



**XXI Colóquio Internacional de Gestão Universitária**  
*Desafios da Gestão da Educação Superior na América Latina e Caribe pós-pandemia:  
Inovação, Integração e Interculturalidade*

Cidade de Loja - Equador  
18, 19 e 20 de janeiro de 2023



## **AVANCES SOBRE LA FORMACIÓN PROFESIONAL<sup>1</sup> PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA TRANSFORMADORA DE ARGENTINA**

**Elida Noemí Alvarenga**  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Avellaneda  
[enalvarenga@fra.utn.edu.ar](mailto:enalvarenga@fra.utn.edu.ar)  
[elidanova@yahoo.com.ar](mailto:elidanova@yahoo.com.ar)

### **Resumen**

Este trabajo aborda la problemática de la Formación Profesional para satisfacer los requerimientos de la implementación de la industria 4.0 en el sector transformador por inyección de materiales plásticos. En este sentido, nuestro cuestionamiento principal, que guiará la investigación, pretende responder a ¿Cómo se articulan las condiciones y necesidades del sector del plástico en torno a los nuevos oficios de la industria 4.0 con los marcos conceptuales sobre formación en competencias digitales, las estrategias pedagógicas y el acelerado avance tecnológico? Para ello, se prevé develar la construcción de las nuevas prácticas formativas moldeadas por las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 para el sector de inyección de materiales plásticos. El presente trabajo muestra los avances de la investigación en este sentido, dado que se está realizando el trabajo de campo, con lo cual no están presentes todos los resultados de la investigación. La metodología aplicada es exploratoria-relacional, dado que, en la última etapa se pretende diseñar un modelo de formación profesional para este sector de la industria. Solo se arriban a conclusiones parciales que se desprenden del análisis bibliográfico respecto del estado en Argentina y en el ámbito internacional, además de la experiencia personal en la capacitación de estos recursos humanos para las empresas de todo el territorio de argentina, dado el grado de avance desarrollado en la investigación.

**Palabras Claves:** Industria 4.0, Formación Profesional, Competencias, Industria plástica.

---

<sup>1</sup> La Formación Profesional en Argentina corresponde la formación y capacitación de los cuadros operativos y mandos medios de la industria, además de otros sectores laborales independientes; en su gran mayoría está a cargo de los sindicatos de cada sector industrial.

## 1. Introducción

En la actualidad, los grandes cambios sociales y tecnológicos que estamos vivenciando influyen permanentemente en nuestras relaciones económicas, laborales, sociales e interpersonales. En 2005 se creó la Agenda Digital Regional para América Latina y el Caribe (eLAC) y a partir de entonces los desafíos en materia digital han aumentado sus niveles de complejidad, con una indiscutible necesidad de optimizar los mecanismos, no solo, en todas las áreas, donde el ser humano desempeña una diversidad de roles, sino también en todas sus dimensiones de aplicación de capacidades técnicas y digitales a personas, procesos, productos y servicios para mejorar la eficiencia, la propuesta de valor, gestionar el riesgo y describir nuevas oportunidades en la generación de ingresos para sustentar la vida, en concordancia con estos innovadores y vertiginosos cambios en la que “era digital” nos envuelve. No obstante, la tecnología debe estar respaldada por políticas de estado para que suscite la igualdad y proteja los derechos de los individuos, por un lado, y, para ser una guía esencial de los modelos de desarrollo de cada país, por el otro.

Si bien la imposición de medidas sanitarias para enfrentar el COVID-19, han inhibido la circulación hacia el trabajo, la recreación, incluso, las compras de distinta índole y envergadura; en consecuencia, ha ocasionado un salto cuántico en el uso, por parte de la población, de redes de telecomunicaciones para resolver estas y otras problemáticas, como el aprovisionamiento de bienes, la conectividad social, y acceso a información. Sin embargo, al mismo tiempo, se revelaron también las enormes brechas que existen en la adopción de estas tecnologías, condicionadas por los desafíos estructurales de América Latina y el Caribe. Del mismo modo, el desarrollo del sistema digital en su conjunto, alcanza una relevancia distintiva, dado que las soluciones digitales en los ámbitos de la salud, la educación, el trabajo y el comercio han logrado una relación dominante a la hora de conservar la dinámica socioeconómica en los diversos países.

En la pospandemia, no solo, los sistemas digitales siguen siendo un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de un país, sino que están evolucionando activamente, generando capacidades de recolección, procesamiento y análisis de datos que permiten una mejor planificación, gestión y desarrollo de nuevos servicios sobre las infraestructuras, de modo de mejorar la protección de los derechos de los individuos, además de tornarse una guía imprescindible para los modelos de desarrollo de cada país. La 4<sup>o</sup> revolución industrial, evidencia la reformulación de los métodos, modelos y el modo de generar y efectuar los negocios, aplicando inteligencia artificial, el uso de robots, la realidad virtual, la nanotecnología, internet de las cosas, entre otros aportes tecnológicos, cuya implementación se da a nivel mundial en diferentes tiempos y formas para cada país y sector de la industria, por lo cual, obtendrán mayores o menores beneficios para la reducción de costos y aumento de ingresos.

Si bien, fue Alemania el primero país en crear el concepto de la industria 4.0, “facilitándole a las empresas una conexión y una automatización en los procesos” (Lu, 2017), mientras que China creó el plan estratégico Made in China 2025 con el propósito de “impulsar la industria y mejorar la producción, haciéndola mucho más eficiente, y logrando el reconocimiento como pionero en producción a nivel mundial”. Asimismo, Estados Unidos avanzó con la Asociación de fabricación avanzada que “busca aprovechar la tecnología, contando con materia prima de un nivel más avanzado” (Kuo et al, 2019). No obstante, actualmente se percibe que, “los países latinoamericanos han avanzado muy poco en la revolución industrial 4.0”, Guo (2018) supone que “se debe a que las organizaciones de estos países se rehúsan a realizar cambios, ya

sea por desconocimiento del tema, por escasa economía, o porque simplemente les aterrera lo desconocido” (Guo et al., 2018)<sup>2</sup>.

