



# Desafíos geopolíticos y nuevos dilemas para las políticas industriales\*

| Fecha de recibido: 25 de julio 2022 | Fecha de aprobado: 28 de septiembre 2022 |

| Reception date: July 25, 2022 | Approval date: September 28, 2022 |

| Data de recebimento: 25 de julho de 2022 | Data de aprovação: 28 de setembro de 2022 |

## Mónica Casalet

<https://orcid.org/0000-0002-6182-9731>  
✉ [casalet@flacso.edu.mx](mailto:casalet@flacso.edu.mx)

### Doctora en Sociología del Desarrollo

Docente e investigadora  
Facultad Latinoamericana de  
Ciencias Sociales (Flacso)  
México

Rol del investigador: teórico,  
experimental y escritura

Grupo de investigación: Política Industrial  
y Tecnológica, Desarrollo Regional

### PhD in Sociology of Development

Teacher and Researcher  
Latin American Faculty of Social Sciences  
(Flacso, for its acronym in Spanish)  
México

Role of the researcher: theoretical,  
experimental and writing

Research group: Industrial and Technological  
Policy, Regional Development

### Doutorado em Sociologia do Desenvolvimento

Professor e Pesquisador  
Facultad Latinoamericana de  
Ciencias Sociales (Flacso)  
México

Papel do pesquisador: teórico, experimental e escrito

Grupo de pesquisa: Política Industrial e  
Tecnológica, Desenvolvimento Regional

## Federico Stezano

<https://orcid.org/0000-0001-5450-6339>  
✉ [fstezano@gmail.com](mailto:fstezano@gmail.com)

### Doctor en Ciencias Sociales

Docente e investigador  
Colegio de San Luis  
México

Rol del investigador: teórico,  
experimental y escritura

Grupo de investigación: Política Industrial  
y Tecnológica, Desarrollo Regional  
Doctor of Social Sciences

### Teacher and researcher

Colegio de San Luis  
México

Role of the researcher: theoretical,  
experimental and writing

Research group: Industrial and Technological  
Policy, Regional Development

### Doutor em Ciências Sociais

Professora e pesquisadora  
Colegio de San Luis  
México

Papel do pesquisador: teórico, experimental e escrito

Grupo de pesquisa: Política Industrial e  
Tecnológica, Desenvolvimento Regional

\* Artículo de reflexión, desarrollado por miembros fundadores de la Red Temática Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad y por integrantes del Sistema Nacional de Investigadores de Conacyt-México, especializados en el estudio y análisis de procesos y políticas de desarrollo industrial, ciencia, tecnología e innovación.

**Cómo citar este artículo:** Casalet, M. y Stezano, F. (2023). Desafíos geopolíticos y nuevos dilemas para las políticas industriales. *Ciencia y Poder Aéreo*, 18(1), 57-72. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.759>



## Desafíos geopolíticos y nuevos dilemas para las políticas industriales

## Geopolitical challenges and new dilemmas for industrial policies

## Desafios geopolíticos e novos dilemas para as políticas industriais

**Resumen:** Este trabajo se inserta en la temática de los nuevos procesos técnicos y productivos a la luz de distintas estrategias nacionales para impulsar su crecimiento en la manufactura y la sociedad. En este marco, el objetivo del trabajo es discutir las posibilidades de las nuevas políticas públicas de desarrollo de nuevas tecnologías digitales en la actual coyuntura global, subrayando las posibilidades de posicionamiento de Latinoamérica desde una transformación digital basada en el desarrollo y la formación de capacidades y talentos.

Para alcanzar dicho objetivo, el trabajo sintetiza los desafíos socioeconómicos que impone el fenómeno de la creciente digitalización, sus beneficios y obstáculos, y las respuestas adoptadas por distintos países industrializados y emergentes para promover el avance de las tecnologías digitales y su incorporación tecnoproductiva y social. En segundo término, el trabajo revisa los hechos críticos de coyuntura actual que determinan opciones de rumbos de transformación digital a nivel global: los escenarios pospandemia, los reposicionamientos geopolíticos influenciados por la invasión de Rusia a Ucrania, y las estrategias de los países industrializados en busca del liderazgo tecnológico-global.

