

# **Industria 5.0: ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción?**

**Por: Lorena Taiz Mantilla Avendaño**  
**Asesora: Maria Alejandra Gonzalez-Perez**

*Trabajo para optar por el título de Economista*



**Medellín**

**2015**

## Industria 5.0:

### ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción?

**Trabajo de Grado para optar por el título de Economista en la Universidad EAFIT**

Por: Lorena Taiz Mantilla Avendaño. Email: [lmantil1@eafit.edu.co](mailto:lmantil1@eafit.edu.co)

Asesora: Maria Alejandra Gonzalez-Perez. Email: [mgonza40@eafit.edu.co](mailto:mgonza40@eafit.edu.co)

Universidad EAFIT

Mayo 20, 2019. Medellín, Colombia.

### RESUMEN

El presente trabajo de grado, realiza un abordaje documental y conceptual a la perspectiva del advenimiento de la Industria 5.0 vista desde re-empoderamiento del ser humano apoyado en la tecnología en el centro de los procesos de producción y considerando la tendencia que, en un contexto de desarrollo de la Inteligencia Artificial (AI), de la planeación de la industria al interior de espacios inteligentes con base en el internet de las cosas (IoT), de la computación cognitiva y del uso de *cobots*, la industria 5.0 tendría la nueva condición laboral y productiva. Para tal fin, se hace una revisión profunda de la literatura en esta temática con el fin de plantear una inferencia final que consolide, desde lo conceptual estudiado, el estado actual de avance y/o posibilidades de desarrollo económico e industrial con perspectiva a la industria 5.0.

**Palabras clave:** Cuarta revolución industrial; economía industrial; Industria 5.0; transformación digital

**Clasificación JEL:** O14, O15

## Tabla de Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES DE LA LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL .....	7
<b>4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>10</b>
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	10
MINERÍA Y RECOLECCIÓN DE DATOS SECUNDARIOS .....	12
ANÁLISIS DE DATOS .....	12
<b>5. HALLAZGOS Y RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
INDUSTRIA 5.0 .....	15
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	23
RECOMENDACIONES PARA EMPRESARIOS Y EMPRENDEDORES.....	23
RECOMENDACIONES PARA FORMULADORES DE POLÍTICAS .....	25
RECOMENDACIONES PARA ECONOMISTAS.....	25
<b>8. REFERENCIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>9. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>29</b>

## **1. Introducción**

Es una característica de los tiempos que en tanto la sociedad y su economía y, en general, la industria y la producción mundial aún se sorprenden con la suma de avances que ha brindado la Industria 4.0 actualmente en desarrollo, ya se haya empezado a hablar de Industria 5.0 y la enorme revolución que conlleva. Aunque en muchas circunstancias todavía está en proceso de implementación la Industria 4.0, la promesa de la Industria 5.0 nos presenta la posibilidad de empoderar y volver a ubicar al ser humano en el centro de los procesos económicos, de la producción y con el control y el mando sobre ellos, todo ello, claro, relacionado con el desarrollo extraordinario de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, muy especialmente de las tecnologías digitales, la robótica y, por supuesto, la inteligencia artificial.

Todo indica que los robots colaborativos (*cobots*) se harán presentes con más asiduidad en los años venideros de la mano del uso de software inteligente (*bots*), lo cual abrirá paso a un nuevo concepto de desarrollo económico e industrial, en la que las relaciones de integración humano-tecnología cobrarán un nuevo sentido a partir del retorno del ser humano al dominio del proceso y del modelo productivo.

Este trabajo de investigación realiza un abordaje documental y conceptual mediante una revisión de la literatura sobre esa realidad en ciernes, desplegando un análisis a los hechos histórico-económicos que le antecedieron a esta transformación profunda y a las condiciones sociales y humanas que se ubican alrededor del advenimiento próximo de esta nueva revolución tecnológica, económica e industrial.

## **2. Justificación y problemática**

La tres últimas revoluciones industriales (2.0, 3.0 y 4.0) se han sucedido a un ritmo vertiginoso. Lo muestra el paso apresurado de una a otra en el transcurso de menos de un siglo. Ante la transformación digital de la cuarta revolución industrial, también llamada Industria 4.0, no puede desconocerse la modificación fundamental que ha significado dicha revolución en la forma como vive, trabaja, concibe el desarrollo y se relaciona el ser

humano. Esto a partir de la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, que convocan mecanismos de desarrollo económico, social y humano presente.

En ese contexto de inquietud e incertidumbre en el que se extiende la preocupación generalizada ante la dependencia cada vez mayor de máquinas y de una naciente inteligencia artificial, se comienza a hablar de una nueva revolución, como lo muestran los trabajos sobre Industria 5.0 (Lehmann, 2019; Gonzalez-Perez, 2019), sin que aún se asimile plenamente o desarrollen los postulados que marcaron la cuarta revolución.

En este sentido, el problema se plantea en relación con el análisis del valor humano, su potencial y capacidad de cara a una siguiente revolución, ya avizorada, denominada 5.0. La duda surge alrededor de si, más allá del incremento de presencia y dependencia de la tecnología digital la producción, la rapidez y calidad con que se desenvuelven los procesos, la eficiencia e incluso el respeto al medio ambiente, va el ser humano bajo esta nueva perspectiva de desarrollo a poder retomar de una vez el control de las cosas, va a empoderar sus necesidades de convivencia y bienestar, o seguirá camino al abismo de la industrialización automatizada desligada de los más elementales valores humanos. Tales valores, como la solidaridad, la confianza, la autonomía, la cooperación, el respeto, se encuentran ausentes en gran medida en el mundo corporativo actual. Es por eso por lo que estudiosos de la Industria 5.0., tales como Ana Lehmann (2019), Eben Østergaard (2018) y otros, los convierten en promesa de una nueva fase industrial.

El amanecer de ese nuevo día ya está aquí, lo que no se sabe es si, efectivamente, y ese constituye el aspecto problemático, en lugar de inversiones que busquen maximizar ganancias, se comenzará a invertir de nueva forma en el desarrollo de la gente, sean estos clientes, socios, empleados, familia, etc. Es decir, en el llamado “capital humano”. ¿Vuelve el ser humano al centro de los procesos de producción?

El presente trabajo investigativo busca indagar acerca del “toque humano” en la Industria 5.0, y de las posibilidades de su retorno al centro del desarrollo económico y los procesos de producción de la mencionada industria. Todo desde una revisión sistemática de la literatura académica que justifican el acercamiento teórico y la comprensión del problema desde el área que de la economía como programa universitario para dicho trabajo de grado. Entre esas fuentes se tienen otras investigaciones y proyectos, libros y/o prensa, y todos los aportes teóricos de investigadores de la materia, debidamente referenciados y

citados. Pretende además mejorar, esta investigación, desde la teoría, el conocimiento de la 5ª Revolución Industrial, en el marco de la Teoría Económica y de los factores que inciden en el desarrollo humano a través de ella.

Dado que la investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica y los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de economía, el presente trabajo de grado (y de que esta requiere de un marco teórico, con el objeto de lograr su cometido), a pesar de lo novedoso del tema, basa su investigación en la consulta de documentación específica. Proceder metodológico que se justifica como investigación de tipo documental al apoyarse fundamentalmente en una revisión sistemática de la literatura fuentes bibliográficas y de bases de datos académicas confiables.

El resultado de la presente investigación permitirá analizar el posicionamiento del ser humano en la Industria 5.0 y sus posibilidades de control de la máquina y la tecnología digital en beneficio de su propia libertad y autonomía. Así pues, a partir del desarrollo metodológico propuesto, reconocer que la llegada de una nueva Revolución Industrial podría regresar el hombre al centro de los procesos de producción.

### **3. Marco Conceptual y Antecedentes de la Literatura**

Con el fin de allegar elementos que permitan una cabal aproximación al tema desde la vista de los teóricos y estudiosos que pueden considerarse referentes relevantes, se realiza un desglose de las variables o subtemas involucrados, con la intención de que, vistos de esa forma y luego contextualizados, se logren incorporar a la discusión los hallazgos teóricos que refuerzan, explican o brindan sustento o soporte a la investigación. En tal sentido, las temáticas a abordarse dentro de esa consideración son, en primera medida un acercamiento a las Revoluciones Industriales que a lo largo de la historia han sido y su incidencia en cada una de las épocas; la Cuarta Revolución (o Industria 4.0) como referente inmediato a partir de los elementos que propician la nueva revolución en estudio, y la Revolución 5.0 propiamente dicha ante todo bajo la perspectiva de las ciencias económicas y su teoría correspondiente.

