



Facultad de Jurisprudencia

Maestría en
Derecho Laboral y Seguridad Social

Título de la propuesta

El impacto de la cuarta revolución industrial y las nuevas tecnologías en el mundo del trabajo

Presentado por:

María Alejandra Amaya Ballesteros

Nombre del director

Adriana Camacho Ramírez

Bogotá, D.C. 19 de marzo de 2023



Universidad del
Rosario

Facultad de Jurisprudencia

Maestría en

Derecho Laboral y Seguridad Social

Título de la propuesta

El impacto de la cuarta revolución industrial y las nuevas tecnologías en el mundo del trabajo

Modalidad: Presencial

Presentado por:

María Alejandra Amaya Ballesteros

Bajo la dirección de los dos tutores de la práctica:

Lorena Nieto Vargas

Bogotá, D.C. 19 de marzo de 2024

CONTENIDO

Agradecimientos	2
Dedicatoria.....	2
Declaración de autonomía	3
Declaración de exoneración de responsabilidad.....	3
Palabras clave	4
Metodología de la investigación.....	4
Introducción.....	5
El efecto revulsivo de las nuevas tecnologías en el mundo laboral	6
Usos de las nuevas tecnologías	7
Inteligencia artificial	11
La robotización.....	15
Impresión 3D	17
Internet de las cosas.....	18
Consecuencias de la incorporación de nuevas tecnologías en las relaciones laborales contempladas en el derecho laboral.....	19
Aspectos positivos y negativos de la implementación de las nuevas tecnologías en las relaciones laborales	19
Inteligencia Artificial	19
Robotización.....	21
Impresión 3D.....	22
Del internet de las cosas	23
Retos para la inclusión de tecnologías emergentes en el trabajo.....	24
Conclusiones.....	25
Referencias bibliográficas	27

Agradecimientos

Agradezco a mi familia y amigos por brindarme siempre su amor incondicional, su apoyo e impulsarme a cumplir todos mis sueños y proyectos, sin importar las circunstancias.

Dedicatoria

A mi mamá, mi papá, mi hermana y a todas las personas que hoy no están, pero que dejaron su huella en mi corazón, que desde lo más profundo me acompañaron y me dieron la fuerza para culminar satisfactoriamente esta etapa.

Declaración de autonomía

Declaro bajo gravedad de juramento, que he escrito el presente capítulo por mi propia cuenta, y que por lo tanto, su contenido es original. Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información, y que este capítulo no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

María Alejandra Amaya Ballesteros

19 de marzo de 2024.

Declaración de exoneración de responsabilidad

Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

María Alejandra Amaya Ballesteros

19 de marzo de 2024.

Palabras clave

Nuevas tecnologías, relaciones laborales, cuarta revolución industrial, inteligencia artificial, robotización, impresión 3D, internet de las cosas, trabajo.

Metodología de la investigación

La metodología escogida para desarrollar la presente investigación, sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el mundo laboral, se desarrollará a través del método cualitativo descriptivo, donde se llevará a cabo el análisis documental a fin de identificar cuáles son las consecuencias de la implementación de estas nuevas tecnologías en las relaciones laborales lo cual contribuiría en el análisis de los riesgos que esta implementación genera en un país subdesarrollado como es Colombia.

Así las cosas, respecto del análisis documental se realizará es estudio de documentos relacionados con la cuarta revolución industrial, la inteligencia artificial, la robotización, la impresión 3D, el internet de las cosas y el mundo laboral actual, lo anterior, a fin conocer el contexto histórico y los conceptos más relevantes sobre este asunto, para luego de recolectar la información, llevar a cabo el análisis de la misma y se realice el análisis de las posibles hipótesis sobre los efectos de la implementación de las nuevas tecnologías en el mundo laboral.

El impacto de la cuarta revolución industrial y las nuevas tecnologías en el mundo del trabajo

María Alejandra Amaya Ballesteros*

Introducción

Con el correr de los tiempos, a nivel mundial se evidencia cada vez más la acelerada transformación digital propiciada por las nuevas tecnologías, las cuales han tomado el protagonismo en diversos ámbitos y desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sociocultural, la economía y ciertas esferas del derecho, en especial el derecho laboral.

Teniendo esto presente, se precisa analizar el impacto que generan estas transformaciones en el derecho laboral, específicamente en las relaciones laborales en Colombia, atendiendo las consecuencias que se pueden derivar de su implementación al tratarse de tecnologías que hoy en día se vuelven más importantes en el desarrollo social. En concreto, se aspira a dilucidar el hecho de que la implementación de estas tecnologías y avances supone un reto para un país que aún se encuentra con situaciones problemáticas en términos de infraestructura y avances tecnológicos, así como una situación laboral que en términos generales es aún precaria.

Por lo tanto, en el siguiente capítulo se pretende identificar el impacto, y las consecuencias positivas y negativas, que genera la aparición de nuevas tecnologías en las relaciones laborales a través de lo que se concibe como la cuarta revolución industrial,

* Abogada de la Universidad del Rosario, con especialización y maestría en Derecho Laboral y Seguridad Social de la misma universidad. Actualmente, trabaja como abogada en asuntos de seguridad social en López & Asociados. Correo: ma.amayaballesteros@gmail.com

definida por Schwab como la unión de tecnologías que atenúa los límites entre las esferas de lo físico, digital y biológico.¹ En virtud de lo anterior, se busca describir en qué consisten algunas de las nuevas tecnologías, evaluar las posibles ventajas y desventajas de la implementación de estas en el mundo laboral; más específicamente, se hace referencia a los impactos y avances que generaría la incorporación de nuevas tecnologías en las relaciones laborales en Colombia junto con los retos que se derivan de dicha aplicación para el orden jurídico.

