

Universidad Católica del Uruguay



Facultad de Ciencias Empresariales

Trabajo Final de Grado
para la obtención de los títulos de
Licenciado en Negocios Internacionales e Integración y Licenciado en
Gestión Logística

Análisis del impacto de la Industria 4.0 en Uruguay y el mundo

Lucía Victoria Bonacci Chinelli
Jose Ignacio Giovanelli Barrio

Taller: Estrategia y Planeación Logística
Tutor: *Fernando Puntigliano*

Montevideo, 2020

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de abreviaturas	3
Resumen ejecutivo	5
Introducción	6
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Marco metodológico	9
Diseño y metodología	9
Recopilación y técnicas de información	9
Estructura	9
Marco teórico	11
Introducción	11
Origen y evolución	12
Primera Revolución Industrial: Industria 1.0	12
Segunda Revolución Industrial: Industria 2.0	13
Tercera Revolución Industrial: Industria 3.0	14
Características	15
Tecnologías presentes	15
Big Data Analytics	16
Ciberseguridad	16
Computación en la Nube	16
Fabricación Aditiva	17
Internet de las Cosas	17
Realidad aumentada	18
Robots Autónomos	18
Simulación	19
Sistemas de Integración horizontal y vertical	19
Riesgos y oportunidades	19
Competitividad	19
Empleo	20
Recursos Humanos	21
Ciberseguridad	21
Legislación	22

Cadena de Suministro 4.0	22
Logística 4.0	23
Industria 4.0 en Uruguay: mirada de expertos	26
Gonzalo Oleggini. Director académico de la Escuela de Negocios Internacionales	26
Gabriela Gorostidi. Directora de Operaciones y Cadena de Suministro Global de Shell	27
Fernando Brum. Director de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación	28
Ismael Piedracueva. Gerente General de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación	29
Jorge Moleri. Director de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación	30
Martín Dovat. CEO de Zonamerica	31
Javier Peña. Secretario General en Asociación Latinoamericana de Exportadores de Servicios	32
Análisis de la situación local y propuestas para su desarrollo	33
Análisis FODA	33
Oportunidades	33
Amenazas	34
Fortalezas	35
Debilidades	35
Propuestas de mejora	36
Sistema educativo	36
Rol del gobierno	37
Situación de las pymes	38
Colaboración multilateral	39
Cultura empresarial	40
Futuro del empleo	41
Conclusiones	42
Bibliografía	44
Anexos	47
Pauta de entrevista	47

Tabla de abreviaturas

Abreviatura	Descripción
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
AM	Additive manufacturing / Fabricación aditiva
ASEAN	Asociación de Naciones del Sudeste Asiático
AR	Realidad Aumentada
BDA	Analítica Big Data
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CGV	Cadenas Globales de Valor
CPD	Centro de Proceso de Datos
CPS	Sistema Ciberfísico
CS	Cadena de Suministro
CTIM / STEM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática
EU	Unión Europea
IA	Inteligencia Artificial
I+D+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
IMPO	Instituto Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales
IoS	Internet de los Servicios
IoT	Internet de las Cosas
IVA	Impuesto sobre el Valor Agregado
M2M	Máquina a Máquina
OIT	Organización Internacional de Trabajo
OMC	Organización Mundial del Comercio
RFID	Identificación por Radiofrecuencia
TMS	Sistema de Gestión de Transporte

WMS	Sistema de Gestión de Almacenes
3DP	Impresión 3D

Resumen ejecutivo

El presente trabajo analiza desde una perspectiva global el impacto de la Industria 4.0 en Uruguay.

La primera parte del trabajo se compone de un marco teórico que incluye información sobre el origen y la evolución de la Industria 4.0, haciendo énfasis en las tres revoluciones industriales anteriores. Luego se analizan las principales características y las tecnologías que habilitan esta revolución, destacándose entre otras el internet de las cosas, la realidad aumentada, los robots. Se investigan los riesgos y oportunidades que ésta presenta, analizando distintos puntos de vista, escenarios y estudios. La competitividad, el empleo, la capacitación de recursos humanos, la ciberseguridad y la legislación son objeto de estudio en esta parte. Por último, dada su relevancia en la industria, se analizan los conceptos de Cadena de Suministro 4.0 y la subyacente Logística 4.0.

En la segunda parte se busca estudiar la situación de Uruguay frente a esta revolución, cómo está avanzando, dónde impacta y qué acciones se están tomando para impulsarla. Para ello se entrevistaron profesionales uruguayos que se desempeñan en diversas áreas, como servicios, organismos públicos, zonas francas e instituciones educativas. Se extraen los principales aportes para incluirlos en esta sección.

En tercer lugar se desarrolla un análisis crítico, comenzando por un estudio FODA sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene el país y las empresas para afrontar la Industria 4.0. En base a la misma se elaboran propuestas que ayuden a impulsar dicha industria, para capitalizarla positivamente. Se destacan áreas principales, cómo y de qué forma deberían actuar las instituciones educativas, el gobierno, las empresas y los profesionales.

Por último, se concluye que la Industria 4.0 es una tendencia que no se puede detener y que en algún momento llegará al país de forma definitiva, casi en forma independiente de la voluntad de los actores. Crear un ambiente favorable para su avance es esencial, considerando la situación de las pymes, el futuro del empleo y las fortalezas y debilidades del país.

Introducción

La población mundial se encuentra inmersa en un contexto que cambia constantemente, donde las empresas, los gobiernos y las personas deben adaptarse a nuevas tecnologías y procesos que moldean su forma de trabajar y vivir. Los Siglos XIX y XX le han permitido al hombre experimentar tres revoluciones industriales y tecnológicas que dejaron huellas similares en cada área involucrada, siendo más negativas en el principio para resultar en mejoras finalmente. El Siglo XXI irrumpe con una cuarta revolución que se caracteriza y diferencia del resto por su complejidad, velocidad, magnitud, profundidad e impacto, y se basa en el desarrollo y uso de nuevas tecnologías. Estas diferencias generan cierto recelo entre la población ante la incertidumbre del futuro, donde máquinas y robots toman espacios del hombre y los reemplazan.

La intención de este trabajo es abordar una de las cuestiones que engloba la Cuarta Revolución Industrial: la Industria 4.0. Se trata de una tendencia que implica la introducción de múltiples tecnologías digitales en la industria para que trabajen de forma conjunta, alcanzando todos los actores y procesos de la cadena de suministro. De esta manera es posible la interacción e intercambio de información entre humanos y máquinas. El interés por el tema surge en un principio por las implicaciones que tiene, no sólo en el mundo empresarial, sino también en aspectos culturales, sociales y económicos. Aunque es un término relativamente nuevo, ya que surgió por primera vez en 2011 en la Feria de Hannover en Alemania, su avance en países en desarrollo es escaso pero necesario. En este contexto la pregunta no es si se deben o no adoptar estas innovaciones, sino cómo y cuándo hacerlo.

Siendo una de las principales consecuencias la pérdida de empleos y creación y demanda de nuevas profesiones, resulta apropiado proyectar el futuro del trabajo, la situación a nivel mundial y local, el papel que deberán tener las instituciones educativas y los gobiernos ante una circunstancia que involucra a todos.

Por otra parte, como futuros profesionales del área logística y de comercio exterior, se cree oportuno investigar y proponer iniciativas que ayuden a las empresas uruguayas a sumergirse en tendencias que a corto o largo plazo deberán ser indefectiblemente adoptadas. Partiendo del análisis de la situación actual en el país y de la investigación de casos en el mundo, se busca desarrollar una posible hoja de ruta para incorporarse proactivamente a la industria del futuro.

Es así que el trabajo se estructura en tres capítulos. El primero, a modo de introducción, conforma el marco teórico y recopila información de diversas fuentes para conocer más profundamente este fenómeno: su origen, tecnologías

habilitadoras, riesgos y oportunidades, el impacto en la cadena de abastecimiento, y la subyacente Logística 4.0. El siguiente capítulo se compone de entrevistas realizadas a expertos nacionales, que investigan y/o trabajan con procesos afines, para finalmente, en el tercer capítulo elaborar propuestas que ayuden al empresario uruguayo a incorporarse en esta revolución.

El estudio se caracteriza por ser del tipo exploratorio-descriptivo, con un enfoque de investigación mixto. Mientras que las técnicas para recopilar información son de origen secundaria para el primer capítulo, primarias para el segundo, a través de entrevistas, y mixtas para la elaboración del capítulo final.

Objetivos

Objetivo general

El objetivo de este trabajo es analizar desde una perspectiva global el impacto de la Industria 4.0 en Uruguay.

Objetivos específicos

- Estudiar qué es la industria 4.0, su origen, evolución y tendencias actuales.
- Identificar los riesgos y oportunidades que presenta la industria 4.0.
- Investigar el desempeño e inserción empresarial uruguayo en esta nueva tendencia.
- Generar propuestas para un mejor aprovechamiento de estas herramientas y optimizar su implementación en el ámbito local.

Marco metodológico

Diseño y metodología

El diseño de investigación consiste en la selección del tipo de estudio más adecuado para alcanzar los objetivos planteados. El diseño puede ser clasificado según diferentes variables, siendo una de ellas el alcance de los objetivos, bajo el cual se definen tres tipos de diseño: exploratorio, descriptivo y explicativo. En este caso se trata de una investigación exploratoria-descriptiva. Se inicia con un estudio exploratorio que tiene el objetivo de identificar conceptos y variables relevantes que se relacionen con el objeto de estudio. Luego se profundiza con un estudio descriptivo que, como adelanta su nombre, busca describir el fenómeno. En este tipo de estudio se miden variables que impactan en el tema investigado de forma independiente, sin buscar establecer y/o medir la relación entre ellas (Fassio, Pascual y Suárez, 2006).

Según el enfoque de la información obtenida se define la metodología. Esta investigación utiliza un diseño cualitativo. El mismo se caracteriza por recolectar datos sin recurrir a la medición para resolver los objetivos. A su vez busca cualificar el problema, es decir, comprender las razones subyacentes que expliquen el fenómeno estudiado, lo cual será realizado a través de búsqueda de información y entrevistas (Hernández Sampieri, 2010).

Recopilación y técnicas de información

El presente trabajo se ha realizado en base a dos fuentes de información: primaria y secundaria. En el primer caso se obtiene a partir de entrevistas realizadas a empresarios uruguayos de diversos rubros vinculados al tema estudiado. En segundo lugar se recopiló información secundaria de numerosos estudios, investigaciones y artículos realizados con anterioridad.

Estructura

La investigación que se ha llevado a cabo consta de tres capítulos principales. El primero, denominado Marco teórico, consiste en una introducción al tema y se sustenta en información secundaria extraída de estudios e investigaciones realizadas con anterioridad. Su objetivo es determinar las bases del trabajo, definir los conceptos a utilizar y conocer los puntos más destacados de la Industria 4.0.

El segundo capítulo se centra en la situación actual del país respecto a la incorporación de la Industria 4.0 a la sociedad. Es así que este punto se compone del análisis de las entrevistas realizadas, destacando lo más importante señalado por cada experto.

Por último, el tercer capítulo unifica lo teórico con lo práctico para elaborar una propuesta integral que ayude a implementar la Industria 4.0 en beneficio del país. Comienza con la elaboración de un análisis FODA, para definir los puntos a impulsar y los que se deben mejorar. Finalmente se resumen los elementos principales sobre los que se debe actuar para cumplir el objetivo.

Marco teórico

Introducción

El término Industria 4.0 se usó por primera vez en Alemania en 2011 en el transcurso de una feria y hace referencia a las nuevas tendencias basadas en redes. En esencia, Industria 4.0 es un concepto que abarca la relación existente entre las áreas de producción de la empresa y otros pilares tecnológicos como M2M, tecnología RFID, CPD, IoT y cloud computing. También incluye el desarrollo e implementación de productos más competitivos, sistemas administrativos, de producción y logísticos elásticos, y la integración CPS en fábricas, sistemas de almacenamiento y logística, gracias a la incorporación de tecnologías como el IoT en procesos industriales (González, 2020).

El concepto de 'Logística 4.0' surge de forma paralela al de 'Industria 4.0', o también denominada Cuarta Revolución Industrial, donde las nuevas tecnologías inteligentes empiezan a cobrar un papel protagónico. De esta manera surge una nueva forma de hacer logística, donde la forma en que los productos llegan al cliente final ha cambiado (Interempresas, 2019).