El trabajo concluye que la situación actual de crisis e incertidumbre económica y política impide prever los caminos futuros de incorporación de nuevas tecnologías digitales. En la búsqueda por el liderazgo tecnológico-global, los países industrializados adoptan nuevas tecnologías avanzadas (no solo las digitales), alentando a los sectores privados a asumir riesgos crecientes de asimilación de esas tecnologías, y avanzan en nuevos esquemas institucionales y de regulación. En este escenario, el desafío de los países latinoamericanos radica en localizar los nichos tecnológicos donde insertarse y responder a los nuevos desafíos de la formación de talentos y capacidades en la economía y la sociedad, a fin de dinamizar la adopción de las nuevas tecnologías desde la acción coordinada de los distintos grupos de la sociedad, las empresas y el Estado.

**Palabras clave:** políticas; Estado; industrialización; geopolítica; tecnología; gestión.

**Abstract:** This paper is inserted in the topic of new technical and productive processes in the light of different national strategies to promote their growth in manufacturing and society. In this framework, the objective of the paper is to discuss the possibilities of new public policies for the development of new digital technologies in the current global situation, highlighting the possibilities of positioning Latin America from a digital transformation based on the development and training of skills and talents.

To achieve this objective, the paper summarizes the socioeconomic challenges posed by the phenomenon of growing digitalization, its benefits and obstacles, and the responses adopted by different industrialized and emerging countries to promote the advancement of digital technologies and their techno productive and social incorporation. Secondly, the paper reviews the critical facts of the current situation that determine options for digital transformation directions at the global level: post-pandemic scenarios, geopolitical repositioning influenced by Russia's invasion of Ukraine, and the strategies of industrialized countries in search of technological-global leadership.

The paper concludes that the current situation of economic and political crisis and uncertainty makes it impossible to foresee future paths for the incorporation of new digital technologies. In the search for technological-global leadership, industrialized countries are adopting new advanced technologies (not only digital ones), encouraging the private sectors to assume increasing risks of assimilation of these technologies, and advancing in new institutional and regulatory schemes. In this scenario, the challenge for Latin American countries lies in locating the technological niches where to insert themselves and respond to the new challenges of the formation of talents and capabilities in the economy and society, in order to boost the adoption of new technologies from the coordinated action of the different groups of society, enterprises and the State.

**Keywords:** Policies; State; industrialization; geopolitics; technology; management.

**Resumo:** Este trabalho está inserido no tema de novos processos técnicos e produtivos à luz de diferentes estratégias nacionais para promover seu crescimento na manufatura e na sociedade. Dentro desta estrutura, o objetivo do documento é discutir as possibilidades de novas políticas públicas para o desenvolvimento de novas tecnologias digitais no atual contexto global, destacando as possibilidades de posicionamento da América Latina através de uma transformação digital baseada no desenvolvimento e treinamento de habilidades e talentos.

Para alcançar este objetivo, o documento resume os desafios socioeconômicos colocados pelo fenômeno da crescente digitalização, seus benefícios e obstáculos, e as respostas adotadas por diferentes países industrializados e emergentes para promover o avanço das tecnologias digitais e sua incorporação tecnoproductiva e social. Em segundo lugar, o documento analisa os fatos críticos da situação atual que determinam opções para a direção da transformação digital em nível global: cenários pós-pandêmicos, reposicionamentos geopolíticos influenciados pela invasão russa da Ucrânia, e as estratégias dos países industrializados em busca de liderança tecnológica-global.

O documento conclui que a atual situação de crise econômica e política e incerteza torna impossível prever os caminhos futuros para a incorporação de novas tecnologias digitais. Na busca pela liderança tecnológica global, os países industrializados estão adotando novas tecnologias avançadas (não apenas digitais), incentivando o setor privado a assumir riscos crescentes na assimilação dessas tecnologias, e avançando em novos esquemas institucionais e regulatórios. Neste cenário, o desafio para os países da América Latina está em localizar nichos tecnológicos onde se inserir e responder aos novos desafios de talento e capacitação da economia e da sociedade, a fim de impulsionar a adoção de novas tecnologias a partir da ação coordenada dos diferentes grupos da sociedade, das empresas e do Estado.

**Palavras-chave:** Políticas; Estado; industrialização; geopolítica; tecnologia; gestão.

## Introducción

El presente trabajo se inserta en la temática de los nuevos procesos técnicos y productivos a la luz de distintas estrategias nacionales para impulsar su crecimiento en la manufactura y la sociedad. En este marco, su objetivo es discutir las posibilidades de las nuevas políticas públicas de desarrollo de nuevas tecnologías digitales en la actual coyuntura global. Se subrayan las posibilidades de posicionamiento de Latinoamérica desde una transformación digital basada en el desarrollo y la formación de capacidades y talentos.