El capítulo se desarrolla a través del método cualitativo descriptivo, debido a que procede a la interpretación de ciertos conceptos, así como el análisis teórico y práctico de dicha conceptualización, abarcando la descripción de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la robotización, la impresión 3D y el llamado internet de las cosas, aplicadas desde una perspectiva, jurídica al mundo laboral colombiano. De igual manera, se hace una aproximación a la evolución de este tema en las medidas del Gobierno de Colombia y las iniciativas legislativas por regularlo jurídicamente. Enseguida, se tratan las consecuencias de la incorporación de estas nuevas tecnologías en las relaciones laborales. Por último, se hablará sobre los retos para la inclusión de tecnologías emergentes en el trabajo.

El efecto revulsivo de las nuevas tecnologías en el mundo laboral

Aunque resulta familiar referirse a la tecnología en el campo de la economía para explicar conceptualmente ciertos incrementos abruptos en la producción, hoy se asiste a un fenómeno

¹ Klaus Schwab, *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: Editorial Debate, 2016.

que supera esta noción de la tecnología asociada a la mera productividad. En buena medida, puede decirse que el tipo de impacto que sucede con las nuevas tecnologías aplicadas al trabajo redefine buena parte de lo comúnmente que se concibe como trabajo, en el marco de las relaciones laborales tal y como se entienden en el derecho laboral, pues se ha puesto sobre la mesa la idea de que el trabajo puede incluso ser realizado parcial o totalmente con este tipo de herramientas, lo que hace difuso no solo legalmente el estatus de este trabajo frente al humano, sino que obliga a repensar elementos de la idea de trabajo como tal.

En concreto, este tipo de tecnologías inciden en la forma en que legalmente se entienden las relaciones laborales y, por lo tanto, en una noción más general del trabajo. No obstante, desde la perspectiva legal, se hace énfasis en la novedad que representan y los retos jurídicos que conllevan, en el sentido de que estas tecnologías pueden llegar incluso a reemplazar a los trabajadores en sus puestos de trabajo y todas las obligaciones y derechos que se le adhieren en términos legales.

Usos de las nuevas tecnologías

A lo largo de la historia económica y el avance tecnológico al que se ha visto expuesto la humanidad, se ha evidenciado el impacto de ciertas tecnologías en el trabajo humano y sus diversas formas de empleo. Actualmente, es evidente que la automatización de los procesos en productos y la implementación de la economía digital influyen considerablemente en el trabajo; así lo demuestra la desaparición de muchos trabajos que han sido realizados por personas y que hoy en día son asistidos o incluso realizados con ayuda de tecnología de punta; asimismo, ha sido evidente que muchas tareas se han visto facilitadas gracias al apoyo de dichas tecnologías emergentes.

Lo anterior es consecuencia, en parte, de la aparición de la inteligencia artificial, la robotización, la impresión 3D y el internet de las cosas, que consisten en desarrollos científicos que permiten igualar y superar habilidades físicas que realizaban los seres humanos, generando impactos positivos y negativos en el mundo del trabajo, especialmente en lo que tiene que ver con la mano de obra.

Hoy en día, en diversos lugares del mundo la implementación de estas tecnologías supone retos que abarcan diversos campos de estudio que van desde las consideraciones técnicas y tecnológicas que perfeccionan dichas herramientas —en términos de ser sustentables, eficientes y baratas—, hasta qué papel desempeña el trabajo humano en un entorno laboral cada vez más impregnado de estas tecnologías y las consecuencias legales y jurídicas del pasar de una actividad que es genuinamente humana, como el trabajo, a la posibilidad de que este pueda ser realizado o asistido por máquinas e inteligencias artificiales.

Si bien el desarrollo de este tema a nivel legal y de políticas públicas en Colombia es aún muy preliminar, de acuerdo con el CONPES 3975,² se ha reconocido el reciente impacto de estas tecnologías en las cadenas de valor y producción de la economía nacional, ya que, según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, se puede ver que, para el primer trimestre del 2019, los ingresos correspondientes al desarrollo de sistemas informáticos y de procesamiento de datos habían incrementado en un porcentaje que llega al 14%, así como un crecimiento del 11% correspondiente a la proporción del

² Colombia, Departamento Nacional de Planeación, “Documento CONPES 3975: Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial” 8 de noviembre 2019. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

personal humano ocupado en actividades productivas relacionadas con el sector tecnología, procesamiento de datos y trabajos digitales en comparación con el mismo período de 2018.³

Asimismo, el tema de la inteligencia artificial ha sobrepasado el ámbito laboral y de estar netamente relacionado con la productividad económica para concebirse también en el documento mencionado, el CONPES, como una herramienta que atañe igualmente a las distintas etapas del proceso educativo y formación del capital humano, donde se observa un interés cada vez mayor de la población colombiana para encaminarse gradualmente a la capacitación técnica y profesional en lo que tiene que ver con el desarrollo e implementación de las inteligencias artificiales en el país. Al respecto, el Departamento Nacional de Planeación señala:

