 textos analizados



**Fuente:** elaboración propia.

El inicio del período indicado coincide con la realización del Foro Davos (Suiza) del World Economic Forum (WEF) en 2016, el cual tuvo como tema central la 4RI. El protagonista del tema en el encuentro y, quien había hecho alusión al mismo desde inicios de los años noventa, fue Klaus Schwab, fundador y director ejecutivo del WEF. Como resultado de su trabajo al respecto, él publicó un libro titulado *The Fourth Industrial Revolution* (Schwab, 2016a).

Así, aunque se indique en la literatura que la 4RI comenzó con el nuevo siglo (Waibel et al., 2017, p. 732), lo cierto es que la mayoría de la producción bibliográfica indexada en las dos principales bases de datos científicas globales (WoS y Scopus) se concentra, en esencia, en los tres últimos años. De hecho, el 73 % de las 10 880 referencias consideradas inicialmente (figura 2) fue publicado en ese trienio.

El tipo de publicación más sobresaliente son los artículos (424 referencias, el 62 % del total), seguido por las ponencias (150 ~ 22 %), los capítulos de libro (89 ~

13 %), los libros (11 ~ 2 %) y los libros editados (6 ~ 1 %). Los 424 artículos fueron publicados en 302 *journals* (un promedio de 1,4 artículos por revista).

De las 302 revistas que publicaron los artículos analizados, 65 (el 21,5 %) publicaron dos o más textos, las 237 restantes publicaron uno cada una. Esto da cuenta de que no existe una importante concentración al respecto. Las revistas que más textos publicaron se presentan a continuación:

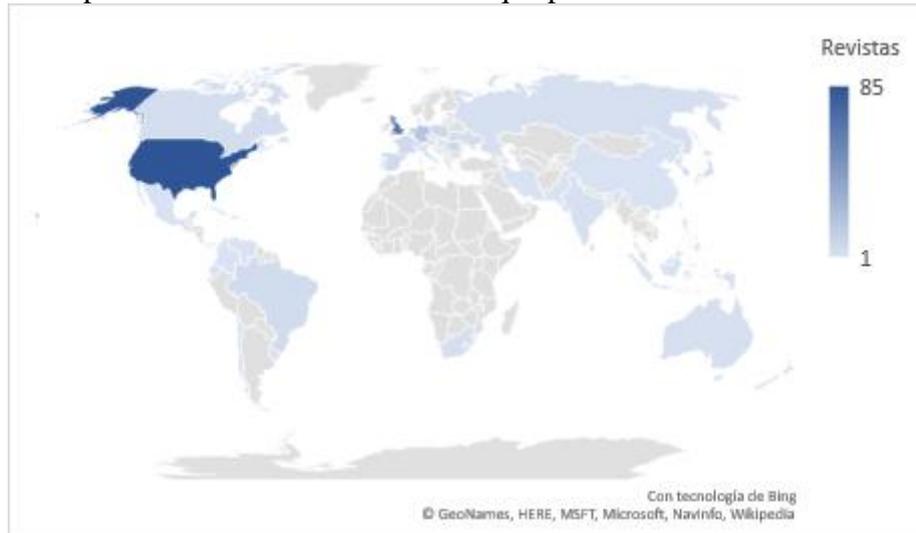
**Tabla 4.** Diez revistas que más publicaron artículos relacionados con la 4RI

Nro.	Revista	Artículos publicados
1	International Journal of Production Research	9
2	Procedia Manufacturing	9
3	IFAC-PapersOnLine	8
4	IEEE Access	6
5	Journal of Intelligent Manufacturing	5
6	AI and Society	5
7	Journal of Manufacturing Systems	5
8	Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity	5
9	Sustainability (Switzerland)	5
10	Strategy and Leadership	5

**Fuente:** elaboración propia.

Entre el total de revistas censadas, se destaca la presencia de nueve a cargo del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Este organismo ha ocupado un rol importante en el impulso del tema desde una perspectiva técnica. Las revistas que han publicado los textos se concentran principalmente en Estados Unidos (28 %) y el Reino Unido (23 %). La distribución general se muestra en la siguiente figura:

**Figura 4.** Mapa de concentración de revistas que publican textos vinculados con la 4RI



**Fuente:** elaboración propia.

Finalmente, en la medida en la que se avanza en las publicaciones, a través de los años, se observa una creciente pertinencia de los textos en función del imaginario actual de lo que es la 4RI y una cierta convergencia hacia las tecnologías que le dan soporte. Se observa también una mayor especialización y el esfuerzo por impulsar nuevos conceptos que den forma a lo estudiado, así como por establecer revisiones, como la nuestra, que sintetizen los avances logrados respecto a la 4RI.

#### ***Origen y fundamentos del campo de la 4RI y la diversidad de conceptos vinculados con este***

La primera utilización del concepto de 4RI es la efectuada por Rostow (1985) en su artículo “The fifth Kondratieff upswing and the fourth industrial revolution: Their meaning for forestry”. Esta es anterior a la que revisiones previas, como la de Liao, Deschamps, Loures y Ramos (2017, p. 16), habían identificado. Se trata del documento del mismo historiador económico titulado “The fourth industrial revolution and American society: Some reflections on the past for the future” (Rostow, 1988). En la identificación del origen en 1985, nuestra revisión coincide con lo encontrado por Liao, Loures, Deschamps, Brezinski y Venâncio (2018, p. 13).

En el documento de 1985, Rostow instauro la 4RI como una de las “dos principales (...) persistentes fuerzas dinámicas trabajando en la economía mundial” (p. 11), siendo la otra el ascenso de quinta onda de los ciclos de Kondratieff, cuyas cuatro antecesoras se habían realizado después de la Primera Revolución Industrial.

Ahora bien, aunque con los antecedentes indicados, la idea de la 4RI se formaliza a lo largo de la década en curso. Esto, en particular, en el contexto de dos eventos:

1. La feria de Hannover (Hannover Messe) de 2011 en Alemania, en donde se socializó el concepto de “industria 4.0” (Haddara & Elragal, 2015, p. 721) y se incorporó luego a una política de Estado al interior del “Plan de Acción de la Estrategia de Alta Tecnología 2020” (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013, p. 77).

2. El citado Foro Davos (Suiza) del WEF en 2016 y la publicación del libro *The Fourth Industrial Revolution* (Schwab, 2016a).

Alrededor del primer evento, en 2011, el Sindicato de Investigación Alemán para la Economía y la Ciencia contactó a la canciller Angela Merkel, con el interés de impulsar la industria del país. La denominación inicial de la iniciativa fue “revolución industrial 4.0”. Al no considerar conveniente usar la palabra “revolución”, esta fue borrada, dejando el nombre “Industria 4.0”. Este programa “se financió con 400 millones de euros y se anunció al público en la Feria de Hannover (Hannover Messe) en 2011 (Roser, 2015, párrs. 3-8).

El principal creador del término “Industria 4.0” fue Henning Kagermann, un físico, fundador y director de la empresa SAP AG y directivo de la Academia Alemana de Ciencia e Ingeniería (Acatech) (Costache, Popa, Dobrescu, & Cotet, 2017, p. 0743). Comparte el crédito, sin embargo, con Wolfgang Wahlster, un profesor de inteligencia artificial, y Wolf-Dieter Lukas, un físico y alto funcionario del Ministerio Federal Alemán de Educación e Investigación. Según Pfeiffer (2017), “lo que ellos comenzaron en 2011 durante una conferencia de prensa en el Hannover Messe (...) se convirtió en 2016 en el lema principal de la reunión del Foro Económico Mundial en Davos” (pp. 107-108). Esto, de hecho, conecta los dos eventos indicados. A partir de allí, se conformó el “Grupo de trabajo de Industrie 4.0”, el cual desarrolló y publicó en 2013 las primeras recomendaciones para implementar la iniciativa (Hermann, Pentek, & Otto, 2016, p. 5).

A pesar del origen concreto de esta idea, en el marco de los dos eventos mencionados, la 4RI se ha desarrollado alrededor de una multiplicidad de conceptos. Nuestro trabajo constata esto, así como una serie de encuentros y desencuentros al respecto. De hecho, en nuestra revisión censamos diecisiete conceptos principales que hacen referencia, aunque de manera alternativa, al fenómeno de la 4RI. Estos se muestran a continuación:

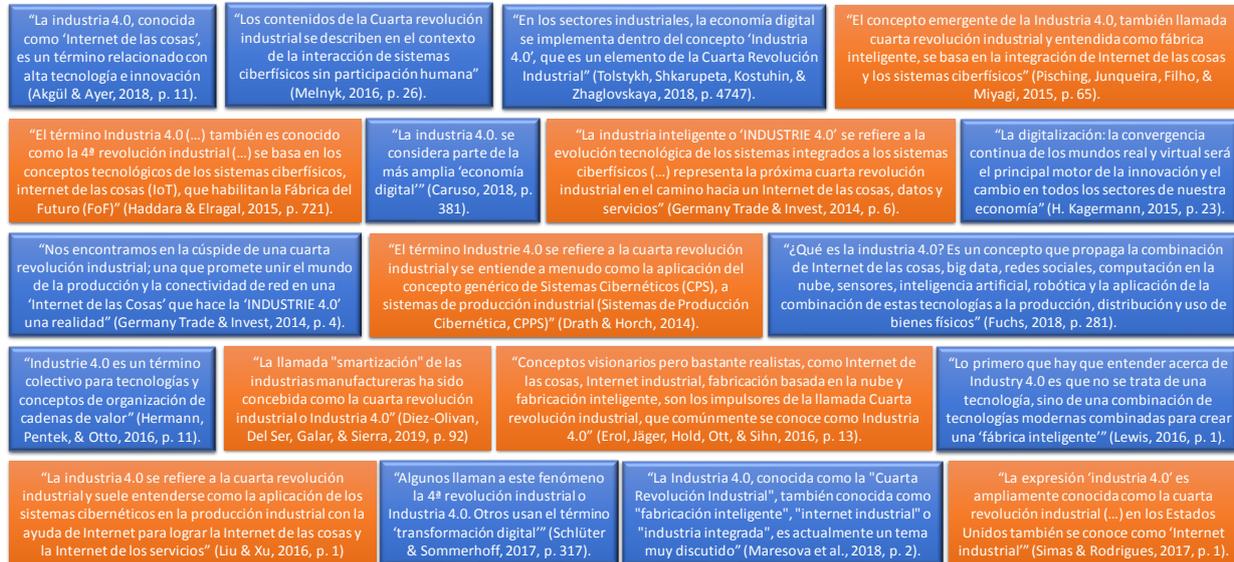
**Figura 5.** Diecisiete conceptos censados en la literatura para referirse a la 4RI



**Fuente:** elaboración propia.

En efecto, el análisis cualitativo realizado permite identificar el uso indiscriminado y en ocasiones confuso de estos y otros términos relacionados. Esto se muestra sintéticamente y, de manera contrastada, en la siguiente figura:

**Figura 6.** Muro de bloques con las diversas representaciones acerca de la 4RI



**Fuente:** elaboración propia.

En color naranja se destacan las definiciones que equiparan las dos denominaciones sobre las que existe mayor acuerdo en la literatura (“la cuarta revolución industrial” y la “industria 4.0”). Estas corresponden a aquellas con las que se da inicio al discurso. En color azul se encuentran otras que demuestran la falta de consenso al respecto y la existencia de múltiples representaciones.