Los interrogantes que analiza este trabajo se refieren a la continuidad del modelo, especialmente a aquello referido a los nuevos desafíos del escenario geopolítico internacional cada vez más complejo. La invasión de Ucrania por parte de Rusia evidencia las alteraciones imprevistas que constantemente enfrenta la economía global, con consecuencias de competencia geopolítica entre los diferentes países industriales, cuyas derivaciones pesan tanto en el futuro de la digitalización, como en las conformaciones de las alianzas políticas en ciernes.

El contexto de crisis internacional, aunado a los problemas de inflación y desabastecimiento, junto a la disrupción de las cadenas de suministros y los elevados precios del transporte de productos, plantea una serie de preguntas guía para este trabajo: i) ¿qué características asumirán las políticas públicas de desarrollo científico, tecnológico y productivo frente a la difícil situación de la economía internacional agitada por la guerra y sus consecuencias, sumada a la falta de medidas de recuperación de la pandemia de COVID-19 y al agravamiento de la inflación a nivel mundial; ii) ¿qué posibilidades de posicionamiento pueden tener los países latinoamericanos, especialmente los que ya han incursionado en el avance de tecnologías avanzadas?; iii) ¿cómo incentivar la inversión en proyectos que estimulen la transformación digital y consoliden el mejoramiento de los talentos existentes, logrados por el avance de la digitalización?

La velocidad de los cambios tecnológicos propone múltiples desafíos a las políticas públicas, especialmente a la política industrial, la tecnológica y la

educativa, por cuanto suponen la creación de plataformas flexibles, regulación, supervisión y capacidades tecnológicas que renueven el tejido productivo, donde las pymes juegan un papel importante y no pueden quedar excluidas de los beneficios. La coyuntura actual muestra el talento como un bien raro y escaso: cerca del 40% de los jóvenes latinoamericanos por ejemplo no estudian, no siguen una formación y carecen de empleo formal (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [Oce], Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal] y Corporación Andina de Fomento [CAF], 2016). Por su parte, la competencia internacional recurre a medidas como ofrecer altos salarios y condiciones laborales de trabajo vía internet, que permiten recuperar la vida personal y el trabajo en el país de localización tanto como en el exterior. A este respecto, resulta central desplegar estrategias para desarrollar y mejorar el talento del capital humano. Este ámbito supone un espacio de oportunidad y nuevos desafíos que apunten a recuperar talento, a fomentar la formación de capacidades en la sociedad y a promover modalidades de vinculación entre industria, sector público y academia, a fin de coordinar esfuerzos novedosos que transformen comportamientos y conocimientos necesarios para constituir proyectos concretos que respondan a los desafíos de la innovación y la digitalización.

## Digitalización creciente de la economía y la sociedad: nuevos desafíos

### Descripción sintética de la Industria 4.0 y de los procesos de incorporación productiva de nuevas tecnologías digitales

El uso de la tecnología de fabricación digital aún no es gran alcance; gradualmente su aplicación y adecuación provoca cambios en la producción de las grandes empresas. Así como en las pymes que se integran como proveedores, debido a que los desafíos

organizacionales derivados del uso de estas nuevas tecnologías son aún mayores, pues abre nuevas oportunidades para el intercambio comercial, productivo y el desarrollo de emprendedores (Casalet, 2020).

De esta forma, se combina el fortalecimiento de la actividad industrial con la revolución digital (Brettel *et al.*, 2016; Kang *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2014; Roblek *et al.*, 2016; Muhuri *et al.*, 2019; Kagermann *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2018), ya que se satisfacen las necesidades heterogéneas de los clientes y se captan más oportunidades del mercado (Casalet, 2020):

La I4.0 se desarrolla mediante procesos flexibles, basados en la modularidad de la cadena de valor, que permite el manejo de información compleja sobre productos, producción y logística, a través del manejo de estándares y protocolos. Estos facilitan el intercambio entre unidades de la producción que pueden estar localizadas en diferentes lugares. (Casalet, 2020, p. 47)

Al contar con la digitalización, las empresas líderes mejoran sus redes logísticas con respuestas rápidas a la diversificación y a los suministros de productos. El impulso de la digitalización facilita las tendencias contradictorias en la geografía de la producción, ya que no crea nuevas cadenas de valor en sí, sino que integra estructuras existentes que dependen de una variedad de factores como el producto o el sector. La modularidad de los procesos conlleva la sustitución del conocimiento anteriormente tácito por el desarrollo de estándares patentados para el intercambio de la información (Sturgeon, 2019; Butollo, 2020).