En cuanto a las competencias y habilidades de los recursos humanos que transformaran las instituciones, industrias y empresas para la industria 4.0, se presenta un gran margen de oportunidades para desarrollar el talento de los empleados implicados, tanto para los existentes, así como, para los nuevos puestos de trabajo. En este sentido, las Naciones Unidas presenta un análisis de la situación global,<sup>3</sup> donde los participantes arriban a distintas conclusiones, entonces: la OIT estima que el paso a una economía más ecológica podría “crear 24 millones de nuevos puestos de trabajo en todo el mundo para 2030” mediante la adopción de prácticas sostenibles “en el sector de la energía, el uso de vehículos eléctricos y el aumento de la eficiencia energética en los edificios actuales y futuros”; mientras que los informes de grupos como McKinsey sugieren que “800 millones de personas podrían perder sus empleos debido a la automatización de aquí a 2030”. A su vez, “las encuestas revelan que la mayoría de los empleados temen no tener la formación o las habilidades necesarias para conseguir un trabajo bien remunerado”. Sin embargo, existe amplio consenso en cuanto a que “la gestión de estas tendencias exigirá que cambiemos nuestro enfoque respecto de la educación” y, lo expresan: “poniendo más énfasis en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas; enseñando aptitudes interpersonales y resiliencia; y asegurando que la gente pueda volver a capacitarse y adquirir nuevas habilidades a lo largo de su vida”.

Según un estudio del Foro Económico Mundial, un 88% de las empresas reconocen que “no terminan de interpretar las implicaciones de la industria 4.0 para sus modelos de negocios”, empresas e industrias. No obstante, “todas reconocen la necesidad de implementar transformaciones que se traduzcan en mejoras competitivas”. Es así que consideran que “resulta indispensable entonces contextualizar a las empresas e industrias en el entorno 4.0, y redirigirlas a nueva lógica donde las personas, los procesos y la tecnología estén íntimamente integrados entre sí y para beneficio del cliente”. En esta componenda, las alianzas entre las empresas, los sindicatos y la universidad resulta indispensable, para la Formación Profesional dirigida a sustentar la formación, capacitación y actualización de los recursos humanos implicados en el vertiginoso cambio que producen los sistemas digitales, donde la educación superior debe jugar un rol preponderante a la hora de capacitar y formar para los nuevos roles laborales para la industria 4.0, dado que tiene las herramientas, los docentes formados en las distintas disciplinas y el conocimiento para llevar adelante estos propósitos, así como el potencial para diseñar ofertas de formación de acuerdo a los perfiles requeridos para cada caso, no obstante, la interrelaciones de conocimiento de cada área e institución juega un rol fundamental para que la universidad pueda definir ofertas pertinentes y de permanente actualización.

El tema de nuestro trabajo de investigación atañe al estado de Formación Profesional para capacitar a los mando medios, de modo de analizar en qué condiciones podrán afrontar la implementación de la industria 4.0 en el sector transformador por inyección de materiales plásticos. Si bien se encuentra en una etapa intermedia, todavía en curso, nos encontramos iniciando el trabajo de campo, ya se ha validado el formato de las encuestas y se están concretando las mismas; en cuanto a las entrevistas se está formalizando el modelo para, en un próximo paso proceder a su concreción. En este contexto, presentamos aquí un análisis de los avances de la búsqueda bibliográfica y la experiencia personal sobre la capacitación de los

---

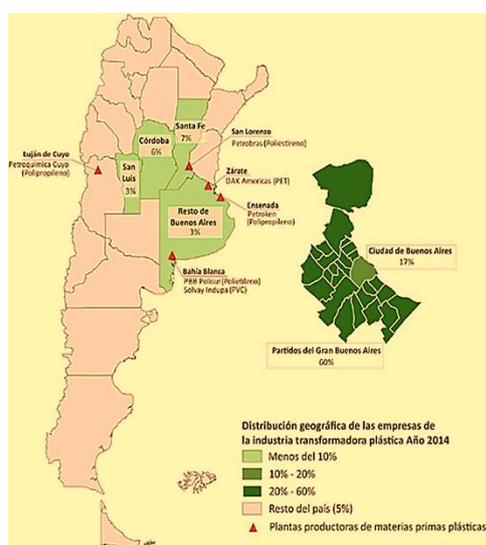
<sup>2</sup>[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33593/1/2021\\_an%C3%A1lisis\\_industria\\_latinoam%C3%A9rica.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33593/1/2021_an%C3%A1lisis_industria_latinoam%C3%A9rica.pdf)

<sup>3</sup> En 2020 las Naciones Unidas pusieron en marcha una conversación global sobre cómo construir un futuro mejor para todos. Mediante encuestas y diálogos se preguntó a 1,5 millones de personas de todos los países y todos los sectores de la sociedad cuáles eran sus prioridades para el futuro y qué ideas proponían para actuar. Informe disponible en: <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

recursos humanos de este sector industrial, y nuestros cuestionamientos sobre las necesidades de formación y capacitación para la implementación de la industria 4.0 para el sector transformador por inyección de materiales plásticos de Argentina.

## 2. El estado de desarrollo de la Industria Plástica Argentina

El sector transformador de la Industria Plástica se dedica a la elaboración de productos plásticos a partir de la transformación de materias primas de origen petroquímico. Dentro de ella encontramos diferentes sectores: la producción de materias primas; de productos semielaborados y de productos terminados (sector transformador); sector de producción de máquinas para la industria transformadora plástica, sector de diseño de moldes (matricería para inyección, termoformado) y la industria del reciclado de los materiales plásticos. Este sector se caracteriza por manufacturar productos semielaborados (que son insumos para otras industrias) y productos plásticos terminados para el consumo final: envases, materiales de construcción, electricidad y electrónica, medicina, etc., por lo cual, al sector transformador se lo denomina industria de industrias.

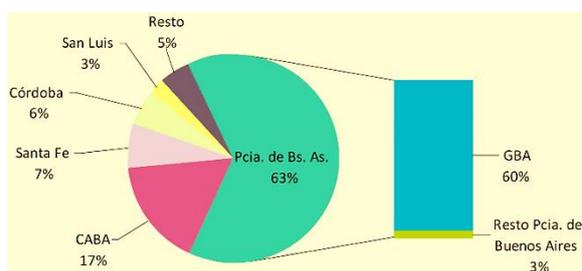


**Grafico 1:** Distribución geográfica de la industria plástica Argentina  
**Fuente:** Cámara de la industria plástica

Según el informe de Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas Presidencia de la Nación (2016) la industria transformadora plástica está compuesta principalmente por Pymes de capital nacional y representa un importante generador de empleo (más de 54.000 puestos registrados). En cuanto a la localización geográfica del sector transformador de la industria plástica, casi dos tercios de las empresas se encuentran en la provincia de Buenos Aires (mayormente en el Gran Buenos Aires), siguiéndole en orden de importancia la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y San Luis.