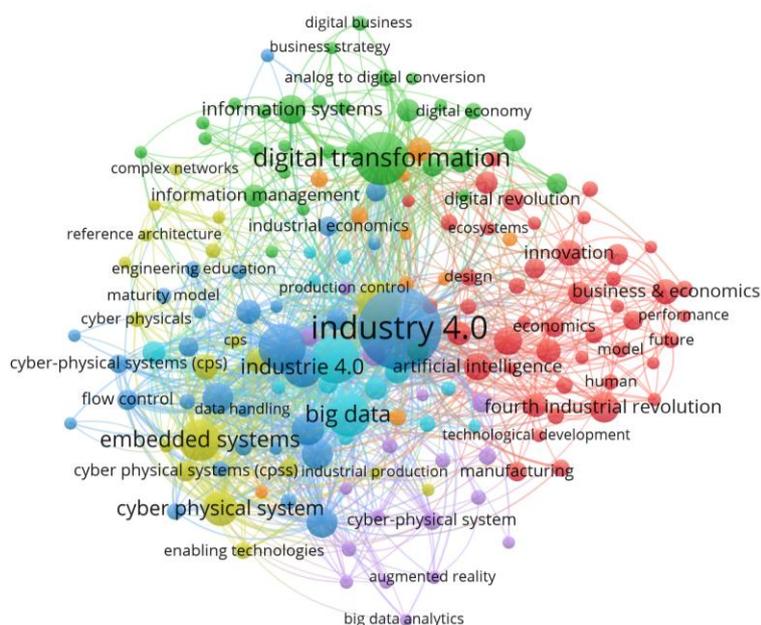
A pesar de la falta de consenso, buena parte de la literatura censada coincide en que la columna central de la 4RI son los sistemas ciberfísicos (cyber-physical systems —CPS). Estos constituyen “sistemas de ingeniería cuyas operaciones son monitoreadas, coordinadas, controladas e integradas por componentes informáticos y de comunicación que interactúan con el entorno físico” (Johansson, Pappas, Tabuada, & Tomlin, 2014, p. 3120).

Ante la diversidad de conceptos y representaciones acerca de la 4RI, Schneider (2018) sugiere hacer uso del término “Industria 4.0” (p. 809). Nosotros proponemos considerar dos formas de denotar las diversas revoluciones industriales: 1) industria 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 (Yin et al., 2018, p. 848), inspirada en “una reminiscencia de las versiones de software” (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014, p. 239), y 2) primera, segunda, tercera y cuarta revolución industrial (Schwab, 2016a). Ambas dan cabida a una progresión futura (industria 5.0, 6.0... o quinta, sexta...revolución industrial) y reconocen que cada nueva revolución debe aspectos a la(s) anterior(es).

Con todo, sugerimos privilegiar la segunda opción. Esto, dado que abre un mayor espacio al análisis de aspectos que van más allá de “la industria”, como los impactos de la 4RI en la sociedad contemporánea, los fundamentos sociohistóricos del proceso, las relaciones de poder existentes alrededor de los cambios tecnológicos, etc. (ver, por ejemplo, el trabajo de Kravchenko & Kyzymenko, 2019).

Una forma más de constatar la multiplicidad de conceptos centrales vinculados con la producción bibliográfica estudiada es el análisis de ocurrencias por clústeres de las palabras clave. A pesar de nuestra sugerencia de privilegiar la denominación de 4RI, este permite observar la prevalencia que tiene el apelativo “industria 4.0” sobre los demás. El resultado de esta labor se muestra a continuación:

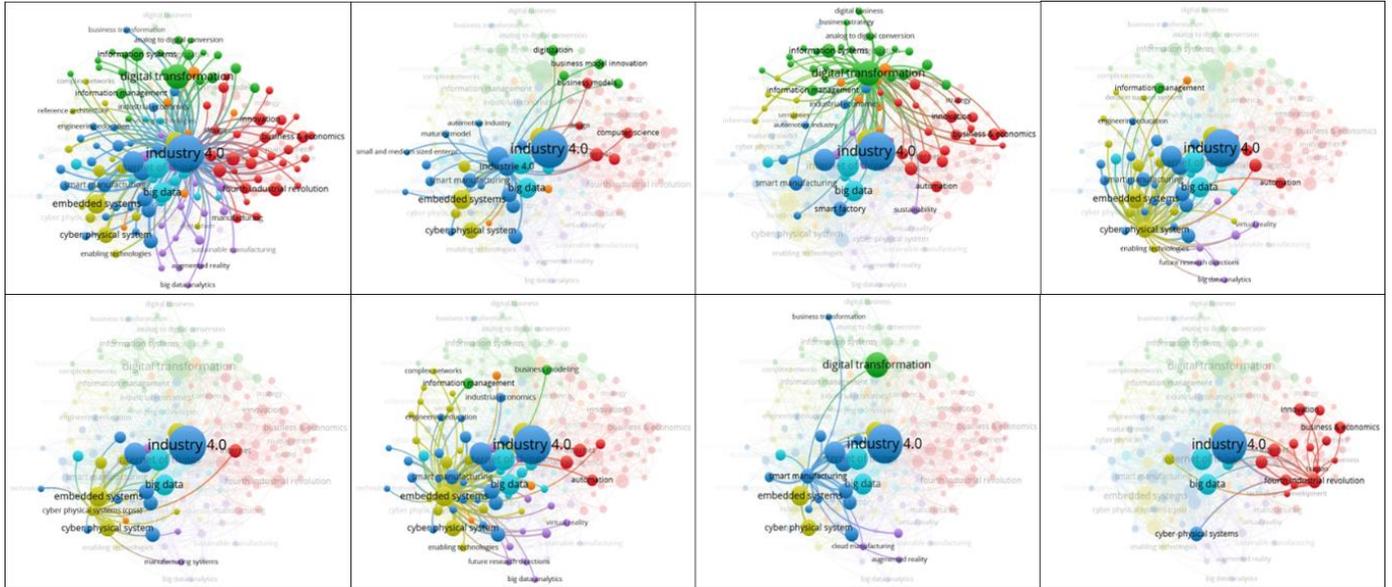
**Figura 7.** Análisis de ocurrencias de palabras clave por clústeres (visualización en red)



**Fuente:** elaboración propia.

A partir del análisis bibliométrico se observa que, a las dos denominaciones privilegiadas, “*industry 4.0*” e “*industrie 4.0*”, les siguen, en orden de mayor a menor centralidad, las de “*digital transformation*”, “*cyber physical system*” o “*cyber physical systems (CPSS)*”, “*embedded systems*”, “*smart manufacturing*” y “*fourth industrial revolution*” (figura 8).

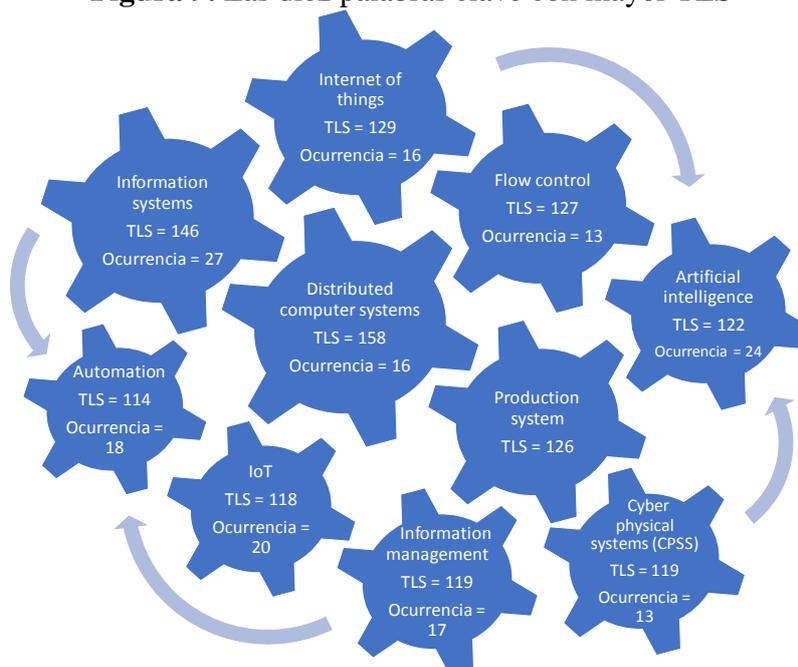
**Figura 8.** Conceptos clave más destacados por clústeres (visualización en red)



**Fuente:** elaboración propia.

Al considerar ya no los componentes esenciales de las figuras 7 y 8, sino sus relaciones, es decir, los vínculos de las 2784 palabras clave identificadas en los 681 textos considerados, se observa que las diez con mayor fuerza total del enlace (*total link strength* —TLS) o, en otros términos, con una mejor conexión de una palabra con las otras, son las siguientes:

**Figura 9.** Las diez palabras clave con mayor TLS



**Fuente:** elaboración propia.

Del análisis realizado se destacan tres aspectos:

1. Un énfasis técnico presente en la literatura respecto a la 4RI.
2. La cercanía del vínculo entre las palabras clave, lo que sugiere que, a pesar de que existan diversas denominaciones para dar cuenta de la 4RI, los investigadores se refieren, en el fondo, a un mismo fenómeno.
3. Entre las palabras clave, varias de las que tienen menos fuerza total del enlace y, en consecuencia, que están más distantes de las demás, corresponden a términos referidos a la administración de las organizaciones, como liderazgo (TLS = 27), administración de proyectos (TLS = 25), competitividad (TLS = 24) y administradores (TLS = 24). En efecto, el interés amplio del campo de la administración en el tema es más bien reciente. Sin embargo, tres trabajos de RSL, en particular, permiten vislumbrarlo como un dominio en crecimiento y con futuro (Piccarozzi et al., 2018; Reis et al., 2018; Schneider, 2018).