Potencialmente, todos los países, las empresas y los mercados se ven afectados por la transformación digital; pero “no todos los países innovan de la misma manera, ni cuentan con infraestructuras y consensos sociales para generar confianza e información para que las personas y las organizaciones gestionen los riesgos de seguridad y privacidad digital” (Casalet, 2020, p. 47). La expansión de la industrialización digital dejó claro que su desarrollo no se trató solo de avances técnicos, sino que también involucró una acción coordinada de las políticas gubernamentales y los mercados. La documentación de la experiencia

empírica de los diferentes países en el uso de las tecnologías digitales permitió el acceso y la evaluación de las condiciones favorables para el uso, referidas tanto a la infraestructura de comunicación, servicios y datos, como a las nuevas regulaciones y equilibrios en el empleo y las mejoras de las capacidades técnicas. Además, asumió los retos derivados en la seguridad de la información, la fiabilidad y la integración convertidos en los principales cuellos de botella para diseñar y procesar la integración productiva de la Industria 4.0 (en adelante, I4.0).

El análisis bibliométrico en el campo emergente de la I4.0 (Muhuri *et al.*, 2019) documenta el crecimiento de las investigaciones a lo largo de los años sobre estas tendencias, tales como la aplicación, los efectos, los desafíos a futuro y la estandarización de los procesos para asegurar una visión estratégica de la I4.0. Las investigaciones realizadas en diferentes países industrializados y en algunos países emergentes (Argentina, Brasil y México) avanzaron en conceptualizar la complejidad del nuevo modelo, enfatizando los cambios del paradigma sociotécnico y las formas de gobernanza tentativas para asegurar los cambios: arreglos interinstitucionales, y coordinación entre actores públicos y privados (Casalet, 2018, Motta *et al.*, 2020; Carmona *et al.*, 2020; Maggi *et al.*, 2020; Casalet y Stezano, 2021;).

La intensidad de la coordinación interinstitucional para el desarrollo del modelo I4.0 está relacionada con la historia productiva de los países, así como la cercanía comunicacional cosechada entre las diferentes instituciones y actores en la difusión de políticas. Los países industrializados, con un diálogo más consolidado entre los diferentes actores, articularon arreglos institucionales formales e híbridos para orientar estrategias puentes en la transición analógica a digital, con lo que crearon instituciones, plataformas multiactor para información, expansión del uso de las tecnologías avanzadas, y colaboraciones interinstitucionales para reducir los obstáculos y conflictos en la aplicación. En los países latinoamericanos más desarrollados, en la mitad de la década de los 2000 se perfiló la preocupación sobre el futuro de las tecnologías avanzadas en la industria de exportación (automotriz, aeronáutica, dispositivos médicos, agroindustria) tanto en

las discusiones académicas, como en el diseño de las agendas de políticas industriales y de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).

La búsqueda de información sobre experiencias internacionales inició una red de intercambios entre fabricantes de equipo original, clústeres y cámaras empresariales sectoriales y centros tecnológicos para sistematizar los logros obtenidos en los programas de despegue del modelo I4.0, ya sea en las empresas o en las políticas industriales, educativas y de difusiones elaboradas por los países desarrollados. Así, por ejemplo, la industria automotriz de Latinoamérica, que fue pionera en introducir nuevos métodos organizacionales, como *enterprise resource planning*, *lean manufacturing* y *Six Sigma*, cuenta con una preparación para explotar los beneficios del modelo I4.0 dado el nivel de madurez alcanzado por empresas localizadas en Argentina, México y Brasil. La industria sigue teniendo un rol central como dinamizador económico y, pese a algunas señales de desindustrialización temprana, aún

concentra el 12,8% del empleo en América Latina y el Caribe (ALC) y el 12,6% del PIB. En México, estas cifras son de 16,6 y 17,3%, respectivamente, mientras que en Argentina alcanzan 18,8 y 18,7% respectivamente (Grosman *et al.*, 2021).