## **Revolución Industrial**

Se llama, y es aceptada tal denominación, “Revolución Industrial”, a la transformación fundamental producida en la sociedad cuando su economía dejó de estar basada en la fabricación artesanal, el cultivo de la tierra, el comercio y las actividades agropecuarias, para depender de la industria (o de una industria que comenzaba a desarrollarse) (McCloskey, 2004).

En esencia, lo dice McCloskey (2004), este es el periodo de mayores transformaciones sociales, económicas y tecnológicas vividas en toda la historia de la humanidad. Es decir, el paso de una economía agrícola y rural a una urbana y mecanizada (Cháves, 2004).

Es un hecho que la Revolución Industrial es un determinante en la historia del ser humano y de su sociedad, al cambiar, de una u otra manera, todos los aspectos del discurrir cotidiano de los seres humanos de aquel tiempo. Económicamente eso significó la multiplicación de la producción en menores tiempos para ello, al punto que, a partir del siglo XIX, la renta per cápita y la riqueza se incrementaron notablemente. Vale recordar, en este punto, que el PIB mundial, hasta ese momento y durante cientos de años, se había mantenido estancado (Lucas, 2003) . Lo recuerda de esta manera, el citado Premio Nobel: “... por primera vez en la historia, el nivel de vida de las masas y la gente común experimentó un crecimiento sostenido (...) Nada remotamente parecido a este comportamiento económico es señalado por los economistas clásicos, ni siquiera como una posibilidad teórica...” (Lucas, 2003, párr. 16)

Ahora bien, ese desarrollo sin precedentes ocasionado por la Revolución Industrial, y el hecho particular mismo, ha sido objeto de discusión entre historiadores y economistas. Eric Hobsbawm, citado por Oppenheimer (2012), decía que el inicio de la Revolución Industrial debía ubicarse entre 1780 y 1790, pero que sus efectos no se sentirían sino hasta los años de 1830 a 1840 y posteriores. A diferencia del historiador económico T. S. Ashton, citado por Inikori (2002) quien defiende que ella se originó entre 1760 y 1830. De todas formas, también hay quienes afirman, sobre todo en estudios del siglo XX, que el término ‘Revolución Industrial’ es inapropiado, por cuanto el proceso fue demasiado gradual tanto en los cambios sociales como en los económicos. Debate que subsiste hasta el día de hoy y significa un enfrentamiento permanente entre economistas e historiadores.

Así pues, puede inferirse a partir de lo planteado, que esos cambios supusieron consecuencias relevantes, en todos los aspectos, desde demográficas, hasta ambientales y sociales, pasando por las económicas, que son las inherentes a la presente propuesta de trabajo de grado. Las mismas que, de manera muy sucinta, pueden resumirse en: un vital desarrollo del capitalismo, la producción en serie, el surgimiento de los sistemas fabriles que trajo consigo la aparición de grandes empresas y, sobre todo, los intercambios desiguales.

En términos económicos, luego vendrían otras revoluciones ligadas al proceso de industrialización y a la variación del modelo de crecimiento. La segunda revolución (1851/1870-1914), por ej., se produce en términos de lo que se llamó por primera vez globalización, en virtud del aporte del sector transportes a una mundialización de la economía (la primera se limitó solo a Gran Bretaña, en tanto esta segunda ya alcanzaba toda Europa, Japón y Estados Unidos (Comín, 2011). Globalización lograda en gran medida por el desarrollo de nuevos sistemas de transporte, nuevas fuentes de energía y, desde luego, de la comunicación y de las transformaciones políticas. Desarrollos todos en el marco de profundas innovaciones técnicas y tecnológicas que conllevaron también sustanciales cambios organizativos empresariales, como lo describe tan acertadamente Alberto Comín (2011).

Con relación a la Tercera Revolución Industrial, puede decirse que esta corresponde a una revolución de tipo científico y/o tecnológica, es decir, y como lo señala Manuel Guerrero (2018), una revolución de la inteligencia que “se asienta sobre nuevas tecnologías de la información y la comunicación, la automatización y electrónica, así como en las innovaciones que permiten el desarrollo de energías renovables” (Guerrero, 2018: párr. 14).

En términos generales, esa Tercera Revolución Industrial corresponde a la entrada a la sociedad de la información, como afectación presente y cotidiana de la vida en sociedad y como proceso multipolar liderado por Japón, la Unión Europea y Estados Unidos desde mediados del siglo XX. Hay investigadores, como Manuel Guerrero (2018), que limitan los alcances de la Tercera Revolución al proceso de automatización y uso de computadores y sistemas electrónicos en la década de 1970, con el fin de incluir otra etapa intermedia allí, previa a la llegada de la Cuarta Revolución, consistente en el fenómeno propiamente dicho

de la Globalización como se conoce actualmente y la deslocalización de la producción a bajo costo. Fenómeno particular bautizado como Revolución 3.5.

En relación directa con los aspectos económicos y las teorías en ese campo que puedan explicar los fenómenos derivados de la Revolución Industrial, como el mercantilismo, la fisiocracia y el liberalismo económico, este último propone a la industria y el comercio como base de la economía (Serrano 2006). Debe estudiarse el momento en el que surge la primera Revolución y las teorías que en el contexto se discutían. Al Mercantilismo y la Fisiocracia, se enfrenta la llegada de revolucionarios cambios, y del sustento y explicación que de estos hizo la Escuela de Pensamiento Clásico económico de Adam Smith y sus más destacados postulados en torno a la libertad personal y al control de la iniciativa individual y la iniciativa para ejercerla como capacidad para desarrollarse empresarialmente. Desde luego que se plantea ya tanto la relación directa entre la división del trabajo y la insistencia del mercado, como la especialización y la ampliación de estos. Trajo la primera Revolución Industrial el crecimiento de los bienes de capital a partir de la reinversión de utilidades, y el pago a cada factor según su capacitación.

Alfredo de la Lama, citado por Aline Magaña (2010), “destaca de los economistas liberales (tanto de los fisiócratas como de Adam Smith), el esfuerzo por explicar los determinantes y las limitaciones de esta sociedad, y la construcción de categorías explicativas de la realidad económica —como la determinación del valor y la construcción del precio natural en Smith—, reconociendo al mismo tiempo que (...) pese a las críticas que se les pueden hacer a estos apóstoles del libre cambio (...) el papel que les tocó desempeñar fue revolucionario, en la medida en que dieron argumentos científicos e ideológicos necesarios para luchar en contra de los vestigios feudales que aún persistían” (Magaña, 2010, párr. 6-7)

Y continúa el análisis desde lo más profundo, llamando la atención acerca del cómo aquellas teorías lo que hicieron fue formular leyes de producción e intercambio, es decir, de relaciones sociales.

“Como si de leyes naturales se tratase, estableciéndolas como inmutables y transhistóricas, lo cual no sólo significaba la inevitabilidad de su operación (hablamos de leyes que rigen las relaciones sociales) sino también la imposibilidad de su transformación. Si estas leyes, eran el resultado de la esencia propia del ser humano —

egoísta, según Smith— y de las relaciones sociales —como la formación de un precio natural—, no había forma de escapar de ellas, por lo que también era inconveniente intentarlo, pues la búsqueda del interés individual devenía mecánicamente en el interés común, atribuyéndole, por primera vez en la historia, a esta instancia impersonal que denominamos mercado, el papel de regulador inmejorable de la producción, la distribución y el consumo.” (Magaña, 2010, párr. 8)

A partir de este punto, se ingresa en los terrenos actuales de la Cuarta Revolución Industrial, y en la perspectiva principal de este trabajo grado, es decir, de la Industria 5.0 o Quinta Revolución Industrial.

#### **4. Metodología de Investigación**

##### **Tipo de Investigación**

Esta es una investigación cualitativa de tipo descriptivo que usa datos secundarios derivados de minería de datos y búsqueda bibliográfica. Para esto se cuenta con una minería de datos y una revisión bibliométrica y sistemática de la literatura a un enfoque cuantitativo para realizar una descripción, monitoreo y evaluación de las investigaciones publicadas (Garfield, Sher, y Torpie, 1964; Pequeño, 1973).

Se decidió realizar una selección de las investigaciones y artículos más relevantes con base en la experiencia e idoneidad de sus autores, a su semejanza y afinidad con el subtema tratado y al tipo de abordaje asumido. Todo en función de poder determinar la relación entre las variables y los contextos desde donde se les analiza o aborda.