No obstante, la distribución geográfica para las industrias petroquímicas, productoras de materias primas difiere notablemente respecto al sector transformador de plásticos, dado que la mayor parte de estas plantas, se ubican en la provincia de Buenos Aires: en el Polo Petroquímico Bahía Blanca y de Ensenada, en el área de Zárate-Campana y en la provincia de Mendoza a grandes distancias de la industria transformador, por lo cual encarece en varios casos, la transformación de algunos productos. Mientras que el repartimiento geográfico para el sector transformador, según la cámara de la industria plástica transformadora (CAIP) para el año 2016, era de aproximadamente 2.805 empresas de manufacturas plásticas en el país; el

77% localizada en el AMBA<sup>4</sup>, integrada mayormente por PyMEs de las cuales alrededor del 60/63% están radicadas en el Conurbano Bonaerense<sup>5</sup>. Este sector, en este mismo año, representó el 1,5 del PBI y el 10,1 % del PBI Industrial.

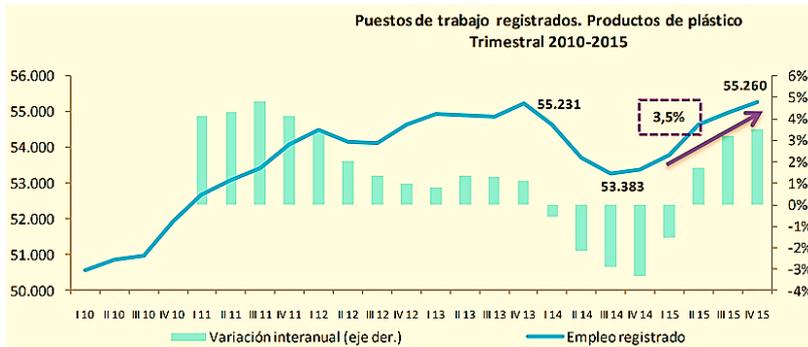


**Grafico 2:** Porcentajes de la industria plástica distribuida en el territorio argentino  
**Fuente:** Cámara de la industria plástica

En la última década los datos publicados en el informe de 2016 de la Subsecretaría de Planeación Económica del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas Presidencia de la Nación, sobre el empleo registrado generado por la cadena ascendió a 58.500 puestos en el cuarto trimestre de 2015, lo cual representaba el 4,3% del empleo industrial y el 0,8% del total de la economía. La mayor parte del empleo corresponde a la fabricación de productos de plástico (sector transformador) que sumó 55.260 puestos, mientras que el empleo en la fabricación de materias primas plásticas y caucho sintético ascendió a 4.036 puestos. Considerando la evolución reciente de estas variables, se destaca en el caso del empleo del sector transformador un importante crecimiento desde el primer trimestre del 2010, hasta el tercer trimestre de 2013, cuando el número de trabajadores registrados alcanzó un pico de 54.983. A partir de ese momento, el empleo entra en una fase de caída hasta el tercer trimestre de 2014 y luego se inicia una recuperación que continúa hasta el cuarto trimestre de 2015. Los niveles de empleo para este último trimestre son un 3,5% superior a los de igual periodo del año anterior. Si bien, en 2015 en el contexto del sector manufacturero argentino, el sector transformador de la industria plástica (plástico y caucho) representa un 55,2 % de capacidad instalada, no obstante, la utilización de la capacidad instalada en la industria alcanzó en promedio 55,7% en el año 2020, registrando los mismos niveles que en 2002. En línea con la actividad fabril, la utilización de la capacidad instalada en la industria se redujo en -3,7 partes porcentuales con respecto a 2019, acumulando tres años consecutivos a la baja. Sin embargo, en diciembre fue del 58,4%, 1,5 puntos porcentuales por encima del mismo período del año anterior. Estas variaciones las podemos atribuir a que las plantas productoras han tenido restricciones operativas de tipo estacional vinculadas a la escasez de materia prima ya que durante los meses de invierno el polo petroquímico de Bahía Blanca ve reducido el suministro de líquidos de gas natural a partir del cual se obtiene etano, materia prima de base para la elaboración de polietileno y PVC. No obstante, en 2017 la producción tuvo un crecimiento de 0,7%, debido justamente, entre otros factores, el mayor suministro de gas para el sector petroquímico (mayor producción) y un invierno más benigno que otros años. Mientras que en el acumulado a noviembre de 2018 el IPI de materias primas plásticas y caucho sintético tuvo un retroceso de 0,3% mientras que la variación interanual de diciembre fue de 9,1%.

<sup>4</sup> Constituido por las localidades de Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Conurbano bonaerense, incluida La Plata y Ensenada.

<sup>5</sup> Primero, segundo y tercer Cordón de localidades que se ubican aledañas y contiguas a CABA.



**Gráfico 3:** Cantidad de empleos registrados (2010-2015)

**Fuente:** Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas Presidencia de la Nación

DISTRIBUCIÓN POR NUMERO DE TRABAJADORES			ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA		
AÑO	TRABAJADORES	PORCENTAJE	AÑO	N° DE PLANTAS	TRABAJADORES
2018	De 1 a 10	70,5	1990	3.500	38.000
	De 11 a 50	24,0	1995	2.600	30.000
	De 51 a 100	3,5	2000	2.385	32.300
	Más de 100	2,0	2006	2.285	45.500
			2008	2.680	47.800
			2010	2.710	50.600
			2015	2.805	55.560
			2018	2.650	50.350

**Gráfico 4: a.** Distribución de Trabajadores

b. Estructura de la industria plástica argentina

**Fuente:** CAIP. Anuario Estadístico de la Industria Plástica. Buenos Aires: 2018



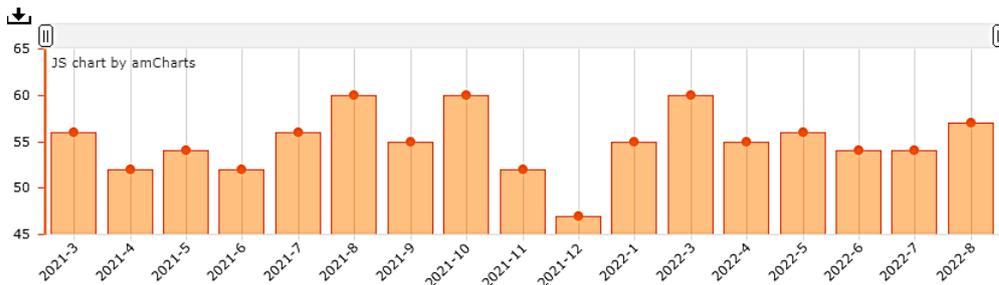
**Gráfico 5:** Fluctuación de la distribución de Trabajadores registrados totales y privados (2017-2019)

**Fuente:** Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas Presidencia de la Nación

Durante la pandemia el impacto por el COVID-19 afectó a casi todos los ámbitos de la vida a partir del 2020. Las diversas medidas, especialmente los confinamientos prolongados en varios países y regiones del mundo, también repercutieron en amplios sectores de la industria del plástico. Muchas aplicaciones importantes colapsaron en todos los ámbitos. Por tal motivo, no era de esperar que en 2020, por primera vez, desde la gran crisis económica mundial de 2008/2009, se volvieran a producir descensos en el consumo y la producción de plásticos y caucho, así como en la industria de maquinaria asociada.