Las características de los procesos de incorporación digital en las empresas, la economía, las capacidades técnicas y organizacionales, y las acciones de gobernanza y de diseño de políticas públicas se resumen en la tabla 1. Esta sintetiza los beneficios y los obstáculos que implica la adopción productiva de nuevas tecnologías digitales en cuatro niveles de análisis: i) los procesos organizacionales al nivel de la empresa; ii) los desempeños técnicos de los procesos productivos; iii) las capacidades técnicas consideradas, como la incorporación de saberes técnicos y la formación de procesos de aprendizaje; y iv) las implicaciones de gobernanza a través de acciones público-privadas de coordinación vía políticas públicas a nivel técnico, productivo, educativo y social.

Tabla 1.  
Beneficios y - de la digitalización industrial

Nivel analítico	Dimensiones	Beneficios	Obstáculos
Procesos organizacionales de la firma	Eficiencia de los procesos	Visibilidad	Deficiencias presupuestarias que limitan la inversión, dados los elevados montos y costos operativos requeridos para adoptar las nuevas tecnologías digitales
		Acceso a la información	
		Reducción de barreras comerciales tradicionales	
		Mejoras en las transacciones financieras	
		Mejor desempeño organizacional	
Nuevos esquemas de gestión y modelos de negocios	Nuevos esquemas de gestión y modelos de negocios	Generación de nuevos modelos de negocio, servicios y productos especializados	Dificultades para aprovechar las potencialidades de las tecnologías digitales para reformular su modelo de negocio
		Nuevos modelos de gestión: diseño, producción, <i>marketing</i> , venta de productos y gestión de datos	
Insumos que fundamentan los procesos de toma de decisión	Insumos que fundamentan los procesos de toma de decisión	Acceso a mejor información para la toma de decisiones, lo cual posibilita un posicionamiento estratégico personalizado en la clientela	Desconocimiento de las ventajas de la digitalización
		Vinculación con canales de <i>marketing</i> que, en tiempo real, recogen percepciones de la demanda y retroalimentan el desarrollo de la firma	

Continúa

Nivel analítico	Dimensiones	Beneficios	Obstáculos
Desempeño técnico en los procesos productivos de la organización		Mayor productividad	La seguridad de los datos
		Mayor eficiencia y efectividad	
		Ahorro en tiempos y costos productivos	La preocupación por la privacidad
		Nuevas soluciones de manufactura y fabricación	
		Acceso a información en tiempo real sobre el proceso productivo	Información insuficiente sobre las normas digitales
		Aumento en las probabilidades de predecir problemas	
		Acceso a mayores instrumentos de flexibilidad en la calidad y la oferta	Problemas de conexión
Capacidades dinámicas: saberes técnicos y procesos de aprendizaje en los procesos de adopción tecnológica		Adquisición de conocimiento	Incapacidad de comprender las tecnologías de Internet
		Vinculaciones en redes de colaboración	
		Reorganización de estrategias de innovación para añadir valor a productos y servicios	Falta de empleo calificado
Acciones de gobernanza		Coordinación público-privada para generar un ambiente colaborativo e informar sobre efectos e impactos tecnológicos y productivos, así como favorecer la integración de pymes	Descoordinación interinstitucional que obstaculiza la formación de redes dinámicas de aprendizaje productivo e innovación tecnológica
		Educación y formación de distintos grupos sociales para acceder a los beneficios de la digitalización	Ausencia de respuestas del sector público en la coordinación de políticas Conductas oportunistas en los sectores empresariales con escaso interés en innovar y centrados en mantener apoyos financieros

Fuente: elaboración propia con base en: Bär *et al.* (2018); Warner y Wäger (2019); Guo *et al.* (2020) y Ulas (2019).

## Incorporación productiva de las nuevas tecnologías digitales: respuestas nacionales en países industrializados y emergentes de ALC

Ante los nuevos desafíos que impone el cambio de paradigma en las estrategias de industrialización a partir del creciente peso de las nuevas tecnologías digitales en la producción, los Gobiernos nacionales han desarrollado múltiples estrategias en las que combinan medidas de política industrial, de política científico-tecnológica y de innovación. Los ritmos y las estrategias de adopción de medidas nacionales han sido distintos entre los países industrializados y los emergentes, que en muchos casos ante la ausencia de una definición clara de visión de desarrollo económico y

política industrial a mediano y a largo plazo, diseñan apoyos al desarrollo de nuevas tecnologías y su incorporación productiva de forma discontinua. En cambio, los países industrializados han articulado estrategias nacionales aunadas a una perspectiva coordinada de desarrollo productivo y económico, en la que ha cumplido un rol central el énfasis a la formación y el desarrollo de capacidades y talentos de organizaciones y trabajadores, y de asociaciones público-privadas.