En principio este enfoque bibliométrico nos ayuda a tener una idea acerca de que tanto se ha investigado sobre el tema. Por esto, en primer lugar tomamos los metadatos de un total de 259 artículos principalmente adquiridos de WOS y Scopus con unos criterios de búsqueda que incluyen el tema y algunos subtemas tales como transformación digital, aprendizaje automático, inteligencia artificial, disrupción y disruptivo.

A partir de esta información nos interesa la creación de mapas bibliométrico para hacer una medición a partir de los subtemas para conocer la cantidad de artículos de investigación alrededor de cada uno de ellos. Existen dos grandes grupos de mapas bibliométrico, basados en distancia y basados en gráficas (Van Eck, Waltman, Dekker, & van den Berg, 2010). Los mapas basados en la distancia son mapas en los cuales la distancia entre dos elementos refleja la fuerza de la relación que hay entre los elementos. Una menor distancia refleja, generalmente, una relación menos fuerte.

Por medio del programa VOSViewer, el cual usa medidas de asociación de fuerzas, similares a índices de proximidad, obtenemos el mapa basado en distancia para los metadatos de los 258 artículos obtenidos anteriormente.

VOSViewer es una técnica utilizada para el mapeo bibliométrico que pueden ser de autores, revistas y palabras clave. Estos mapas proporcionan una representación satisfactoria de un conjunto de datos que los mapas construidos utilizando enfoques de escalamiento multidimensional (Van Eck, Waltman, Dekker, & van den Berg, 2010).

Este método es relevante ya que el tema del trabajo es relativamente nuevo y nos da un enfoque para el siguiente paso.

De los resultados propios de la realización de una minería de datos y un análisis bibliométrico se deriva entonces la metodología siguiente que será una revisión sistemática de literatura donde dice Rajwani & Liedong (2015) se emplea una búsqueda de literatura sistemática en temas relevantes. Esto genera una mayor aproximación al tema puesto que cumple una mayor aproximación de los aspectos relevantes de la literatura a partir del tema trabajado.

Lo anterior con el fin de dar por sentado que el presente trabajo es un estudio de tipo cualitativo, exploratorio (desde lo documental), pero también descriptivo/deductivo, que permitirá que una verdad particular contenida en una verdad universal (probabilidad de advenimiento de la 5ª Revolución Industrial), se vuelva explícita.

Parte, en cuanto al método, de la observación como proceso de conocimiento mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en el objeto de conocimiento (estudios, características, diferencias y evolución a lo largo de las diferentes etapas económicas desde la 1ª Revolución Industrial), hasta lo deductivo.

## **Minería y recolección de datos secundarios**

La minería de Datos, también llamada Explotación de Información (Riquelme Santos, Ruiz & Gilbert 2006), consiste en extraer información útil de un volumen amplio de datos para encontrar información que está implícita y es difícil obtener mediante métodos estadísticos u otros tipos de investigación cuantitativa (Riquelme Santos, Ruiz & Gilbert 2006).

Dado que una unidad de análisis constituye el elemento sobre el que recae la obtención de información y este se relaciona, desde luego, con el planteamiento inicial de la investigación, la unidad de análisis equivale, en el presente estudio, a la expectativa de llegada de la Industria 5.0 en un marco de análisis económico de las que la precedieron. Esta se mide a partir del análisis bibliométrico que nos da un acercamiento de cuanto se está hablando del tema, y de la revisión sistemática que muestra las expectativas de la llegada de la Industria 5.0.

## **Análisis de datos**

A los documentos que hacen parte de esta investigación, como referencias, se llegó a través del uso de bases de datos académicas como WOS y Scopus, y de la consulta directa, presencial y en físico en bibliotecas universitarias. Dicho proceso se desarrolló entre los meses de febrero y abril de 2019, usando para tal efecto, descriptores o palabras clave como: Industria 4.0, Industria 5.0, Revolución Industrial, *Cobots*, Economía del futuro, Inteligencia artificial

En el caso de la consulta bibliográfica, se hizo uso del análisis documental en un momento inicial inferencial, y en un segundo momento, de la síntesis de la información recolectada. A partir de esta síntesis se hace un análisis de datos cualitativos para recolectar la información de las investigaciones y conservar la información (Flores, Gómez & Jimenez, 1999).

## 5. Hallazgos y Resultados

En el aspecto general de estudio se pudo determinar y concluir, a partir de los aportes de los autores vinculados y de la conjunción de estos de manera sintética, que la Industria 5.0 o 5ª Revolución Industrial (sobre todo en sus partes constitutivas, definitorias y explicativas) es un tema aún poco estudiado y/o sólo a partir de la digitalización e hiperconectividad actual y de su progreso en la automatización de los procesos actuales. Bajo esa perspectiva, teóricos y estudiosos en la materia, conscientes de las posibilidades que brindan esos desarrollos y de los inatajables avances tecnológicos presentes, estiman que el próximo lustro traerá el ingreso a la personalización de los procesos y la cooperación efectiva entre el hombre y la máquina, entre su inteligencia y la computación cognitiva, desde una nueva dinámica de retorno del ser humano al centro de control de la producción industrial. Desde luego, la potenciación del uso de robots colaborativos (*cobots*) en una perspectiva que posibilite agregar valor a la producción por parte del operario humano y la personalización masiva de clientes.

De la revisión bibliométrica obtenemos los mapas bibliográficos de correlación entre tema y subtemas (Véase gráfico 1), al analizar el grafico se puede observar una mayor actividad científica en cuanto el círculo es más amplio. De igual manera, las conexiones entre cada uno de ellos y su proximidad hacen referencia a que son temas bastante correlacionados entre sí.

También es relevante para este trabajo los resultados obtenidos en la elaboración de un mapa bibliográfico de autores y co-citación, que muestra cuanto están relacionados estos autores, como se puede observar en el gráfico 2, los autores no se relacionan, ni sus citas. Esto puede ser puesto que el tema es un tanto novedoso y no hay una actividad científica muy marcada como en otros temas económicos.

Gráfico 1. Mapa de distancia palabras clave.

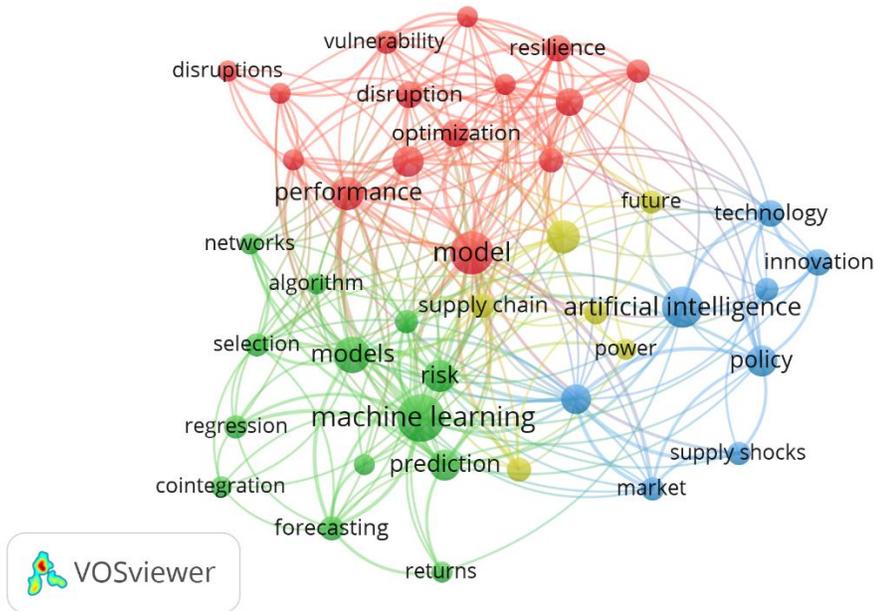
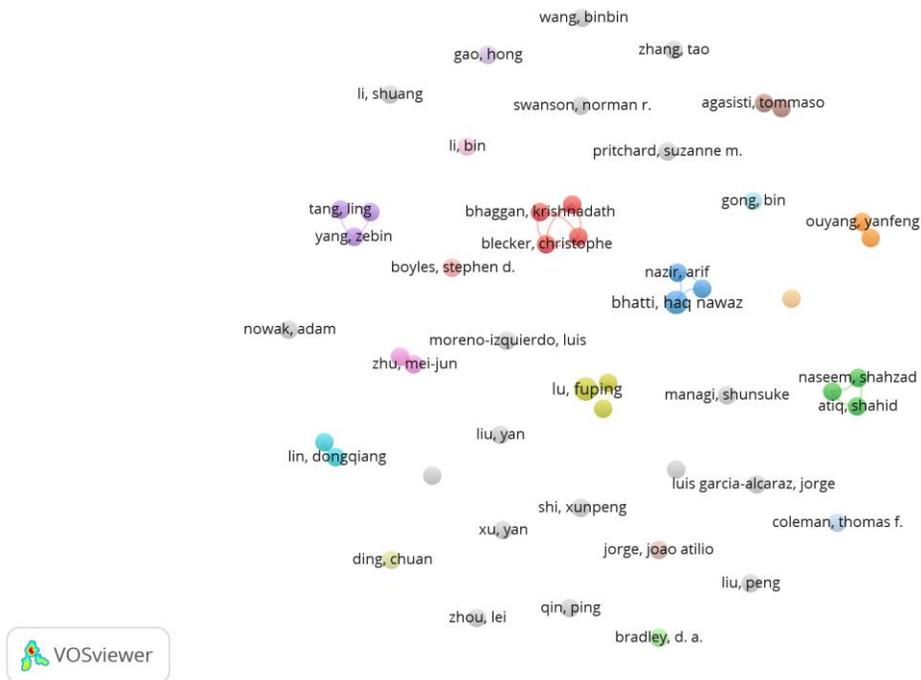