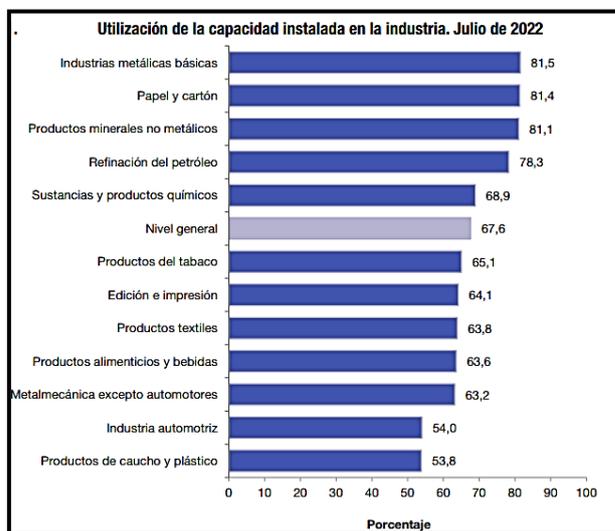
Asimismo, también durante toda la pandemia el Caucho y plástico cayó a niveles similares a los registrados en 2003, arrastrado por la crisis de la industria automotriz, generó una dinámica similar a la de las crisis más profundas del sector y la acumulación de fases recesivas en la última década, lo cual llevó la serie al nivel mínimo desde 2003 (la salida de la crisis de la Convertibilidad). Las medidas de aislamiento afectaron más a la producción y la demanda de caucho y sus derivados (a los que se relaciona más con la industria automotriz) que a la de plástico, más vinculada a actividades esenciales –como alimentos y farmacéuticos–. Asimismo, también durante toda la pandemia el Caucho y plástico cayó a niveles similares a los registrados en 2003, arrastrado por la crisis de la industria automotriz, generó una dinámica similar a la de las crisis más profundas del sector y la acumulación de fases recesivas en la última década, lo cual llevó la serie al nivel mínimo desde 2003 (la salida

de la crisis de la Convertibilidad). Las medidas de aislamiento afectaron más a la producción y la demanda de caucho y sus derivados (a los que se relaciona más con la industria automotriz) que a la de plástico, más vinculada a actividades esenciales –como alimentos y farmacéuticos–.

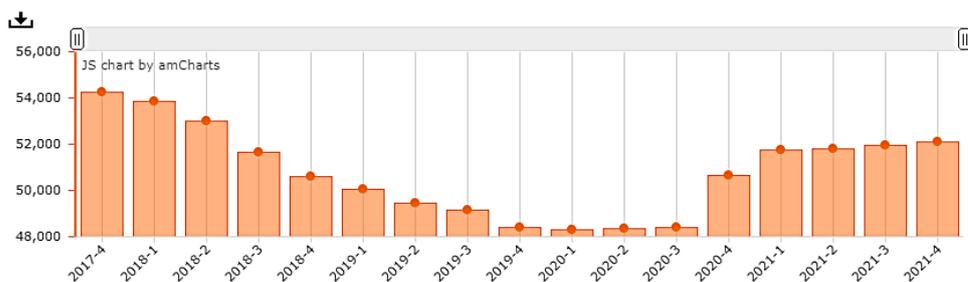


**Gráfico 6:** Utilización de la Capacidad Instalada en la Industria en porcentajes (Marzo 2021 a Agosto 2022)  
**Fuente:** INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas Económicas.

De esa forma, el segundo segmento impidió que la crisis actual sea más acentuada que otras, incluso recientes. La recuperación que se observa a partir del mínimo registrado en abril de 2020 se explica por el impulso de la industria automotriz y la reactivación de la industria plástica no ligada a sectores esenciales. El nivel de producción alcanzado en febrero de 2021 es el mayor desde mediados de 2018. En este contexto, si observamos la utilización de la capacidad instalada, las variaciones en los dos últimos años, durante 2021 y después de la pandemia en 2022, según datos de la CAIP para la utilización de la capacidad instalada presento fluctuaciones hasta octubre de 2021, presentando la mayor caída en diciembre de 2021 (-10%), luego presenta aumentos significativos y con muy pequeñas fluctuaciones prácticamente se mantiene en +- 55%.



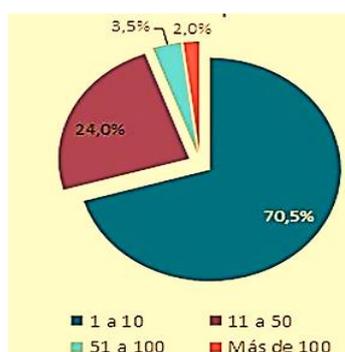
**Gráfico 7:** Utilización de la Capacidad Instalada/por tipo de industria en porcentajes (Julio 2022)  
**Fuente:** INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas Económicas.



**Gráfico 8:** Empleo registrado, fabricación productos plásticos (serie histórica en valores absolutos, abril 2017 - abril 2021)  
**Fuente:** INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas Económicas.

En cuanto al tipo de empresas, se clasifican respecto al tamaño en base a la cantidad de empleados operativos; para 2016 se registraron 2.651 empresas y la cantidad se mantiene estable desde 2008 (igual tendencia que el total industrial). La morfología actual del sector responde a la capacidad de adaptación que tuvieron las empresas en los últimos veinte años. Al respecto, se pueden diferenciar cuatro tipos de firmas:

- Medianas de capital nacional que producen productos diferenciados: se trata, en general, de empresas familiares, que constituyen el núcleo fundador de la industria plástica en la Argentina. Poseen maquinaria y equipos modernos, y muchas de estas firmas son exportadoras. Algunas de estas firmas se ubican en los segmentos de caños, compuestos de PVC, bandejas de PS, films de PE, entre otras.
- Medianas que producen commodities: el caso típico es el de los productores de bolsa camiseta y rollos de arranque para supermercados.
- Transnacionales: mayormente son medianas o medianas grandes, que ingresaron a nuestro país a través de la compra de firmas locales o instalando sus propias plantas.
- Pequeñas familiares: suelen abastecer a pequeños segmentos de mercado o realizan trabajos para terceros. Presentan poco grado de sofisticación tecnológica.