Los últimos cuatro siglos fueron los pilares para llegar a lo que hoy en día llamamos Logística 4.0. Durante el Siglo XVIII comienzan a aparecer cambios en las economías y sociedades de la época, el principal factor y punto de inicio surge con la aparición de la energía a vapor y las primeras máquinas. Este periodo fue llamado Primera Revolución Industrial. Pasado poco más de un siglo surgen nuevas revoluciones sociales, políticas y tecnológicas que abrieron paso a una nueva era, llamada Segunda Revolución Industrial, basada en la producción en masa debido al crecimiento del consumo de la población y las guerras mundiales, siendo la energía proveniente de materiales fósiles y la reingeniería de las fábricas con el surgimiento de la producción en serie los dos pilares más importantes. Estos cambios cada vez más abruptos provocaron que a finales del Siglo XX y principio del Siglo XXI surgiera la Tercera Revolución Industrial. La misma surge debido a la necesidad de comunicación, conexión y conectividad impulsado con la aparición del internet, nueva tecnología y energías renovables. Estas fueron las diferentes "olas" por las que la economía, la industria, la tecnología y la sociedad de forma global, pasaron para desembocar en la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0. Estos cambios se pueden ver resumidos en la Ilustración 1.

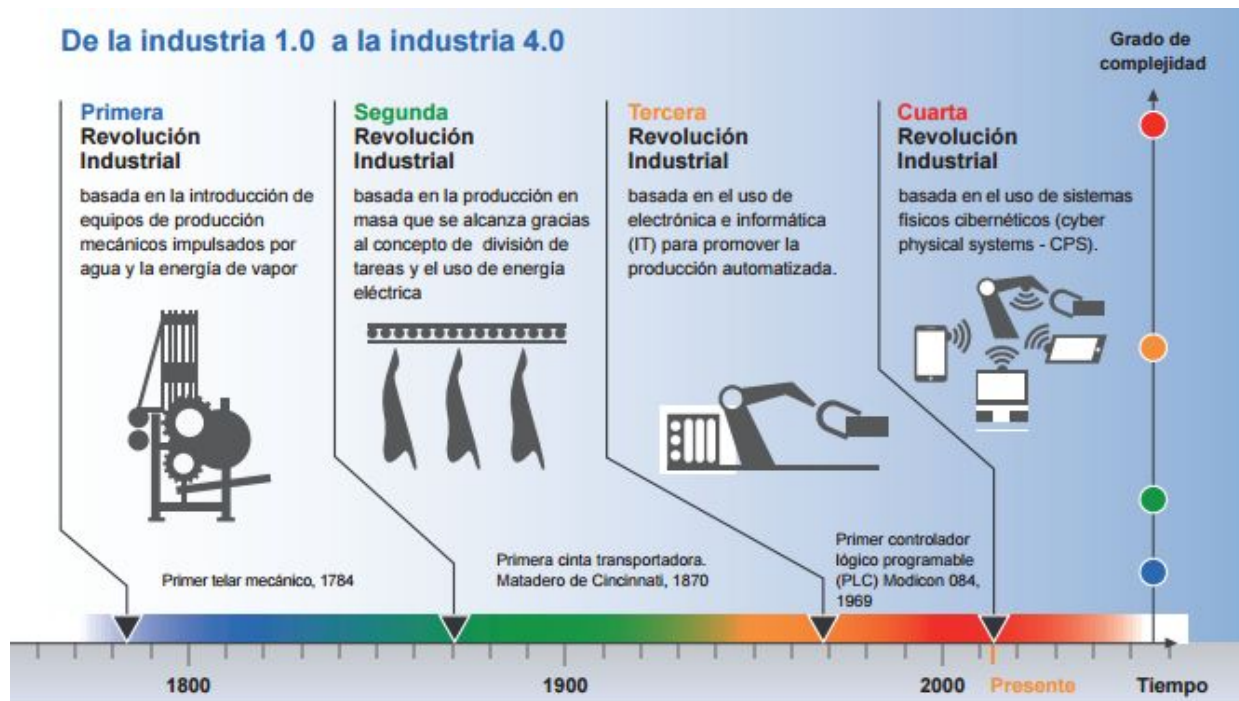


Ilustración 1: Evolución de la Industria 1.0 a 4.0 (Fuente: Google imágenes)

La misma tiene como característica principal la conectividad entre máquinas, dispositivos y personas impulsada por internet. Surgen nuevas herramientas informáticas de acceso y análisis de información que permiten optimizar la toma de decisiones y aprovechar los recursos al máximo. La aparición de los primeros productos inteligentes (“smart products and smart services”) que permiten la conexión móvil entre productos, los sistemas ciber-físicos, la robótica, el internet de las cosas y personas, se consideran el inicio de la Cuarta Revolución Industrial.

Origen y evolución

Para poder entender la Industria 4.0, de donde también surge la Logística 4.0, es necesario analizar primero tres grandes momentos en la historia: las revoluciones industriales. Para una mejor comprensión y paralelismo entre las primeras revoluciones y la cuarta, foco de esta investigación, se denominan a las primeras tres como Industria 1.0, 2.0 y 3.0, surgidos a partir de la actual Industria 4.0.

Estos sucesos determinaron momentos a lo largo de la historia marcados por la introducción de nuevas tecnologías y procesos, generando cambios en el comercio y en la cadena de suministro.

Primera Revolución Industrial: Industria 1.0

La Industria 1.0 dio paso, con la invención de las máquinas de vapor, a los primeros instrumentos mecánicos que no necesitaban fuerza humana, ni animal. Se

estima que su comienzo fue en el Siglo XVII y duró hasta el Siglo XIX. A partir de allí la vida de las personas tuvo un cambio abrupto. La invención de la máquina a vapor proporcionó una gran herramienta para el traslado de personas a mayor distancia y en grandes masas, la industria siderúrgica, recolección de materias primas en gran volumen como el carbón, madera, entre otras.

Durante ese tiempo, las cadenas de suministro eran del ámbito local y las empresas se abastecían con productos de la región cercana. Las redes de comercio internacional eran prácticamente inexistentes y la producción estaba ligada a la disponibilidad de materia prima de fácil acceso.

La invención y construcción del transporte ferroviario redujo significativamente los tiempos de transporte de mercancías a nivel nacional y regional. Esto permitió llegar a grandes distancias y que se genere un mercado de mayor alcance. Uno de los grandes problemas de este sistema es la generación de cuellos de botella en el área de almacenaje. En ese tiempo los productos eran almacenados y enviados en cajas, requiriendo mucha mano de obra teniendo como principal característica ser barata pero muy poco confiable.

Segunda Revolución Industrial: Industria 2.0

A fines del Siglo XIX y principios de Siglo XX, luego de que el capitalismo comienza a afirmarse y tomar impulso en América del Norte y Europa, y gracias a la aparición de la electricidad y el petróleo, se comienzan a desarrollar nuevos acontecimientos sociales, culturales, ideológicos, económicos y tecnológicos que alteraron exponencialmente la vida del ser humano en todo el mundo.

La época se caracteriza por la polarización de la sociedad en diversas clases sociales, entre ellas el proletariado y la burguesía. A su vez, se destaca el éxodo del campo a la ciudad, en busca de más y mejores oportunidades laborales. A principio del Siglo XX, con la necesidad del crecimiento de la producción, la mecanización de los procesos productivos y las líneas de producción aumentan notablemente la productividad de las empresas. Estos conceptos fueron desarrollados principalmente por Frederick Winslow Taylor (taylorismo) y Henry Ford (fordismo).

Durante este periodo se dieron grandes avances tecnológicos y científicos que fueron determinantes en la vida de las personas. Se destacan las teorías del físico Albert Einstein, los desarrollos de James Clerk Maxwell, claves en el estudio del electromagnetismo, la aparición de la dinamita gracias al químico Alfred Nobel, el uso industrial de nuevos metales, como el zinc, níquel, cobre o el aluminio, el descubrimiento de la energía eléctrica por el ingeniero Nikola Tesla, siendo éste el motor para que luego aparecieran el telégrafo, el alumbrado público, los

refrigeradores y el teléfono. A su vez se debe señalar el hallazgo del petróleo como combustible en 1850 por James Young, Edward Meldrum y Edward William Binney, quienes luego crearon la primera fábrica y refinería privada de petróleo. Allí se producían tanto aceites lubricantes como gasolina.

Los enfrentamientos bélicos a principios del Siglo XX llevaron a la necesidad de nuevos desarrollo en la logística militar, reduciendo el tiempo de transporte y la masificación de sistemas estandarizados de almacenaje como el pallet en 1920 o el contenedor por parte de Malcom Purcell McLean en 1957, los que marcaron un avance en el transporte, almacenamiento y distribución de cargas.

Tercera Revolución Industrial: Industria 3.0

La falta de formas adecuadas y eficientes de comunicación e información a lo largo de la historia fue causal de muchos conflictos y problemas. Este período fue marcado por la apertura de la información masiva, la conectividad, el relacionamiento entre personas y las nuevas energías emergentes. El surgimiento de una nueva potencia mundial como Japón, acompañado por Estados Unidos y la recientemente creada Unión Europea (EU) permitió que se diera paso a la Revolución 3.0.

La Revolución 1.0 se inició con la aparición del carbón, la Revolución 2.0 surgió gracias a la innovación energética impulsada por los minerales fósiles y el ferrocarril, pero a diferencia de las anteriores, la Revolución 3.0 se desarrolla sobre la base de una tecnología diferente. Esto dio lugar a un salto cualitativo de mayor magnitud.

Se cree que la creación y aplicación del “controlador lógico programable” en Estados Unidos en el año 1969 fue un cambio significativo hacia la automatización industrial de procesos electromecánicos. El mismo permite programar diferentes labores para una máquina, eliminando así la rigidez de las cadenas de producción con máquinas dedicadas a un solo proceso.

Los robots industriales fueron uno de los pilares a nivel industrial de esta etapa. En los años 70, en Japón, con la ayuda de la programación y avances tecnológicos, la industria tuvo grandes cambios en reducción de costos y en crecimiento de la capacidad de producción, reemplazando la mano de obra humana por la de los robots. La implementación de computadoras e internet en las empresas dio paso al primer software utilizado como soporte para la cadena de suministro: WMS (Sistema de Gestión de Almacenes) y TMS (Sistema de Gestión de Transporte). Estos sistemas dan soporte y ayudan en la gestión de almacenaje y transporte de mercaderías, solucionando muchos problemas que se planteaban

años atrás en la Logística 2.0. Esto llevó a que muchos empleos cambien su perfil, requiriendo un mayor grado de capacitación y especialización en el rubro.

La llegada de los tratados de libre comercio entre países, con uniones políticas, económicas y sociales como lo fue la EU o el Mercosur, y la creación de entidades como la OMC hicieron que el comercio se expanda, regule y abra, borrando fronteras comerciales y logrando su descentralización.

Características

Las características que definen el modelo de la Industria 4.0, según Geinor (2017), se pueden resumir en:

Conexión vertical en forma de red: los Sistemas Ciber Físicos, es decir, todos los objetos, procesos y dispositivos a los que se les ha incorporado tecnologías informática y de la comunicación, y que pueden ser controlados de forma remota, están interconectados entre ellos y con los trabajadores, proveedores, clientes y con el producto ya vendido, gracias a tecnologías como el IoT e loS.

Virtualización: con ayuda del Big Data (BDA), se obtiene una imagen virtual paralela de la realidad de la empresa a través de sensores, lo que facilita la toma de decisiones al ser conectada a Modelos de Simulación, Aplicaciones de Análisis Predictivos y Software.

Descentralización: los SPC ejecutan la toma de decisiones con la ayuda de Modelos Predictivos y Aplicaciones para la Toma de Decisiones.

Reacción en tiempo real: se captura y procesa información en tiempo real, lo que ayuda a tomar decisiones en el momento.

Orientación al cliente: el modelo de trabajo de esta nueva industria está creado para establecer una relación y feedback directo entre el usuario, el producto y su diseñador. La personalización de productos se vuelve más común.

Modularidad: de la necesidad de adaptarse a los cambios en el mercado de forma rápida y seguir las tendencias surge la Fábrica Inteligente, capaz de implementar los cambios rápida y eficientemente.

Analítica avanzada: los análisis avanzados para tomar decisiones sobre planificación permiten mayor agilidad en la cadena de producción y evitan así los cuellos de botella. Además brindan la capacidad para mejorar y optimizar los programas y procesos de producción, manteniendo altos niveles de productividad y eficiencia.

Los puntos analizados se ven facilitados por el uso de tecnologías como el BDA, Cloud Computing, IoT, que serán estudiados en la Sección denominada “Tecnologías presentes”.

Tecnologías presentes

La Industria 4.0 se sustenta en el uso y desarrollo de sistemas informáticos como el IoT, AM, 3DP, BDA, IA y numerosas herramientas que habilitan este nuevo modelo de negocios. Si bien no hay una lista oficial de tecnologías, algunas son las más características y renombradas. Se toma como base un estudio realizado por “The Boston Consulting Group” en 2015 que identifica los 9 pilares fundamentales que componen la Industria 4.0, los cuales son:

Big Data Analytics

El BDA se puede definir como un conjunto grande de datos, diversos y complejos generados a partir de una amplia gama de instrumentos de medida y sensores. En los últimos años, el desarrollo estadístico se ha visto condicionado por la aparición de datos masivos, lo que hace necesario contar con nuevas técnicas de análisis que puedan trabajar bajo estas condiciones. El Big Data se caracteriza por las denominadas 5Vs: volumen, velocidad, valor, veracidad y variedad (Naya, 2018).