Gráfico 2. Mapa de distancia autores y co-citación.



Fuente: Elaboración propia, con base en (Van Eck, Waltman, Dekker, & van den Berg, 2010).

## Industria 4.0

Esta cuarta gran etapa de la evolución técnica y económica de la sociedad humana, en términos económicos, corresponde a una nueva forma de organización de los medios de producción. En el año 2019 el objetivo es la puesta en marcha de sinnúmero de “fabricas inteligentes” con capacidad de imbricar los procesos de producción y las necesidades que la demanda o el entorno que le controla plantea, con el fin de hacer dinámica de optimización de recursos (Radziwon, Bilberg, Bogers, & Madsen, 2014).

En esencia, y más allá del estudio de las bases tecnológicas que explican o sustentan la Cuarta Revolución, como lo son: los Sistemas ciber-físicos, el Internet de las cosas, la cultura *maker* y/o del “Hágalo usted mismo” y la Fabrica 4.0, está la idea de la coordinación cooperativa en el pleno de las unidades productivas de la economía.

El concepto 4.0 entendido como “nueva estructuración industrial” nace en la Feria de Hanover constituido como Salón de la Tecnología Industrial, en el año 2011. Idea extendida rápidamente hasta llegar en el año 2016 al Foro Económico Mundial en Davos con el lema “Dominar la Cuarta Revolución Industrial”, asumido para entonces, de la siguiente manera:

“Además, Industria 4.0 abordará y resolverá algunos de los desafíos que enfrenta el mundo hoy en día, como los recursos y la eficiencia energética, la producción urbana y el cambio demográfico. Industria 4.0 permite que la productividad continua de los recursos y las ganancias de eficiencia se entreguen en toda la red de valor. Permite que el trabajo se organice de una manera que permita el cambio demográfico, y tenga factores sociales en cuenta. Los sistemas de asistencia inteligente evitan que los trabajadores tengan que realizar tareas rutinarias, lo que les permite centrarse en actividades creativas y de valor agregado. En vista de la inminente escasez de trabajadores calificados, esto permitirá a los trabajadores mayores extender su vida laboral y seguir siendo productivos durante más tiempo. La organización laboral flexible permitirá a los trabajadores combinar su trabajo, sus vidas privadas y su desarrollo profesional continuo de manera más efectiva, promoviendo un mejor equilibrio entre la vida laboral y la personal” (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013, pag 5).

Con todo, hay reparos y señalamientos acerca de su real potencial de alcance. McKinsey (2015) citado por Pfeiffer (2017), dice por ejemplo que él “no es tan optimista en

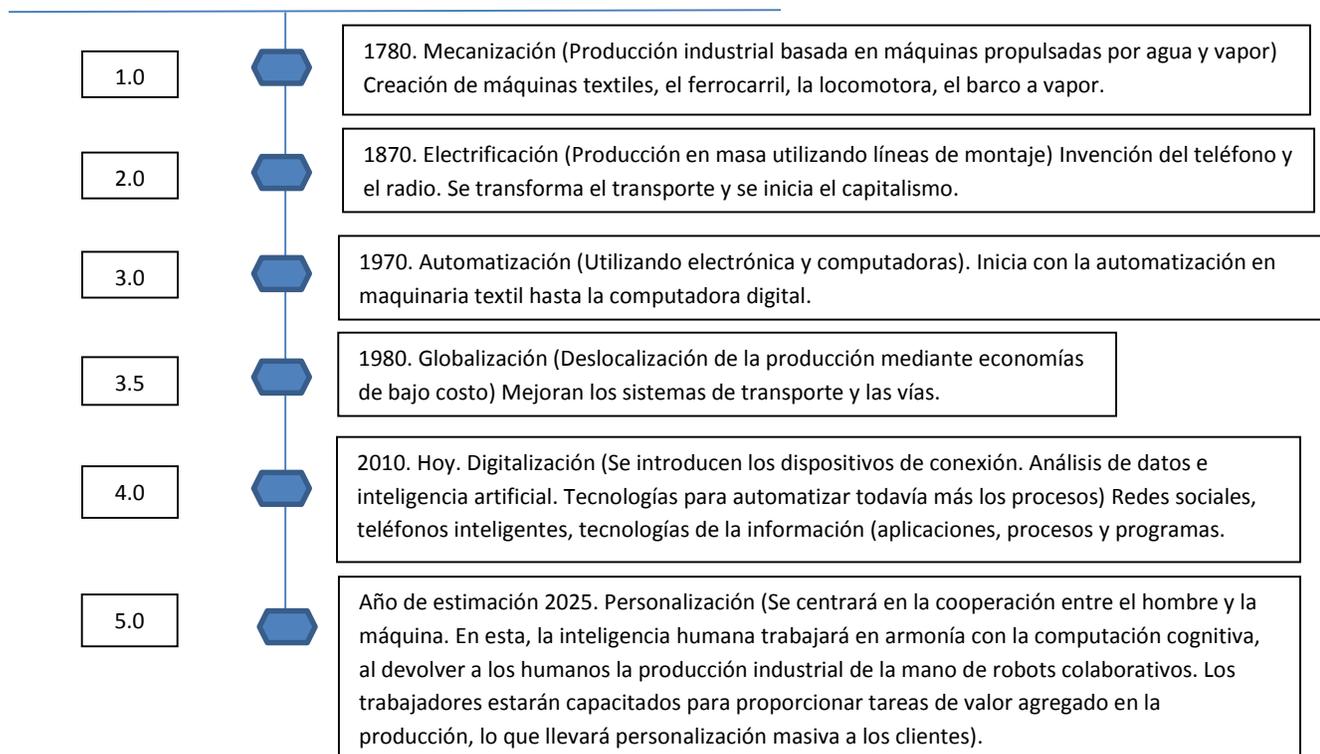
su evaluación del potencial de crecimiento en la producción de equipos industriales. A diferencia de sus predecesores, no se espera que la Cuarta Revolución Industrial se caracterice por el reemplazo total de los medios físicos de producción. Más bien, procederá de manera más similar a la electrificación. Muchas plantas y máquinas simplemente serán mejoradas con sensores, redes y *big data*. Se espera que menos de la mitad se reemplace completamente, y se espera que el volumen de negocios se produzca durante un período de tiempo mayor” (Pfeiffer, 2017, pág. 8)

En fin, es visto que cualquiera que sea la forma de producción en un futuro cercano, ella ha de ser real y no un mero discurso. Es un hecho que deberá partirse de labores de taller y creado y puesto en marcha por personas reales, por, como dice Pfeiffer (2014) su capacidad de trabajo viva, y al interior de relaciones de tipo laboral efectivas y reales y haciendo uso de tecnología real en la dimensión plena de su sociomaterialidad.

Es bajo esa perspectiva, que puede adentrarse en cualquier estudio de la Industria 5.0, variable siguiente a escudriñar y fundamento del presente trabajo. Como adelanto, véase el gráfico 1, en el que se condensa el análisis de las Revoluciones vistas hasta ahora y se prevé algo de lo que significa la 5.0.