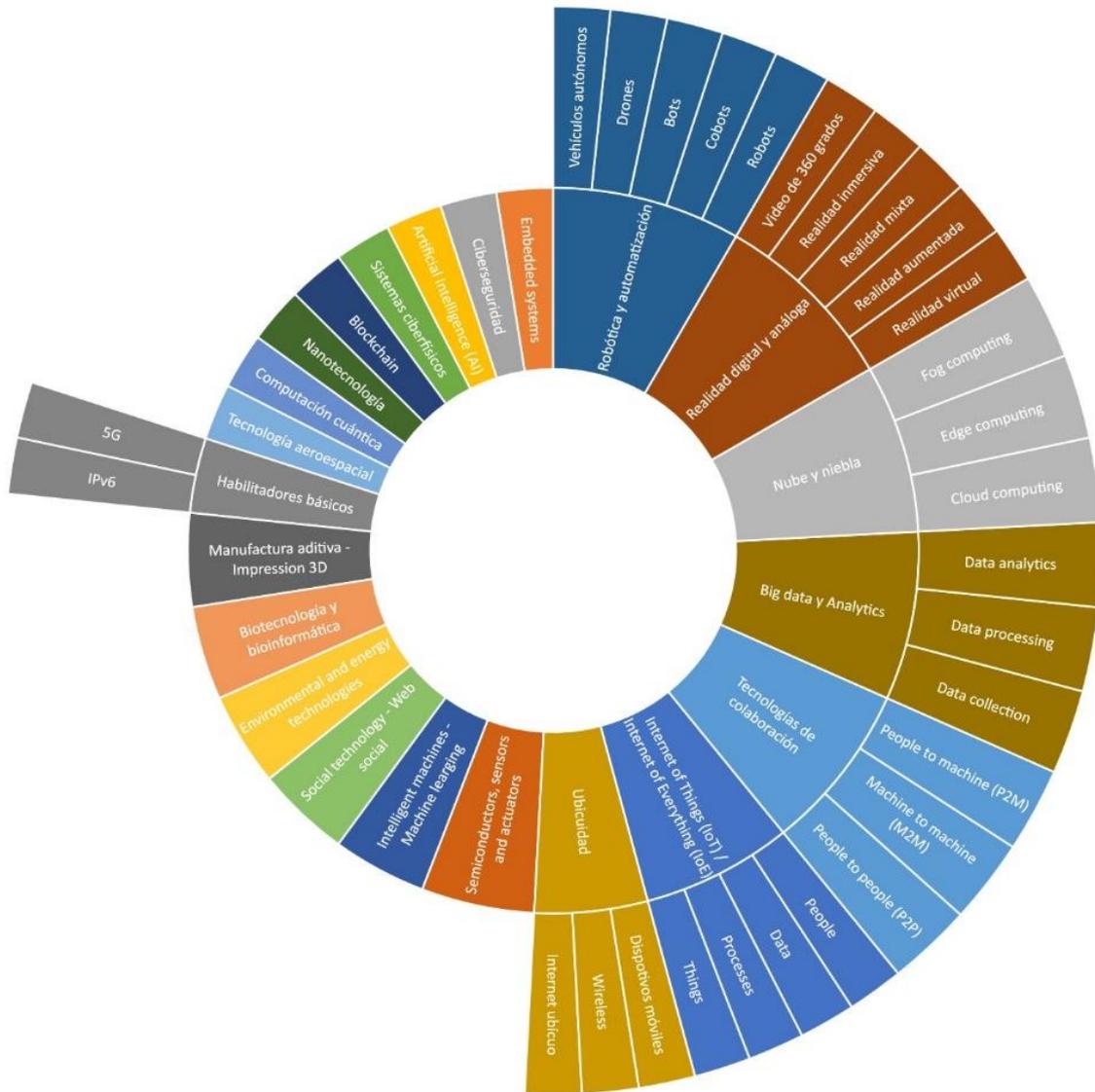
Otros elementos destacados son 1) el relativo aislamiento de términos centrales para el nuevo contexto como “ciberseguridad” (TLS = 26) y 2) el bajo interés de los 1540 autores de los 681 textos analizados (entre los que se destacan Dierk Jugel, Michael Möhring, Rainer Schmidt y Alfred Zimmermann, todos alemanes, con cuatro documentos y un TLS = 12) por asuntos como la cultura, la ética y otros aspectos tácitos, pero importantes.

A pesar de que lo anterior pueda explicarse, eventualmente, por la centralidad e interés que despiertan los adelantos tecnológicos en cuanto tal y sus aplicaciones y consecuencias en las organizaciones y la sociedad contemporánea, resulta inquietante que los aspectos tácitos no ocupen un lugar central al interior de la literatura. Esto invita a las ciencias sociales a participar más activamente en este campo.

**Una diversidad de tecnologías que convergen para dar forma a la 4RI que impactan a las organizaciones y la sociedad contemporánea**

Debido a la prevalencia de los asuntos técnicos en el campo estudiado, la identificación y síntesis de las tecnologías más relevantes vinculadas con la 4RI no es una tarea sencilla. Para dar cuenta de las principales tecnologías que dan forma a la 4RI se realizó un proceso de identificación, depuración, análisis de afinidad y síntesis de más de cuarenta trabajos que hacen referencia directa a este tema. Las principales tecnologías así identificadas se sintetizan en la siguiente figura:

**Figura 10.** Ecosistema tecnológico de la 4RI



**Fuente:** elaboración propia condensando lo indicado en cuarenta y tres referencias analizadas (por cuestión de espacio, a disposición del lector con el autor de correspondencia).

Hoy se cuenta con un protocolo internacional de internet (IPv6) que permite asignar direcciones virtuales a un sinnúmero de dispositivos y objetos. Esto, apoyado en tecnologías destacadas y en pleno desarrollo, como la red 5G y el internet de las cosas (IoT), promueve el avance de la 4RI. Este hecho no es trivial, pues se estima que en unos veinte años contaremos con cerca de 500 mil millones de dispositivos conectados

(Sendler, 2017a, p. 23). Lo anterior permite vislumbrar una faceta del impacto que la 4RI representa para los individuos, las organizaciones y la sociedad presente y futura.

Conviene destacar dos aspectos más. En primer lugar, el hecho de que, aunque se trate de resaltar la importancia de una tecnología por encima de otra, lo verdaderamente esencial en la 4RI es la convergencia de tecnologías derivada de la acumulación de múltiples innovaciones. Esto, junto a la mayor disponibilidad de los avances y la gradual reducción de costos, está facilitando la revolución en curso.

En segundo lugar, se destaca en la 4RI la presencia de una lógica de cocompetencia, es decir, de cooperación y competencia, simultáneamente. Esto es central a la hora de generar innovaciones. Se compete entonces con el fin de tratar de alcanzar primero la mejor solución posible a los problemas identificados. Sin embargo, las organizaciones en competencia y sus grupos de interés cooperan en los diferentes subsistemas de la cadena de valor para diseñar, programar, desarrollar, financiar, comprar, vender, etc. De este modo, se generan ecosistemas digitales y de innovación no necesariamente formales o centralizados. En el nuevo contexto, entre otros hechos, “los consumidores están cada vez más involucrados en las cadenas de producción y distribución, [y] pueden conectarse fácilmente a los proveedores mediante plataformas tecnológicas digitales” (Prisecaru, 2016, p. 61).

En el nuevo contexto, en efecto, la necesidad de cooperación “de todos con todos” ocupa un lugar protagónico. Esto se realiza a través de prácticas como el *crowdfunding*, el *crowdsensing* y el *crowdsourcing* (Pilloni, 2018). La interacción “de todo con todo”, una característica central de la 4RI, conduce a pensar en el desarrollo de una eventual consciencia colectiva (Turunen & Mäntymäki, 2018), que convoca a la serie de tecnologías que han dado forma a la 4RI y a la convergencia de lo físico, lo virtual y lo biológico.

### ***Otras implicaciones básicas de la 4RI en las organizaciones y la sociedad contemporánea***

Las implicaciones de la 4RI son destacadas y se espera que continúen creciendo en amplitud e impacto. Esto, dado que se trata de una revolución “integrada, integral, multilateral, involucrando al sector público, el sector privado, la academia y la sociedad civil” (Prisecaru, 2016, p. 61). El principal impulso proviene hoy de gobiernos de todo el mundo, en colaboración con empresas multinacionales destacadas, instituciones de alto reconocimiento como el WEF, organizaciones públicas y privadas a lo largo del planeta y el desarrollo de una producción científica amplia y en crecimiento (Caruso, 2018). Algunas de las más destacadas iniciativas gubernamentales impulsoras de la 4RI a nivel global se sintetizan a continuación:

**Figura 11.** Veinte iniciativas destacadas relacionadas con la 4RI

 Industry 4.0 Plattform Industrie 4.0 Smart Industry	<b>ALEMANIA</b>	 Make in India	<b>INDIA</b>
 Industrial Internet of Things (IIoT) Industrial Internet Consortium / Smart Manufacturing Advanced Manufacturing Partnership	<b>EEUU</b>	 Smart Industry	<b>PAÍSES BAJOS</b>
 Industrial Value Chain Initiative (IVI) 5th Science and Technology Basic Plan para alcanzar una "Super Smart Society" / Revitalization/Robots Strategy	<b>JAPÓN</b>	 Industria conectada 4.0 / Industria conectada	<b>ESPAÑA</b>
 Made in China 2025 Junto al plan "Internet Plus" en 2015	<b>CHINA</b>	 Smart Industry Produktion 2030	<b>SUIZA</b>
 British Factory of the Future in 2050 Future of Manufacturing Catapult Centers	<b>REINO UNIDO</b>	 National Technology Initiative 2035	<b>RUSIA</b>
 Intelligent Factories Clusters Piano nazionale industria 4.0 Fabbrica intelligente	<b>ITALIA</b>	 Taiwan Productivity 4.0 Initiative	<b>TAIWÁN</b>
 Industrie du futur La nouvelle France industrielle	<b>FRANCIA</b>	 Crafting the Future	<b>MÉXICO</b>
 Smart Factory Program Smart Factory or Manufacturing Innovation 3.0 Manufacturing Innovation 3.0 / Manufacturing Industry Innovation 3.0 / Innovation in Manufacturing 3.0	<b>COREA DEL SUR</b>	 Industrie 2030	<b>CANADÁ</b>
 RIE 2020 Plan (Research, Innovation and Enterprise 2020 Plan)	<b>SINGAPUR</b>	 Průmysl 4.0	<b>REPÚBLICA CHECA</b>
 Eleventh Malaysia Plan Economic Transformation Programme (ETP)	<b>MALASIA</b>	 Factories of the Future (FoF)	<b>COMISIÓN EUROPEA</b>

**Fuente:** elaboración propia condensando lo indicado en dieciséis referencias analizadas (por cuestión de espacio, a disposición del lector con el autor de correspondencia).

Estas iniciativas, junto a otras desarrolladas en más naciones, están impactando la sociedad contemporánea y las organizaciones que la conforman (Bendix, 1968). Estas últimas hacen parte fundamental de nuestras vidas. Pasamos buena parte de nuestro tiempo en ellas (March & Simon, 1958/1993, p. 21) y, de hecho, de acuerdo con Perrow (1991), somos “ciudadanos de una sociedad formada por organizaciones” (p. 7).

Las organizaciones características de nuestra sociedad son, efectivamente, grandes protagonistas del desarrollo y de las implicaciones de la 4RI. A través de estas se obtienen, canalizan y coordinan los recursos que permiten el perfeccionamiento de las tecnologías e innovaciones que están dando forma a esta revolución. Ellas, así como los individuos que las conforman, se ven impactadas también por las consecuencias — deseables y no deseables— del progreso tecnológico en el contexto socioeconómico.