La Industria 4.0 aplica esta tecnología para recopilar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos procedentes de diversas fuentes (procesos productivos, gestión de clientes, cadena de suministro), al mismo tiempo que se optimiza la calidad y análisis de los mismos. En un contexto donde las empresas reciben y generan nueva información de forma constante, se logra una mejora en la calidad del producto final a través de una toma de decisiones más consciente y en tiempo real (Gerbert, 2015).

Ciberseguridad

El Centro de Ciberseguridad Industrial (CCI) define el término como el conjunto de prácticas, procesos y tecnologías, diseñadas para gestionar el riesgo del ciberespacio derivado del uso, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información utilizada en las organizaciones e infraestructuras industriales, utilizando las perspectivas de personas, procesos y tecnologías.

Con el fin de garantizar la protección de información, resulta esencial contar con comunicaciones seguras y con sofisticados sistemas de gestión de identidad y acceso de máquinas y usuarios. El incremento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicación estándar, vuelve imprescindible la ciberseguridad para proteger sistemas industriales críticos y líneas de fabricación.

Computación en la Nube

El Cloud Computing o Computación en la Nube es un modelo que permite el acceso ubicuo, conveniente y bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos configurables que pueden aprovisionarse y liberarse rápidamente con un mínimo esfuerzo de administración o interacción con los proveedores de servicios (Mell y Grance, 2011). De forma más simplificada, se entiende como un sistema que permite acceder a datos, programas y servicios sin necesidad de descargarlos o instalar programas para su uso y acceso.

Rozo-García (2020) plantea que los servicios que la Nube provee a las empresas se clasifican en tres tipos:

Infraestructura como servicio: brinda capacidad de almacenamiento, sistemas operativos, procesamiento, energía, entre otros recursos, útiles para ejecutar sistemas operativos y aplicaciones. Ejemplos de ello son Amazon Elastic Compute Cloud; Google Cloud Platform, HP Cloud.

Plataforma como servicio: proporciona componentes de la Nube al software necesarios para el funcionamiento de aplicaciones y servicios web. Ejemplos de ello son Google App Engine, Oracle Cloud Platform.

Software como servicio: ofrece aplicaciones basadas en la Nube a través de un navegador web. Ejemplos de ello son Office365, Google Apps, Dropbox.

El intercambio de datos entre compañías es cada vez mayor, proceso que se ve facilitado con el uso de software basado en la Nube. Al mismo tiempo, estas herramientas aumentan su rendimiento, logrando intercambios y reacciones en milisegundos. Como resultado, se obtiene un mayor servicio de manejo de datos para los sistemas de producción.

Fabricación Aditiva

La Fabricación Aditiva es una tecnología que permite fabricar productos partiendo únicamente de un modelo 3D, y es comúnmente utilizada para la customización en masa. Las ventajas de su implementación incluye fabricación a medida, traslación directa del diseño al producto con rápida llegada al mercado, facilitación para fabricar componentes complejos y mayor escalabilidad (Ocaña, 2018).

La incorporación de este método a las cadenas de producción permite mayor personalización, sin aumentar los costos, siendo particularmente útil en la fase de prototipo de producto. Actualmente los procesos de Fabricación Aditiva están orientados a manufacturas de alto valor y bajo volumen, centrándose en actividades

del área de diseño con técnicas Just in Time, altos niveles de flexibilidad y calidad (Gradiant, 2016).

Internet de las Cosas

El IoT se refiere a circunstancias en donde la conectividad de la red y la capacidad de cómputo alcanzan objetos, sensores y artículos de uso diario, dando lugar a una interacción entre el mundo físico y biológico con los sistemas cibernéticos, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con poca o nula intervención humana. La arquitectura detrás de un sistema IoT se compone de cinco capas: de percepción, de red, de procesamiento, de aplicación, y de negocios. La primera tiene el objetivo de percibir las propiedades y magnitudes físicas de los objetos y convertir estos datos en información digital, para que la segunda capa los reciba y transmita a través de WiFi a la siguiente etapa. Los datos son analizados, procesados y almacenados, para ser utilizados cuando la capa de aplicación actúa. Por último, la capa de negocios gestiona las aplicaciones y el negocio (Rozo-García, 2020).

Ligado a estos sistema, se encuentra el Internet de los Servicios (IoS), el cual refiere a la infraestructura utilizada para la distribución de las actividades de valor agregado, servicios y modelos de negocio que son ofrecidos y a los que se puede acceder vía internet por diversos medios (Cortés, Landeta y Chacón, 2017).

En una empresa, el mayor beneficio se consigue al conectar dispositivos y productos al sistema de datos, consiguiendo información en tiempo real de máquinas y personas. Al incluir comunicación entre las partes, controles centralizados y descentralización de análisis y toma de decisiones, se posibilitan respuestas en tiempo real.

Realidad aumentada

La implementación de RA o realidad mixta en algunas fábricas de vanguardia ya es una realidad. Se trata de una herramienta nueva que tiene la capacidad de proveer a los operadores información en tiempo real, mejorando los procedimientos de trabajo. Sirve para apoyar variedad de servicios, como la búsqueda y selección de piezas en un almacén, el envío de instrucciones para realizar tareas, entre otros. A su vez, permite la optimización de los diseños, la automatización de los procesos, el control de la fabricación y construcción, el entrenamiento de los trabajadores y los trabajos de mantenimiento y seguimiento, gracias al aporte de información en tiempo real (Gradiant, 2016).

Combinando la realidad aumentada con el uso de dispositivos como teléfonos móviles o gafas inteligentes se pueden aprovechar las inmensas posibilidades que esta tecnología ofrece. Si se consideran los procesos de configuración y diseño de maquinaria, formación y examinación de operarios, soporte en remoto por parte de expertos, labores de mantenimiento de equipos y máquinas, se abre un gran abanico de posibilidades. Todas estas tareas pueden utilizar la RA para cambiar por completo la manera en que se venían haciendo hasta ahora. Algunas marcas o empresas ya han iniciado el proceso de instalar la realidad aumentada en sus procesos, como es el caso de Volvo, thyssenkrupp, o incluso la NASA.

La misma se puede utilizar en diversos ámbitos dentro de las empresas. En el área de Marketing, por ejemplo, mediante presentaciones 3D, como planos o sistemas guiados en plantas, en el área Logística la programación de tareas, gestión de trabajo e indicaciones visuales de las órdenes de pedidos brindan la ventaja de tener ambas manos libres para ser más eficiente en la manipulación de productos. Por último, en el área de fabricación permite personalizar o diseñar más eficientemente el producto, teniendo una visión global del mismo al dar la posibilidad de despiece de las capas que lo componen (Neosentec, 2017).

Robots Autónomos

Desde hace años son utilizados para realizar tareas complejas, repetitivas y monótonas. Sin embargo, actualmente están evolucionando para alcanzar una mayor utilidad al ser más cooperativos, flexibles y autónomos. Eventualmente se logrará que interactúen entre ellos, trabajen con humanos y aprendan de ellos mismos, a la vez que sus costos descienden y sus capacidades aumentan. Sin embargo, obliga a los operadores a adaptarse a esta nueva convivencia con máquinas. Está surgiendo una nueva generación de robots colaborativos, denominados *Cobots*, caracterizados por cooperar estrechamente con los humanos (Gradient, 2016).

Simulación

Es un proceso que permite ajustar y representar virtualmente el funcionamiento conjunto de máquinas, procesos y personas en tiempo real, antes de comenzar su producción, lo que permite prevenir errores, ahorrar tiempo y evaluar el resultado final. Las simulaciones de productos en 3D ya son parte de las fases de ingeniería hace años, sin embargo, la Industria 4.0 plantea ampliar su uso a operaciones de planta. Se busca que utilicen datos en tiempo real para tener en un modelo virtual el mundo físico, permitiendo realizar pruebas y optimizar las configuraciones de maquinaria para nuevos productos. Al captar datos de la cadena de producción, es posible generar modelos virtuales de toda o parte de esa cadena,

lo que da la posibilidad de generar simulaciones de procedimientos. En conjunto, esta herramienta permite a los operadores optimizar los ajustes de las máquinas haciendo pruebas virtuales en el momento y a bajo costo, reduciendo tiempo e incrementando la calidad (de la Fuente y Mazaeda, 2016).

Sistemas de Integración horizontal y vertical

Con la Industria 4.0 se busca lograr la necesaria integración entre todas las partes participantes de la cadena de suministro (horizontal) y entre sus sistemas de tecnologías de la información (vertical), esto incluye compañías, distribuidores y compradores, así como los propios departamentos dentro de la empresa: ingeniería, producción y servicios. La evolución que se busca lograr permitirá cadenas de valor totalmente automatizadas, facilitado por las tecnologías anteriormente nombradas.

La implementación e integración de todas estas tecnologías se traduce en mayor eficiencia y menores costes. Aunque la mayoría son usadas en la actualidad para los procesos de fabricación, suelen trabajar de forma independiente sin una comunicación directa. El objetivo de la Industria 4.0 es posibilitar una colaboración conjunta, para conseguir flujos de producción integrados, automatizados y optimizados (Miranda, Fernández y Hernández, 2019).

Riesgos y oportunidades

Competitividad

La Industria 4.0 supone una fuente de competitividad para las empresas a través de la implementación de medios tecnológicos, transformando los procesos de producción, la manera de hacer negocios y entregando mayor valor al consumidor final. A la búsqueda constante de reducir costos, las empresas deben añadir dos nuevos objetivos: responder de forma rápida y personalizada al cliente, siendo la solución más reciente digitalizar todos los procesos (León, 2020).

Schroeder (citado en Merlos, 2019) sintetiza las posibilidades que ofrece esta tendencia para mejorar la competitividad en cuatro enfoques:

Proceso de producción: La digitalización conlleva procesos más eficientes que optimizan el uso de recursos y, consecuentemente, reducen costos.

Logística: Se logran flujos más eficientes de mercadería e información, lo que reduce los inventarios necesarios y las instalaciones se vuelven más productivas.

Fidelización de clientes: Al verse facilitada la adaptabilidad y personalización de productos, la atención al cliente mejora y se enfoca en sus necesidades específicas.

Productos híbridos y servicios inteligentes: La información necesaria para supervisar maquinaria, reparación de averías y tareas de mantenimiento, se facilitan por los servicios inteligentes, lo que permite justificar sus altos costos.

Empleo

Existe gran incertidumbre sobre el futuro del empleo en un contexto donde la robótica, la IA, el IoT, entre otras, se abren paso a gran velocidad en el mundo empresarial y reemplazan tareas inicialmente realizadas por humanos. Entre los cambios que ya se pueden visualizar se encuentran variaciones en las ofertas y tipos de trabajos, disminución de los contratos indefinidos, aumento de las contrataciones por servicio, externalización de tareas, flexibilidad horaria y espacial (León, 2020).

Sin embargo, la pérdida de empleos por el avance tecnológico no es una preocupación nueva, sino que data de años. En 1930 el economista John Keynes acuñó el término “desempleo tecnológico” para referirse a este fenómeno, aunque la revolución industrial de esa época difiere en gran medida de la actual. Asimismo, el ganador de un Premio Nobel de Economía y Secretario de Estado británico James Meade planteó como solución a la falta de empleos un “salario básico universal” proveniente de las ganancias del crecimiento económico, idea que tiene cierto apoyo pero es aún débil en definir cómo sería el plan de financiamiento. Lo cierto es que diversos estudios demuestran que el avance de la IA podría afectar a cerca de la mitad de la fuerza laboral (40-50%) y las grandes empresas apuestan cada vez más a su implementación. Aunque también es cierto que las nuevas tecnologías son más efectivas cuando complementan el trabajo humano, no cuando es reemplazado en su totalidad (León, 2020).

Un informe de la OIT publicado en 2017 agrega que otra de las alternativas a la pérdida de empleo por la sustitución robótica es la reducción del horario laboral, una medida menos drástica que el salario universal. El trabajo es imprescindible para el hombre porque brinda “*estabilidad psicológica, integración social, libertad personal y la autonomía resultante*” (OIT, 2007, p.7). Y si bien las revoluciones industriales anteriores han demostrado que, a largo plazo, el cambio tecnológico genera mejoras en la calidad del trabajo y crea más y mejores empleos, hay razones para creer que esta revolución es diferente. Su complejidad, velocidad, magnitud, profundidad e impactos de las transformaciones que genera cambian la forma en la que se percibe. La rapidez del cambio deja poco tiempo para adaptarse y reaccionar,

mientras que la calidad del empleo no parece mejorar, sino que se vuelve más competitivo y puede llegar a reducir los salarios ante la falta de oferta (pp. 9-10).