Gráfico 1. Historia de las Revoluciones Industriales

LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES



**Fuente: Elaboración propia, con base en (Guerrero, 2018)**

### **Industria 5.0**

Como se acaba de exponer, no ha pasado una década desde la formulación novedosa en la que aún hoy el mundo se halla inmerso -Industria 4.0-, y algunos visionarios ya se cuentan en la siguiente Revolución Industrial: la Industria 5.0, y su potenciación de la transformación de la industria al interior de espacios inteligentes con base en IoT y en la, antes mencionada, computación cognitiva. Es, claramente, tecnología buscando unir máquinas y humanos en un contexto de desarrollo de la Inteligencia Artificial, pero con prevalencia del humano sobre cualquier creación suya en el sentido de su recuperación y desarrollo de virtudes humanas lentamente extraviadas en los desarrollos tecnológicos anteriores. Confirma el paso de la Industria 4.0 a la Industria 5.0 la constante aquella de que “las revoluciones tecnológicas se suceden en plazos de tiempo cada vez más cortos” (Tech Talent Industry, 2019, párr. 9)

En síntesis, la industria 5.0 basa su fortaleza en la capacidad de integración de las habilidades humanas con robots, en el propósito de que, convergiendo, tengan un mejor desempeño. Así entonces, La Industria 5.0, dice Estrada (2018) “involucra un cambio de la fabricación moderna, así como una amplia gama de otros procesos, comerciales y no comerciales, ya que con esto permite que el hombre y maquina trabajen codo a codo, en colaboración mediante el uso de robots colaborativos conocidos como Cobots” (pág. 1), y continúa llamando la atención acerca de la forma como la revolución digital “ha transformado a la industria en su completa totalidad. Al agregar maquinas e inteligencia artificial en los procesos productivos, se habilita el entorno de trabajo cada vez más adaptable, listo para el cambio y receptivo, esto quiere decir, que una fuerza industrial que está conectada en la que los hombres y maquina reinventan los procesos de producción” (Estrada, 2018, pág. 1).

Bajo esta primera apreciación, subyace ya una prebenda o un favorecimiento que comienza a dignificar o devolver posición al hombre y/o a la condición humana, variable que, precisamente, es el centro del presente trabajo de grado: la libertad de los empleados

humanos para desplegar habilidades intangibles y sacar provecho de su creatividad y conocimientos que pueden ser aplicados a proyectos o procesos más complejos... en términos de economía: el aumento de la productividad en los procesos de fabricación pero también ideación, mejoramiento, implementación, adaptación, y uso que dependen de lo que queda bajo su supervisión.

Así entonces, de la misma manera que “las configuraciones basadas en Industria 4.0 están diseñadas principalmente para asegurar la consistencia de la calidad, la consistencia del flujo y la recopilación de datos, reemplazando aquellas funciones en las que la mano de obra no cualificada tenía que realizar tareas repetitivas y pesadas” (Osteergard, 2018, pág. 34), la Industria 5.0 supone el establecimiento de una estrecha colaboración entre personal altamente capacitado y robots que han de crear productos singulares o individualizados. Osteergard, lo resume de la siguiente manera: “La Industria 5.0 se trata básicamente de capacidades de robots y habilidades humanas que convergen para obtener lo mejor de ambos. Es un estado de desarrollo en el que los fabricantes combinan las habilidades únicas y cognitivas de un trabajador cualificado con la capacidad de un robot para hacer frente a las tareas como el levantamiento de objetos pesados o el manejo de sustancias peligrosas, al mismo tiempo que proporciona una calidad y precisión constante durante todo el día. La industria 5.0 implica la transformación de la fabricación moderna, así como una amplia gama de otros procesos, comerciales y no comerciales, para permitir que el hombre y la máquina trabajen codo a codo, en colaboración, mediante el uso de robots colaborativos o cobots.” (Osteergard, 2018, pág. 35), salto cualitativo que Manuel Guerrero (2018) llama como de singularidad tecnológica.

En este punto, bien vale la pena referir o abordar los trabajos, investigaciones o posiciones de aquellas personas que han puesto la mirada en los aspectos humanos de la Industria 5.0 y su incidencia directa en el acercamiento a la variable principal de la presente propuesta.

Pepa Montero (2017), habla del como los profesionales, las compañías y sus marcas deberían prepararse para difíciles retos, como los que asume la Industria 5.0. Lo enumera ella de la siguiente manera:

- Tecnología por y para personas: Las personas deben ser el centro. El objetivo de la innovación es que las personas puedan estar mejor, en términos de seguridad en el

trabajo, pero también en calidad del tiempo de trabajo y en medidas de conciliación. Escuchar a las personas en tanto colaboradores y escuchar a los públicos objetivos en tanto consumidores es vital para extraer propuestas con las cuales mejorar los procesos internos.

- Talento: Da Vinci y MacGyver en una misma persona: Las organizaciones cada vez demandan en mayor medida profesionales con capacidades múltiples, es decir, buscan personas que posean una mezcla del talento creativo de Da Vinci y el ingenio práctico de MacGyver.
- Estructura organizativa en red: La comunicación interna y las políticas de gestión de recursos humanos afrontan el desafío de pasar de una organización jerárquica y departamental a otra organización más líquida y dinámica, por redes.
- Mercados globales sí, pero segmentados y combinados: Los mercados y los públicos objetivos de las empresas se caracterizan hoy por ser masivos, globales, dispersos, y la próxima revolución nos situará en un modelo de mercados que, sin abandonar la globalidad, serán cada vez más segmentados y combinados.
- Competitividad dinámica: Adiós a la competitividad estática. Asistiremos al fin de la medición de resultados y del desempeño en función de unas cifras escritas en un plan anual o semestral. Según pronostica el profesor Jim Kellso en 2016, el 50% de los empleos que los nuevos graduados desempeñarán en 2020 no existían cuando dichos estudiantes comenzaron la universidad en 2016.
- Regulación normativa: La robotización plantea interrogantes en campos como la seguridad o la salud; se amplía el uso de los drones; crecen las aplicaciones de la realidad aumentada y virtual en terrenos como la formación y la sanidad. Todo ello exige una regulación normativa hasta ahora inexistente y/o anticuada. (Montero, 2017, párr. 6-11)

Por su parte, Andrés Silva Arancibia (2018) recuerda como en la industria tradicional el cliente se ponía en el centro, en tanto ahora, en esta nueva Industria 5.0 será “imprescindible escuchar y entender a su personal y su relación estrecha con las tecnologías inteligentes disponibles.” En esta parte del desempeño laboral y la relación de los empleados con las máquinas, el Diario Financiero Chileno (2018), citando a Willis Towers Watson, revela la Encuesta Global sobre el Futuro del Trabajo en Latinoamérica 2017/201 que este adelantó, identificando cinco mitos sobre este tema, que vale la pena mencionar:

Mito #1: las organizaciones usan la automatización principalmente para reducir costos y minimizar errores. Realidad: más de la mitad de los empleadores dice que el objetivo clave de la automatización es incrementar la productividad y el desempeño humano.

Mito #2: la automatización en el trabajo es dominio exclusivo del sector de TI. Realidad: la mayoría de los empleadores dice que se necesitarán enfoques innovadores en RR.HH. para afrontar los desafíos de la automatización.

Mito #3: la automatización en el trabajo tendrá un impacto mayormente negativo para los trabajadores. Realidad: la automatización dará como resultado nuevas combinaciones de trabajo, talento, habilidades requeridas y relaciones laborales. A medida que se desagregan los puestos de trabajo en tareas y se automaticen algunas de ellas, se requerirán nuevos tipos de trabajo y habilidades.

Mito #4: la automatización provocará la pérdida de puestos laborales en todas las categorías de trabajadores. Realidad: si bien las organizaciones esperan reducir el porcentaje de empleados de tiempo completo, también prevén usar más trabajadores eventuales.

Mito #5: los trabajadores eventuales no tienen interés ni compromiso con el éxito de su organización. Realidad: alrededor de la mitad de los empleadores dice que la probabilidad de que estos trabajadores se esfuercen más es la misma que la de los empleados de tiempo completo. Y más de la mitad cree que la probabilidad de que estos trabajadores recomienden su organización es la misma que la de los empleados de tiempo completo. (Diario Financiero de Chile, 2018, párr. 2-6)

En esa perspectiva de razonables dudas humanas al respecto, aparece la contraparte llamando la atención acerca de la conveniencia de la automatización a ese nivel, del relacionamiento con cobots en la labor productiva y en general de la posibilidad del retorno humano al centro de la producción.