La definición misma de organización, como un conjunto de “seres humanos” conformado con un propósito (Blau, 1968), está comenzando a ser seriamente impactada. Esto, dado que es posible pensar hoy en “organizaciones” conformadas principal o totalmente por máquinas, robots y sistemas inteligentes y automatizados (Popkova et al., 2019, p. 21). Esquemas organizacionales como los instaurados en los sistemas productivos de la minera Rio Tinto, Tesla y Foxconn, así como en tiendas sin humanos al servicio, como Amazon Go y Tencent, son ejemplos actuales de esta tendencia. Además, organizaciones “nacidas digitales”, como Amazon, Facebook y Google, con nuevos modelos, son hoy gigantes poderosos, mientras que otras, más tradicionales, se están viendo amenazadas (Reis et al., 2018, pp. 411-412).

Los impactos vislumbrados tienen que ver, entre otros, con 1) preguntarse qué implica una sociedad de organizaciones completamente tecnificadas; 2) considerar que los robots deberían pagar impuestos, cotizar y tener un código ético; 3) crear un ingreso básico universal (*universal basic income* —UBI) para quienes pierden su trabajo debido a la automatización, buscando esencialmente que pueda mantenerse el consumo requerido para que la economía funcione (Hawksworth, Berriman, & Goel, 2018, p. 35), y 4) interrogarse acerca de qué tipo de líderes vendrán ahora y “¿qué esperar si el líder es un noema, ciborg, solo un avatar o cualquier tipo de persona TMH (tecnología de mejoramiento humano) [*human enhancement technology* —HET]?” (Dimitrov, 2018, p. 79). Una síntesis y ampliación de algunos de estos impactos se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 5.** Algunas de las principales implicaciones de la 4RI para las organizaciones

Área	Implicación básica
Dirección general	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Llegada a la escena y desarrollo creciente de organizaciones completamente virtuales.</li> <li>– Creciente desarrollo del emprendimiento digital y tecnológico y de nuevas oportunidades para hacer negocios.</li> <li>– Necesidad de hacer mayores inversiones en materia de innovación y desarrollo y de aprovechar oportunidades en los nuevos sectores.</li> <li>– Posibilidad creciente de automatizar todo tipo de tareas, incluso, las directivas.</li> <li>– Establecimiento de nuevas formas de interacción con los diferentes grupos de interés.</li> <li>– Uso de tecnologías convergentes y soportadas en inteligencia artificial —para apoyar la gestión integral de la organización— canalizadas y utilizadas, eventualmente, a través de asistentes virtuales.</li> <li>– Manejo de nuevas amenazas y oportunidades derivadas de tecnologías como la manipulación genética, la bioinformática, la biorrobótica y del eventual avance de nuestra especie hacia una vida interplanetaria.</li> </ul>
Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impulso a sistemas compuestos por personas y máquinas inteligentes co-laborando.</li> <li>– Posibilidad de contar con líderes automatizados.</li> <li>– Necesidad de hablar el lenguaje de la tecnología y de estar al día en los avances tecnológicos para poder liderar en el nuevo contexto.</li> <li>– Manejo de dilemas éticos derivados de los diferentes impactos potenciales de las nuevas tecnologías en el contexto organizacional (reemplazo creciente de personas por robots, protagonismo de la tecnología y no del humano, fallas importantes y en ocasiones catastróficas, por delegación total de labores en sistemas tecnológicos antes controladas por humanos, entre otros).</li> </ul>
Estrategia	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La tecnología se convierte en el principal fundamento estratégico y en el corazón del modelo de negocio.</li> <li>– El valor de los datos y la analítica requiere ser capitalizado al servicio de los intereses de la organización.</li> <li>– Crecimiento y desarrollo en el marco de sistemas cooperativos y de ecosistemas digitales, de innovación y de negocios.</li> <li>– Crecimiento y desarrollo al interior de entornos cada vez más volátiles, inciertos, complejos y ambiguos (VUCA).</li> </ul>
Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Necesidad de trabajar seriamente en la ciberseguridad.</li> <li>– Manejo de información y de computación en la nube.</li> <li>– Uso de estructuras de datos como <i>blockchain</i> y de sistemas de información y respaldo distribuidos.</li> <li>– Manejo creciente de información a través de modelación y simulación para ahorrar costos, analizar problemas y proyectar escenarios.</li> </ul>
Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Adaptación al uso de criptomonedas y verificación de oportunidades y amenazas de su uso.</li> <li>– Entorno en el que las <i>fintech</i> toman cada vez más protagonismo y ofrecen más servicios.</li> <li>– Presencia de medios alternativos y nuevos, así como de múltiples canales para realizar las transacciones.</li> <li>– Uso de esquemas de <i>crowdfunding</i>.</li> <li>– Incorporación y manejo de información financiera de forma cada vez más automatizada, amplia y efectiva, así como retrospectiva, en tiempo real y prospectiva.</li> <li>– Consideración de nuevos entornos para la consecución, el manejo y el crecimiento de los recursos de la organización.</li> </ul>
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trabajo con sistemas soportados en cobots.</li> <li>– Manejo de organizaciones con transhumanos, poshumanos e, incluso, sin humanos en su interior.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Consideración de nuevos oficios, nuevos saberes, nuevas competencias y de nuevas exigencias como el bilingüismo tecnológico (dominar no solo el lenguaje materno, sino también el de la tecnología).</li> <li>– Educación modularizada, generada a través de trayectorias individualizadas, por demanda, y con titulaciones graduales y a la medida, las cuales ganan espacio frente a las titulaciones tradicionales.</li> <li>– Manejo de nuevos riesgos en las personas debido a sus nuevas formas de interacción con la tecnología.</li> <li>– Trabajo centrado en actividades, no lugares, que avanza entonces de la “movilidad” a la “ubicuidad”.</li> <li>– Trabajo con una gama de personal que va desde los analfabetas digitales, hasta desarrolladores y expertos en las nuevas tecnologías.</li> </ul>
Operaciones y logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cadenas de distribución robotizadas y cada vez más automatizadas.</li> <li>– Integración y optimización de operaciones a través de la implementación de nuevas tecnologías.</li> <li>– Diseño e implementación integral de sistemas ciberfísicos.</li> <li>– Nuevas formas de establecer relaciones, interactuar e integrar a los diferentes miembros de la cadena de valor.</li> <li>– Desarrollo de nuevos productos y procesos y apalancamiento en esquemas alternativos como el <i>crowdsourcing</i> y el <i>crowdsensing</i>.</li> <li>– Manejo de operaciones descentralizadas, sin fronteras y que vinculan las esferas física, digital y biológica.</li> <li>– Posibilidad de desarrollar operaciones a nivel global, sin necesidad de contar con planta física.</li> </ul>
Mercadeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Consideración de la ubicuidad y la omnicanalidad en la relación entre la organización y sus clientes.</li> <li>– Microsegmentación y conocimiento profundo del cliente a partir de sus datos y el análisis de los mismos.</li> <li>– Uso de robots, bots y otros esquemas automatizados, inteligentes y que aprenden como mediadores de la relación entre el cliente y la organización.</li> <li>– Comunicación ubicua-holística y atención de necesidades y desarrollo de experiencias considerando las esferas física, digital y biológica.</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia.

El último punto es, de hecho, algo trascendental. La idea de fondo conduce a autores como Dimitrov (2018, p. 9) a resaltar la fuerza que movimientos como el transhumanismo (H+ o h+) están teniendo en el nuevo contexto. Este cuenta hoy con una revista (*Journal of Transhumanism*, JOT, ahora JET) y una agremiación (World Transhumanist Association) (Hughes, 2004, p. ix). Defiende el “derecho a controlar nuestros propios cuerpos y mentes, incluso si nuestras elecciones nos hacen algo más que ‘humanos’ (...) y llegar a pensar en ‘posthumanos’, creados por tecnologías genéticas y cibernéticas” (Hughes, 2004, p. xv).

Lo anterior plantea cuestionamientos profundos que dan cuenta de la importancia de aquello a lo que se ve expuesta la sociedad actual en la 4RI, como: “¿la persona realzada sigue siendo la misma persona?” o, incluso, “¿la persona realzada sigue siendo humana?” (Cole-Turner, 2011, p. 10). Está también la interrogante acerca de si el mejoramiento puede llevar a este actor a convertirse en un poshumano.

Así, en la 4RI, a diferencia de las anteriores revoluciones (Kravchenko & Kyzymenko, 2019, p. 126), se plantean asuntos que ponen en cuestión, incluso, la noción misma de ‘humano’. Esto, en particular, alrededor de los discursos del transhumanismo, y su interés de mejorar a través de la tecnología las capacidades del individuo, así como su experiencia de vida, y del poshumanismo, entendido, o bien como uno de los objetivos centrales del anterior, o bien como su frontera (Kravchenko & Kyzymenko, 2019).

La otra faceta vinculada a este fenómeno es la automatización de los trabajos (Nedelkoska & Quintini, 2018), en particular, aunque no exclusivamente, de los rutinarios y manuales (Frey & Osborne, 2017). Esta genera un escenario de convivencia y colaboración entre las máquinas, los robots y los seres humanos. Se trata de esquemas

en los que los humanos supervisan, colaboran y hacen los trabajos que los robots aún no son capaces de hacer. Con esto se generan “robots colaborativos” denominados “cobots” (Thoben, Wiesner, & Wuest, 2017, p. 8) y se crean “nuevos modelos de producción, en los que el hombre y la máquina, junto con los agentes virtuales, forman equipos híbridos” (Richert, Muller, Schroder, & Jeschke, 2018, p. 413). De esta manera se da vida a una “roboeconomía” (Lonshakov et al., 2018).

En el contexto de la 4RI, las organizaciones vinculan máquinas y personas de manera directa en una relación de colaboración y codependencia. Esto, de hecho, según algunos autores (Lewis, 2017), podrá ser la clave de la 5RI. Lo anterior crea “mentes subconscientes” y hace de las organizaciones “inteligencias híbridas” (Leodolter, 2017). Además, conduce a que la administración de las organizaciones tenga que ocuparse de la toma de decisiones ya no solo de los individuos, sino también de las máquinas que interactúan y colaboran con ellos.

Estas nuevas dinámicas tienen efectos importantes en el rol administrativo, en los individuos (Carr, 2010, 2014, 2015) y, a través de estos, en una sociedad de organizaciones en las que no todos pueden encontrar fácilmente un lugar y verse beneficiados de los avances alcanzados (Johannessen, 2018, 2019). Estas dinámicas, entre otros aspectos, suponen la regeneración de múltiples fundamentos y maneras de enseñar la administración de organizaciones en las escuelas profesionales (Purg, Braček Lalić, & Pope, 2018) y, en general, la refundación del sistema educativo como un todo (Sendler, 2017b, p. 14).

La automatización, en la que robots cada vez más sofisticados son los protagonistas, no ha dejado de crecer en el mundo. En efecto, desde que empresa General Motors introdujo el primer robot industrial en 1961 (Kelly, 2015, p. 20), el Unimate #001, una máquina de fundición a presión al interior de su línea de producción en Trenton (Nueva Jersey) (European Engineering Industries Association, 2019), la inserción de robots en las organizaciones productivas ha avanzado de manera destacada. De hecho, de acuerdo con International Federation of Robotics (2019), “la demanda de robots industriales se ha acelerado considerablemente (...) [y] el número de instalaciones de robots nunca había aumentado tan fuertemente” (p. 13).