< cita >Otros efectos se perciben en el entorno educativo, donde un 4% de los estudiantes que presentaron la Prueba PISA 2015 manifestaron interés por trabajar en ocupaciones relacionadas con las TIC, mientras que en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el promedio de estudiantes es del 2,6%. Para ramas de ingeniería y ciencia hay un comportamiento similar, ya que el 12,2% de los estudiantes colombianos presentan interés en dichas disciplinas frente a un 8,8% de los estudiantes en países OCDE (...).⁴

Por otro lado, la regulación legal de esta temática ha sentado sus bases en la adhesión de Colombia a la “Recomendación del Consejo de la Organización para la Cooperación y el

³ DANE. “Encuesta Mensual de Servicios (EMS)”. *Boletín Técnico*, 15 de octubre 2019. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ems/bol_ems_agosto_19.pdf

⁴ *Ibid.*

Desarrollo Económicos de la IA” en el año 2019, que representa un conjunto de medidas de tipo intergubernamentales para garantizar ciertos principios generales que permitan introducir estas tecnologías en los países de la OCDE, por lo que puede decirse, sin reticencias, que este tema ya ocupa la agenda del país en términos de políticas públicas, así como de su agenda legislativa.

El marco legal y de principios hasta hoy vigente termina de dibujarse también con lo referido a los estudios realizados por la OIT respecto al trabajo digital en 2019, los cuales, con la pandemia en ciernes, plantearon una serie de criterios para el micro trabajo a distancia comprendiendo el problema jurídico que supone esta modalidad de trabajo, al no poder asistir a los empleados en términos sociales y no tener un control claro sobre las actividades y faltas de los trabajadores,⁵ así como pronunciamientos más explícitos en lo que tiene que ver con la implementación de la inteligencia artificial.

En lo referente a la inteligencia artificial, la OIT se muestra moderadamente optimista, dado que privilegia el potencial impacto en la productividad que acarrea el hecho de implementar la inteligencia artificial, obviando que sus dificultades se asocian directamente a que puede precarizar el trabajo humano no solo porque lo reemplaza, sino porque lo puede desnaturalizar al convertirlo en una actividad subsidiaria o incluso marginal a la que realiza este tipo de inteligencia.

⁵ Organización Internacional del Trabajo. “Las plataformas digitales y el futuro del trabajo. Cómo fomentar el trabajo decente en el mundo digital”, 09 de abril 2019. https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_684183/lang--es/index.htm

Inteligencia artificial

Las primeras apariciones del concepto de inteligencia artificial (IA) ocurrieron en 1956, específicamente esbozados en una conferencia organizada por expertos en Dartmouth, evento en el cual se trató las bases de la IA, siendo John McCarthy pionero sobre esta materia, convirtiendo la misma en un área de estudio e incluso dando origen en 1957 al Laboratorio de Inteligencia Artificial.⁶

La inteligencia artificial se puede entender como la implementación de tecnologías para emular la inteligencia humana a través de máquinas o sistemas creados para ejercitar acciones humanas, entre otras, usar información, razonar, corregir y validar. Además, resulta preciso resaltar que la IA no necesita descansar, así como puede analizar grandes volúmenes de información a la vez con un porcentaje de error menor en las máquinas que utilizan este desarrollo tecnológico en relación con las tareas realizadas por los humanos.⁷

Con el concepto anterior, se puede inferir que esta tecnología es aplicada hoy en día en los diferentes campos en los que se desarrollan profesiones y oficios, siendo esta una herramienta muy utilizada a nivel empresarial. Así, por ejemplo, Granados, citando a Rauch Hindin y referenciando a Yague, señala que la utilidad de la IA se centra en:

<cita>la consolidación de un conocimiento estructurado, documentado y difundido, la liberación del trabajador experto de tareas de poca importancia, el ofrecimiento de una sistematización de gran cantidad de los datos de la empresa y de una labor integradora y de coordinación entre expertos, respuestas en

⁶ David Alandete, “John McCarthy, el arranque de la inteligencia artificial”. *El País*, 27 de octubre 2011. https://elpais.com/diario/2011/10/27/necrologicas/1319666402_850215.html

⁷ Jackeline Granados Ferreira, “Análisis de la inteligencia artificial en las relaciones laborales”, *CES Derecho* 13 (2022): 118. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/derecho/article/view/6395/3647>

tiempo real, la adaptación a las necesidades del cliente y la creación de sistemas de alarma y control preventivo.⁸<cita>

Son muchas las tareas que hoy se pueden desarrollar con el apoyo de la inteligencia artificial, como procesos de supervisión, diseño, diagnóstico, planificación, asesoramiento, formación, contratación de personal y procesos empresariales, siendo entonces evidente como una vez más una de las consecuencias de la revolución industrial derivan en el desplazamiento de las personas por la maquinaria y, como consecuencia de ello, se precarizan las relaciones laborales, ya que no se proyecta un gradual reemplazo de la mano de obra humana o delimitar los espacios de la fuerza de trabajo y la que realizan por sí mismas las tecnologías.

Ahora bien, para la implementación de la IA, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)⁹ emitió una recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial en el año 2021, en virtud de la cual se señalan los principios que considera la organización que deben respetar los países durante el ciclo de vida de los sistemas de la IA.