En 2016 una cumbre del Foro Económico Mundial anticipaba que entre 2015 y 2020 se habrían perdido siete millones de puestos de trabajo, compensado por la creación de solo dos millones de puestos (Echeverría y Martínez, 2018). La misma institución plantea que el reemplazo de humanos por máquinas llegaría al 56% de la población mundial, aunque el grado de automatización sería absoluto solo en el 5%, la OCDE eleva este mismo número al 9% de los puestos de trabajo, mientras que entre el 50 y 70% es susceptible a ser automatizado parcialmente (León, 2020).

Recursos Humanos

Ligado a la eliminación de millones de puestos de trabajo, la fuerza laboral se ve forzada a adaptar sus competencias a un nuevo mundo. Las profesiones actuales se vuelven obsoletas y las empresas exigen nuevas habilidades. La incidencia de estos cambios en el ser humano no afectan solo lo laboral, sino que impactan en múltiples áreas de su vida como la longevidad, la salud, la privacidad, la manera de relacionarnos con los demás, el tiempo dedicado al trabajo y al ocio, el desarrollo de nuestras carreras profesionales (Echeverría y Martínez, 2018).

Los mismos autores en su artículo "*Revolución 4.0, competencias, educación y orientación*" plantean que los principales cambios que se darán en el empleo se clasifican en tres categorías: (1) *Emerging skills*: nuevas tareas requerirán nuevos trabajos, que dependen de nuevas competencias, (2) *Transforming skills*: evolución y transformación de competencias actuales para ocupar nuevos puestos de trabajo, (3) *Obsolete skills*: desaparición de algunos trabajos, principalmente los rutinarios (pp. 11-12). Por lo tanto, los trabajadores deben adaptar sus competencias actuales o aprender nuevas para no quedar al margen.

Estos cambios impactan no solo en los trabajadores, sino también en las empresas, el gobierno y las instituciones educativas, quienes juegan un rol esencial en preparar a los empleados para su futuro. El desafío recae en las economías en desarrollo y su necesidad de mantenerse competitivas en una economía mundial donde la productividad, innovación y competitividad dependen de la disponibilidad de recursos humanos capacitados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, habilidades que suelen escasear en estos países. Este conjunto de habilidades suelen abreviarse bajo la sigla CTIM en español y STEM en inglés (OIT, 2017).

Ciberseguridad

Más allá de los beneficios que trae la digitalización y conexión de todos los procesos y componentes de la empresa, la exposición a riesgos relacionados a

estos medios aumenta al ser parte de la Industria 4.0. Los denominados ciberataques atentan contra la seguridad de la empresa al generar fuga de datos o interrupciones en el negocio, con su consecuente pérdida económica. Otro punto clave es el factor humano, que ante la falta de conocimiento puede acceder a sitios web maliciosos, responder mails con virus, colocar contraseñas en sitios visibles, dejando lugar a ciberatacantes externos. Pese al avance de la tecnología aún existe dificultad para encontrar personal capacitado en su prevención (Ayerbe, 2018).

Una adecuada gestión de la ciberseguridad implica definir los procesos que la garanticen y tener esquemas de respuesta ante posibles incidentes que puedan surgir, asignando roles y responsabilidades para minimizar los riesgos. También es necesario considerar todo el ciclo de vida del producto, para proteger al cliente final.

Legislación

El sector público tiene el reto de adaptarse a las nuevas exigencias de la Industria 4.0 para protegerse a sí mismo y al sector privado. Las áreas que requieren cambios se dividen en cinco: seguridad, fiscalidad, regulación y competencia en los mercados, implicaciones en el empleo y sistemas de previsión social, y evaluación de las políticas implementadas. El primero ha sido analizado anteriormente, aunque debe considerarse la posibilidad de crear organismos públicos que velen por la seguridad informática del país. La fiscalidad debe adaptarse a nuevas modalidades como transacciones electrónicas, tributación de actividades de economía colaborativa, trabajos independientes, entre otros. La regulación del mercado debe ser más eficiente ante una situación muy diferente a la tradicional, al mismo tiempo que el empleo se vuelve independiente, desaparecen puestos y el envejecimiento de la población desafía los sistemas de previsión social (Ballesteros y Pérez, 2017).

A su vez, el gobierno debe trabajar para impulsar estos cambios en el país y fomentar la implementación de tecnologías que no dejen rezagado al sector nacional en el ámbito internacional. Uno de los puntos clave es el esfuerzo en conjunto con instituciones educativas, favoreciendo la construcción de profesionales adecuados para los puestos del futuro. En segundo lugar, brindarle a las empresas un marco regulatorio claro y predecible, que les de la seguridad para invertir y las impulse a crecer, mientras se apoya a las pymes a lograr una transformación digital a través de apoyo financiero o alternativas similares (Ballesteros y Pérez, 2017).

Cadena de Suministro 4.0

La Cadena de Suministro (CS) *“engloba los procesos de negocios, personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de*

materia prima en productos terminados, que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para la satisfacción de la demanda”, por lo que está presente en todos los procesos de la empresa, desde el abastecimiento de los insumos, intercomunicación con los proveedores, hasta el consumidor final (Yépez, Kuffó, Velásquez y Medranda, 2020).

La integración de la CS es esencial, ya que disminuye costos, produce mejor capacidad de respuesta, incrementa la categoría del servicio y ayuda en la toma de decisiones. Para que esto ocurra es necesario el intercambio de información, la agilidad y la colaboración, procesos favorecidos por el uso de TICs. La nueva Revolución Industrial exige una reingeniería de procesos, incorporando nuevas tecnologías que apunten a mayor competitividad, creando la Cadena de Suministro 4.0 (CS 4.0).

La CS 4.0 se caracteriza por un alto nivel de interconexión entre el ámbito físico y digital, donde cada tecnología hace su aporte. Los sensores de IoT recolectan y transmiten información en tiempo real a lo largo de toda la cadena, la BDA, IA y la computación en la nube facilitan la toma de decisiones simultánea por procesos, optimizando el desempeño global. La automatización y robótica facilitan la implementación de dichas decisiones sin intervención humana. En consecuencia se logra mayor flexibilidad, cadenas más ágiles, multidireccionales e inteligentes, siempre y cuando todos los actores involucrados se adapten y colaboren entre sí (Calatayud y Katz, 2019).

Logística 4.0

La logística, proceso que se engloba dentro de la CS, se puede definir como

El proceso de manejar estratégicamente la adquisición, el movimiento y almacenamiento de materiales partes e inventario acabado (producto terminado) a través de la organización y sus canales de marketing, de forma que la rentabilidad actual y la futura sean maximizadas a través de un procesamiento de pedidos eficiente en costes (Christopher, 2011, p. 2).

En el marco de la Industria 4.0 surge la denominada Logística 4.0, como respuesta a la evolución del contexto en el que opera. Incorporando nuevas prácticas y herramientas, la Logística 4.0 se caracteriza por su capacidad de optimizar tiempo y recursos, brindar trazabilidad a la cadena de suministro, seguridad e integridad de los datos y una adecuada interoperabilidad entre los actores humanos y digitales involucrados. Dicha cooperación permite gestionar en tiempo real los flujos de carga, lograr un mejor uso de las infraestructuras, los recursos humanos y tecnológicos disponibles (Barleta, Pérez y Sánchez, 2020).

Las operaciones logísticas propias de la Cuarta Revolución Industrial se clasifican en cuatro grupos. El primero incluye tareas de apoyo en la toma de decisiones y evaluación de procesos, gracias al uso de tecnologías como IA, BDA, realidad virtual y aumentada. En segundo lugar, la identificación e interconectividad enfocada en la utilización de tecnología capaz de reconocer objetos y una mayor conectividad con el cliente. A este grupo le siguen el flujo de información sin interrupciones, donde se integran los procesos logísticos con el objetivo de tener control en tiempo real. Por último, la automatización, los robots industriales y la producción de nueva tecnología de reconocimiento biométrico (Vargas y García, 2019, p. 9).

De las múltiples tecnologías que conforman la Cuarta Revolución Industrial, una gran cantidad tiene el potencial de incorporarse en los procesos logísticos, generando desafíos en conocimiento, capacitación e innovación. Entre las tecnologías que tienen mayores efectos en el área se encuentran:

Automatización y robótica: permiten realizar de forma automática acciones y procedimientos repetitivos. En el ámbito logístico se presentan mayormente en los puertos y se espera su introducción al resto de la cadena logística, en terminales de transferencia, operación de barcos, camiones, con el fin de lograr mejor rendimiento, seguridad y mayor reactividad ante cambios (Barleta, Pérez y Sánchez, 2020, p. 6).

Big Data: su uso posibilita la recopilación y análisis de datos para detectar tendencias, patrones y conductas de procesos, oferta y demanda, y de los clientes. El procesamiento de datos automático mejora la toma de decisiones y optimiza el uso de recursos, brinda conocimientos del cliente y ayuda a aumentar su satisfacción (Revuelta, 2019, p. 66).

Blockchain: tecnología que ofrece seguridad en el intercambio de información entre los distintos componentes de la cadena productiva y logística, mediante encriptación y almacenaje de información de forma distribuida. Este sistema brinda seguridad, transparencia y auditabilidad del flujo de información a través de la cadena, posibilitando eficiencia y trazabilidad de los procesos de producción, distribución y logística inversa. Permite rastrear envíos, prevenir robos, reducir número de operaciones, simplificar procesos y reducir costos (Barleta, Pérez y Sánchez, 2020, p. 6).

Drones: la entrega de pedidos mediante drones desafía las barreras que presenta la infraestructura del transporte tradicional y es una solución a problemas como alta demanda, plazos de entrega cortos y tráfico pesado. Aunque su uso aún es limitado, depende de las condiciones meteorológicas y las cargas que pueden llevar no pueden ser de gran peso, ya se está trabajando en equipos más sofisticados que no tengan estos impedimentos.

Por otro lado, se está desarrollando el uso de drones para la gestión de inventarios en almacenes, lo que evitaría problemas humanos como inexactitudes al contar, accidentes o no alcanzar estanterías altas (Revuelta 2019, p. 53).

Inteligencia artificial: este sistema de autoaprendizaje con capacidad de copiar habilidades humanas puede ser aplicado en la logística al predecir la demanda, permitiendo ajustar de manera flexible y en corto plazo el volumen de inventario y optimizar la distribución, lo que reduce costos y tiempos (Barleta, Pérez y Sánchez, 2020, p. 8). También es aplicable a la gestión de rutas, gracias al sistema que es capaz de determinar el mejor camino, con el menor coste y a la mayor velocidad, evitando congestiones, condiciones climáticas (Revuelta, 2019, p. 66).

Internet de las Cosas (IoT): en la logística representan la oportunidad de hacer más eficientes y rentables los servicios mediante información en tiempo real, lo que favorece la gestión de activos e incrementa el valor agregado al cliente con acciones como: seguimiento de envíos, optimización de rutas, mejoramiento de entrega (Barleta, Pérez y Sánchez, 2020, p. 7).

Radio Frequency Identification (RFID): tecnología que a través de una red de sensores inalámbricos identifica y controla la trazabilidad de productos, sistema que supera a las técnicas de código de barra. Uno de sus mayores beneficios es permitir rastrear productos a lo largo de toda la cadena logística, optimizando los tiempos de entrega.

Realidad aumentada (AR): se aplica principalmente en la gestión de bodegas para mejorar los procesos de selección, control de calidad y empaquetado, tareas rutinarias que generan costos y consumen tiempo. El uso de AR reduce notablemente la tasa de fallas, mejora los tiempos y la calidad. Una de las áreas donde más ha avanzado esta tecnología es al preparar pedidos mediante sistemas como *pick to light*, *pick to voice* o *pick by vision*, que guían al empleado hacia los productos que debe recoger (Revuelta, 2019).

Industria 4.0 en Uruguay: mirada de expertos

Con el objetivo de conocer la situación actual del país respecto a la incorporación de la Industria 4.0 se realizaron entrevistas a distintos actores del ámbito local que conocen del tema. Sus aportes serán analizados en los siguientes puntos. La pauta de entrevista, disponible en el Anexo 1, integra temas que condicionan la implementación de la Industria 4.0, como la educación, el gobierno, las empresas, el consumidor y el coronavirus, tema analizado como acelerador del proceso de digitalización.

Gonzalo Oleggini, Director académico de la Escuela de Negocios Internacionales

“En Uruguay la educación está totalmente divorciada de la Industria 4.0.”

Resulta imposible analizar la situación actual y futura del país sin incluir las consecuencias del coronavirus. El teletrabajo se señala como uno de los mayores desarrollos del último tiempo, habilitado por tecnologías que abarca la Industria 4.0. Se agrega que aún cuando las empresas puedan reemplazar todo con robots, algunas necesitan incluir humanos en el proceso, por ejemplo los servicios en la última instancia.