Como resultado de lo anterior, se estima que “en los próximos años, los robots eliminarán muchos empleos en los países desarrollados, especialmente en las áreas de administración y oficinas, donde típicamente el personal es femenino” (Prisecaru, 2016, p. 59)” y, de hecho, se calcula que “la mitad de todos los trabajos actuales son susceptibles de automatización en los próximos 10 a 20 años” (Dengler & Matthes, 2018, p. 304). Esto, considerado junto a la evolución de las tecnologías en desarrollo en la 4RI, tiene consecuencias profundas en la sociedad contemporánea. Estas no solo se relacionan con el hecho de que los individuos interactúen, por ejemplo, a través de redes sociales, teniendo “algoritmos en segundo plano [que] controlan el flujo de información utilizando sistemas de recomendación” (Calero Valdez & Ziefle, 2018, p. 357), sino que deban convivir y ser afectados por sistemas de inteligencia artificial presentes en la vida privada y pública. Ejemplos de esto son sistemas como el “*conversational AI*”, que soporta a asistentes virtuales como Alexa de Amazon y que permiten al humano conversar con computadores, o el “*applicant tracking system (ATS)*”, que facilita a las organizaciones el reclutamiento de nuevo personal.

La clave en el nuevo contexto, dado que, al menos por ahora, se considera que no todo es automatizable (McKinsey Global Institute, 2017, p. vii), parece ser entonces lograr una adecuada “complementariedad” de los sistemas físicos, virtuales y biológicos, más que procurar la “sustituibilidad” de unos por otros (Ansari, Hold, & Sihn, 2018). Esto se encuentra presente en la literatura en conceptos en los que los humanos se adaptan a las nuevas realidades, convirtiéndose en “transformadores digitales” (Mueller & Renken, 2018), “Operadores 4.0” (Romero et al., 2016) u “homo digitalis” (Gutnik, 2018).

Otro impacto básico de la 4RI en las organizaciones y la sociedad tiene que ver con el desdibujamiento de límites establecidos tradicionalmente. Uno de estos es el existente entre la vida laboral y la no laboral. Esto, dado que con la 4RI es cada vez más difusa, por ejemplo, la frontera entre la vida en la organización en la que se trabaja y la desarrollada en otros espacios como el hogar, el ocio y la familia. Hoy las herramientas y la información no están circunscritas o atadas al lugar de trabajo. Esto conduce a que se labore cada vez más en lugares distintos a este (la casa, el hotel, un aeropuerto, etc.) (Hoonakker, 2014, p. 19). Se trata, en esencia, de la materialización de un mundo altamente conectado, con “presencia ubicua” (Terziyan, Gryshko, & Golovianko, 2018), en donde las personas pueden hacer sus actividades donde y cuando lo requieran.

Es necesario considerar también que el tipo de automatización que trae consigo la 4RI tiene un “lado claro y prometedor” y uno “oscuro y atemorizador”. De hecho, desde los orígenes que tienen los vocablos robot y robótica en la ciencia ficción, en la obra *R.U.R.: Robots Universales Rossum* (1920) de Karel Capek y *Yo, Robot* (1950) de Isaac Asimov, respectivamente, el primero planteaba que estos dispositivos “serían malévolos y conquistarían el mundo”, mientras que el segundo pensaba que “siempre serían benévolos” (Engelberger, 1999, p. 3).

Del mismo modo, es posible identificar autores a favor de la 4RI, como Sendler (2017b, pp. 7-8), indicando que cada revolución industrial ha traído consigo la sustitución de la labor humana por las máquinas y la destrucción de empleos; pero también la creación de muchos trabajos, de más y mejores posibilidades de subsistencia y de un elevado nivel de bienestar y progreso. Estos sostienen, además, que la 4RI trae consigo el desarrollo de productos inteligentes que pueden, en sí mismos, generar nuevos servicios. Piensan que gracias a ella se podrá contar con “más tiempo para que las personas persigan sus intereses, lo que a su vez permite trayectorias profesionales más diversas y flexibles y permitirá a las personas seguir trabajando y siendo productivas durante más tiempo” (Xu, Xu, & Li, 2018, p. 2955). Lo anterior, sobre la base de que los humanos estarán más y mejor conectados y podrán encontrarse en interacciones verdaderamente productivas.

Autores como Ozdemir (2018), en cambio, consideran aspectos del lado oscuro de la 4RI. Indican que una “conectividad generalizada y una integración extrema hasta el punto de que todo esté conectado a todo lo demás” (p. 637), significa poner todos los huevos en la misma canasta y abrir espacios para la consolidación de estructuras de poder social y político que pueden ser peligrosos para la vida de las personas. Esto plantea, además, la posibilidad de colapsos completos a nivel social —si no se atiende a la ciberseguridad y se materializan riesgos informáticos (Thames & Schaefer, 2017)—, así como eventuales abusos por parte de instituciones y gobiernos (Ozdemir & Hekim, 2018, p. 65). De hecho, se considera que “a medida que el mundo físico y el espacio

virtual se integren, los problemas de seguridad serán cada vez más graves” (Xu et al., 2018, p. 2954)

Dados los nuevos marcos de interacción humana, algunos aspectos adicionales por considerar son, entre otros, la importancia que tienen asuntos tácitos, pero esenciales, como la confianza (Harlamova, 2018) y la ética. Respecto a la última algunos autores, al interior de la 4RI, hablan ya de la “ciberética” (Hurlburt, 2018).

Está también el eventual aumento de la desigualdad actual como resultado de la brecha digital (*digital divide*). Este concepto describe la presencia de “inequidades significativas en términos de quién accede y se beneficia del panorama digital” (Fang et al., 2019, p. e1).

Existen también brechas de otros tipos que, en el contexto organizacional, es necesario contemplar. Una de ellas se describe, por ejemplo, en términos generacionales (Gilleard, 2017). Se considera que, en este momento, por primera vez en la historia contemporánea, conviven cinco generaciones al interior de las organizaciones. Esto se sintetiza en la siguiente figura:

**Figura 12.** Cinco generaciones conviviendo en las organizaciones en 2020



Tradicionalistas o <i>The silent generation</i>	<i>Baby boomers</i>	Generación X	<i>Millennials y boomlets (1998-2000)</i>	Generación Z, 2020, o <i>centennials</i>
Nacidos antes de 1945	Nacidos entre 1946-1964	Nacidos entre 1965-1980	Nacidos entre 1981-2000	Nacidos después de 2001
Edad: 75 o + años	Edad: 56-74 años	Edad: 40-55 años	Edad: 20-39 años	Edad: 19 años o -
Análogos		Inmigrantes y colonos digitales		Nativos digitales
Gran depresión Segunda Guerra Mundial Disciplinados Lealtad al trabajo	Vietnam, aterrizaje en la luna, derechos civiles y de la mujer Experimentadores Innovadores Trabajo duro Computador personal	Caída del muro de Berlín Guerra del Golfo Independientes Agentes de la libertad Internet, MTV, SIDA, teléfono móvil	Ataque del 9/11 Servicio a la comunidad Inmediatez Seguros Diversidad Completamente sociales Google, Facebook	Edad de 15 años o menos Optimistas Altas expectativas App Juegos sociales Tabletas y otros dispositivos

**Fuente:** elaboración propia condensando lo indicado en cuatro referencias analizadas (por cuestión de espacio, a disposición del lector con el autor de correspondencia).  
Fotografía tomada del Center for Executive Excellence (2019, parr. 1).

Las dos anteriores no son tampoco las únicas asimetrías por considerar. Existen otras vinculadas a la 4RI que pueden incentivar y ampliar las brechas presentes en la sociedad contemporánea. Estas se relacionan, por ejemplo, con diferencias existentes entre inmigrantes y no inmigrantes (Romero et al., 2016); ricos y pobres; individuos capacitados en carreras STEM (*science, technology, engineering y mathematics*) (Wang, 2018, p. 722) y personas formadas en otras; sujetos que desarrollan y venden tecnología y quienes las compran y usan, y entre países del norte y del sur (Valenzuela, 2016). La 4RI, de hecho, “podría aumentar la desigualdad y acelerar el colapso de la clase media y la polarización del poder social” (Lee et al., 2018, p. 6).

Conviene atender a estos aspectos de tan profundo impacto en la sociedad. Esto, por ejemplo, continuando con la labor adelantada por instituciones como la National Telecommunication and Information Administration (1995), quien ha trabajado estas inequidades en el contexto de las TIC, y con el esfuerzo de autores como Yu (2011), quien ha definido “la desigualdad de la información [un concepto aún más amplio] como una disparidad multifacética entre individuos, comunidades o naciones en la movilización de los recursos de información de la sociedad para el beneficio de sus vidas y desarrollo” (p. 660). Él ha impulsado también la idea de enfocarse “en la desigualdad de la información en general o en sus formas específicas, por ejemplo, la pobreza de la información, la brecha de información, la brecha de conocimiento y la brecha digital” (p. 660). Obras censadas en nuestra investigación, como la editada por Zysman y Newman (2006), contribuyen positivamente en este camino.

## Conclusiones

A decir de Marías (1970) el hombre tiene un carácter futurizo, es decir, está orientado por —y vive esencialmente hacia— el futuro. Este guía el momento presente y lo que de manera fugaz se realiza en él. El ser humano se hace en la medida en la que hace cosas. La 4RI es, en esencia, una construcción del futuro de nuestra especie por medio de las obras que esta lleva a cabo en el presente. Por esta razón, comprender mejor la idea de futuro que estamos buscando construir y sus implicaciones para nuestro presente es una labor importante. Este trabajo, ha buscado aportar en esta empresa, a través de una investigación amplia, profunda y comprensiva de la literatura que está dando forma, estudiando y proyectando la 4RI.

Respondiendo al objetivo y la pregunta de investigación planteados, nuestro trabajo ha permitido identificar los fundamentos y características básicos del campo de la 4RI y sus principales implicaciones para las organizaciones y la sociedad contemporánea. Sin embargo, por su amplitud, profundidad y relevancia, los avances logrados nos impulsan a seguir trabajando en el tema. Invitamos a otros científicos sociales a hacerlo también.

La 4RI es un fenómeno real, de configuración reciente, en pleno auge y desarrollo y que tiene diversas y profundas implicaciones en la sociedad contemporánea. Esto invita a las diferentes ciencias sociales, en efecto, a seguir profundizando en el tema y, en particular, a ocupar un papel más activo frente al mismo. Esto podría permitir dejar de lado la alta concentración de este campo en los asuntos técnicos y ampliar así los análisis de variables tácitas, pero fundamentales, vinculadas profundamente con esta revolución. Se trata de considerar temas identificados en nuestro trabajo como de desarrollo incipiente, tales como la ética, el poder, la inequidad, la identidad, la humanidad, las nuevas formas de interrelación e interacción, las prácticas sociales y el comportamiento, la cultura, la educación, la administración y la configuración de las organizaciones, las instituciones y el sistema socioeconómico global. Estos se proyectan entonces como importantes canteras de investigación hacia el futuro, las cuales conviene explorar.