Existe la posibilidad de que en la práctica entren en conflicto estos principios, para lo cual la UNESCO hace referencia a la necesidad de hacer una evaluación del contexto para evaluar las posibles tensiones, teniendo en cuenta el principio de proporcionalidad y de conformidad con los derechos humanos a través del diálogo social, la deliberación ética, la diligencia debida y la evaluación del impacto.

⁸ *Ibid.*, 119.

⁹ UNESCO. “Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial”, 2021. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_spa

Así las cosas, los principios señalados por la organización en la recomendación señalada se refieren a la proporcionalidad, seguridad, protección, equidad, no discriminación, sostenibilidad, derecho a la intimidad, protección de datos, supervisión humana, transparencia, responsabilidad, rendición de cuentas, sensibilización, educación, gobernanza y colaboración adaptativa de las múltiples partes interesadas. A partir de lo anterior, es posible observar que los principios antes descritos buscan establecer unos estándares mínimos para la aplicación de la inteligencia artificial, siempre en pro de la sociedad y su protección, de manera que nunca haya una desvinculación total del ser humano con el trabajo que es desarrollado por la IA, en el marco de las relaciones laborales, que tradicionalmente han sido realizadas por mano de obra humana y que, por ende, podría conllevar a su desvirtuación o reemplazo.

Ahora bien, estas recomendaciones son un anticipo frente a la eventual regulación de la IA, trayendo a colación los estándares generales que deberían tener presente los Estados cuando se busque implementar y regular la utilización de esta nueva tecnología. En ese sentido, entre los valores señalados por la UNESCO existen algunos como la aplicación de los sistemas de la IA, los cuales buscan proteger, promover y respetar los derechos humanos, las libertades fundamentales, la dignidad humana y la igualdad. No obstante, no se puede desconocer que la realidad es distinta para cada país y no se podrán aplicar dichas disposiciones en la misma medida, por lo que resultaría necesario hacer un estudio demográfico en relación con el trabajo a fin de determinar realmente en qué sentido se podría regular la inteligencia artificial.¹⁰

¹⁰ *Ibid.*

En este aspecto, en 2022 Colombia adoptó un marco ético que regula la inclusión de la IA tanto en el sector público como en el privado, atendiendo a las recomendaciones que establece la Organización de las Naciones Unidas, y desarrollando a su vez un documento CONPES que aborda en términos macro lo referente a la IA en el país.

A destacar, el CONPES 3975¹¹ del 8 de noviembre de 2019 formula la política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial en el país, trazando como objetivo primordial superar las barreras que impiden disminuir las brechas digitales —entendiendo la precariedad del país en términos de infraestructura, comunicaciones e internet, así como la falta de capacitación de personal técnico en esta área— y creando condiciones que puedan fomentar la innovación digital tanto privada como pública en un trabajo mancomunado entre los ministerios de las TICs y de Educación, y de forma íntimamente relacionada, la capacitación del capital humano para poder insertar a Colombia satisfactoriamente en lo que conlleva la cuarta revolución industrial. Con una inversión financiera de 121 619 millones de pesos a cinco años contados desde el 2012, el país abre la puerta para regular en términos legales y de políticas públicas este tema que aún sigue siendo incipiente.

De igual manera, en tiempos recientes se destaca el trámite en la Cámara de Representantes de un proyecto de ley, el 354 de 2021,¹² el cual plantea establecer los lineamientos de una política pública para el desarrollo, uso e implementación de la inteligencia artificial, así como establecer ciertos principios que, por ejemplo, planteen su papel subsidiario y complementario de la inteligencia humana, así como una comisión conformada por varias entidades del Estado que se encarguen de establecer dichos

¹¹ *Ibid.*

¹² Colombia. Cámara de Representantes, “Proyecto de Ley Inteligencia Artificial”, 2021. <https://www.camara.gov.co/inteligencia-artificial-0>

lineamientos. En buena medida, puede decirse que el tema de la IA atraviesa una etapa embrionaria en el ordenamiento jurídico colombiano que la define, permite e impulsa en el país, estando aún por verse su desarrollo concreto en lo que tiene que ver con las relaciones laborales, el trabajo humano y demás temas característicos del derecho laboral.

La robotización

Por otro lado, existe la robotización como otra de las tecnologías emergentes que trae la industria 4.0, en la que la mano de obra del ser humano empieza a ser sustituida por maquinaria, principalmente en lo que corresponde a tareas industriales. Es preciso poner de presente que la aparición de los robots no se dio en la cuarta revolución, pues estos fueron fabricados luego de la Segunda Guerra Mundial, cuando eran creados para ejercer funciones principalmente en proyectos de investigación o en fábricas.¹³

La robotización consiste en la creación de maquinaria que a través de programas y algoritmos realizan tareas de manera predeterminada, adaptable y automática. Con la aplicación de esta tecnología en estas actividades que son desarrolladas por las máquinas a través de la automatización, se ve reemplazada la mano de obra del ser humano, pues la operación de los robots, no necesariamente requiere de la intervención de personas.

Ahora bien, aunque recientemente ha habido un auge de la robotización por la revolución 4.0, está ante nosotros desde 1942, cuando Isaac Asimov propuso tres principios que bien pueden tomarse como principios para tener en cuenta a la hora de la implementación

¹³ Antoni Garrel y Llorenç Guilera, *La industria 4.0 en la sociedad digital* (Valencia: Marge Books, 2019).

de los robots, principios que han sido complementados con el paso de los años. Estos principios son:

Un robot no puede hacer daño a un ser humano.

Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos. Salvo cuando esté en contra de la primera ley.

Protegerá la existencia humana. en la medida en que esto no entre en conflicto con las dos leyes anteriores.¹⁴

Es claro, entonces, que si bien a través de la robotización se pueden ver reemplazados muchos cargos o funciones que usualmente serían desarrolladas por el ser humano, con los principios planteados se entiende que la finalidad es que siempre se maneje un trabajo conjunto entre los robots y el ser humano, sin que exista una autonomía total de los primeros.

No es necesario ir muy lejos para comprender que la robotización se ve incluida ya en ciertas actividades económicas de Colombia, como parece demostrarlo el avance de cierto capital físico relacionado con actividades agrícolas —máquinas cosechadoras, empacadoras y de transporte—, de ganadería —pasteurización, esterilización, inseminado de animales— y en cadenas industriales relacionadas con la producción estandarizada de ciertas mercancías. Este tema, no obstante, es tan difuso que no es fácil distinguir cierta maquinaria empleada del concepto de robotización, lo que no quiere decir que, por ejemplo, no existan proyectos de investigación relacionados con estos temas en el campo universitario y tecnológico, del sector salud y de la comunicación en el país. Integrado en el capital físico de la empresa, en

¹⁴ Robots Humanoides, “Las leyes de la robótica de Isaac Asimov”, 2020. <https://robotshumanoides.online/leyes-de-la-robotica/>

muchos sentidos el concepto de robotización resulta más familiar porque, lejos de parecer una realidad inalcanzable, está ya implementado en el país desde hace ya varias décadas.

Impresión 3D

Entre las tecnologías que se implementan con esta cuarta revolución está la impresión 3D, que consiste en la fabricación de objetos tridimensionales a través de distintos procesos aditivos en los que se aplican capas sucesivas de materia para la creación de un objeto tangible, de manera que se materializa objetos a partir de un archivo digital.¹⁵

Existen diferentes tipos de impresión 3D, dependiendo del material utilizado para ello, como la impresión 3D por deposición de material fundido (FDM), con resina líquida (SLA), con sinterización láser selectiva (SLS), con estereolitografía (SL), disposición de metal (DED), con chorro de tinta (Inkjet), entre otros.¹⁶ Esta tecnología es muy versátil, pues es aplicada en diferentes industrias como la medicina, la arquitectura, la moda y la educación, por ejemplo:

- Medicina: es utilizada para la impresión de prótesis, modelos anatómicos y órganos artificiales.
- Arquitectura: se evalúa la impresión para construcción de viviendas y estructuras complejas.
- Moda: se utiliza para la creación de accesorios, joyas y prendas de vestir.

¹⁵ Adam Jorquera, *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D* (Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016).

¹⁶ Carlos Ernesto Díaz, "Impresión 3D: ¿qué es, cómo funciona y para qué se utiliza?", 21 de febrero de 2023. <https://www.3dcreation.org/introduccion-a-la-impresion-3d/>

- Educación: para la enseñanza práctica de conceptos en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

La implementación de la impresión 3D ayuda a la reducción de residuos, incrementando, además, la rentabilidad y mejorando la eficacia del flujo de trabajo, de manera que resulta positivo para las empresas incluir esta tecnología como medio de trabajo.

Internet de las cosas

El internet de las cosas corresponde a la posibilidad de conectar objetos a la nube, convirtiendo esto en un nodo de información. Así, la unión de varios nodos genera grandes volúmenes de información que pueden permitir el uso de la analítica de datos e inteligencia artificial, y tomar decisiones para la optimización de procesos.

Lo anterior es implementado en diferentes campos, como en los procesos industriales, en los que, a través de los sistemas de supervisión, control y adquisición, se controlan y supervisan los procesos de manera remota. De esta forma se busca descentralizar el análisis y la toma de decisión, de manera que haya mejores respuestas en tiempo real.¹⁷

El internet de las cosas también se puede ver aplicado en un ámbito mucho más cotidiano, pues esta tecnología convierte los objetos corrientes en objetos inteligentes, ampliando así sus funciones.¹⁸ Esto, por ejemplo, se puede ver en el control, monitoreo y manejo remoto de objetos, en diferentes campos relacionados con la vida personal y social,

¹⁷ *Ibid.*

¹⁸ Armando Román Gallardo *et al.*, *El internet de las cosas: Teoría y práctica* (Colima: Universidad de Colima, 2020).

la salud, la logística, la industria. Esta tecnología integra así cuatro pilares: las personas, los procesos, los datos y las cosas.

Resulta importante mencionar que este tipo de herramientas íntimamente vinculadas a los trabajos de los sectores digitales y de la comunicación fueron potenciadas por la pandemia en el marco de los procesos de confinamientos de los años 2020 y 2021. En este sentido, haber tenido que volcar gran parte del trabajo presencial al teletrabajo, obligó a buena parte de la actividad económica a acudir a este tipo de repositorios digitales y canales de comunicación virtuales, asunto que trastocó y retó en buena medida temas del derecho laboral que anticipan y hacen preciso su implementación de manera progresiva en varios sectores laborales.