**Gráfico 9:** Porcentaje de empresas según el tamaño por cantidad de empleados operativos.  
**Fuente:** Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (SSPMicro) con datos de CAIP

## 2.1 Las necesidades de Formación Profesional de la industria Plástica Argentina

En la presente investigación, se analizan las condiciones y características de las empresas del sector transformador del plástico, específicamente en la región del AMBA de Argentina, teniendo en cuenta principalmente, el estado de arte actual y las necesidades de Formación Profesional específica de los empleados del sector productivo por transformación de materias primas a productos plásticos por inyección, de manera de conocer los requerimientos de estas empresas, para implementar la industria 4.0, de modo que su expansión se vincule a la escalada del sector y a las actividades de su organización productiva y, a la par, le permita la

generación de un *upgrading* tecnológico de sectores tradicionales, dado que la innovación de los materiales en general y, en nuestro caso particular, los plásticos, es vertiginosa en el mundo, no obstante, en nuestro país debido a una incipiente oferta de formación profesional para el sector, la aplicación de tecnologías inteligentes no evoluciona hacia estas mejoras tecnológicas. En este contexto, nuestra investigación, se encuentra en un estadio inicial posterior al análisis bibliográfico y concretando el trabajo de campo, más específicamente las encuestas a los empleados, para luego completar las entrevistas a los actores referentes del sector.

Debido a la digitalización de las actividades económicas se produce una vertiginosa y compleja transformación en la producción industrial y toda la cadena de valor que de ella se desprende, denominada, industria 4.0, concretamente en la configuración de los procesos que se verán interconectados entre equipos, dispositivos y sistemas en tiempo real. Como efecto de este nuevo modelo de concebir la industrialización, todas las instituciones educativas implicadas en la formación a de los recursos humanos para el ámbito laboral tanto de la industria, así como de todas las áreas de comercialización de sus productos, se ven obligadas, no solo a realizar una reingeniería en las ofertas de capacitación para el trabajo, sino que deben concretarlas en tiempos acelerados, dado que los cambios que trae aparejada la cuarta revolución industrial requieren de esta velocidad de respuestas. Ante este panorama todas las empresas sin importar el rubro están implicadas en estos cambios, de la cual la industria plástica, obviamente no es ajena. Al considerar los cambios requeridos para la industria y comercialización de productos y servicios, Schwab (2017) considera que se ha producido "un cambio de paradigma que está transformando a la humanidad debido a. la convergencia de sistemas digitales, físicos y biológicos. Empero la clave aquí es "el momento y la medida en que el efecto de capitalización reemplaza el de destrucción y cuán rápido se logrará la sustitución".

Asimismo, según la CEPAL, "Un efecto interesante del desarrollo y la expansión de este nuevo

Paradigma es que tiende a redefinir las fronteras sectoriales y, como consecuencia de ello, las formas de competencia prevalecientes (pág. 11)".

En este contexto, dado que esta nueva revolución tecnológica, denominada industria 4.0 exige al personal de cualquier área y rubro laboral, nuevas capacidades y competencias y, en consecuencia, una incesante formación y capacitación de saberes y experiencias laborales respectivamente, los que a su vez, deben estar interrelacionados para construir su historia laboral, como reafirma Gallart (2008): "La formación profesional, la capacitación específica y el aprendizaje en el trabajo aportan en la historia vital de cada trabajador las competencias que le permiten insertarse en el mercado de trabajo y desempeñarse laboralmente, (pag.11); por lo cual la falta de actualización de competencias no le permite insertarse adecuadamente en el mercado de trabajo. Al mismo tiempo, estas competencias, requieren de varias instancias de formación y capacitación, como también ya lo enunciaba Gallart (2008) que ha estudiado exhaustivamente esta temática en la mayoría de los países de Latinoamérica: [...] para poder utilizar con provecho las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) y ser productivo en las nuevas formas de organización del trabajo, es necesario un paso prolongado por la educación formal y una formación específica flexible (pág. 11).

Asimismo, en este mismo sentido, estamos de acuerdo con Gámez López (2021) cuando expresa que:

"Esta revolución modifica los procesos de enseñanza y aprendizaje, los métodos, las tecnologías educativas y los planes de estudio. Se trata de una revolución científica industrial y de un cambio radical de paradigma, porque supone nada menos que una transformación de la humanidad. Es una nueva manera de ver, vivir y entender la realidad, de relacionarse con los otros, de vivir en el mundo globalizado". (pág. 52)

En consecuencia, en nuestro país, dar respuestas integrales mediante la formación de recursos humanos, en competencias digitales, a la misma velocidad que se originan estos cambios, resulta dificultoso, debido a la diversidad y complejidad de la evolución de este proceso, el cual de modo de interpretar las distintas experiencias de cada país para poder arribar a conclusiones aplica se lo analiza y compara mediante según el índice de desarrollo humano<sup>6</sup> de modo de arribar a conclusiones que nos permita aplicar alguna de ellas con posibilidades de encauzar la implementación de la industria 4.0 en este sector laboral, considerando la velocidad de crecimiento y los distintos desarrollos que se presenten en nuestro país.

En Argentina, según el informe de BCG<sup>7</sup>, (2018, 2015) la incorporación de nuevas tecnologías digitales en las pymes manufactureras de Argentina resulta aún, incipiente. Del análisis de la economía industrial en latinoamericana y estudios en mipymes, se desprende que en ellas, se mantiene la dilación en la adopción de las tecnologías que se corresponden con la digitalización y automatización “tradicional”, no obstante, para la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0 es entre baja y nula. Por tal motivo, no es adecuado realizar un relevamiento mediante encuestas en la región, dado que nuestro objetivo de investigación es explorar sobre las motivaciones, beneficios y obstáculos que se presentan en la introducción de tecnologías 4.0 debido a las competencias que ostentan o no, los cuadros operativos de la producción.

En tanto que para Brasil, los estudios sobre la adopción de tecnologías es incipiente, empero algunas investigaciones (Daudt, et. al, 2018; Pereira, et. al, 2018; Vermulm, 2018; Daudt y Willcox, 2017; SEBRAE, 2015) revelan la necesidad de una mayor nivel de involucramiento y participación de su base empresarial en el paradigma digital. Mientras que De Lima y Pinto (2019) señalan que:

“la industria brasileña se encuentra aún en gran medida en la transición de lo que sería la Industria 2.0 (caracterizada por el uso de líneas de ensamblaje y energía eléctrica) a la Industria 3.0 (que aplica la automatización a través de la electrónica, la robótica y la programación). (De Lima y Pinto, 2019, citado por Carmona et al., 2020, pag.15).

El mayor problema para que la Industria 4.0 se implemente en Brasil es que la formación de recursos humanos en competencias digitales para la industrialización, está por debajo de lo esperado, por lo tanto, se dificulta la adopción de estas tecnologías. En consecuencia la economía brasileña y un soporte institucional de apoyo en la materia, plantea destacados retos en términos de “mayor coordinación de las políticas, articulación de las instituciones a nivel gubernamental, privado y académico, y la expansión de estas tecnologías a un conjunto más amplio de empresas y sectores”.