En Uruguay se reconoce que la mayor limitante es la económica. En la mayoría de las empresas la decisión va más allá de si comprar o no nuevas tecnologías, sino que se basa en analizar la inversión requerida. A su vez, los salarios son bajos en comparación con los europeos y norteamericanos, y mientras la automatización sea más costosa, se opta por los humanos. Oleggini, sin embargo, recomienda a las empresas analizar la productividad de ambos -máquinas y humanos- y la competitividad que le brindan a la empresa, para luego decidir si la inversión debe o no hacerse. A futuro cuando la brecha económica entre tecnología y mano de obra sea menor se debe optar por la primera.

El empresario uruguayo se caracteriza por la necesidad de tener un beneficio tangible y seguro antes de invertir, y por la desconfianza. En otros países es común la alianza entre competidores para conseguir objetivos comunes, resolver problemas o hacer grandes inversiones. En Uruguay, en cambio, a pesar de existir cooperativas en diversos rubros *“cuando se habla de poner plata, desaparecen. Cuesta trabajar en equipo sin desconfiar”*.

Los recursos humanos son otra limitante, tanto por su escasez como por su falta de disposición a trabajar, más que de calificación, lo que favorece la

automatización. La tendencia es a la eliminación de más puestos de trabajo, citando como ejemplo los zafrales en viñedos, ya reemplazados en su mayoría por maquinaria importada. Ligado a esta situación, la educación del país se señala como atrasada y muy dispar a lo que la Industria 4.0 demanda.

El papel del gobierno considera que se puede ver favorecido por la elección de un presidente joven, más cercano a la realidad tecnológica actual que los de las últimas décadas. Y aunque se suele incentivar y apoyar la innovación, no se apunta directamente a la Industria 4.0. Destaca ampliamente el alto nivel de conectividad que presenta el país y el acceso a una red medianamente buena.

Gabriela Gorostidi, Directora de Operaciones y Cadena de Suministro Global de Shell

“La Industria 4.0 brinda la posibilidad de tener eficiencia y eficacia en las operaciones”.

Gorostidi relata que en su área de trabajo es esencial la utilización de las nuevas tecnologías que provee la Logística 4.0. Poder controlar el stock en tiempo real mediante la información instantánea desde cualquier parte del mundo, permitiendo tomar decisiones más eficientes y ágiles, previendo obsolescencias, inmovilización y sobre stock. La automatización en algunos procesos de la cadena permitiría eliminar salarios altos y evitar errores y accidentes. Siendo estos grandes problemas para las empresas, incurriendo en costos que podrían definir la competitividad del negocio.

La integración y flujo de información interno entre las áreas de la empresa es esencial, pero también fuera de la misma. La integración de proveedores y clientes al flujo de información permite tener más control sobre la supply chain y ser más eficientes. Gorostidi afirma que esto puede ser tomado como una gran desventaja ya que la seguridad de datos, robo de información y el espionaje industrial se ve muy a menudo en su rubro, perdiendo competitividad, diferenciación y poder negociador frente a competidores y socios comerciales. Otro punto relevante a destacar, dentro de las desventajas, es el miedo por parte de sindicatos y empleados con menos estudios y más adultos a perder el empleo, pero afirma que las empresas son conscientes de esto e intentan capacitar y educar en computación, máquinas, robótica o manejo de las nuevas tecnologías y también en áreas como el liderazgo, trabajo en equipo, entre otras, evitando así el despido de los mismos.

“Simplemente por el encanto de incorporar tecnologías nuevas, no hay que incorporar”.

Muy a menudo notamos que empresas, ya sean pymes o de mayor tamaño, instalan maquinaria o software sin previamente analizar si la inversión se justifica, si la empresa está preparada o si su visión estratégica lo demanda. Para responder estas preguntas es necesario entender el mercado y especialmente decidir si vale la pena o no generar esa inversión.

“Uruguay está avanzando mucho y siempre contó con una reputación muy buena mundialmente”.

Gorostidi afirma que la educación en Uruguay es muy buena y cuenta con un buen prestigio en el exterior. Se están creando nuevas carreras que permiten adaptarse a los cambios y es necesario poner más énfasis en STEM, generar mayor inversión y especialmente en promoción de las carreras para que se *“pierda el miedo”*.

El rol del gobierno aquí es muy importante. Las ineficiencias del mismo en las entidades públicas que brindan servicios básicos de agua, luz y combustible, y también los altos impuestos encarecen costos de producción. En consecuencia, la empresa pierde competitividad frente a sus competidores de la región y del mundo.

Fernando Brum, Director de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación

“Lo importante es adaptarse, no prepararse. Es imposible estar preparado”.

La Industria 4.0 genera un cambio importante en los procesos porque el nivel de automatización aumenta y los vuelve más sofisticados y estandarizados. Hay mucha información disponible para todas las partes involucradas, el producto en sí tiene información que se transmite de un proceso a otro, llegando al consumidor final.

Uruguay no se escapa de esta tendencia, ni tiene cambios diferenciados, los impactos son globales. Nadie está preparado para cambios tan disruptivos, sólo quien los crea e inicia. A nivel pymes se considera que algunos sectores se adaptan mejor que otros, siendo esencial adaptarse más que prepararse. Si se considera el coronavirus, éste aceleró notablemente el proceso de digitalización de las empresas, aún cuando ninguna estaba preparada para una situación así. No había otra opción más que adaptarse o cerrar. Sin embargo, no se puede iniciar la digitalización sin una base, todo proceso tiene pasos anteriores y posteriores. Al mismo tiempo se debe entender qué tipo de infraestructura tecnológica precisa la empresa, de acuerdo a su tamaño y rubro. Ligado a esto, la cultura empresarial es clave para el éxito.

Mientras que para los procesos, la industria y los consumidores la Industria 4.0 es beneficiosa, el empleo sufre la mayor desventaja por los puestos de trabajo desplazados. Crear herramientas para mitigar este efecto y reciclar personas se vuelve fundamental, y esta es tarea de todos: empresas, instituciones educativas, gobierno y personas. Por ejemplo, si un sector empresarial requiere ciertos profesionales puede financiarlos o apoyar su desarrollo.

Al ámbito educativo, por su parte, le cuesta implementar cambios por ser complejos y costosos, además de la falta de flexibilidad en las carreras brindadas. En Uruguay la educación está muy atrasada respecto a otros países. El intercambio de carreras y los conocimientos múltiples deberían incorporarse. Mientras que el papel del gobierno debe ser incentivar la inversión en tecnologías y evitar los impuestos a la automatización ya que, a largo plazo, son impuestos a la productividad.

Las empresas están inmersas en una cadena global que exige cumplir normas y requisitos. En Uruguay están aprendiendo que a mayor grado de digitalización, mayor eficiencia, ya que al tener más control y contar con más información se genera mayor productividad. El sector empresarial se caracteriza por un desarrollo desigual y combinado, donde cada parte tiene un nivel diferente de tecnología pero todo coexiste en un mismo ecosistema.

Ismael Piedracueva, Gerente General de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación

“En Uruguay no existe una cultura empresarial que incentive la incorporación de tecnologías”.

La Industria 4.0 en Uruguay avanza de forma despareja, mientras que algunos sectores tienen avances relevantes no sólo a nivel local, sino que también con proyección internacional, otros sectores están muy atrasados. La logística, por ejemplo, tiene un nivel de incorporación tecnológico muy bajo, lo cual llama la atención por tratarse de un área importante para el país.

El atraso de algunos sectores se explica por la cultura del país. Las empresas uruguayas tienden a aplicar tecnología cuando razones externas las presionan, como cuando la competencia lo hace. No hay una cultura empresarial que lo incentive, que busque soluciones no tradicionales a problemas diarios. Si bien el tema económico puede ser otra limitante, no es la mayor en Uruguay, ya que se puede resolver con un correcto plan a largo plazo.

Piedracueva considera que alcanzar la Industria 4.0 será un desafío, y existe incertidumbre sobre cómo se puede acelerar este proceso para que tenga repercusiones significativas. El coronavirus fue positivo para muchos sectores, incluida la educación. Si bien algunos sectores se vieron perjudicados, otros encontraron nichos de oportunidad y se reinventaron. En este sentido, la pandemia brindó la oportunidad de implementar cambios que no se hubieran hecho en el corto plazo.

Respecto a los recursos humanos existen varios problemas. Uno de ellos es que hay demanda de ciertas profesiones que el sistema educativo no da. Mientras que el sector tradicional tiene cada vez menos demanda pero la oferta se mantiene. Este desfase ocurre principalmente porque los estudiantes no analizan su salida laboral y eligen lo seguro de estudiar una profesión. La creatividad e innovación de tener negocios independientes ocurre de forma escasa en el país. A su vez, la falta de títulos intermedios, técnicos principalmente, desincentiva la inversión en las empresas.

El papel del gobierno, por otra parte, debe incluir incentivos a sectores que traen cierto rezago. Es ventajoso ayudar a las empresas para que no pierdan competitividad a nivel internacional, pero de forma inteligente. Hay tareas que son propias de las empresas, mientras que otras pueden recibir estímulo del gobierno. Sin embargo, no siempre está claro cómo debe ser dicha ayuda. Las empresas públicas deberían ser las pioneras en nuevas tecnologías, lo que no ocurre en el país.

La recomendación a las empresas es visualizar a corto y mediano plazo a dónde se quiere llegar. Las inversiones tienen sentido cuando se busca crecer, así no se consideran un gasto. También se debe tener en cuenta que la inversión debe ser constante, ya que las tecnologías avanzan y se vuelven obsoletas rápidamente. Pero todo depende del sector, dado que algunos no tienen la rentabilidad suficiente para digitalizarse.

Para finalizar, el entrevistado añade que hay mucho para hacer en el país respecto al tema, que se requiere tiempo y dinero. Aún así, lo importante es que se puede lograr y hay demanda para hacerlo. Los cambios son imprescindibles.

Jorge Moleri, Director de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación

"En tendencias disruptivas como la Industria 4.0, no existen reglas generales".

Moleri indica que no hay elementos en concreto que identifiquen a la Industria 4.0, sino que está compuesta por diversas piezas que, en conjunto, la vuelven disruptiva. Agrega que no es necesario contar con todas sus tecnologías para ser parte, sino que se deben utilizar las aplicables a cada empresa, ya que no hay reglas generales y el aspecto económico siempre se debe considerar.

Uruguay se caracteriza por ser un país de prototipo, y no siempre puede seguir tendencias mundiales por no tener escalabilidad. A su vez, instituciones como la ANII que pueden incentivar la adopción de estas tendencias, cuentan con escaso capital de riesgo. La falta de capital, ligado a ciertos requisitos legales que en algunos casos limitan la inversión, retrasa procesos de desarrollo. En este sentido, las empresas que exportan son las que tienen más posibilidades de crecer y adaptarse a normas internacionales.

Otro elemento que Moleri destaca es la innovación y el conocimiento. Considera que las empresas deben estimular a sus empleados para que sean parte, aporten soluciones y aprovechen su potencial. La *innovación abierta* también debe incentivarse, evitando un departamento en la empresa que genere costos y aporte soluciones poco prácticas. Analizando este punto, Moleri ve como ventaja que el país esté formado en su mayoría por pymes, ya que a consecuencia se estimula la confianza para asociarse a desarrollar sistemas, resolver problemas comunes y complementarse. Agrega que en las empresas más grandes es más difícil la innovación, ya que los cambios son mayores, y que innovar no siempre implica agregar tecnología. Si bien nuevas tecnologías cuentan como innovación, otros procesos también lo son, como corregir procesos ineficientes.

Respecto a la educación considera que es difícil cambiarla y adaptarla hacia profesiones del futuro. Recalca que la educación técnica es importante y debe ser apoyada, ampliada e iniciar en niveles bajos. Las empresas, por su parte, deben reciclar a su personal si su puesto es sustituido, ya que conoce la empresa y resulta beneficioso mantenerlo.

Martín Dovat, CEO de Zonamerica

“O naces nativo digital o te transformas, son las dos opciones”.

La entrevista a Dovat brinda un punto de vista diferente, enfocado en las empresas que se instalan en zonas francas y que, desde que comienzan a operar, se caracterizan por un uso intensivo de tecnologías.

Dovat destaca de la Industria 4.0, además de la aplicación de tecnología a la industria, la “relocalización” de la producción basada en la vuelta a los mercados

centrales, a causa de nuevas necesidades del cliente. La demanda actualmente se caracteriza por la velocidad de entrega y la posibilidad de customización, razón suficiente para dejar de instalarse en países asiáticos que brindan, principalmente, bajos costos en mano de obra.