La tabla 2 ilustra este proceso seleccionando el tipo de estrategia de política pública que, en los últimos años, han implementado países industrializados y emergentes en el desarrollo de las estrategias de industrialización con nuevas tecnologías avanzadas y, consecuentemente, en la estructura institucional que impulsa el proceso.

Tabla 2.

Estrategias nacionales de política pública de apoyo al desarrollo de nuevas tecnologías digitales y su incorporación en el ámbito productivo: países seleccionados

País	Tipo de estrategia	Énfasis críticos/buenas prácticas
Alemania	2006: <i>High Tech</i> impulsó IoT en alianza entre la industria y la Acatech, DFKI, BMBF y BMWI <sup>1</sup>	Investigación público-privada para el desarrollo de la I4.0 Papel destacado de BMBF y de BMWI en la formación de redes de I&D para manufactura digital, cadenas de valor y modelos de negocio
	2020: Estrategia de alta tecnología en acuerdo público-privado para integrar sistemas ciberfísicos 2025: <i>High Tech</i> para aumentar la inversión en I&D	Impacto de la invasión rusa a Ucrania en las prioridades del Gobierno, la urgencia es reducir las importaciones de petróleo y gas rusos. Efectos en la población por el aumento de costos e inflación desatados por la guerra que ha llevado a la desaceleración económica pospandemia
Reino Unido	2019: Agenda nacional para el crecimiento pos-Brexit	Promover la digitalización industrial <i>Mix</i> de políticas industriales horizontales y misiones de innovación
	2021: Build Back Better	Creación de Centros Catapult para apoyar a la industria y las pymes en colaboración industria-universidades
	Made Smarter y Manufacturing Smarter Challenge	Iniciativas para el desarrollo de I4.0 con enfoque regional y apoyo a las pymes para construir capacidades. Mejora de vínculos universidad-empresa y apoyo a la gestión del cambio tecnológico
Estados Unidos	2011: Plan para el desarrollo de la manufactura avanzada	Uso y coordinación de información, automatización, <i>software</i> , sensores. En activo intercambio de la industria, el Gobierno y la academia. Trabajos conjuntos con la Unión Europea en regulación de la inteligencia artificial
	Manufacturing USA	Manufacturing USA apoya a institutos que trabajan en la digitalización y la I4.0. Evalúan y proyectan soluciones a problemas prácticos que enfrentan los sectores industriales, proporcionan capacitación técnica que incluye programas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Varios trabajan en estandarización (CESMII) de la interoperatividad y modelado de datos ARM
	2021: <i>The Chips for America Act</i> donde el NIST <sup>2</sup> tiene a su cargo el Programa Nacional de fabricación de empaques avanzados para favorecer la capacidad de prueba, ensamblaje y empaque de semiconductores	The National Semiconductor Tech Center es un organismo público-privado, responsable de conducir la investigación de prototipos de <i>chips</i> . Además, desde el 2020, el país asume un papel significativo en organismos internacionales de estandarización y en la Comisión Electrotécnica
China	2005: Inversión en la industria manufacturera, siendo uno de los productores más importantes de robots globalmente	Inspirado en la estrategia alemana, China enfatiza la innovación, la eficiencia en la manufactura, el fomento de marcas chinas y la fabricación ecológica. La asistencia de Alemania le permitió a China el acceso a los competidores internacionales (ABB, Cisco, IBM, GE) dispuestos a suministrar a China la tecnología requerida, favoreciendo la eficiencia y calidad de sus empresas
	2015: Made in China 2025 Mejora de Internet Plus Sistema de estandarización centralizado en el Estado Ruta Digital de la Seda, red de cooperación en CTI desde infraestructuras para conectar Asia y Europa con China Creación de China Rare Earth Group	Made in China busca expandir la influencia en dominios como inteligencia artificial y redes 5G. El patrocinio estatal es integral y cubre casi todas las ramas de la industria, y prioriza el desarrollo aeroespacial, la maquinaria para la industria y la manufactura automatiz. También, organiza grupos de trabajo para generar estándares de automatización e interfaces entre tecnologías informáticas (Casalet, 2018)  *China Rare Earth Group controla 60% de la producción China de tierras raras, materias primas indispensables en la fabricación de vehículos eléctricos, turbinas eólicas y aparatos electrónicos actuales