Afirma Esben Osteergard (2018), que “esta redistribución de la creatividad humana en configuraciones donde los trabajadores cualificados colaboran con cobots es necesaria porque los requisitos del mercado y las expectativas del consumidor se están alejando de la producción en masa, y los clientes finales buscan mucha más personalización en los

productos que compran. Los robots son excelentes en la fabricación de productos estandarizados a través de procesos estandarizados que ayudan a garantizar la alta velocidad y el alto volumen de producción. Pero añadir un “toque de personalización” a cada producto es un desafío en el que los robots requieren orientación y ayuda, impulsando la necesidad de devolver el toque humano a una amplia gama de procesos de fabricación, preparación y acabado” (Pág. 35) Se trata entonces de ampliar el valor humano, dejando a estos al frente de proyectos más complejos a partir de su creatividad.

El Tech Talent Industry (2019), habla de, entre las características de la Industria 5.0, la manufacturación personalizada, de la rapidez y calidad sin sacrificar el entorno humano, del respeto medioambiental y sobre todo del empoderamiento humano, al lograr este delegar las tareas peligrosas, mecánicas y rutinarias con el fin de ocuparse de aquellas actividades que únicamente la razón puede desarrollar.

Resulta indudable entonces que, ante la llegada de los *cobots*, el ser humano como empleado se convertiría en el auténtico beneficiado, al eximirse de las tareas más difíciles en relación con lo tediosas y rutinarias que pudieran resultar, para cargárselas a estos.

Así, “al trabajador se le proporciona un útil complemento, que es el *cobot*, que deberá supervisar y programar. Incluso a pesar de que apenas posea conocimientos en robótica. Cualquiera podrá asumir esta tarea gracias a las interfaces intuitivas que presentan los *cobots*, de modo que el operario desempeñará actividades mucho más gratificantes, menos monótonas e incluso de que requerirán una cierta creatividad” (Osteergard, 2018, pág. 35).

## 6. Conclusiones

Aunque sólo desde el año 2010 cuando comenzó a posicionarse en los círculos productivos el discurso 4.0, ya muchos visionarios están anticipando la llegada de la que sería, en suma, la próxima revolución, la Industria 5.0; bajo ese contexto y recordando que la actual revolución implica la transformación fabril en entornos inteligentes habilitados por IoT prevalidos de procesamientos de tipo cognitivo y de una muy alta interconexión por medio de servidores en la denominada “nube”, la 5.0 salta hacia adelante, pero trayendo algo de atrás: el papel principal y responsable del hombre, al acomodarlo en el centro del proceso.

Es decir, Industria 5.0 supondrá el retorno de las mentes humanas, pero también de sus manos, a los procesos industriales económicos productivos y conexos.

Es pues, en conclusión y esencia, Industria 5.0, la reconciliación entre el hombre y la máquina y la simbiosis perfecta para la armonización del espacio en el que ambos deben actuar y laborar (por ende, un replanteamiento de la función de cada uno de estos y de la resignificación de la dependencia e interdependencia que se ha establecido entre ellos hasta el momento) .

En cierto sentido, el concepto de Industria 4.0 viene aliviando algunas de las preocupaciones que ciertos productores tienen sobre lo que sería la forma ideal de hacer uso de los avances tecnológicos en beneficio de la economía. Es decir, la computación cognitiva y la maquinaria cibernética eliminando la necesidad de manos humanas (motivo de pérdida de millones de empleos). Por el contrario, la Industria 5.0 podría terminar reestructurando las actividades humanas en el campo de la producción para favorecer a los trabajadores. Los humanos pueden manejar el trabajo más ligero mientras las máquinas se encargan de los trabajos más extenuantes.

Los principales avances previstos por Industria 5.0 se refieren a la interacción entre la inteligencia humana y el cálculo cognitivo. Se espera que la interacción entre maquinaria, IoT y personas lleve la producción a nuevos niveles de velocidad y perfección. La 5ª Revolución también podría resultar más beneficiosa para el medio ambiente, ya que las empresas desarrollan sistemas que funcionan con energía renovable y eliminan el desperdicio.

En general, los desarrollos en la Industria 5.0 podrían convertirse en la plena realización de lo que los arquitectos de la Industria 4.0 solo habían soñado en los albores de la década de 2010. A medida que la inteligencia artificial mejora y los robots de fábrica adquieren capacidades más humanas, la interacción entre computadoras, robots y trabajadores eventualmente se volverá más significativa y mutuamente esclarecedora.

## **7. Recomendaciones**

### **Consideraciones éticas**

Considerando que la investigación que se propone tiene, desde la ética, valor social y validez científica, y que se da en un marco especial de selección documental, su autora certifica que:

- Las afirmaciones incluidas en la misma son veraces y exactas, en cuanto corresponden a las inferencias desprendidas de la consulta de textos y de documentos debidamente referenciados, o la cita directa de los mismos.
- Acepta su responsabilidad y se compromete, de ser necesario, en sucesivos desarrollos posteriores del proyecto entregando oportunamente los informes que en su momento le sean solicitados en los tiempos establecidos para tal fin, y cumpliendo todos los compromisos que de él se deriven.
- Realiza el trabajo de acuerdo con las políticas y procedimientos no solo de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT, sino también ateniéndose a los mandatos éticos que para investigaciones del tipo dispone la Universidad.
- Los resultados expresan la realidad de lo investigado sin alterar los resultados para el beneficio de terceros, considerando el rigor científico y la veracidad de las fuentes, metodología, datos y resultados de la investigación.

### **Recomendaciones para empresarios y emprendedores**

Todos los empresarios han de tener en cuenta que la Industria 4.0 de hoy, en términos de posibilidades empresariales, traza la ruta de lo que significará la Industria 5.0 de mañana.

Así pues, la mentalidad empresarial ha de entender, con miras a desarrollar las propuestas indicadas en el momento preciso, que a medida que las innovaciones tecnológicas avanzan, las revoluciones son más seguidas, por tanto, el ritmo de adaptación empresarial debe seguir esa secuencia y readaptar sus mecanismos de análisis de mercados y de posibilidades futuras de inversión. Hay que recordar que las tres primeras

revoluciones tardaron décadas y que no fue, ni será así con las siguientes, las mismas que solo duran hasta que se completa la implementación a nivel industrial respectiva de cada una de ellas (Tech Talent Industry, 2019).

Independientemente de la rapidez o la lentitud con que algunas empresas implementan el modelo de la Industria 4.0, los principios indudablemente determinarán el mundo productivo del futuro. Con el aumento en las empresas, algunas verán un crecimiento exponencial gracias a las capacidades proporcionadas por los dispositivos IoT, los sistemas de TI y los cálculos cognitivos. En pocos años, los obreros de fábrica y los robots podrían terminar colaborando en el diseño y el intercambio de cargas de trabajo a través de una variedad de procesos de producción.

El informe de Deloitte (2019) sobre brechas de habilidades sugiere que en la próxima década habrá 3.4 millones de empleos con solo 1.4 millones de trabajadores calificados para cubrirlos. Los robots son perfectamente compatibles con muchos de estos roles y, en particular, los *cobots* pueden trabajar codo a codo con los trabajadores. Los *cobots* son útiles porque pueden asumir tareas triviales, repetitivas y peligrosas mientras los trabajadores se mueven a posiciones de alto valor (Estrada, 2018). Esa es la nueva dinámica, y es la perspectiva a la que habrá que ir adaptando las posibilidades de desarrollo empresarial.

Bien se sabe que la mayor amenaza para la seguridad laboral es el hecho de que una empresa no siga siendo competitiva. Por esa vía, la automatización ofrece a las empresas una ventaja competitiva a través de una mayor calidad y producto más consistente, mayor producción y menores costos generales.

Los *cobots* en comparación con otros robots industriales pueden aumentar las oportunidades de trabajo dentro de las empresas, ya que pueden aumentar la productividad y fomentar habilidades actualizadas. En lugar de reemplazar a sus homólogos humanos, estos dispositivos funcionan junto con las personas en las actividades de producción y procesamiento. Además, como los fabricantes pretenden aumentar la producción y desarrollar nuevas líneas de productos, los *cobots* pueden ayudarlos a multiplicar su fuerza laboral y transferir a los empleados de posiciones monótonas a roles con mayor satisfacción y compensación laboral.