Consecuencias de la incorporación de nuevas tecnologías en las relaciones laborales contempladas en el derecho laboral

Luego de haber abarcado las generalidades de las tecnologías emergentes que se desarrollan en el presente capítulo, resulta preciso evaluar los impactos que se pueden generar en las relaciones laborales con la inclusión de estos avances tecnológicos, de tal manera que se conozca en paralelo las ventajas y desventajas que implicaría llevar su aplicación a la cotidianidad.

Aspectos positivos y negativos de la implementación de las nuevas tecnologías en las relaciones laborales

Inteligencia Artificial

Una vez entendido en qué consiste la inteligencia artificial, es necesario revisar el impacto que genera la implementación de esta tecnología en las relaciones laborales. Para comenzar,

en el marco del desarrollo tecnológico al que se asiste hoy, la implementación de la IA resulta positiva para las empresas, toda vez que las labores, por medio de la automatización, serán desarrolladas de manera más rápida y eficaz y con una mayor calidad, reduciendo costos, pues la mano de obra es más onerosa en términos de carga prestacional y es más susceptible a equivocaciones.¹⁹

Lo anterior genera un impacto negativo en los trabajadores, como se puede evidenciar en el caso de Foxconn, una empresa china que ensambla electrodomésticos, que en el año 2016 incorporó en sus procesos de producción robots para que ejecutaran tareas repetitivas, lo que conllevó a la eliminación de sesenta mil puestos de trabajo.

Incluso, el informe *The Future of Jobs 2020* del Foro Económico Mundial estima que para 2025, como consecuencia de la automatización y la división del trabajo entre humanos y máquinas, se desplazarían ochenta y cinco millones de empleos en todo el mundo en empresas medianas y grandes.²⁰

No obstante, si bien incorporar esta nueva tecnología trae consigo impactos negativos, también viene acompañada de ventajas que, al menos en Colombia, generaría un cambio sustancial en la igualdad de condiciones a la hora de contratar personal, especialmente en lo que concierne al sector público y la contratación estatal, pues la IA puede ser tomada como herramienta en el área de recursos humanos para la selección del personal y/o para la selección en contratación, teniendo en cuenta las variables que mejor se ajustan a los requerimientos, evitando así que tanto la selección de personal y de los contratos se hagan con base en la propuesta que se acerque más a las condiciones establecidas, evitando que

¹⁹ *Ibid.*

²⁰ Oscar Civieta, “Abogados, periodistas, cocineros... trabajos en peligro por la inteligencia artificial”. 22 de febrero de 2021, <https://www.businessinsider.es/9-trabajos-peligro-inteligencia-artificial-814059>

dicha selección se encuentre viciada por la corrupción a raíz de las influencias o favores entre conocidos.²¹

Robotización

Como se indicó en el apartado dedicado a las nociones generales de la robotización, se puede observar que esta tecnología es muy versátil, pues es aplicada en distintos campos. En este caso, se trae a colación el estudio realizado en 2020 respecto a la aplicación de la tecnología robótica en procesos de rehabilitación comprendida en las prácticas médicas y de la fisioterapia.

La investigación que allí se desarrolla se genera con ocasión de la necesidad que se tiene de apoyar la movilización de personas geriátricas que son hospitalizadas, teniendo en cuenta que el costo de los fisioterapeutas puede limitar la cantidad de terapias a realizar con cada paciente, atendiendo, además, al incremento en pacientes de la tercera edad, que son quienes más requieren de estos servicios de rehabilitación.

En ese sentido, los robots tienen la capacidad de aumentar la cantidad de terapias recibidas por un paciente, por lo cual se está investigando si con el desarrollo de un nuevo robot llamado ROBERT se puede lograr dicha finalidad. El funcionamiento de este consiste en atar un “brazo del robot” a una extremidad del paciente, de tal forma que dicho dispositivo pueda realizar diferentes ejercicios de movilización pasiva, programados por el fisioterapeuta para cada paciente, de tal manera que el robot podrá realizar hasta veinte repeticiones de manera independiente y sin apoyo de un fisioterapeuta.²²

²¹ Angie Milady Casallas Sotaquira, “Inteligencia artificial: La nueva visión a la que apuestan las empresas de hoy” (Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada, 2021) <https://repository.unimilitar.edu.co/>

²² A. Bertelsen *et al.*, “Use of Robot Technology in Passive Mobilization of Acute Hospitalized Geriatric Medicine Patients: A Pilot Test and Feasibility Study”, *Pilot Feasibility Stud* 6 (2020): 1-9.

Lo anterior resulta favorable, pues permite que el fisioterapeuta pueda realizar otras funciones y hacer seguimiento a otros pacientes, generando un impacto positivo en estos, sus familiares y los profesionales de la salud. Igualmente, reduce el impacto que generan estas actividades en la salud física de los fisioterapeutas, de manera que se reduce el uso de cargas pesadas que se ocasionan con la movilización de los pacientes. Además, en este plan piloto se ven implementados los principios generales de la aplicación de esta tecnología emergente, con la cual se busca que siempre exista un trabajo conjunto entre el ser humano y el robot.

Impresión 3D

Es preciso destacar que los procesos de impresión 3D abren un mercado novedoso en el que se propician retos legales de enorme envergadura. Por mencionar solo algunos, la impresión en 3D puede llegar a superar toda regulación establecida en términos de patentes, derechos de autor y autenticidad de ciertas obras y/o productos, lo que no solo supera sobremanera los controles sobre estos mercados, sino que supone también retos en áreas que parecen totalmente ajenas.