Continúa

1 Academia Nacional de Ciencia e ingeniería (Acatech) German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI, por sus siglas en alemán), Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF, por sus siglas en alemán) y Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWi, por sus siglas en alemán)  
2 Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés)

País	Tipo de estrategia	Énfasis críticos/buenas prácticas
Brasil	2020: Programa Innovacred 4.0 (Brasil) coordinado por la Financiadora de Estudios y Proyectos (Finep) y el Ministerio de CTI y Comunicaciones	Programa que brinda apoyo financiero para desarrollar y ejecutar un plan de acción que incluye el uso de los servicios para la adopción de tecnologías inteligentes. La importancia de las empresas en el proceso de difusión tecnológica son la base del programa Innovacred 4.0, que apoya iniciativas que buscan adoptar las tecnologías 4.0 en las líneas productivas de empresas agrícolas y manufactureras (Grosman <i>et al.</i> , 2021, p. 36)
	2016: SENAI 4.0 del Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI)	SENAI 4.0 apoya estrategias de mejora técnica a corto plazo, incorporando tecnologías de bajo costo disponibles en el mercado y que conduzcan a una mayor productividad de las empresas (Grosman <i>et al.</i> , 2021)
	Plan Nacional de la Internet de las Cosas	Plan orientado a "promover la eficiencia de servicios, fomentar la capacitación profesional y la generación de empleos de la economía digital, incrementar la productividad y buscar acuerdos entre el sector público y privado" (Laroca, 2019, párr.5)
México	Apoyo a clústeres tecnológicos altamente exportadores en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, ahora renombrado Tratado México-Estados Unidos-Canadá (T-MEC)	Los clústeres automotriz y aeroespacial en México han asumido un rol protagónico en la manufactura mexicana y revisten gran importancia entre los vínculos comerciales con Estados Unidos.  El cambio estructural industrial se da a través de la creación de bienes y servicios digitales, la adición de valor incorporando lo digital a los bienes físicos, y el desarrollo de nuevas plataformas de producción, intercambio y consumo (Casalet, 2018)
	Incremento de parques industriales zona Norte y Bajío	Incremento de los sectores automotriz, maquinaria y equipo, dispositivos médicos y agroindustrias. Flujo de inversiones en la zona Norte provenientes de China, Taiwán, Singapur y Corea hacia el norte de México  Creación de infraestructura industrial y logística hacia Estados Unidos.

Fuente: elaboración propia.

## Escenario actual: encrucijadas para la toma de decisiones sobre el proceso de transformación digital

### El nuevo marco tras la pandemia por COVID-19

Para evaluar la situación actual de la transformación digital y las nuevas orientaciones que se esbozan en las políticas industriales en los países desarrollados familiarizados con la utilización del modelo de la I4.0, es preciso reflexionar sobre: i) los desafíos que plantean las nuevas condiciones macro para estimular el crecimiento digital y la gestión de los recursos humanos para conducir tal transformación; y ii) el tipo de políticas que facilita cada sociedad. Aunque es difícil indicar vías de cambio, debido a la complejidad de los problemas y a la rapidez de su desarrollo, es imprescindible analizar cómo inciden y se entrelazan los efectos de múltiples hechos nacionales e internacionales que obstaculizan salidas a la recuperación de la sociedad y

donde emergen nuevas tendencias en la conformación de alianzas internacionales.

La digitalización posibilitó la habilidad para identificar oportunidades, desarrollar estrategias y avanzar hacia una nueva cultura de crecimiento digital en función de la exploración de futuros digitales posibles. Entre estos aspectos se incluyen desafíos como: la explotación de nuevas oportunidades de negocio, la mitigación de amenazas relacionadas con opciones de inversión o de ingreso en nuevos campos, y la formación de recursos humanos. Las capacidades dinámicas (North *et al.*, 2018), los cambios organizacionales (Gorecky *et al.*, 2017; Verhoef, 2021) y la exigencia de calificaciones técnicas renovadas (Grundke, 2017; Organization for Economic Co-operation and Development [OCDE], 2019) fueron previstos en los diseños de políticas públicas de los países industrializados. Un ejemplo de esta articulación está representado por Alemania, en donde: i) la comunidad científica y tecnológica organizada asesora en innovación a *policy-makers* y al sector empresarial, con el fin

de promover procesos de transferencia tecnológica; ii) el gobierno federal asumió un rol clave formando redes de I+D orientadas a la manufactura digital, enfatizando la vinculación entre productos, cadenas de valor y modelos de negocio; y iii) en los sectores definidos como prioritarios (industria automotriz, tecnología médica, maquinaria industrial, sector químico) múltiples pequeñas y medianas empresas industriales (muchas de propiedad familiar con productos hiperespecializados) alcanzaron niveles de éxito en términos de desempeño productivo y exportador y de involucramiento en procesos de aprendizaje (Casalet y Stezano, 2021).