Otros asuntos centrales de investigación se relacionan con las consecuencias de la integración entre lo virtual, lo físico y lo biológico; la inteligencia artificial; el internet de todo; la tecnología 5G y las subsiguientes; el *big data* y la analítica —pues

“los datos del mundo se están duplicando aproximadamente cada 1.5 años y (...) 2,5 quintillones de bytes están siendo producidos cada día” (O’Donovan, Leahy, Bruton, & O’Sullivan, 2015, pp. 1-2)—; la computación bioinspirada y la cuántica; la criptografía poscuántica; el *blockchain*; los nuevos dispositivos inteligentes; las nuevas formas de trabajo; la ubicuidad y la singularidad; el trans y el poshumanismo; el conocimiento en el humano y la máquina; la exploración espacial y la vida interplanetaria de nuestra especie; la movilidad autónoma, inteligente, eficiente y ecológica a nivel terrestre, aéreo y extraplanetario; la coexistencia con robots y robots humanoides (más evolucionados que la actual Sophia de Hanson Robotics); la ciberseguridad; la reducción de la brecha digital; las formas de interacción más directas, eficientes y productivas entre actores, actantes y múltiples naciones, organizaciones, instituciones, culturas y campos del conocimiento; el crecimiento, el desarrollo y la prosperidad de la sociedad global; el desarrollo de tecnología que pueda contribuir a solucionar los grandes problemas que afectan a la humanidad, y la eventual eliminación total de la participación humana directa en el sistema productivo (Alekseev, Buraeva, Kletskova, & Rykhtikova, 2019, pp. 94-95).

Aunque aún estamos tratando de comprender la 4RI, a través de trabajos como el nuestro, existen ya planteamientos alrededor de la quinta (5RI). Señalan que en ella se perfeccionaría nuestra capacidad de cómputo, en particular reduciendo sus costos y su importante consumo de energía. Esto dado que “los bioingenieros han comenzado a trabajar en un producto interesante: la supercomputadora ‘viva’, que obtendrá energía del trifosfato de adenosina, como todos los organismos normales, y la transferencia de información se realizará mediante proteínas en lugar de electrones” (Feshina, Konovalova, & Sinyavsky, 2019, p. 119).

Dado el sistemático acortamiento del intervalo existente entre el surgimiento de una revolución industrial y la siguiente, así como las posibilidades que brinda la acumulación de avances y la convergencia y sinergia entre tecnologías, pensar en que pronto estaremos ante una 5RI no es entonces una idea descabellada y, en consecuencia, este es un planteamiento al que vale la pena seguirle la pista también desde ahora.

## Apéndice. Descriptores, ecuaciones de búsqueda y referencias recuperadas inicialmente de Scopus y WoS

Búsquedas en la base Scopus					
(Por el diseño de las ecuaciones y de la base se busca, por defecto, en el título, el resumen y las palabras clave del artículo)					
Nro.	Inglés	Español	Francés	Ecuación de búsqueda	Resultados recuperados
1	Fourth Industrial Revolution	Cuarta revolución industrial	Quatrième révolution industrielle	(TITLE-ABS-KEY ("Fourth Industrial Revolution") OR TITLE-ABS-KEY ("Cuarta revolución industrial") OR TITLE-ABS-KEY ("Quatrième révolution industrielle" ))	763
2	Industry 4.0	Industria 4.0	Industrie 4.0	(TITLE-ABS-KEY ("Industry 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Industria 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Industrie 4.0"))	4553
3	Industrial Revolution stage four	Revolución industrial etapa cuatro	Révolution industrielle quatrième étape	(TITLE-ABS-KEY ("Industrial Revolution stage four") OR TITLE-ABS-KEY ("Revolución industrial etapa cuatro") OR TITLE-ABS-KEY ("Révolution industrielle quatrième étape" ))	0
4	4th Industrial Revolution	4a revolución industrial / 4ta revolución industrial	4e révolution industrielle / 4ème révolution industrielle	(TITLE-ABS-KEY ("4th Industrial Revolution") OR TITLE-ABS-KEY ("4a revolución industrial") OR TITLE-ABS-KEY ("4ta revolución industrial") OR TITLE-ABS-KEY ("4e révolution industrielle") OR TITLE-ABS-KEY ("4ème révolution industrielle" ))	180
5	4IR	4RI	4RI	(TITLE-ABS-KEY ("4IR") OR TITLE-ABS-KEY ("4RI"))	51
6	Industry of the future / Future industry	Industria del futuro	Industrie du futur	(TITLE-ABS-KEY ("Industry of the future") OR TITLE-ABS-KEY ("Future industry") OR TITLE-ABS-KEY ("Industria del futuro") OR TITLE-ABS-KEY ("Industrie du futur" ))	689
7	Intelligent factories	Fábricas inteligentes	Usines intelligentes	(TITLE-ABS-KEY ("Intelligent factories") OR TITLE-ABS-KEY ("Fábricas inteligentes") OR TITLE-ABS-KEY ("Usines intelligentes" ))	94
8	Intelligent industry	Industria inteligente	Industrie intelligente	(TITLE-ABS-KEY ("Intelligent industry") OR TITLE-ABS-KEY ("Industria inteligente") OR TITLE-ABS-KEY ("Industrie intelligente" ))	22
9	Digital Transformation	Transformación digital	Transformation numérique / Transformation digitale	(TITLE-ABS-KEY ("Digital Transformation") OR TITLE-ABS-KEY ("Transformación digital") OR TITLE-ABS-KEY ("Transformation numérique") OR TITLE-ABS-KEY ("Transformation digitale" ))	1572
10	Smart Products	Productos inteligentes	Produits intelligents	(TITLE-ABS-KEY ("Smart Products") OR TITLE-ABS-KEY ("Productos inteligentes") OR TITLE-ABS-KEY ("Produits intelligents" ))	453
11	Smart Companies	Empresas inteligentes	Entreprises intelligentes	(TITLE-ABS-KEY ("Smart Companies") OR TITLE-ABS-KEY ("Empresas inteligentes") OR TITLE-ABS-KEY ("Entreprises intelligentes" ))	70
12	Smart industry	Industria inteligente	Industrie intelligente	(TITLE-ABS-KEY ("Smart industry") OR TITLE-ABS-KEY ("Industria inteligente") OR TITLE-ABS-KEY ("Industrie intelligente" ))	120
13	Smart industries	Industrias inteligentes	Industries intelligentes	(TITLE-ABS-KEY ("Smart industries") OR TITLE-ABS-KEY ("Industrias inteligentes") OR TITLE-ABS-KEY ("Industries intelligentes" ))	120
14	Digital Density (I4SE)	Densidad digital	Densité numérique	(TITLE-ABS-KEY ("Digital Density") OR TITLE-ABS-KEY ("Densidad digital") OR TITLE-ABS-KEY ("Densité numérique" ))	77
15	Digitally modified world	Mundo digitalmente modificado	Monde modifié numériquement	(TITLE-ABS-KEY ("Digitally modified world") OR TITLE-ABS-KEY ("Mundo digitalmente modificado") OR TITLE-ABS-KEY ("Mondemodifié numériquement" ))	0
16	Digitally connected World	Mundo conectado digitalmente	Monde connecté numériquement	(TITLE-ABS-KEY ("Digitally connected World") OR TITLE-ABS-KEY ("Mundo conectado digitalmente") OR TITLE-ABS-KEY ("Monde connecté numériquement" ))	18
17	Digitally connected Society	Sociedad conectada digitalmente	Société connectée numériquement	(TITLE-ABS-KEY ("Digitally connected Society") OR TITLE-ABS-KEY ("Sociedad conectada digitalmente") OR TITLE-ABS-KEY ("Société connectée numériquement" ))	2
18	Digital revolution	Revolución digital	Révolution numérique / Révolution digitale	(TITLE-ABS-KEY ("Digital revolution") OR TITLE-ABS-KEY ("Revolución digital") OR TITLE-ABS-KEY ("Révolution numérique") OR TITLE-ABS-KEY ("Révolution digitale" ))	1367
19	Revolution 4.0	Revolución 4.0	Révolution 4.0	(TITLE-ABS-KEY ("Revolution 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Revolución 4.0") OR TITLE-ABS-KEY ("Révolution 4.0" ))	42
<b>TOTAL REFERENCIAS SCOPUS</b>					<b>10193</b>
Búsquedas en la base Web of Science (WoS)					
(Por el diseño de las ecuaciones y de la base se busca, por defecto, en el título y en el tema del artículo)					
1	Fourth Industrial Revolution	Cuarta revolución industrial	Quatrième révolution industrielle	TÍTULO: ("Fourth Industrial Revolution") OR TÍTULO: ("Cuarta revolución industrial") OR TÍTULO: ("quatrième révolution industrielle") OR TEMA: ("fourth industrial Revolution") OR TEMA: ("Cuarta revolución industrial") OR TEMA: ("quatrième révolution industrielle") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	293
2	Industry 4.0	Industria 4.0	Industrie 4.0	TÍTULO: ("Industry 4.0") OR TÍTULO: ("Industria 4.0") OR TÍTULO: ("Industrie 4.0") OR TEMA: ("Industry 4.0") OR TEMA: ("Industria 4.0") OR TEMA: ("Industrie 4.0") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	1198
3	Industrial Revolution stage four	Revolución industrial etapa cuatro	Révolution industrielle quatrième étape	TÍTULO: ("Industrial Revolution stage four") OR TÍTULO: ("Revolución industrial etapa cuatro") OR TÍTULO: ("Révolution industrielle quatrième étape") OR TEMA: ("Industrial Revolution stage four") OR TEMA: ("Revolución industrial etapa cuatro") OR TEMA: ("Révolution industrielle quatrième étape") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SC-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	0
4	4th Industrial Revolution	4a revolución industrial / 4ta revolución industrial	4e révolution industrielle / 4ème révolution industrielle	TÍTULO: ("4th Industrial Revolution") OR TÍTULO: ("4a revolución industrial") OR TÍTULO: ("4e révolution industrielle") OR TEMA: ("4th Industrial Revolution") OR TEMA: ("4a revolución industrial") OR TEMA: ("4e révolution industrielle") OR TÍTULO: ("4ème révolution industrielle") OR TÍTULO: ("4ta revolución industrial") OR TEMA: ("4ta revolución industrial") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	52
5	4IR	4RI	4RI	TÍTULO: ("4IR") OR TÍTULO: ("4RI") OR TEMA: ("4IR") OR TEMA: ("4RI") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	12
6	Industry of the future / Future industry	Industria del futuro	Industrie du futur	TÍTULO: ("Industry of the future") OR TÍTULO: ("Future industry") OR TÍTULO: ("Industria del futuro") OR TÍTULO: ("Industrie du futur") OR TEMA: ("Industry of the future") OR TEMA: ("Future industry") OR TEMA: ("Industria del futuro") OR TEMA: ("Industrie du futur") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	141
7	Intelligent factories	Fábricas inteligentes	Usines intelligentes	TÍTULO: ("Intelligent factories") OR TÍTULO: ("Fábricas inteligentes") OR TÍTULO: ("Usines intelligentes") OR TEMA: ("Intelligent factories") OR TEMA: ("Fábricas inteligentes") OR TEMA: ("Usines intelligentes") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SC-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	1
8	Intelligent industry	Industria inteligente	Industrie intelligente	TÍTULO: ("Intelligent industry") OR TÍTULO: ("Industria inteligente") OR TÍTULO: ("Industrie intelligente") OR TEMA: ("Intelligent industry") OR TEMA: ("Industria inteligente") OR TEMA: ("Industrie intelligente") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	6
9	Digital Transformation	Transformación digital	Transformation numérique / Transformation digitale	TÍTULO: ("Digital Transformation") OR TÍTULO: ("Transformación digital") OR TÍTULO: ("Transformation numérique") OR TÍTULO: ("Transformation digitale") OR TEMA: ("Digital Transformation") OR TEMA: ("Transformación digital") OR TEMA: ("Transformation numérique") OR TEMA: ("Transformation digitale") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SC-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	490
10	Smart Products	Productos inteligentes	Produits intelligents	TÍTULO: ("Smart Products") OR TÍTULO: ("Productos inteligentes") OR TÍTULO: ("Produits intelligents") OR TEMA: ("Smart Products") OR TEMA: ("Productos inteligentes") OR TEMA: ("Produits intelligents") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	86
11	Smart Companies	Empresas inteligentes	Entreprises intelligentes	TÍTULO: ("Smart Companies") OR TÍTULO: ("Empresas inteligentes") OR TÍTULO: ("Entreprises intelligentes") OR TEMA: ("Smart Companies") OR TEMA: ("Empresas inteligentes") OR TEMA: ("Entreprises intelligentes") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SC-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	30
12	Smart industry	Industria inteligente	Industrie intelligente	TÍTULO: ("Smart industry") OR TÍTULO: ("Industria inteligente") OR TÍTULO: ("Industrie intelligente") OR TEMA: ("Smart industry") OR TEMA: ("Industria inteligente") OR TEMA: ("Industrie intelligente") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	23
13	Smart industries	Industrias inteligentes	Industries intelligentes	TÍTULO: ("Smart industries") OR TÍTULO: ("Industrias inteligentes") OR TÍTULO: ("Industries intelligentes") OR TEMA: ("Smart industries") OR TEMA: ("Industrias inteligentes") OR TEMA: ("Industries intelligentes") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	7
14	Digital Density (I4SE)	Densidad digital	Densité numérique	TÍTULO: ("Digital Density") OR TÍTULO: ("Densidad digital") OR TÍTULO: ("Densité numérique") OR TEMA: ("Digital Density") OR TEMA: ("Densidad digital") OR TEMA: ("Densité numérique") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	26
15	Digitally modified world	Mundo digitalmente modificado	Monde modifié numériquement	TÍTULO: ("Digitally modified world") OR TÍTULO: ("Mundo digitalmente modificado") OR TÍTULO: ("Monde modifié numériquement") OR TEMA: ("Digitally modified world") OR TEMA: ("Mundo digitalmente modificado") OR TEMA: ("Monde modifié numériquement") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	0
16	Digitally connected World	Mundo conectado digitalmente	Monde connecté numériquement	TÍTULO: ("Digitally connected World") OR TÍTULO: ("Mundo conectado digitalmente") OR TÍTULO: ("Monde connecté numériquement") OR TEMA: ("Digitally connected World") OR TEMA: ("Mundo conectado digitalmente") OR TEMA: ("Monde connecté numériquement") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	8
17	Digitally connected Society	Sociedad conectada digitalmente	Société connectée numériquement	TÍTULO: ("Digitally connected Society") OR TÍTULO: ("Sociedad conectada digitalmente") OR TÍTULO: ("Société connectée numériquement") OR TEMA: ("Digitally connected Society") OR TEMA: ("Sociedad conectada digitalmente") OR TEMA: ("Société connectée numériquement") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SC-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKQ-S, BKCI-SSH, ESCI	1
18	Digital revolution	Revolución digital	Révolution numérique / Révolution digitale	TÍTULO: ("Digital revolution") OR TÍTULO: ("Revolución digital") OR TÍTULO: ("Révolution numérique") OR TÍTULO: ("Révolution digitale") OR TEMA: ("Digital revolution") OR TEMA: ("Revolución digital") OR TEMA: ("Révolution numérique") OR TEMA: ("Révolution digitale") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI	647
19	Revolution 4.0	Revolución 4.0	Révolution 4.0	TÍTULO: ("Revolution 4.0") OR TÍTULO: ("Revolución 4.0") OR TÍTULO: ("Révolution 4.0") OR TEMA: ("Revolution 4.0") OR TEMA: ("Revolución 4.0") OR TEMA: ("Révolution 4.0") Período de tiempo: Todos los años. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, BKCI-S, BKQ-SSH, ESCI	12
<b>TOTAL REFERENCIAS WoS</b>					<b>3033</b>
<b>GRAN TOTAL (REFERENCIAS Scopus + WoS)</b>					<b>13226</b>

Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Adam, A., Yusof, Y., Iliyas, M., Saif, Y., & Hatem, N. (2018). Review on manufacturing for advancement of industrial revolution 4.0. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(5), 93-98.
- Alekseev, A. N., Buraeva, E. V., Kletskova, E. V., & Rykhtikova, N. A. (2019). Stages of formation of Industry 4.0 and the key indicators of its development. En E. G. Popkova, Y. V. Ragulina & A. V. Bogoviz (Eds.), *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century* (Vol. 169, pp. 93-100). Cham: Springer International Publishing.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. Nueva York: Crown Business.
- Andriole, S. J. (2005). *The 2nd digital revolution*. Hershey: IRM Press.
- Ansari, F., Hold, P., & Sihn, W. (2018, Jun 28-30). *Human-centered cyber physical production system: How does industry 4.0 impact on decision-making tasks?* Ponencia presentada en la 2018 IEEE Technology and Engineering Management Conference (TEMSCON).
- Auerbach, C. F., & Silverstein, L. B. (2003). *Qualitative data: An introduction to coding and analysis*. Nueva York - Londres: New York University Press.
- Bendix, R. (1968). Bureaucracy. En D. L. Sills (Ed.), *International encyclopedia of social sciences [17 volume-set]* (Vol. 2, pp. 206-219). Nueva York: The Macmillan Company & The Free Press.
- Blau, P. M. (1968). Theories of organizations. En D. L. Sills (Ed.), *International encyclopedia of social sciences [17 volume-set]* (Vol. 2, pp. 297-305). Nueva York: The Macmillan Company & The Free Press.
- Calero Valdez, A., & Ziefle, M. (2018, July 15-20). *Human factors in the age of algorithms. Understanding the human-in-the-loop using agent-based modeling*. Ponencia presentada en la Social Computing and Social Media. Technologies and Analytics 10th International Conference, SCSM 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, USA, Julio 15-20.
- Carr, N. G. (2010). *The shallows: What the internet is doing to our brains*. Nueva York: W.W. Norton.
- Carr, N. G. (2014). *The glass cage: Automation and us*. Nueva York: W.W. Norton & Company.
- Carr, N. G. (2015). *The glass cage: Where automation is taking us*. Londres: Penguin Random House.
- Caruso, L. (2018). Digital innovation and the fourth industrial revolution: Epochal social changes? *AI and Society*, 33(3), 379-392.
- Center for Executive Excellence. (2019). How to engage 5 generations side by side. *Executiveexcellence.com*, 1-1. Recuperado el 12/02/2019 de <https://executiveexcellence.com/engage-5-generations-side-side/>
- Cimini, C., Pinto, R., & Cavalieri, S. (2017). The business transformation towards smart manufacturing: A literature overview about reference models and research agenda. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 14952-14957.
- Cole-Turner, R. (2011). Introduction: The transhumanist challenge. En R. Cole-Turner (Ed.), *Transhumanism and transcendence: Christian hope in an age of technological enhancement* (pp. 1-18). Washington: Georgetown University Press.
- Costache, A. G., Popa, C. L., Dobrescu, T., & Cotet, C. E. (2017). *The gap between the knowledge of virtual enterprise actor and knowledge demand of industry 4.0*.

- Chengula, Z., Morato, M. A. R., Thurner, T., Wiedensohler, Y., & Martin, L. (2018, June 17-20). *State of industry 4.0 across six French companies*. Ponencia presentada en la 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Stuttgart, Germany.
- Dengler, K., & Matthes, B. (2018). The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 304-316.
- Dimitrov, A. (2018). The digital age leadership: A transhumanistic perspective. *Journal of Leadership Studies*, 12(3), 79-81.
- Dosi, G., & Galambos, L. (Eds.). (2013). *The Third Industrial Revolution in global business*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eberhard, B., Podio, M., Alonso, A. P., Radovica, E., Avotina, L., Peiseniece, L., . . . Solé-Pla, J. (2017). Smart work: The transformation of the labour market due to the fourth industrial revolution (i4. 0). *International Journal of Business & Economic Sciences Applied Research*, 10(3), 47-66.
- Eigner, M., Faißt, K. G., Apostolov, H., & Schäfer, P. (2015). Short description and benefits of system lifecycle management in context of industrial internet including industry 4.0 and internet of things and services. *ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 110(7-8), 475-478.
- Engelberger, J. F. (1999). Historical perspective and role in automation. En S. Y. Nof (Ed.), *Handbook of industrial robotics* (2nd ed., pp. 3-10). Nueva York: John Wiley.
- European Engineering Industries Association. (2019). Introduction to robotics industry. 1-1. Recuperado el 17/03/2019 de <https://www.eunited.net/robotics/market/history-of-robotics/index.html>
- Fang, M. L., Canham, S. L., Battersby, L., Sixsmith, J., Wada, M., & Sixsmith, A. (2019). Exploring privilege in the digital divide: Implications for theory, policy, and practice. *The Gerontologist*, 59(1), e1-e15.
- Feshina, S. S., Konovalova, O. V., & Sinyavsky, N. G. (2019). Industry 4.0—transition to new economic reality. En E. G. Popkova, Y. V. Ragulina & A. V. Bogoviz (Eds.), *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century* (Vol. 169, pp. 111-120). Cham: Springer International Publishing.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Gilleard, C. (2017). The place of age in the digital revolution. En S. Taipale, T.-A. Wilska & C. Gilleard (Eds.), *Digital technologies and generational identity: ICT usage across the life course* (pp. 11-22). Oxon - Nueva York: Taylor and Francis.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108.
- Gutnik, F. (2018). Homo digitalis and occupational health. *Revue de l'Infirmiere*, 2018-February, 238, 29-30.
- Haddara, M., & Elragal, A. (2015). The readiness of ERP systems for the factory of the future. *Procedia Computer Science*, 64, 721-728.
- Harlamova, M. (2018, September). *Towards trust analytics in cyber physical systems of industry 4.0*. Ponencia presentada en el CEUR Workshop Proceedings, Stockholm, Sweden.