Entre el tipo de externalidades negativas que puedan presentarse es ampliamente conocido el temor de que la impresión en 3D se emplee en mercados ilegales asociados a la producción, venta y construcción de armas. De igual manera, este tipo de avances distorsionan todo lo referente a medidas ambientales que restringen el uso de ciertos tipos de materiales que aún no son conocidos a cabalidad por la regulación referida a los cuidados con el medioambiente. Si bien las externalidades negativas destacan por lo que parece ser abrir un ámbito que el derecho aún no contempla, sus potenciales son igualmente incalculables, puesto que, como ya se adelantó, las posibilidades en el ámbito médico de la impresión 3D son alentadoras, no

solo por la posibilidad de realizar a través de escáner prótesis que se ajusten a la medida de las necesidades de los pacientes; además, ante la cada vez mayor dificultad por acceder a cadáveres humanos con fines educativos e ilustrativos, la impresión 3D posee también un valor incalculable para los procesos de formación médica en general.²³

Del internet de las cosas

Si bien la aplicabilidad de esta nueva tecnología se puede dar en diferentes campos, se señalan los impactos que potencialmente tiene en la educación.

Por una parte, a los docentes les toma mucho tiempo realizar tareas administrativas y de logística, de manera que en lo que corresponde, por ejemplo, a la distribución de tareas, llamado de asistencia y transiciones entre asignaturas, pueden realizarse de manera automática y en tiempo real con la conexión de dispositivos e internet, de tal manera que el profesor se pueda enfocar en las necesidades de aprendizaje que tengan los estudiantes.

Adicionalmente, cuando se aplica el internet de las cosas es posible realizar clases, cursos, evaluaciones y conferencias de manera remota, permitiendo que los estudiantes tengan acceso a esta información desde cualquier parte, siendo este un apoyo a los procesos de enseñanza.²⁴

Por otra parte, estos entornos de aprendizaje inteligente permiten llevar a cabo el registro de información, de manera que los docentes puedan evaluar el rendimiento de sus estudiantes y si deben cambiar su metodología o estos requieren de acompañamiento adicional para llevar a cabo las actividades de sus asignaturas.

²³ Xio Yu Guo *et al.*, “The Utility of 3-Dimensional-Printed Models for Skull Base Meningioma Surgery”, *Annals of Translational Medicine* 8 (2020) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355814/>

²⁴ *Ibid.*

Retos para la inclusión de tecnologías emergentes en el trabajo

Una vez abordados los conceptos generales de las tecnologías que trae la revolución 4.0 y los impactos que estos generan en las relaciones laborales, es necesario analizar los retos de los países con la inclusión de estas tecnologías. Por ejemplo, en Colombia no todos los municipios tienen acceso a internet o no cuentan con los dispositivos tecnológicos que así lo permitan, por lo cual se debería hacer un estudio a fin de evaluar de qué manera se podría garantizar el acceso a internet y a los dispositivos electrónicos para hacer uso de este servicio.

Posteriormente se podría entrar a implementar la inteligencia artificial, impresión 3D, robotización e incluso el internet de las cosas, pues de lo contrario estos avances solo podrían estar disponibles para personas que se encuentren en una situación socioeconómica alta y, en ese sentido, no se estaría promoviendo el valor de la protección, el respeto de los derechos humanos, las libertades fundamentales, la dignidad humana y la igualdad. Si solo una parte minoritaria tiene acceso a las nuevas tecnologías, se está vulnerando este aspecto, siendo entonces su aplicación una utopía en el país.

Otro de los desafíos que traen consigo las nuevas tecnologías es establecer unos principios e implementar la normatividad que permita regular los estándares básicos para su incorporación. Lo anterior, partiendo del hecho de que si bien en su gran mayoría son adaptables a diferentes campos de acción, y que además permiten reemplazar actividades o funciones que antes realizaba un ser humano, facilitando el desarrollo de las personas positivamente, es indispensable que dicho funcionamiento siempre se ejecute de la mano del ser humano.

Con esto en mente, es preciso plantear que la mano de obra no se vea reemplazada en su totalidad con la aparición de nuevas tecnologías, por el contrario, que exista una mutación

en las funciones o cargos que puede llegar a desarrollar una persona y que, si bien es sustituida por alguna de las tecnologías antes descritas, exista coordinación y seguimiento por parte del ser humano, de manera que su trabajo evolucione y se adapte a nuevas condiciones sin que este desaparezca en su totalidad.

Conclusiones

Medir la incidencia de las nuevas tecnologías en el mundo del trabajo bien puede dividirse en dos grandes grupos que incluso conducen a consecuencias diferentes. Por un lado, como parte del componente de políticas públicas del Gobierno, se trata de un tema que puede potenciar la productividad, reducir costos y mejorar la competitividad del país. Este aspecto conduce a la necesidad de actualizar la economía nacional y cerrar brechas relacionadas con el capital humano que la cuarta revolución industrial exige.

Esto trae consigo, como principal dificultad, que Colombia sea aún un país con una cobertura precaria en términos de infraestructura digital, como se reconoce el documento CONPES, y que precisa mejorar el alcance y la cobertura tanto de internet como de la infraestructura eléctrica, y sobre todo del acceso a tecnología actualizada en varias zonas rurales de Colombia.²⁵ Igualmente, el reto es trazar una política multidimensional que involucre no solo a los sectores económicos, sino que potencie la investigación relacionada con inteligencia artificial, robótica y la implementación de estas tecnologías al trabajo.