Las zonas francas tienen una visión global, apuestan a la exportación y en casi ningún caso venden localmente. Para ello, Zonamerica provee un ecosistema a sus usuarios que les permite trabajar a escala internacional y con tecnologías de alto nivel. En este sistema se destacan las startups, quienes nacen utilizando nuevas tecnologías, propias de la Industria 4.0, y aprovechan la oportunidad de exportar.

Sobre Uruguay remarcó como ventaja la particularidad de ser neutral tradicionalmente, a nivel político internacional. Esto permite recibir inversiones extranjeras sin desconfianza por parte de ningún país. El tamaño del país también puede ser una ventaja en este sentido, por la facilidad de alcanzar altas autoridades para solucionar problemas o participar en la formulación de regulaciones en caso de que el inversionista lo requiera. Esto se menciona porque son las empresas extranjeras que tienen mayor capacidad de traer nuevas tecnologías al país.

En lo que respecta a la educación, la escasez de profesiones esenciales para esta industria como los programadores es un problema a nivel mundial. Zonamerica busca mitigar este problema y brindarle a sus empresas los recursos humanos que necesita a través de una escuela, creada recientemente, enfocada en la formación intensiva de desarrolladores.

Por último se señala al coronavirus como acelerador de tendencias y procesos de transformación digital. Aunque no se debe ignorar que un gran sector se vio afectado, las empresas que ya contaban con cierto nivel de digitalización fueron las “ganadoras”. La pandemia también facilitó reestructuraciones que suelen postergarse por su complejidad, sin partes que se opongan al cambio por su inminente necesidad.

Javier Peña, Secretario General en Asociación Latinoamericana de Exportadores de Servicios

“Hay un gran desafío por parte de Uruguay a nivel educacional”.

La entrevista a Javier Peña brinda otro punto de vista, enfocado hacia los servicios y cómo los mismos toman mayor importancia dentro de la llamada Industria 4.0. La misma es definida como la “desmaterialización de la economía, subiendo el valor de las manufacturas a través de los servicios”. Esto remarca la gran

diferencia entre los anteriormente entrevistados ya que desde un principio incluye los servicios como parte del cambio.

Peña añade que esta tendencia en Uruguay trae ventajas y desventajas. En primer lugar, marca como desventaja que al tener gran parte de la clase media trabajando en empresas manufactureras, el avance de la automatización elimina muchos puestos. Resulta complicado integrarlos a la economía cuando su nivel de formación es bajo y la intensificación de servicios y nuevas tecnologías demanda personal capacitado. Sobre este último punto destaca que los empleados de estos rubros se benefician de sueldos más altos, porque los trabajos son de mayor valor agregado.

Otro punto a destacar de la charla refiere a los salarios, indicando que *“cuanto menos implicación tenga el salario en la economía del país, desde el punto de vista de las empresas, se va a dilatar más el proceso de incorporación de tecnologías, porque los ahorros de costos que se obtienen con la tecnologías, son obtenidos a través de la disminución de salarios”*.

Aclara que en los países más desarrollados generar estos cambios es más rápido, los sueldos altos generan más costos para las empresas, por ende la brecha entre hacer grandes inversiones para implementar las nuevas tecnologías y tener muchos empleados, se acorta. Por esta razón las empresas prefieren implementar las nuevas tecnologías donde los sueldos son más altos. También aclara que si bien Uruguay no es uno de los países con sueldos bajos, esa brecha aún es grande provocando que no sea rentable generar el cambio.

A nivel educativo aclara que Uruguay debería invertir más en esa área, ya que hay mucho por cambiar. También sugirió que se tiene poca escala de egresados con la suficiente capacitación para afrontar todos los cambios que están surgiendo. A modo de ejemplo agregó que actualmente en Uruguay se reciben 300 ingenieros por año y 15 matemáticos, una clara falta de personal altamente calificado.

Por último agregó que los servicios no solo van a crecer de forma horizontal, expandiéndose a más industrias, sino que también de forma vertical, participando en mayor parte de la cadena. Peña considera que *“en la medida que la industria 4.0 se amplíe, los servicios lo van a hacer”*.

Análisis de la situación local y propuestas para su desarrollo

Análisis FODA

En base a lo obtenido en las entrevistas, para facilitar el análisis y comprensión, se realiza un estudio de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que tienen las empresas en Uruguay para que la Industria 4.0 avance.

Tabla 1: FODA (Fuente: elaboración propia)

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none">- Alto nivel de conectividad- Alta presencia de pymes- Rápida adaptación del consumidor- Facilidad de acceso a funcionarios con altos cargos políticos	<ul style="list-style-type: none">- Cultura empresarial- Desconfianza para trabajar con la competencia- Sueldos bajos para personal capacitado- Falta de incentivo a la innovación y creatividad
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">- Coronavirus- Participación en cadenas globales de valor- Situación similar a países de la región	<ul style="list-style-type: none">- Sistema educativo- Escala del país- Bajo capital de riesgo- Altos estándares internacionales- Avance de países desarrollados

El panorama brindado por los entrevistados no sitúa al país como pionero en incorporación de nuevas tecnologías ni como próximo a serlo. Sin embargo, se nota cierto optimismo hacia el futuro. Las amenazas y debilidades son accesibles y contrarrestables, mientras que las oportunidades y fortalezas son vastas.

Oportunidades

Las oportunidades detectadas son tres y difieren entre ellas en gran sentido. La primera, el coronavirus, se caracteriza por ser una situación imprevista y negativa a primera vista, tanto a nivel social como económico. Sin embargo, en base a las entrevistas realizadas se puede percibir como un acelerador de tendencias. Claro está que un gran número de empresas se vio afectada por el descenso de actividad y tuvo dificultades en el flujo de comercio local e internacional. La rapidez con la que la pandemia avanzó, en cambio, llevó a la necesidad de adaptar el modelo de

negocio a una nueva forma de llegar al cliente final, dejando en evidencia quién estaba más o menos preparado. A grandes rasgos, se puede ver como un estímulo hacia la incorporación de nuevas tecnologías, desarrollo del e-commerce y del teletrabajo.

Desatendiendo la pandemia que se atraviesa actualmente y su inevitable consecuencia en estrategias de cooperación, otros factores resaltan como oportunidades para avanzar en la implementación de la Industria 4.0. El primero de ellos es la participación en las CGV, como forma de incorporar estándares internacionales en la empresa, tecnologías de vanguardia y formas de operar más competitivas. Uno de los entrevistados recalcó que son las empresas extranjeras quienes suelen traer innovaciones al país. Es así, que trabajar en conjunto o en una misma cadena de suministro, impulsa a las empresas locales a incorporarse a tendencias internacionales.

Por último, estar en una situación similar a países de la región se marca como oportunidad. Sin ahondar en el tema integración para no perder el foco principal de esta investigación, se puede afirmar que permite crear un camino de desarrollo conjunto, especialmente en el ámbito del Mercosur. Pese a los altibajos que ha presentado el bloque en los últimos años, en su agenda externa primordialmente, los mecanismos de cooperación y apoyo a los miembros menos avanzados industrialmente, Uruguay y Paraguay, son efectivos. Casos como la EU y la ASEAN demuestran que las políticas conjuntas funcionan, aún cuando los miembros de la unión tengan niveles de desarrollo dispares.

Amenazas

Las amenazas se refieren a situaciones externas al país que afectan directa o indirectamente a la variable que se estudia, en este caso, la Industria 4.0. La educación se señala como la principal. De forma unánime los entrevistados consideran que la educación en el país está atrasada y desligada del futuro del trabajo, lo que hace que la oferta y demanda laboral no coincidan. Sumado a esto, la educación no ha avanzado como en otros países, donde se enfoca más en lo práctico que en lo teórico y brinda conocimientos en diversas áreas.

La segunda amenaza identificada es la escala del país. El tamaño del mercado desincentiva las grandes inversiones, ya sea por la falta de retorno como por lo que tarda en llegar el mismo. En algunos casos, la escala no hace rentable la inversión. Otro factor que acentúa lo anterior es el bajo capital de riesgo que se les provee a los organismos públicos, como por ejemplo, la ANII. Si fuera mayor, sería posible apostar a más emprendimientos y apoyar diversas pymes.

Las últimas amenazas corresponden a factores externos al país que afectan directamente a las empresas. La primera son los altos estándares internacionales existentes, para entrar en las CGV o exportar. En un país donde el comercio exterior es fundamental para que la empresa crezca, los altos estándares son un costo significativo. En segundo lugar, los países desarrollados avanzan a gran velocidad siendo pioneros en la incorporación de nuevas tecnologías, obligando al resto de los países a adoptarlas para mantener la competitividad.

Fortalezas

El país presenta fortalezas que funcionan como primeros pasos hacia el camino de la digitalización industrial. Una de ellas es el alto nivel de conectividad. Contar con un servicio de internet relativamente rápido y bueno en comparación al de la región y que llegue a gran parte del territorio, es una ventaja que debe destacarse.

El rol del consumidor influye en los cambios que implemente o no la empresa. En el caso de Uruguay, se caracteriza por adaptarse rápidamente a lo tecnológico, lo que motiva y exige su desarrollo. El consumidor suele actuar acorde a los precios y a su comodidad. Por lo tanto, aquellos cambios que le generen ahorros y/o facilidad de compra, serán aceptados. Un ejemplo es el e-commerce, anteriormente analizado como consecuencia indirecta del coronavirus.

Por otro lado, la alta presencia de pymes puede remarcarse como fortaleza porque las empresas pequeñas requieren menos inversión y cambios menos drásticos que organizaciones más grandes. Si bien no suelen ser precursoras en innovación, tienen la facilidad de su tamaño para evitar grandes caos con los cambios que apliquen a su modelo de negocio.

En último lugar se menciona la facilidad de acceso a altos cargos políticos, pensando principalmente en inversores extranjeros. Cuando empresas de nuevos rubros eligen el país como sede pueden tener la ventaja de participar en la creación de políticas propias. Sin embargo, se debe considerar que si la arquitectura de procesos del país está bien diseñada y funciona de forma correcta, no es necesario acceder a cargos políticos para desarrollar inversiones. Pero dado que esto no ocurre en el país, la facilidad de acceso se señala como una fortaleza.

Debilidades

La principal debilidad que retrasa el avance de la Industria 4.0, nombrada en varias ocasiones por los entrevistados, es la falta de una cultura empresarial que motive la digitalización. Se menciona que este proceso se lleva a cabo en última instancia, por obligación ante el avance de la competencia o razones similares. El

principal problema es la dificultad que tienen las mismas para crear una nueva cultura, que esté mejor adaptada al mundo empresarial actual: volátil e inestable.

En segunda instancia se encuentra la desconfianza que caracteriza al empresario local para trabajar en conjunto con la competencia. De esta manera se impide realizar proyectos en común, apostar a grandes inversiones o buscar nuevos mercados para abastecer en grupo. Una práctica que es común en países de Europa y que de implementarse en el país, ayudaría principalmente a las pymes.

En tercer lugar, los sueldos del país para personal técnico son bajos en comparación con la inversión que requieren las tecnologías de la Industria 4.0. Si bien respecto a la región, el sueldo promedio uruguayo es alto, cuando se decide entre invertir en esta nueva tendencia y contratar empleados, la segunda opción es más económica. En otras palabras, resulta más asequible tener empleados por la demora o falta del retorno de la inversión.

En último lugar, la falta de incentivo a la innovación y creatividad por parte de las empresas y las instituciones educativas, atrasa los procesos de desarrollo. Este punto va ligado con la cultura empresarial uruguaya y el atraso de la educación, como se ha analizado anteriormente.

Propuestas de mejora

Luego de haber definido teóricamente el fenómeno de la Cuarta Revolución Industrial y analizado su incorporación al país, resulta apropiado unir ambas partes y elaborar propuestas que ayuden a la sociedad uruguaya a incorporar esta nueva tendencia de forma tal que brinde beneficios a todas las partes.

Como se ha visto, la Industria 4.0 no impacta únicamente en las empresas. Su avance, por ende, no depende sólo de las acciones que tomen las industrias internamente. Las instituciones educativas, el gobierno, los trabajadores y los consumidores son tanto impulsores como tomadores del cambio, por lo que un adecuado plan de desarrollo debe incluirlas. Se debe fomentar una interacción productiva entre las empresas, las instituciones y los mercados, ya que la creación de valor de las primeras depende de una correcta alineación de objetivos con las instituciones y de la creación de mercados competitivos.

El análisis FODA brinda un primer paso para la creación de un plan, remarcando los puntos que el país tiene a favor, fortalezas y oportunidades, y los que tiene en contra, debilidades y amenazas. Si bien cada caso es diferente, tanto por el sector industrial al que pertenece como por su tamaño, ciertos lineamientos pueden ser generales. Es así que se elaboran recomendaciones para los puntos que

se consideran más importantes, surgidos tanto del marco teórico como de las entrevistas.