- Hawksworth, J., Berriman, R., & Goel, S. (2018). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation*. Londres: PriceWaterhouseCooper (PwC).
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January 5-8). *Design principles for industrie 4.0 scenarios: A literature review*. Ponencia presentada en el 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, USA.
- Hoonakker, P. (2014). Information and communication technology and quality of working life: Backgrounds, facts, and figures. En C. Korunka & P. Hoonakker (Eds.), *The impact of ict on quality of working life* (pp. 9-23). Nueva York - Londres: Springer Netherlands.
- Hughes, J. (2004). *Citizen cyborg: Why democratic societies must respond to the redesigned human of the future*. Boulder - Oxford: Westview.
- Hurlburt, G. (2018). Toward applied cyberethics. *Computer*, 51(9), 80-84.
- International Federation of Robotics. (2019). World robotics report 2016: European Union occupies top position in the global automation race. *Ifr.org*, 1-1. Recuperado el 23/03/2019 de <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-report-2016>
- Johannessen, J.-A. (2018). *Automation, innovation and economic crisis: Surviving the Fourth Industrial Revolution*. Abingdon - Nueva York: Routledge.
- Johannessen, J.-A. (2019). *The workplace of the future: The Fourth Industrial Revolution, the precariat and the death of hierarchies*. Abingdon - Nueva York: Routledge.
- Johansson, K. H., Pappas, G. J., Tabuada, P., & Tomlin, C. J. (2014). Guest editorial: Special issue on control of cyber-physical systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 59(12), 3120-3121.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. Final report of the industrie 4.0 working group*. Frankfurt: ForschungsUnion - Acatech - Federal Ministry of Education and Research.
- Kelly, E. (2015). Blurring boundaries, uncharted frontiers. En Deloitte (Ed.), *Business ecosystems come of age* (pp. 17-29). Londres: Deloitte University Press.
- Kim, W. (2005). On digital convergence and challenges. *Journal of Object Technology*, 4(4), 67-71.
- Kravchenko, A., & Kyzymenko, I. (2019). The Forth Industrial Revolution: New paradigm of society development or posthumanist manifesto. *Philosophy and Cosmology-Filosofiya I Kosmologiya*, 22, 120-128.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- 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(3), 1-24.
- Leodolter, W. (2017). *Digital transformation: Shaping the subconscious minds of organizations. Innovative organizations and hybrid intelligences*. Cham: Springer.
- Lewis, A. (2017). Guide to industry 4.0 & 5.0. 1-1. Recuperado el 24/09/2018 de <https://blog.gesrepair.com/2017/11/16/industry-4-and-5/#what>

- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. F. R., & Ramos, L. F. P. (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.
- Liao, Y., Loures, E. R., Deschamps, F., Brezinski, G., & Venâncio, A. (2018). The impact of the Fourth Industrial Revolution: A cross-country/region comparison. *Producao*, 28, 1-18.
- Lonshakov, S., Krupenkin, A., Kapitonov, A., Radchenko, E., Khassanov, A., & Starosti, A. (2018). Robonomics. Platform for integration of cyber physical systems into human economy: For engineers, smart cities and industry 4.0 creators Robonomics (Ed.) Recuperado el 05/01/2019 de [https://robonomics.network/robonomics\\_white\\_paper\\_en.pdf](https://robonomics.network/robonomics_white_paper_en.pdf)
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- March, J. G., & Simon, H. A. (1958/1993). *Organizations* (2nd ed.). Cambridge: Blackwell.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, 6(3), 1-14.
- Marías, J. (1970). *Antropología metafísica: la estructura empírica de la vida humana*. Madrid: Revista de Occidente.
- McKinsey Global Institute. (2017). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. Nueva York: McKinsey & Company.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., . . . Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1-9.
- Mueller, B., & Renken, U. (2018). *Helping employees to be digital transformers – The Olympus.Connect case*. Ponencia presentada en ICIS 2017 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL).
- Muhuri, P. K., Shukla, A. K., & Abraham, A. (2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78, 218-235.
- National Telecommunication and Information Administration. (1995). *Falling through the net: A survey of the “have nots” in rural and urban america*. Washington: National Telecommunications and Information Administration (NTIA).
- Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). *Automation, skills use and training [employment and migration working papers, no. 202]*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) Social.
- Noblit, G. W., & Hare, R. D. (1988). *Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies*. Newbury Park: Sage Publications.
- O'Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K., & O'Sullivan, D. T. J. (2015). An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. *Journal of Big Data*, 2(1), pp. 1-26.
- Ozdemir, V. (2018). The dark side of the moon: The internet of things, industry 4.0, and the quantified planet. *Omics-a Journal of Integrative Biology*, 22(10), 637-641.
- Ozdemir, V., & Hekim, N. (2018). Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, “the internet of things” and next-generation technology policy. *Omics-a Journal of Integrative Biology*, 22(1), 65-76.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2018). Literature review of industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing, Online first*, n/a, 1-56.

- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Perrow, C. (1991). *Sociología de las organizaciones* (3a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Pfeiffer, S. (2017). The vision of “industrie 4.0” in the making—A case of future told, tamed, and traded. *NanoEthics*, 11(1), 107-121.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), 1-24.
- Pickering, C., & Byrne, J. (2014). The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for phd candidates and other early-career researchers. *Higher Education Research & Development*, 33(3), 534-548.
- Pilloni, V. (2018). How data will transform industrial processes: Crowdsensing, crowdsourcing and big data as pillars of industry 4.0. *Future Internet*, 10(4), 1-14.
- Popkova, E. G., Ragulina, Y. V., & Bogoviz, A. V. (2019). Fundamental differences of transition to industry 4.0 from previous industrial revolutions. En E. G. Popkova, Y. V. Ragulina & A. V. Bogoviz (Eds.), *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century* (Vol. 169, pp. 21-29). Cham: Springer International Publishing.
- Prisecaru, P. (2016). Challenges of the fourth industrial revolution. *Knowledge Horizons*, 8(1), 57-62.
- Purg, D., Braček Lalić, A., & Pope, J. A. (Eds.). (2018). *Business and society: Making management education relevant for the 21st century*: Springer International Publishing.
- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., & Matos, P. (2018, March 27-29). *Digital transformation: A literature review and guidelines for future research*. Ponencia presentada en la Trends and Advances in Information Systems and Technologies. 2018 World Conference on Information Systems and Technologies (WorldCIST'18), Naples, Italy.
- Richert, A., Muller, S., Schroder, S., & Jeschke, S. (2018). Anthropomorphism in social robotics: Empirical results on human-robot interaction in hybrid production workplaces. *AI & Society*, 33(3), 413-424.
- Rifkin, J. (2011). *The Third Industrial Revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Nueva York: Palgrave Macmillan.
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., & Gorecky, D. (2016, October 29-31). *Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the Fourth Industrial Revolution technologies*. Ponencia presentada en el International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE46) Tianjin, China.
- Roser, C. (2015). A critical look at industry 4.0. *Allaboutlean.com*, 1-1. Recuperado el 22/07/2018 de <https://www.allaboutlean.com/industry-4-0/>
- Roser, C. (2016). *“Faster, better, cheaper” in the history of manufacturing: From the stone age to lean manufacturing and beyond*. Boca Raton - Londres - Nueva York: CRC Press, Taylor and Francis, Productivity Press.
- Rostow, W. W. (1985). The fifth kondratieff upswing and the Fourth Industrial Revolution: Their meaning for forestry. En R. A. Sedjo (Ed.), *Investments in forestry: Resources, land use, and public policy* (pp. 11-19). Boulder: Westview Press - Distributed Bowker in UK.
- Rostow, W. W. (1988). The Fourth Industrial Revolution and American society: Some reflections on the past for the future. En A. Furino (Ed.), *Cooperation and*

- competition in the global economy: Issues and strategies* (pp. 63-73). Cambridge: Ballinger Publishing Company.
- Savić, D. (2018). Rethinking the role of grey literature in the fourth industrial revolution. *Grey Journal*, 14, Special Winter Issue, 7-14.
- Schneider, P. (2018). Managerial challenges of industry 4.0: An empirically backed research agenda for a nascent field. *Review of Managerial Science*, 12(3), 803-848.
- Schwab, K. (2016a). *The Fourth Industrial Revolution*. Cologny: World Economic Forum.
- Schwab, K. (2016b). The Fourth Industrial Revolution: What it means, how to respond. *Weforum.org*, 1-1. Recuperado el 25/03/2018 de <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Sendler, U. (2017a). The basics. En U. Sendler (Ed.), *The internet of things: Industrie 4.0 unleashed* (pp. 15-36). Berlín: Springer Berlin Heidelberg.
- Sendler, U. (2017b). Introduction. En U. Sendler (Ed.), *The internet of things: Industrie 4.0 unleashed* (pp. 3-14). Berlín: Springer Berlin Heidelberg.
- Terziyan, V., Gryshko, S., & Golovianko, M. (2018). Patented intelligence: Cloning human decision models for industry 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 204-217.
- Thames, L., & Schaefer, D. (2017). Industry 4.0: An overview of key benefits, technologies, and challenges. En L. Thames & D. Schaefer (Eds.), *Cybersecurity for industry 4.0: Analysis for design and manufacturing* (pp. 1-33). Cham: Springer International Publishing Ag.
- Thoben, K. D., Wiesner, S. A., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and smart manufacturing - A review of research issues and application examples. *International Journal of Automation Technology*, 11(1), 4-16.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8, 1-10.
- Turunen, M., & Mäntymäki, M. (2018, December 3, 2018.). *Collective consciousness in business ecosystems*. Ponencia presentada en el Proceedings of the International Workshop on Software-intensive Business: Start-ups, Ecosystems and Platforms (SiBW 2018), Espoo, Finlandia.
- Umar, A. (2005). It infrastructure to enable next generation enterprises. *Information Systems Frontiers*, 7(3), 217-256.
- Valenzuela, J. L. (2016). Cuarta revolucion industrial: llega el futuro. *Ariel-Revista De Filosofia*(19), 40-46.
- Waibel, M. W., Steenkamp, L. P., Moloko, N., & Oosthuizen, G. A. (2017). Investigating the effects of smart production systems on sustainability elements. *Procedia Manufacturing*, 8, 731-737.
- Wang, B. (2018). The future of manufacturing: A new perspective. *Engineering*, 4(5), 722-728.
- Weiser, M. (1995). The computer for the 21st century. *Scientific American*, September, 94-104.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90-95.

- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from industry 2.0 through industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861.
- Yu, L. (2011). The divided views of the information and digital divides: A call for integrative theories of information inequality. *Journal of Information Science*, 37(6), 660-679.
- Zysman, J., & Newman, A. (Eds.). (2006). *How revolutionary was the digital revolution?: National responses, market transitions, and global technology*. Stanford: Stanford University Press.