En cuanto a México, la investigación de Montaudon-Toma et al (2020) se define y describen las nuevas condiciones de trabajo y se enuncian las nociones, términos y aplicaciones asociadas a estos cambios en el entorno laboral, para revelar que competencias digitales son necesarias para la empleabilidad. Como resultado de la investigación se desprenden numerosas elementos que explican las nuevas modalidades del empleo.

---

<sup>6</sup> El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador creado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide el nivel de desarrollo de cada país atendiendo a variables como la esperanza de vida, la educación o el ingreso per cápita, mediante el cual se pueden mostrar las posibilidades de crecimiento económico de las sociedades del mundo y el modo en que sus estados les facilitan un entorno adecuado o no, para dicho objetivo y sus condiciones de vida en general. Así, encontramos: Desarrollo humano muy alto (“High Human Development”), aquellos con niveles superiores al 0,80. Desarrollo humano alto (“Medium Human Development”), cuyos niveles rondan entre 0,70 y 0,80. Desarrollo humano medio (“Medium Human Development”), cuyos niveles rondan entre 0,50 y 0,70. Desarrollo humano bajo (“Low Human Development”), ya con una valoración inferior a 0,55.

<sup>7</sup>Boston Consulting Group

En analogía al sector de inyección de Argentina, en el artículo de Interpresas<sup>8</sup>, sobre la implementación de la industria 4.0 también en México, se referencia un análisis muy exhaustivo sobre el estado del sector transformador por inyección de la industria plástica, en uno de sus párrafos se expresa:

Para la aplicación de estas metodologías, la falta de formación en el sector, de personal altamente cualificado es sin lugar a duda la causa que debilita su eslabón más débil. Esto lo he sufrido como responsable de plantas de inyección y también como formador. Al contrario que en otros países (Francia o Alemania) que tienen sistemas formativos duales, grados superiores y postgrados relacionados con la transformación de plásticos muy vinculados a las necesidades de la industria transformadora la cual nutre sus necesidades de personal altamente cualificado de estos sistemas formativos, en nuestro país hay pocos ejemplos de esta coordinación entre los estamentos oficiales de enseñanza, los entes formativos y las empresas del sector.

Entre otras instituciones de Argentina, la UNSAM<sup>9</sup> y el INTI<sup>10</sup> han creado un plan de formación para acompañar a las PyMEs argentinas en el desafío de implementar las tecnologías más vanguardistas en sus líneas de producción, en tal sentido, Valdés (2021) expresó para noticias

UNSAM: “Hay PyMEs argentinas que tienen algunas partes de sus procesos productivos automatizados, pero no conozco a ninguna que tenga un sistema integrado de máquinas. Para avanzar hacia la industria 4.0 hay que contar con recursos humanos capacitados”.

Si bien, varios de los trabajos como se realizan actualmente se irán disipando, transformando las prácticas actuales por otras con dispositivos inteligentes que requerirán de una formación específica en competencias digitales industriales, en este sentido, estamos de acuerdo con Granovsky (2020) que:

El mayor desafío es evitar la concentración. El avance tecnológico puede profundizar las desigualdades entre los países, las empresas y las personas, por lo cual la reasignación de recursos humanos y financieros será esenciales no solo para asegurar el acceso sino también para contribuir en la creación de un entorno que fomente el dinamismo de las empresas y las posibilidades genuinas de incorporar estas tecnologías. Esto implica promover el desarrollo de habilidades de las personas según las nuevas exigencias de la época y rediseñar y reorientar las capacidades de los trabajadores (que están siendo dirigidas al segmento mejor posicionado) e, incluso, aggiornar el sistema educativo y los métodos de enseñanza. La transformación digital nos desafía a monitorear el impacto sobre el empleo y los grupos vulnerables. (pag.36)

También entendemos que surgirán, en consecuencia, otros nuevos empleos como ha ocurrido en las anteriores revoluciones industriales. Empero, las soluciones, no deber estar exentas de una asociación y colaboración recíproca entre los ámbitos educativos, económicos, sociales y políticos, dado que, de todos modos, cambiará la forma de trabajar, planificar, organizar y comercializar. Además, nos surge otro interrogante que nos exhorta a cuestionarnos además, si: ¿en el contexto actual de la pandemia de Covid-19 representará otro punto de inflexión de consecuencias impredecibles y de alcance mundial a largo plazo?, por el cual, nuestro análisis también circunscribe esta perspectiva.

### **2.1.1 El estado de Arte en el ámbito mundial**

---

<sup>8</sup> Industry 4 Zero (2020).Cuarta revolución industrial también llamada Industria 4.0 y su eslabón más débil.

Disponible en: [industry4zero.com.ar](http://industry4zero.com.ar)

<sup>9</sup> Universidad Nacional de San Martín.

<sup>10</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

La inteligencia artificial ya está instalada en todas las actividades humanas, desde autos autónomos (robóticos) y drones hasta asistentes virtuales y software que traduce o invierte, entre tantos otros. Estos vertiginosos cambios podrían aumentar significativamente, la desigualdad entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, como, por un lado, lo declaran Brynjolfsson y McAfee (2016) en el foro económico mundial: “Dado que la automatización sustituye a la mano de obra en toda la economía, el desplazamiento neto de trabajadores por las máquinas podría exacerbar la brecha entre los rendimientos del capital y los rendimientos del trabajo”. Por otro, la dimensión de las competencias digitales y cómo implementarlas para la industria 4.0 varía para los distintos tipos países.

En este marco, los autores, Panos Fitsilis et al (2018), profesores de la Universidad de Tesalia de Grecia, han investigado el auge de la Industria 4.0 y de las fábricas inteligentes junto con todas las tecnologías habilitadoras y, como primera aproximación determinan que estos cambios transformarán a los trabajadores actuales de las fábricas, en trabajadores del conocimiento; donde “el trabajo duro y las tareas rutinarias serán ejecutadas por máquinas o robots, mientras que las tareas que requieran experiencia, intuición, creatividad o decisiones la elaboración basada en la incertidumbre seguirá residiendo en los seres humanos”.

Para ello, parten de dos supuestos: por un lado, que si bien, construir una cultura digital y la formación adecuada del personal, era igualmente aplicable para empresas percibidas como tecnológicamente avanzadas y también para empresas de diversos sectores industriales, no obstante, esto es algo de esperar, ya que la implementación de la Industria 4.0 tiene graves implicaciones en la estructura organizativa de una empresa, en su funcionamiento y en los modelos de prestación aplicados.