Sistema educativo

Uruguay, a lo largo de la historia, ha sido conocido mundialmente como un país agrícola-ganadero. En los últimos años ha intentado desarrollar otras actividades y carreras emergentes, como forma de diversificación económica. Para ello es necesaria la educación de toda la población en conocimientos altamente cualificados y con tendencia en las nuevas tecnologías.

Para esto, es imprescindible la formación y el conocimiento en áreas básicas, el acceso a internet y a computadoras, para que se comiencen a desarrollar habilidades desde la niñez. Uruguay en el 2007 lanzó el Plan Ceibal, el que consiste en brindar gratuitamente a todos los niños que asisten a escuelas públicas una computadora. Además, aquellos que tengan menos oportunidades pueden acceder a internet dentro de los sistemas educativos, una computadora personal y capacitación a través de programas y planes, en el propio centro o de forma remota.

Otro claro ejemplo es el Plan Ibirapitá, el que consiste en brindarle una tablet a cada jubilado. El mismo fue lanzado en mayo del 2015 y tiene el objetivo de capacitar y educar a la tercera generación, permitiendo así realizar actividades cotidianas sin tener que moverse de sus casas. Para ello es necesario que cumplan con un determinado nivel de requisitos, como un nivel máximo de ingresos por jubilación entre otras cosas. Este plan se destaca porque la Industria 4.0 impacta en toda la sociedad, no solo en la laboralmente activa. En un país donde gran parte de su población es jubilada, el 15% supera los 64 años, ayudar a su adaptación e inclusión en la digitalización comercial, es parte del camino.

También en el 2020 fue inaugurada la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC). Ésta brinda la oportunidad de alcanzar estudios terciarios de grado de forma gratuita, en actividades innovadoras que permitirán optimizar y desarrollar áreas de alto valor agregado en el país. Las carreras que se dictan están relacionadas a la Industria 4.0, entre ellas se destaca ingeniería en energías renovables, licenciatura en tecnología de la información, ingeniería en logística, tecnólogo en ingeniería biomédica, entre otras.

Estas son algunas de las actividades donde se puede visualizar el desarrollo del sistema educativo en Uruguay. Aunque también se puede apreciar que son avances muy recientes, con resultados estimados dentro de los próximos 10 años. En la región se destaca el caso de Colombia, que desde hace más de 15 años generó estos cambios. Esto lo posiciona dentro de los países con mayor desarrollo de Latinoamérica en el área de marketing digital, ingeniería aeronáutica, ingeniería

robótica, bioseguridad y desarrollo de software. Estas son profesiones en auge, con gran demanda de empleo y que ayudan al desarrollo de los países en el área tecnológica y de servicios.

Uruguay no es ajeno a estas carreras terciarias, pero antes de la aparición de la UTEC solo se podía acceder a las mismas a través de universidades privadas, con alto costo monetario, o a través de las universidades públicas. Las mismas a pesar de ser gratuitas, se caracterizan por su sobrepoblación, tener recursos limitados y generar así un clima menos propicio y algo desmotivador, generando grandes dificultades para quienes quieran capacitarse para el mundo actual. Por estas razones se cree que la educación se encuentra en un punto crítico para el país y la sociedad. El costo de involucrar maquinaria robótica para trabajos estandarizados es cada vez menor, la brecha entre costear robots y mantener mano de obra humana se está acortando, resultando crucial capacitar a la sociedad para que puedan adaptarse al mercado laboral.

Rol del gobierno

El alto grado de digitalización del sector empresarial de un país puede apreciarse como una característica positiva. Sin embargo, si no es acompañado por políticas de ciberseguridad que den apoyo y soporte, se vuelve un riesgo para el país. En los últimos años, Uruguay se posicionó como uno de los países más digitalizados de América Latina según la ONU, pero uno de los más inseguros en ciberseguridad.

En el año 2014, durante el mandato de José Mujica, se aprobó la reglamentación de la Ley N° 18.719 en la que el Artículo 149 detalla la nueva modalidad de uso de los nombres de dominio y correos de la Administración Central para los servicios vinculados con internet. El artículo obliga a los organismos de la Administración Central a utilizar nombre de dominio “gub.uy” o “mil.uy”, prohibiendo otros nombres. A su vez, los sistemas informáticos que contengan datos importantes deberán estar situados dentro del territorio nacional. Esta medida tiene como principal objetivo proteger la seguridad informática de las empresas públicas y servicios descentralizados (IMPO, 2014). Esta medida se destaca porque se cree que el gobierno debe ser pionero y creador de instrumentos que den apoyo a su sector productivo.

La preocupación del estado por garantizar la ciberseguridad es notoria. En 2019 se solicitó por primera vez un préstamo al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para este fin. El préstamo alcanza la cifra de 8 millones de dólares y se utilizará en los próximos cuatro años para mejorar las capacidades operativas del Centro Nacional de Respuestas a Incidentes de Seguridad Informática (CERTuy),

estimular e incorporar profesionales especializados en ciberseguridad (López, 2019).

Por último, el gobierno debe propiciar un ambiente de negocio que motive la inversión, el gasto en I+D+I y brinde financiación. Los incentivos fiscales son uno de los instrumentos con los que el gobierno cuenta, siendo más útiles cuando su uso genera beneficios para todo el sector. Esto sucede porque cuando una empresa invierte en mejorar su competitividad, obliga al resto a seguir ese camino para no perder cuota de mercado. Otra forma de ayuda es a través de organismos públicos como la ANII. La misma cuenta con programas de financiamiento para la innovación, apoyo a nuevos emprendimientos, capacitación, fondos para investigación y concursos para promover la creatividad.

Situación de las pymes

En un entorno de negocios que cambia constantemente, donde surgen nuevas tecnologías que vuelven los procesos más eficientes y el comercio se vuelve más global, las pymes se ven obligadas a mantener y mejorar su competitividad.

Las mismas son consideradas la columna vertebral del país, pero son las que corren más riesgo y dificultad frente al desarrollo de las nuevas tecnologías y su implementación. En Uruguay existen más de 100.000 empresas que pertenecen a ese grupo, con más de 600.000 personas empleadas. Estos datos dan a conocer el problema que afronta el país si no se le brinda apoyo con medidas estatales o facilidades financieras.

La mayor parte de las Pymes son empresas caracterizadas por ser trabajadas por sus propios dueños, emprendedores, personas sin conocimiento ni estudios en áreas empresariales, trabajando con un sistema intensivo en mano de obra o con sistemas híbridos (usan trabajadores y máquinas) y enfocándose en nichos de mercado que exigen una demanda y uso de tecnologías más estandarizadas.

Algunas medidas que deberían implementarse son el apoyo estatal mediante financiación y préstamos, con el fin de aumentar su I+D+I, agregando valor y competitividad a estas empresas, disminuyendo los costos y mejorando el rendimiento. Generar planes de capacitación en sistemas contables y administración, y eliminar incertidumbre contractual y legal para quienes llevan la dirección de las empresas y son quienes toman las decisiones.

En el año 2015 se aprobó la Ley de Inclusión Financiera, la que tenía como objetivo insertar en los sistemas financieros a sectores de la población más desfavorecidos. La misma permite que en cualquier comercio del país las personas tengan acceso al descuento de un porcentaje del IVA utilizando tarjetas de débito,

agregando valor y seguridad. El pago de sueldos, honorarios, pasividades, beneficios sociales, entre otros, serán obligatorios hacerlos a través de cuentas bancarias. Esto generará un mayor flujo de dinero electrónico y utilización de tarjetas bancarias. Para las pymes este no es un dato menor, la implementación y posibilidad de formar parte de este nuevo régimen lleva una capacitación e inversión en tecnología alta.

Colaboración multilateral

La integración entre los países surge desde hace décadas como una forma de impulsar el desarrollo, promover el comercio y reducir las desigualdades. Uruguay forma parte de numerosos bloques, multilaterales como la OMC y regionales como la ALADI y el Mercosur. Este último puede ser considerado como el principal proceso de integración al que pertenece el país, aunque ha generado dudas a lo largo de su historia por incumplimiento de objetivos iniciales, como la formación de un Mercado Común. Sin embargo, en lo que respecta a propuestas que ayuden al desarrollo de sus miembros, se reconoce cierto éxito, pudiéndose citar como ejemplo el caso del Fondo para la Convergencia Estructural del Mercosur (FOCEM).

El FOCEM es un instrumento de financiación utilizado para desarrollar la competitividad, promover la cohesión social y apoyar el fortalecimiento del proceso de integración. Aunque su alcance presupuestal es limitado, ha logrado financiar diversos proyectos de cada uno de los miembros. Por esta razón, se cree necesario acudir a la colaboración multilateral en el avance de la Industria 4.0 no sólo de Uruguay, sino de todo el bloque. Considerando que el desarrollo de Argentina y Brasil, a nivel industrial, es superior al de Uruguay y Paraguay, son estos últimos los que reciben proporcionalmente mayor presupuesto.

El caso de la UE se puede tomar como modelo a seguir. Según el propio grupo, ninguno de sus miembros es capaz de aprovechar por sí solo las ventajas de esta tendencia tecnológica. Si también se considera que no tienen la capacidad de competir en precios contra potencias asiáticas, como también es el caso de Uruguay, apostar a la calidad y personalización con nuevas tecnologías es lo más conveniente. La UE considera que la Industria 4.0 es una cuestión urgente y que el rol del gobierno es decisivo, como regulador y facilitador de apoyo financiero. La estrategia creada busca impulsar la IA, apoyar la educación en TICs, poner énfasis en la ciberseguridad y transformar los puestos de trabajo que se vean afectados.

Conociendo los beneficios de la integración y los instrumentos de apoyo que brinda, se recomienda hacer uso de los mismos para lograr un desarrollo conjunto. El Mercosur, la ALADI, la OMC y demás grupos internacionales a los que pertenece el país pueden incentivar la Industria 4.0 desde distintos ejes, como la educación, los modelos de negocio, la financiación y la inversión.

Cultura empresarial

La falta de una cultura que motive la innovación, el crecimiento y la digitalización de las empresas, fue marcada como una gran debilidad del sector en el país. Así como el desinterés en trabajar en conjunto con la competencia para obtener beneficios mutuos. Sin embargo, cambiar el modelo con el que opera una empresa no es una tarea fácil y, por lo tanto, quienes deben ser precursores son las nuevas generaciones.

Crear una mentalidad empresarial que apueste a los cambios depende de recursos humanos nuevos, capacitados para ello, y de un contexto favorable que lo motive. El sector educativo, principalmente el universitario, tiene la tarea principal de formar profesionales preparados para tendencias disruptivas y escenarios cambiantes. Asimismo, el gobierno debe propiciar un ambiente seguro para los negocios y las inversiones, mecanismos de apoyo, financiación, capital de riesgo, asesoría e incentivos fiscales.

Sumado al trabajo del sistema educativo y del gobierno, las empresas en sí mismas juegan un rol importante. La existencia de cooperativas por sectores o rubros son comunes en el país, pero su actuación está acotada a ciertos escenarios. Oleggini, durante la entrevista, mencionaba la falta de cooperación para inversiones conjuntas, un instrumento eficiente y ampliamente utilizado en otros países pero que no funciona en Uruguay. Crear las garantías y el ambiente adecuado para su uso, es tarea de las empresas.

Una de las estrategias de competitividad que puede ser considerada es la creación de clusters. El término se refiere a un conjunto de empresas localizadas en un mismo lugar, que compiten en un negocio similar e incluyen instituciones interrelacionadas. Puede tratarse tanto de empresas complementarias, que trabajan en una misma cadena de valor, como empresas productoras de bienes y servicios complementarios, pero también en competencia entre ellas. Esta estrategia potencia grandes y pequeñas empresas, mejorando su competitividad en el exterior. Uno de los programas que impulsó esto fue el denominado PACPYMES, centrado en la promoción de la internacionalización de las pymes. El mismo contaba con tres mecanismos principales, enfocados en la internacionalización de las empresas, la formación de redes de negocio y la articulación público-privada para fomentar el desarrollo local y los clusters. PACPYMES fue resultado de un acuerdo de cooperación entre la EU y el gobierno uruguayo, y fue realizado entre 2006 y 2009 con resultados positivos (Presidencia, 2010).

La visión a futuro es otro punto esencial que las empresas deben estudiar. Establecer objetivos y lineamientos a seguir de acuerdo a los mismos, coordinar a

todos los empleados y crear una estrategia que atienda la inversión, los plazos y los recursos necesarios. En Uruguay no todas las empresas tienen la capacidad de invertir en tecnologías 4.0 y conseguir un retorno viable, ni todas las empresas tienen expectativas de crecimiento que requieran digitalizar todos los procesos. Por estas razones, cada caso debe ser estudiado y establecer objetivos según su visión.