Finalmente, a medida que los procesos de producción evolucionan para volverse más inteligentes y conectados, los competidores menos ágiles, demasiado lentos para adaptarse, se quedarán atrás. Los empresarios deben darse cuenta de que las fábricas colaborativas ofrecen no solo el potencial para mejorar la eficiencia operativa y otros beneficios mencionados anteriormente, sino también el potencial para reducir los aumentos de costos laborales en mercados cada vez más competitivos.

### **Recomendaciones para formuladores de políticas**

Considerando las políticas públicas como aquellas actividades o proyectos que un Estado gestiona (previo diseño, obvio), a través de un gobierno en particular representante de la administración pública, a fin de interpretar y satisfacer lo que la sociedad requiere o que manifiesta como sus necesidades más apremiantes, está en sus manos el que esta políticas públicas también respondan a afanes sectoriales, como para el caso de la Industria 5.0 lo serán los sectores productivos y económicos en primera medida.

Si bien, el reto de las políticas es bastante grande, se espera que ante el arribo inexorable de la Industria 5.0, la formulación de políticas responda a las necesidades inherentes de la sociedad en relación con la adaptabilidad a la nueva dinámica, sin traumatismos. Se hace énfasis en la importancia de que la política pública pueda anticiparse a los cambios y además adaptarse a los nuevos retos.

Es un hecho que toda política pública debe surtir los pasos correspondientes a la estructuración del o de los problemas, el pronóstico, las recomendaciones, el monitoreo y, desde luego, la evaluación; sin embargo, Industria 5.0 englobará rápidamente todos los sectores receptores de la definición de planes de política pública, por tanto, un Estado responsable debe prever el advenimiento de una nueva relación laboral y productiva, y plantearse seriamente la adecuación de sus políticas públicas en ese sentido.

### **Recomendaciones para economistas**

Paralelo al avance técnico y tecnológico que supondrá el advenimiento de la Industria 5.0, las ciencias económicas también deberán transitar un periodo de revisión de muchas de sus teorías y de la forma como se interpretan algunos indicadores macro.

Es altamente probable que la Industria 5.0 permita que algunos modelos económicos actuales y pasados continúen vigentes, pudiéndose ampliar en función de variables que no hayan sido consideradas antes de las nuevas relaciones establecidas alrededor de la nueva dinámica empresarial, no obstante, más allá del afán empresarial, el análisis macroeconómico deberá entender que el cobot no estará diseñado para reemplazar la fuerza de trabajo humana, sino para realizar tareas extenuantes o incluso peligrosas. Como resultado, los empleados pueden usar su creatividad para recurrir a proyectos más complejos (por ejemplo, cuando los robots asumen tareas de montaje más pequeñas, los empleados pueden pasar a tareas más complejas que requieren ingenio humano). Eso, en términos económicos, supondrá la teorización del grado de afectación de los valores resultantes que explicaban el rendimiento económico hasta entonces.

En general, los economistas de ese momento (llamémoslos “del futuro”), habrán de tener en consideración elementos novedosos que pondrán en cuestión sus conocimientos tradicionales a partir de las teorías clásicas de la materia. Urge entonces, como recomendación a ellos, empezar a familiarizarse con, por ej., según Antonio Pulido (2019):

1. Bases de datos de acceso múltiple “Cloud Computing” y “Big Data”.
2. Aplicaciones complejas compartidas por equipos diversos
3. Enfoques interdisciplinarios.
4. Modelos cualitativos.
5. Modelos de alta frecuencia.
6. Modelos modulares ensamblables.
7. Cuadros de Mando (Dashboards) e indicadores económicos claves (KEI)
8. Apps para la toma de decisiones económicas y empresariales, con modelos manejables por el usuario.
9. Predicciones adaptadas a tomas de decisión inmediatas.
10. Tratamiento prospectivo de tendencias, riesgos y escenarios a escala global y supraeconómica.

Particularmente, la recomendación a los economistas en ese contexto, tiene que pasar por cinco temas fundamentales: Innovación, Networking, Formación, Herramientas e Investigación.

Con respecto a la innovación, este es un tema amplio que puede tomarse desde la perspectiva del hecho cierto de que las empresas y emprendimientos innovadores, mejoran

la competitividad de un país y, desde luego, su productividad, hasta la necesaria contribución intelectual en la economía de la innovación y en los sistemas propios de ella, como en su momento lo hiciera, por ej., Christopher Freeman, responsable del Manual de Frascati y con él, del subsecuente flujo de trabajo. De la misma manera que Freeman estableció, de forma revolucionaria o innovadora, indicadores de ciencia y de tecnología puestos al servicio de la OCDE, bien podría (o tendrían, mejor) los economistas que ahondar en estudios coyunturales que propicien la puesta a punto tecnológica o técnica de avances en su materia.

Como lo dice Andrés Pedreño (Pedreño, s.f.) “Los ecosistemas de innovación que están apareciendo en el mundo son pequeños espacios que nos adelantan algunos de los fundamentos que los economistas necesitamos para “innovar” nuestro armazón teórico. No descubro nada si indico que Europa con respecto a la economía digital está quedándose retrasada respecto a Estados Unidos o Asia. Silicon Valley es el referente mundial de los ecosistemas de innovación y nos muestra con claridad los elementos básicos del ecosistema: universidades competitivas en investigación y formación, ligadas a sectores de futuro, atracción y retención de talento profesional, cultura emprendedora emprendedores en sectores de futuro, *networking* – redes profesionales – hibridación de saberes... Hay implícita una estrategia de políticas económicas potenciales en los ecosistemas de innovación.” (p.p. 6)

Con relación al Networking, es evidente que la creación de redes y el mantenimiento de ellas en contexto y actualizadas, permitirá a los economistas tanto estar al frente de los desafíos y retos futuros, como de las necesidades puntuales de los momentos en los cuales deba actuar, intervenir o sugerir.

Respecto a la formación, el Dr. Pulido (2019) hace referencia a la necesaria conexión entre formación y una empleabilidad que exige, cada día más:

- Perfil multidisciplinar
  
- Gran polivalencia
  
- Capacidad analítica y orientación a resultados

- Visión estratégica

- Proactividad y adaptación al cambio (Pulido, 2019)

En ese sentido, dice el Dr. Pulido, el desafío no es exclusivo de la formación económica, sino que afecta a las habilidades que parece van a pedirse en el mundo del trabajo. Estas habilidades para un horizonte tan cercano como 2020 serían, con éste orden de prioridad:

1. Resolución de problemas complejos
2. Pensamiento crítico
3. Creatividad
4. Gestión de equipos
5. Coordinación con otras personas
6. Inteligencia emocional
7. Criterio y toma de decisiones
8. Orientación al servicio
9. Negociación
10. Flexibilidad cognitiva (Pulido, 2019)

En esencia pues, economistas del futuro deberán estar formados adecuadamente en ética y en valores (reflejadas en el trabajo), en conocimientos, y en una gran capacidad de trabajo y esfuerzo.

El punto “Herramientas” tiene que ver con la perspectiva de un futuro que será sí o sí, digital. En esa medida, la actualización permanente en sistemas y tecnología urge a los economistas, máxime si se habla de una 5ª Revolución, la cual ha de partir, para ellos, de una necesaria adaptación a lo que, desde la 4ª Revolución se hizo o hace.

Ahora bien, en el punto de investigación, se sobreentiende, que se debe leer, leer mucho y capacitarse permanentemente. Jamás desprenderse de la universidad y de los estudiosos en la materia. Es absolutamente indispensable que el economista mantenga informado y al tanto de todas las novedades que en la industria y en los procesos de todo tipo se dan. Ser un economista de vanguardia siempre, en eso constituye la principal y generalizada recomendación.

## 8. Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primer lugar a la Universidad EAFIT la cual me brindó todas las bases necesarias para la realización de este trabajo, además me hizo crecer en múltiples aspectos, tanto personal como académicamente. Agradezco el haber confiado en mí y otorgarme el apoyo para realizar mis estudios en forma de beca la cual nunca me cansaré de agradecer. En este agradecimiento incluyo a cada uno de los profesores que aportaron a mi crecimiento académico por compartir sus conocimientos conmigo y por haber tomado la decisión de enseñar.

Además quisiera darle las gracias a mi asesora Maria Alejandra Gonzalez-Perez por darme su tiempo y por acompañarme en este proceso compartiendo sus conocimientos y experiencias conmigo, la verdad para mí es un honor haber trabajado con una persona tan talentosa. Le agradezco su paciencia y también, sus palabras de ánimo cuando más las necesité. Agradecer también por cada momento de su tiempo dedicado a resolver las dudas y por explicar con claridad y cercanía cada una de ellas. Gracias por aceptar ser mi asesora y por enseñarme tantas cosas en tan poco tiempo.