Por el otro, que la formación o reentrenamiento de la fuerza laboral, es uno de los mayores desafíos a superar con la Industria 4.0, dado que, es un tema que no ha recibido mucha atención ni a nivel VET2 ni en la remodelación del plan de estudios ofrecido a nivel de HEI3. Los autores, abordan este problema proponiendo un marco de competencias que no se base en perfiles laborales específicos, sino más bien en los requisitos de la industria, para luego elaborar un modelo que se puede utilizar para crear propuestas de formación individuales o para evaluar los nichos de conocimiento existentes en una empresa.

Las estrategias de calificación deben tener lugar en el eje horizontal, para todos los empleados en toda la cadena de valor, así como en el eje vertical en todos los niveles de la organización, esto se traducirá en nuevos desafíos para la gestión de competencias como factor competitivo decisivo. En este encuadre, Hecklau et al (2017) define como objetivo de investigación “identificar las competencias que serán necesarias dentro de un entorno empresarial digitalizado como base para el modelado ágil de competencias y la gestión estratégica de recursos humanos”. Para alcanzarlo realiza una revisión sistemática que examina el impacto y las consecuencias de las tecnologías futuras, así como la digitalización en curso dentro de la Industria 4.0, para las competencias de los empleados, proporcionando una descripción general y un análisis de doce estudios recientes que se han realizado en esa área.

Mientras que el estudio de Kahale Carrillo (2016), se introduce en el análisis de las políticas de formación para la Industria 4.0 en España e Italia; reflexionando sobre la dicotomía que implica esta transformación digital, al suponer que representa, tanto un reto para la industria española e italiana y al mismo, tiempo ofrece una oportunidad para mejorar la posición competitiva en el mercado internacional. Analiza la Formación Industria 4.0 en España; la Formación Profesional Dual; la apuesta de la negociación colectiva y de la Administración Pública; y las políticas para el sistema de educación en Italia. Luego indaga las políticas para el sistema de educación en Italia, señalando, por un lado, que la formación y capacitación la realiza la universidad, por el otro, enuncia las competencias que se deben ampliar para la industria 4.0 respecto a las básicas existentes.

En otro contexto, la iniciativa del proyecto: “Mittelstand 4.0 Competence Center Chemnitz” través del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania ayuda a las pequeñas y medianas empresas a digitalizarse, conectarse en red y comenzar a utilizar la aplicación Industria 4.0. Brinda información, capacitaciones prácticas, entornos de prueba y proyectos de aplicación para las pequeñas y medianas empresas de la región. También se enfoca en apoyar a los proveedores de equipos industriales, los proveedores para las industrias automotriz y de fabricación, así como los proveedores de servicios de TI / TIC. La oferta de servicios incluye varios instrumentos para la sensibilización, formación y soporte escalonados de emprendedores, ejecutivos y practicantes de los temas de digitalización, redes y aplicaciones de la industria 4.0, aplicación Industria 4.0. Brinda información, capacitaciones prácticas, entornos de prueba y proyectos de aplicación para las pequeñas y medianas empresas de la región. También se enfoca en apoyar a los proveedores de equipos industriales, los proveedores para las industrias automotriz y de fabricación, así como los proveedores de servicios de TI / TIC. La oferta de servicios incluye varios instrumentos para la sensibilización, formación y soporte escalonados de emprendedores, ejecutivos y practicantes de los temas de digitalización, redes y aplicaciones de la industria 4.0.

### **3. METODOLOGIA**

El trabajo de investigación se propone como un estudio exploratorio – relacional bajo un enfoque mixto; análisis de fuentes de datos primarias obtenidos a través de entrevistas a diferentes actores y encuestas a los empleados del sector operativo, ambos del sector de inyección de materiales plásticos. A efectos de proponer un modelo basado en competencias para la formación en las tecnologías habilitadoras, se prevé una comparación entre el perfil demandado, respecto a las necesidades percibidas por los empleados, junto con un análisis de contenido sobre las propuestas formativas existentes.

Esta propuesta se formulara específicamente para los trabajadores de planta del proceso de transformación por inyección de estos materiales, dada la vertiginosa innovación que presentan, no solo estos materiales, sino las máquinas y el proceso productivo en su conjunto. En este marco, se pretende diseñar un modelo de formación en competencias digitales para la transición hacia la industria 4.0 de este sector de la industria. Es probable que nuestras conclusiones no revistan carácter definitivo sino más bien transitorio, en parte, debido a la movilidad propia de nuestro objeto de estudio ya que el conocimiento va cambiando conforme se avanza sobre él.

### **4. RESULTADOS**

En cuanto a los resultados de la investigación, si bien se observan tíbiamente algunos resultados en base a los esperados en las encuestas, estas se hallan en proceso de ejecución, no obstante, todavía no se han analizado totalmente, en cuanto a las entrevistas, se ha terminado el modelo propuesto y está en etapa de validación. En este contexto, no es dable aproximar todavía resultados.

### **5. CONCLUSION**

Si bien la investigación se encuentra en un etapa inicial; del resultado de la investigación bibliográfica se desprenden muchas datos sobre el estado actual de la implementación de la industria 4.0 en distintos países, detallados según se trate de países desarrollados o en vías de desarrollo. Los países desarrollados, se encuentran en ventaja operativa respecto a los que

están en vías de desarrollo, aunque la pandemia por COVID-19 ha diezmando las posibilidades de avances en ambos tipos de países, no obstante, se nota una amplia diferencia en la evolución de la industria 4.0 entre ambas tipologías de países. En los desarrollados, la formación y capacitación de recursos humanos no ha presentado dificultades en general, dado que existe, en ellos, gran trayectoria de formación dual y capacitación a lo largo de la vida; mientras que en Latinoamérica, es una de las grandes gestiones pendientes, dado que no poseen trayectoria sostenida que les permita estar en armonía con la actualización de los recursos tecnológicos y humanos; incluso desde la industria 3.0 debido a que la computarización de los procesos fue dejando zonas de vacancia para la actualización de los trabajadores de todos los sectores. El paradigma de la Industria 4.0 será un paso adelante hacia una creación de valor industrial más sostenible. En la literatura actual, este paso se caracteriza principalmente como contribución a la dimensión ambiental de la sostenibilidad. La asignación de recursos, es decir, productos, materiales, energía y agua, se puede realizar de una manera más eficiente sobre la base de módulos inteligentes de creación de valor entrecruzados. El diseño sostenible de los procesos aborda el enfoque holístico de la eficiencia de los recursos de la Industria 4.0 mediante el diseño de cadenas de procesos de fabricación apropiadas o mediante el uso de nuevas tecnologías, como herramientas de refrigeración interna (Stock, 2016).A