Por otro lado, la inserción en el mundo laboral de dichas tecnologías plantea delimitar de nuevo el espacio que ocupa el trabajo como una actividad humana intrínseca. ¿una IA o

²⁵ De acuerdo con la Ley 2108 de 2001, se introduce la noción del acceso a internet como un bien esencial; así, el fin de procurar su universalidad continua y permanente para los habitantes del territorio, en especial de aquellas poblaciones vulnerables y zonas rurales y apartadas.

un robot trabaja propiamente? ¿Hasta qué punto debe concebirse este tipo de tecnologías como un reemplazo del trabajo humano? Ciertamente, sin hacer caso del tono posapocalíptico que plantea el reemplazo del hombre por la máquina, este tipo de fenómenos pueden llevar a una redefinición de muchas de las prácticas laborales hasta entonces reguladas por las leyes, lo que no solo es un reto en el plano del desarrollo de la economía en general, sino también del derecho.

En consonancia con lo anterior, parece que no hay que escatimar esfuerzos por resaltar que este tema se relaciona directa o indirectamente con varias esferas del derecho, ya que no solo sus consecuencias afectan al trato legal del trabajo, sino que, como se pudo evidenciar, hay temas educativos, infraestructurales e incluso de derechos fundamentales que serían objeto de un trabajo complementario. El reto que plantean estas nuevas tecnologías bien podría simplificarse en el hecho de que este tipo de prácticas pueden llevar, al menos en el plano legal, a replantear totalmente el concepto de trabajo, y de ahí a la necesidad de intervenirlo legislando de manera consecuente.

Es legítimo plantear este debate en un país como Colombia que aún vive desigualdades sociales relacionadas con la falta de empleo, su formalización y su estatus jurídico. Pensando esto, aunque parece incontenible el advenimiento de la cuarta revolución industrial en el mundo laboral de Colombia, es preciso destacar en qué condiciones laborales encuentra este fenómeno global al país y con qué herramientas legales se cuenta para hacerle frente a un avance que a todas luces es preciso recibir.

Referencias bibliográficas

- Alandete, David. “John McCarthy, el arranque de la inteligencia artificial”. *El País*, 27 de octubre 2011.
https://elpais.com/diario/2011/10/27/necrologicas/1319666402_850215.html
- Bertelsen, A., A. Storm, L. Minet y J. Ryg. “Use of Robot Technology in Passive Mobilization of Acute Hospitalized Geriatric Medicine Patients: A Pilot Test and Feasibility Study”. *Pilot Feasibility Stud* 6 (2020): 1-9.
- Casallas Sotaquira, Angie Milady. “Inteligencia artificial: La nueva visión a la que apuestan las empresas de hoy”. Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada, 2021.
<https://repository.unimilitar.edu.co/>
- Civieta, Oscar F. “Abogados, periodistas, cocineros... trabajos en peligro por la inteligencia artificial”, 22 de febrero de 2021. <https://www.businessinsider.es/9-trabajos-peligro-inteligencia-artificial-814059>.
- Colombia, Congreso de la República. Ley de 29 de julio de 2001, 21 de agosto de 2001.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=167946>
- Colombia, Departamento Nacional de Planeación. “Documento CONPES 3975: Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial”, 8 de noviembre de 2019. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>
- Colombia. Cámara de Representantes. “Proyecto de Ley Inteligencia Artificial”, 2021.
<https://www.camara.gov.co/inteligencia-artificial-0>
- DANE. “Encuesta Mensual de Servicios (EMS)”. *Boletín Técnico*, 15 de octubre 2019.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ems/bol_ems_agosto_19.pdf

- Díaz, Carlos Ernesto. “Impresión 3D: ¿qué es, cómo funciona y para qué se utiliza?”, 21 de febrero de 2023. <https://www.3dcreation.org/introduccion-a-la-impresion-3d/>
- Garrel, Antoni y Guilera, Llorenç. *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Valencia: Marge Books, 2019.
- Granados Ferreira, Jackeline. “Análisis de la inteligencia artificial en las relaciones laborales”. *CES Derecho* 13 (2022): 118. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/derecho/article/view/6395/3647>
- Jorquera, Adam. *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016.
- Klaus Schwab. *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: Debate, 2016.
- Organización Internacional del Trabajo. “Las plataformas digitales y el futuro del trabajo. Cómo fomentar el trabajo decente en el mundo digital”, 9 de abril 2019. https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_684183/lang--es/index.htm
- Robots Humanoides. “Las leyes de la robótica de Isaac Asimov”, 2020. <https://robotshumanoides.online/leyes-de-la-robotica/>.
- Román Gallardo, Armando, Herrera Morales, José Román, Sandoval Carrillo, Sara, Andrade Aréchiga, María y Ramos Michel, Erika Margarita. *El internet de las cosas: Teoría y práctica*. Colima: Universidad de Colima, 2020.
- UNESCO. “Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial”, 2021. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_spa
- Yu Guo, Xio, Zhen Qiang-He, Hao Duan, Fu Hua, Guan Hua, Xiang Heng y Ke Sai. “The Utility of 3-Dimensional-Printed Models for Skull Base Meningioma Surgery”. *Annals of Translational Medicine* 8 (2020): 1-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355814/>.