Las recomendaciones, por lo tanto, son crear y enfocarse en un plan de acción, contratar empleados que aporten al objetivo general de la empresa y estudiar y conocer los beneficios de ser parte de la Industria 4.0, lo cual genera confianza para invertir. También se debe considerar que es una tendencia que debe adoptarse para continuar en el mercado. En un futuro cercano, la falta de competitividad obligará a las empresas a incorporar tecnologías, por lo que iniciarlo de forma independiente, sin esperar situaciones como el coronavirus, permite estar mejor posicionado.

Futuro del empleo

La pérdida de empleo por el avance de la tecnología es una realidad que debe ser atendida y mitigada por políticas gubernamentales, empresariales y de los propios empleados. Los profesionales, en primer lugar, deben tener la capacidad de analizar su futuro laboral antes de crearlo. Es decir, deben conocer si la carrera que desean estudiar tiene lugar en el futuro del trabajo.

Para que ello suceda, los incentivos educativos deben acompañar estas decisiones. En Uruguay, se dictan numerosas carreras imprescindibles para el desarrollo de la Industria 4.0, pero los egresados suelen ser escasos, como ocurre en las facultades de ingeniería. Dar a conocer estadísticas sobre los puestos más demandados, destacar las habilidades que se buscan en las empresas, incentivar el trabajo desde antes de graduarse e incluir nuevas carreras y tecnicaturas esenciales, son algunas de las acciones que pueden realizar las universidades.

Por otro lado, la falta total de empleo en el futuro es una alternativa poco probable. Si bien se eliminan puestos, se crean más y mejores, enfocados al nuevo mundo que se está creando. Lo que sí es cierto y debe ser atendido es la reconfiguración de empleos. Mientras que los jóvenes tienen la posibilidad de comenzar a estudiar profesiones con futuro, los adultos deben adaptarse a los cambios y reestructurar su formación para poder seguir siendo parte del mercado laboral.

Conclusiones

La Industria 4.0 es un fenómeno que está abriendo las puertas en el mundo empresarial, pero que impacta también en otros ámbitos. Mientras que las industrias logren incorporarla, adaptarse y avanzar a la par, los beneficios que genera son múltiples: mayor competitividad, personalización, menores costos, rapidez de entrega y previsibilidad. Sin embargo, siempre existen sectores más vulnerables y rezagados ante cambios disruptivos.

La investigación ha logrado responder a los objetivos planteados de forma completa. Respecto a los específicos, en primer lugar, se conoció en profundidad el fundamento teórico de la Industria 4.0. Se estudió su origen, evolución y tendencias para tener una base que ayude a cumplir el resto de los objetivos.

A continuación, se investigaron los riesgos y oportunidades que presenta. Sobre los mismos se plantean diversas posiciones, algunas contradictorias entre sí, como en el caso del futuro del empleo. Se entiende que tanto los riesgos como las oportunidades son comunes a toda la sociedad, sin diferenciar rubros, tamaño de la empresa o nivel de desarrollo del país. Aún así, afectan en mayor o menor medida según las acciones que se tomen.

En tercer lugar se pudo conocer la situación del país respecto a esta tendencia. Este objetivo fue respondido en base a entrevistas realizadas a expertos. Se concluye que el camino para avanzar es largo, pero que los primeros pasos se han dado, como tener buena conectividad en todo el territorio. La visión a futuro es optimista y la cantidad de pymes que caracteriza al país se ve como una ventaja, porque en empresas más pequeñas los grandes cambios cuestan menos. En líneas generales, Uruguay está lejos de convertirse en un pionero de las nuevas tecnologías. Se deben implementar cambios profundos en la educación, la cultura empresarial, el gobierno y los trabajadores.

El último objetivo específico se enfocó en reunir la información obtenida para elaborar propuestas que impulsen la Industria 4.0. Se reconoce como una tarea difícil crear un plan de acción cuando los ejes que requieren cambios estructurales son numerosos. Sin embargo, se considera como cumplido el objetivo. La conclusión final es que cada parte debe actuar de forma independiente pero alineada para lograr un avance significativo. Se identificaron acciones que han realizado las partes que si bien no apuntan directamente a la Industria 4.0, colaboran. Se destaca la UTEC en el ámbito educativo, el rol de la ANII por parte del gobierno, el rol de las pymes para impulsar al país y la adaptación del consumidor final.

Cumplidos los objetivos específicos, el general ha sido respondido a partir de ellos. Se estudió el avance de la Industria 4.0 a nivel mundial para luego conocer su situación local. Se concluye que no depende del país su incorporación o no, y tal como ocurrió con revoluciones industriales anteriores, ésta se instalará en el futuro empresarial estén o no preparadas las empresas. El coronavirus fue y sigue siendo uno de sus aceleradores y funcionó como alarma para recordar que el e-commerce, el teletrabajo, la automatización serán claves en el futuro, así como para remarcar que ciertos avances se deben tomar por iniciativa propia, sin esperar situaciones imprevistas que los obliguen, principalmente a estar mejor preparado.

Bibliografía

Ariza, N. (15 de marzo de 2018). De la Logística 1.0 a la 4.0: ¿Cómo llegamos aquí? Recuperado el 05 de septiembre de 2020, de Stock A Bee: <https://www.stockabee.com/logistica-1a4/>

Ayerbe, A. (2018). La ciberseguridad de la industria 4.0: un medio para la continuidad del negocio. *Economía industrial*, (410), 37-46.

Ballesteros, F., y Pérez, M. (2017). El papel del Estado ante la digitalización de la economía. *Estrategia digital y políticas públicas*. ICE, *Revista de Economía*, (898).

Barleta, E., Pérez, G., y Sánchez, R. (2020). La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0.

Calatayud, A., y Katz, R. (2019). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina (Vol. 744). Inter-American Development Bank.

Centro de Ciberseguridad Industrial CCI. [En línea]. Disponible en: <https://www.cci-es.org/>

Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management* (1 ed.). Prentice Hall: Pearson.

De la Fuente, E., y Mazaeda, R. (2016). *Industria 4.0*. (Trabajo Fin de Grado). Universidad de Valladolid, Valladolid.

Echeverría Samanes, P. y Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 12(2), 4–34. <https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/10.19083/ridu.2018.831>

Fassio, A., Pascual, L. y Suárez, F. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Cap 3.

Geinfor (2017). ¿Qué es la Industria 4.0? Disponible en: <http://geinfor.com/blog/industria-40/>

Gerbert, P., Lorenz, M., Rükmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., y Harnisch, M. (9 de Abril de 2015). Boston Consulting Group. Obtenido de *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx

Gradiant (16 de Noviembre de 2016). Seis tecnologías para explicar la Industria 4.0. Disponible en: <https://www.gradiant.org/noticia/tecnologias-industria-4-0/>

González, F. (Abril de 2020). La Cuarta Revolución Industrial. Recuperado el Agosto de 28 de 2020, de ESIC: <https://www.esic.edu/rethink/comercial-y-ventas/logistica-4-0-que-es-y-que-ventajas-tiene-su-uso-con-la-tecnologia>

Hernández Sampieri (2010) Metodología de la Investigación. Quinta Edición. Cap. 1 Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. (p. 2 a 23).

IMF. (10 de junio de 2019). ¿Qué es la logística 4.0?. Recuperado el Septiembre de 1 de 2020, de Blog de Logística: IMF: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/logistica-4-0/>

IMPO (24 de abril de 2019). Decreto N° 92/014. Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de IMPO: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/92-2014>

Interempresas. (16 de junio de 2019). La revolución de la Logística 4.0. Recuperado el septiembre de 10 de 2020, de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/247231-La-revolucion-de-la-Logistica-40.html>

León Llorente, C. (2020). Robotización, ¿sólo cambiará el empleo?. Empresa y Humanismo, 23(1), 9–33. <https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/10.15581/015.XXIII.1.9-33>

López, J. F. (2016). Tercera Revolución Industrial. Recuperado el Septiembre de 05 de 2020, de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/tercera-revolucion-industrial.html#:~:text=La%20Tercera%20Revoluci%C3%B3n%20Industrial%20es,las%20comunicaciones%20o%20la%20energ%C3%ADa.&text=Su%20base%20es%20la%20confluencia,tecnolog%C3%ADas%20de%20comunicaci%C3%B3n>

López, S. (2019). BID: “los esfuerzos por proteger el espacio digital no han avanzado al mismo ritmo que el proceso de digitalización”. Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de La Mañana: <https://www.xn--lamaana-7za.uy/actualidad/bid-los-esfuerzos-por-proteger-el-espacio-digital-no-han-avanzado-al-mismo-ritmo-que-el-proceso-de-digitalizacion/>

Mell, P., y Grance, T. (2011). “The NIST Definition of Cloud Computing,” National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication 800-145, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>

Mendoza de Puelles, B. (2018). Uso, desarrollo, perspectivas y repercusión de la fabricación aditiva. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla.

Merlos Patiño, L. A., Casique Guerrero, A., Alejos Gallardo, A. A., y Hernández Soto, D. (2019). Retos para la Cuarta Revolución Industrial: Industria 4.0 y las competencias para sus perfiles profesionales. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, 11(9), 2277–2282.

Miranda Peña, J. O., Fernández, J. A. B., y Hernández Gómez, L. H. (2019). El impacto de las nuevas tecnologías: un impulso para la industria 4.0. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, 11(6), 1602–1606.

Naya, S. (2018). Nuevo paradigma de Big Data en la era de la Industria 4.0. TOG (A Coruña), 15 (27), 4-9. Disponible en: <http://www.revistatog.com/num27/pdfs/editorial2.pdf>

Neosentec (2017). Realidad aumentada en la Industria 4.0. Recuperado el 2 de Noviembre de 2020 de <https://www.neosentec.com/realidad-aumentada-en-la-industria-4-0/>

Presidencia (2019). Empresas más competitivas. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/noticias/2010/06/2010061506.htm>

Revuelta Martinez, T. (2019). Aplicación de la industria 4.0 en el área de la logística.

Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. UIS Ingenierías, 19(2), 177–191. <https://doi-org.proxy.timbo.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>

Ocaña, J. L. (2018). Las Tecnologías de Fabricación Aditiva: oportunidades y retos para la industria. Universidad Politécnica de Madrid, Centro Láser UPM, Madrid.

OIT. (2017). El futuro del trabajo que queremos: un diálogo global. Organización Internacional del Trabajo.

Vargas Jiménez, L. L., y Ayala García, Y. (2019). Implicaciones de la revolución 4.0 en las operaciones logísticas propias de los negocios internacionales.

Yépez, C. A. Z., Kuffó, E. G., Velásquez, M. V., y Medranda, Y. F. (2020). Beneficios y desafíos del uso de las TIC en la cadena de suministro. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI, 8(15), 128-142.

Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., y Bocarando Chacón, J. G. (2017). El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *ConCiencia Tecnológica*, 33-45.

Anexos

Pauta de entrevista

1. ¿Qué entiende por Industria 4.0? ¿Cómo la definiría con sus palabras?
2. Se considera que esta revolución industrial se diferencia de las anteriores por ser más compleja, de mayor impacto y generar transformaciones a una velocidad que el humano no llega a adaptarse. ¿Está de acuerdo?
3. ¿Cuáles considera que son sus ventajas y sus desventajas? ¿Cómo se aplica al caso de Uruguay?
4. Al tratarse Uruguay de un país pequeño y en desarrollo, donde la mayoría de las empresas son pymes, ¿esta Industria 4.0 trae más ventajas o desventajas?.
5. ¿Cuál considera usted que es la situación de Uruguay respecto a esta tendencia en comparación con países de la región?
6. ¿Cree que Uruguay tiene las herramientas necesarias para adoptar esta tendencia? (particularmente en recursos humanos y financieros).
7. ¿Qué le recomendaría a las empresas uruguayas para adaptarse a estos cambios y no quedarse atrás?
8. ¿Cree que las empresas uruguayas invierten en nuevas tecnologías o lo consideran inversión con bajo retorno?
9. Impactos en el empleo: ¿Cómo cree que será el empleo en el futuro?. Hay quienes plantean la existencia de un “salario único universal” ante la falta de empleo, mientras que otros plantean que se crearán nuevos puestos que reemplazarán a los que se eliminarán.
10. Impacto en la educación: Las personas deben capacitarse en nuevas profesiones y para ello dependen de las instituciones educativas, ¿Considera que en Uruguay se está actuando al respecto o aún no está del todo adaptado al futuro?
11. ¿Qué profesiones considera que serán imprescindibles en el futuro y cuáles dejarán de existir?
12. Impacto en legislación y gobierno: ¿Cuál es el rol que debe tomar el Gobierno: incentivar y apoyar el uso de estas tecnologías y/o gravarlas impositivamente?
13. Impacto del coronavirus: Si bien la situación actual afectó a las industrias tradicionales, ¿considera que en el caso de algunas empresas la pandemia impulsó su crecimiento y aceleró su adaptación tecnológica?
14. ¿Cómo cree que esta tendencia impacta en los consumidores uruguayos?