## REFERÊNCIAS

- Banco Mundial (2016), *Informe sobre el desarrollo mundial 2016: Dividendos digitales*, cuadernillo del “Panorama general”, Banco Mundial, Washington DC. Licencia: Creative Commons de Reconocimiento CC BY 3.0 IGO Recuperado de: [https://issuu.com/ejecentral/docs/wdr\\_panorama\\_gral/4](https://issuu.com/ejecentral/docs/wdr_panorama_gral/4)
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (Banco Mundial 2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro* (Vol. 647). Inter-American Development Bank. Recuperado de: <https://books.google.com.ar/books?id=geiGDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Carmona, R.; Amato Neto, J.; Ascuá, R. (2020). *Industria 4.0 en empresas manufacturas del Brasil*. Documento elaborado por el programa de investigación sobre adopción y uso de nuevas tecnologías digitales en mipymes industriales en un conjunto seleccionado de países de América Latina, liderado por la Universidad Nacional de Rafaela de Argentina (UNRaf), supervisado por la CEPAL y financiado por la EUROMIPYME. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46389/1/S2000735\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46389/1/S2000735_es.pdf)
- Coward, C. (2020). *Guía para la evaluación de competencias digitales*, Recuperado de: [https://academy.itu.int/sites/default/files/media2/file/eBAT\\_20-00227\\_20-00325\\_1f\\_Digital\\_Skills\\_assessment\\_Guidebook-S.pdf](https://academy.itu.int/sites/default/files/media2/file/eBAT_20-00227_20-00325_1f_Digital_Skills_assessment_Guidebook-S.pdf)
- Egon Müller, Hendrik Hopf, H. (27-30 June 2017). Competence Center for the Digital Transformación in Small and Medium-Sized Enterprises, *Mittelstand 4.0 Competence Center Chemnitz*, c/o Chemnitz University of Technology, Chemnitz, D-09107, Germany. 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, Modena, Italy. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304894>
- Fitsilis, P. Tsoutsas, P. Vassilis Gerogiannis, V. (2018). INDUSTRY 4.0: REQUIRED PERSONNEL COMPETENCES, Faculty of Business and Economics, University of Applied Sciences of Thessaly, Greece1 Department of Mathematics, University of Patras, Greece.
- Granovsky, P. (2021). Fin del trabajo o reconversión de las calificaciones: un desafío para las políticas públicas. *Inter disciplina* [online]. 2021, 9(23): 35-56. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2021.23.77345>.
- Gurjanov, A.V. (2020). *Online information service for training in Industry 4.0 technologies*, Conferencia Ser.: Mater. Sci. Eng. 1047 012143

- J. Wu, S. Guo, H. Huang, W. Liu y Y. Xiang, "Tecnologías de la información y las comunicaciones para los objetivos de desarrollo sostenible: estado del arte, necesidades y perspectivas", en Encuestas y tutoriales sobre comunicaciones del IEEE , vol. 20, núm. 3, pp. 2389-2406, tercer trimestre de 2018, doi: 10.1109/COMST.2018.2812301.
- Kahale Carrillo, D. T. (2016). "La formación (española e italiana) en la Industria 4.0", Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA) vol. 2, no. 2, 2016 ISSN: 2421-2695
  - Maiedah JALIL NAJI, M., (2018) *Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo*, Revista Internacional y Comparada de RELACIONES LABORALES Y DERECHO DEL EMPLEO, Volumen 6, núm. 1, enero-marzo de 2018, @ 2018 ADAPT University Press – ISSN 2282-2313
  - Nahirñak, P., O'Connor, E.A. *La tendencia de automatización del trabajo en Argentina: recomendaciones a partir de un análisis sectorial* [en línea]. En: Calvo, Shikiya, H., Montealegre, D. (eds.). *Ética y economía: la relación dañada. Profundizando los modos de un auténtico desarrollo humano integral sostenible. Parte II*. Génova: Globethics.net, 2020. Recuperado de: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/10043>
  - OIT-UIA, (2020). "El futuro del trabajo en el mundo de la industria 4.0, oficina de país de la OIT para la Argentina, Buenos Aires. ISBN 92-2-3 9789220321553 (impreso), ISBN 92-2-3 9789220321546 (pdf web).
  - Sánchez Zini, G. (2016). *Demandas de Capacidades 2020*, Informe del INET, presentado en la provincias de Salta, posteo por mdefederico (17/8/2016) en el marco del Consejo Nacional de Educación, Trabajo y Producción (CoNETyP). Recuperado de: <http://www.inet.edu.ar/index.php/tag/capacidades-2020/>
  - Schwab, K. (2017). "The Fourth Industrial Revolution", El Tiempo Casa Editorial, S. A., Bogotá, Colombia. ISBN: 978-84-9992-699-5 Recuperado de: [http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)
  - Stock, T., Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. ScienceDirect, 1, 6. 2016, From Institute of Machine Tools and Factory Management, Technische Universität Berlin Base de datos
  - Stock, T., Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. ScienceDirect, 1, 6. 2016, From Institute of Machine Tools and Factory Management, Technische Universität Berlin Base de datos.
  - Tavela, D; Catino, M. (2018). *Áreas de vacancia, vinculación, pertinencia y planificación del sistema universitario*: CABA, Ministerio de Educación de la Nación. ISBN 978-950-00-1209-6 Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL006459.pdf>
  - Vallejos, J. (2021). *¿QUE HACE LA UNIVERSIDAD FRENTE AL DESAFIO DE LAS INDUSTRIAS 4.0?* / Entrevistado por Zamponi, Alejandro, (2021), UNSAM Noticias, Recuperado de: <https://desdeelconocimiento.com.ar/que-hace-launiversidad-frente-al-desafio-de-las-industrias-4-0/>
  - Yu, W., Liang, F., He, X., Hatcher, WG, Lu, C., Lin, J. y Yang, X. (2017). Una encuesta sobre la computación perimetral para el Internet de las cosas. Acceso IEEE, 6, 6900-6919.
  - Zhou, Y., Yu, FR, Chen, J. y Kuo, Y. (2019). Sistemas cibernéticos-físicos-sociales: una encuesta de vanguardia, desafíos y oportunidades. Encuestas y tutoriales de comunicaciones de IEEE, 22 (1), 389-425.

#### Páginas Web consultadas

<https://www.industry4zero.com.ar>  
<https://www.indec.gob.ar/https://www.indec.gob.ar/>  
<https://www.caip.org.ar/https://www.caip.org.ar/>  
<https://www.argentina.gob.ar/trabajo>  
<https://www.argentina.gob.ar/produccion>  
<https://www.buenosaires.gob.ar/desarrolloeconomico/trabajo>  
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/135232>  
<https://ri.conicet.gov.ar/wp/estadisticas/>