Quiero agradecer al profesor José Vicente Cadavid por confiar en mí y tener paciencia, por su acompañamiento en este proceso y por brindar todos sus conocimientos para que este trabajo fuera posible. También a la profesora Irina España por sus observaciones para mejorar no solo la parte investigativa sino de forma personal.

Gracias a mi familia por su apoyo incondicional, por las palabras de aliento, por la fe puesta en mí porque gracias a todo esto he tenido la fuerza para culminar con éxito esta etapa de mi vida, quiero que se sientan orgullosos cada día más de mí, como profesional y como persona. Le doy gracias en especial a mi padre Claudio Mantilla porque me ha enseñado la importancia de ser una persona correcta, de los valores, y del amor a la familia a pesar de las circunstancias. Te agradezco por hacerme saber siempre que estás orgulloso de mí pues es lo que me motiva cada día a hacer las cosas mejor. Gracias por inculcarme el amor por la lectura, por la academia y la investigación, y por el arte de escribir en el que tanto te he admirado.

## 9. Referencias

Acosta, M. A. (2018). Machine learning core inflation. *Economics Letters*, 169, 47-50.

Agbelie, B., & Libnao, K. (2018). Unobserved heterogeneity analysis of rail transit incident delays. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 39-43.

- Alcántara, Verónica (2018) "Industria 5.0: el toque humano vuelve a la manufactura" En línea: <http://www.metalmecanica.com/temas/Industria-50,-el-toque-humano-vuelve-a-la-manufactura+127079>
- Baldeon, Gustav (2016) "Industria 5.0 ¿Estamos listos para un nuevo modelo de empresas/gestión para un futuro más iluminado y sostenible? En línea: <https://www.linkedin.com/pulse/estamos-listos-para-un-nuevo-modelo-de-futuro-mas-y-baldeon-ceng>
- Boronos, V., Aleksandrov, V., Plikus, I., & Antoniuk, N. (2018). Digital transformation of Ukraine: challenges of theory and practice in implementation of digital quality of life. *Economic Annals-XXI*, 172(7-8), 38-43.
- Budanov, V., Aseeva, I., & Zvonova, E. (2017). Industry 4.0.: socio-economic junctures. *Economic Annals-XXI*, 168.
- Comín Comín, F. (2011). Historia económica mundial. *De los orígenes a la actualidad*, Madrid, Alianza editorial.
- Deloitte. (2019). *El futuro de la Fuerza de Trabajo*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/pe/es/pages/human-capital/articles/futuro-de-la-fuerza-de-trabajo.html>
- Diario Financiero de Chile. (17 de 08 de 2018). *chile se encamina hacia una Industria inteligente*. Obtenido de [https://www.df.cl/noticias/site/artic/20180816/asocfile/20180816213259/suplemento\\_td.pdf](https://www.df.cl/noticias/site/artic/20180816/asocfile/20180816213259/suplemento_td.pdf)
- Domínguez, A. D. (2017). Congreso Internacional "Los factores y competencias habilitantes de Industria 4.0". *Noticias CIELO*, (11), 5.
- Ernesché Rodríguez, Asien (2018) "La 5ta Revolución Tecnológica en Japón", Revista Observatorio Iberoamericano de la Economía y la Sociedad de Japón (marzo 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/japon/32/japon-tecnologia.html>
- Estrada, J. (2018). *Industria 5.0*. Obtenido de <http://www.logicbus.com.mx/pdf/articulos/Industria-5.0.pdf>
- Flores, J. G., Gómez, G. R., & Jiménez, E. G. (1999). Metodología de la investigación cualitativa. *Málaga: aljibe*.

Gonzalez-Perez, Maria Alejandra (2019) Sociedad 5.0: La visión japonesa de la sociedad de la imaginación. Revista Dinero. Disponible en:  
<https://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/sociedad-50-la-vision-japonesa-de-la-sociedad-de-la-imaginacion--por-maria-alejandra-gonzalez-perez/270493>

Guerrero, M. (05 de 12 de 2018). *La Quinta Revolución Industrial*. Obtenido de <https://manuelguerrerocono.com/quinta-revolucion-industrial-singularidad/>

Hobsbawm, E. (1962). *The Age of Revolution: Europe 1789-1848*. Weidenfeld & Nicolson Ltd.

Inikori, J. (2002). *Africans and the Industrial Revolution in England*. Cambridge: University Press.

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recomendaciones para implementar la iniciativa estratégica INDUSTRIE 4.0. Informe final del grupo de trabajo Industrie 4.0. Plattform 4.0*. Frankfurt.

Lehmann, Ana (4 de febrero de 2019): "Industria 4.0 y digitalización de la cadena de valor". Conferencia dictada en la Universidad EAFIT.

Liczbińska, G., Czapla, Z., Piontek, J., & Malina, R. M. (2018). Age at menarche in Polish University students born before, during and after World War II: *Economic effects*. *Economics & Human Biology*, 28, 23-28.

Lucas, R. (2003). *The Industrial Revolution Past and Future*.

Lyons, J., Desai, V., Xu, Y., Ridgeway, G., Finkle, W., Solari, P., ... & Lanes, S. (2018). Development and Validation of an Algorithm for Identifying Patients with Hemophilia A in an Administrative Claims Database. *Value in Health*, 21(9), 1098-1103.

Magaña, A. (2010). Alfredo de la Lama, Economía mundial. De la Revolución Industrial a la Primera Guerra Mundial. *Signos Históricas Vol.13 no.25 México ene./jun. 2011*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-44202011000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-44202011000100005)

McCloskey, D. (2004). Review of *The Cambridge Economic History of Modern Britain*. Times Higher Education Supplement.

- Montero, P. (17 de 06 de 2017). *¿Preparados para la quinta revolución industrial?* Obtenido de <https://www.atrevia.com/blog/preparados-para-la-quinta-revolucion-industrial/>
- Oppenheimer, W. (07 de 10 de 2012). Muere Eric Hobsbawm, pensador marxista clave del siglo XX. *El País*.
- Osteergard, E. (8 de agosto de 2018). Industria 5.0: las personas en el centro de los procesos de producción. Obtenido de <https://blog.universal-robots.com/es/industria-5-0>
- \_\_\_\_\_ (03 de 2018). *Robots colaborativos Robots colaborativos a la Industria 5.0 en el sector químico*.
- Palacios, J. C. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de historia*, (17), 93-109.
- Pfeiffer, S. (2014). Trabajo digital y el valor de uso del trabajo humano. Sobre la importancia de la capacidad de trabajo para entender el capitalismo digital. *TripleC J Glob Sustain Inf Soc* 12, 599-619.
- \_\_\_\_\_ (2017). La visión de “Industrie 4.0” en la fabricación: un caso de futuro contado, controlado e intercambiado. *Nanoética*.
- Pulido, A. (2019). *¿Qué formación necesitan los economistas del futuro?* Obtenido de <https://www.antonipulido.es/que-formacion-necesitan-los-economistas-del-futuro/>
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia engineering*, 69, 1184-1190.
- Rajwani, T., & Liedong, T. A. (2015). Political activity and firm performance within nonmarket research: A review and international comparative assessment. *Journal of World Business*, 50(2), 273-283.
- Ramírez, Daniel (2018) “El papel de los robots en la Industria 5.0” En línea: <https://expansion.mx/opinion/2018/12/12/opinion-el-papel-de-los-robots-en-la-industria-5-0>
- Riquelme Santos, J. C., Ruiz, R., & Gilbert, K. (2006). Minería de datos: Conceptos y tendencias. *Inteligencia Artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10 (29), 11-18.

Serrano, J. A. S. (2006). *Esquemas de historia del pensamiento económico* (Vol. 68). Universidad de Sevilla. Saltzman, B., & Yung, J. (2018). A machine learning approach to identifying different types of uncertainty. *Economics Letters*, 171, 58-62.

Silva, A. (09 de 04 de 2018). *Crecimiento Exponencial de la Big Data*. Obtenido de <https://conextrategia.com/2018/04/09/la-quinta-revolucion-industrial-2/>

Tech Talent Industry. (19 de 03 de 2019). *¿EN QUÉ CONSISTE LA INDUSTRIA 5.0?* Obtenido de <https://www.techtalentindustry.com/que-es-la-industria-50/>