En menor medida, los países emergentes de América Latina (México, Brasil, Argentina) han reflexionado sobre el nuevo modelo de industrialización, en un activo intercambio entre empresarios y academia para valorar los cambios y sistematizar experiencias y obstáculos en la implementación. La continuidad del crecimiento del modelo digital en la producción fue alterada radicalmente por la irrupción generalizada de la pandemia por COVID-19. La crisis sanitaria global modificó las condiciones económicas, profundizando las desigualdades sociales, afectando las formas de gobernanza, las estrategias productivas y las alianzas políticas, y acentuando las contradicciones de la sociedad contemporánea frente a los nuevos riesgos.

En este contexto, las posibles estrategias de industrialización I4.0 enfrentan nuevas incertidumbres, las cuales se manifiestan en las relaciones geopolíticas como una dimensión clave de cada movimiento en el contexto internacional. La democracia está debilitada por la pandemia, por el surgimiento de grupos con una preocupante admiración hacia comportamientos autoritarios y por la desafección de la sociedad hacia las fuerzas políticas. La fragmentación de la sociedad ha creado múltiples actores y relatos divergentes, a veces difíciles de congeniar con una negociación basada en acuerdos sociales para movilizar una narrativa de futuro entre los Estados, las empresas, grandes grupos tecnológicos, los medios de información y la opinión ciudadana, que exigen distintas salidas a las crisis, desigualdades y asimetrías por regiones y países.

Inicialmente, la pandemia contribuyó a acelerar la digitalización, como ningún otro proceso de los últimos tiempos: “La irrupción de la crisis sanitaria, económica y social sin precedentes desencadenada por la COVID-19 acentuó la difusión e incorporación de la digitalización en las relaciones cotidianas de consumo de servicios y de comunicación social” (Casalet, 2020, p. 48). El cierre de fronteras y la paralización de la actividad productiva por el confinamiento sanitario, junto a la necesidad de resolver las demandas cotidianas, facilitaron la familiarización de los diferentes grupos de la sociedad con las aplicaciones digitales; más allá de las heterogeneidades de edades, ingresos, carencias de infraestructura digital y ausencias en las habilidades digitales.

En múltiples países industrializados (como en la Unión Europea con los fondos Next Generation, en Estados Unidos con el Plan de Infraestructura y en China con la política “Cero COVID”), se buscó paliar el *shock* que produjo la irrupción de la pandemia. Los planes de estímulos monetarios, fiscales y apoyos implementados para la población desempleada contribuyeron a mitigar la creciente desigualdad económica, social y sanitaria, con lo que el Estado desempeñó un papel más activo. Aunque sin lograr desvanecer las profundas desigualdades sociales acentuadas por la pandemia y la falta de coordinación entre diversas lógicas (sanitarias, científicas y económicas) para gestionar la crisis.

Los efectos derivados de la pandemia fueron múltiples para la economía y la recuperación del consumo. Entre los más importantes estuvo el desabastecimiento de semiconductores, que paralizó las cadenas de suministro y la exportación, con nuevos bloqueos para materias primas utilizadas por la industria. Los efectos negativos se reflejaron en los retrasos de las cadenas de suministros globales, en la entrega de productos, en el embotellamiento en puertos y en el encarecimiento de los precios del transporte y los productos.

## Nuevos posicionamientos geopolíticos

A los problemas de desabastecimiento en la industria y a los conflictos para definir compromisos válidos

alrededor de la sostenibilidad, se les agrega el aumento de la inflación en el 2021 y la retirada de estímulos de diversos bancos centrales a lo largo del año. El aumento de los precios en casi todas las economías avanzadas y emergentes ha estallado en el 2022: aunque las primeras se han beneficiado de condiciones de financiación por las actuaciones extraordinarias de los bancos centrales y los apoyos de los Gobiernos.

Al incierto panorama ocasionado por la pandemia se suman nuevos problemas geopolíticos provocados por la invasión rusa a Ucrania y el estallido de la guerra con dramáticas consecuencias para la población y el país, cuyas ciudades han sido totalmente destruidas. Los daños económicos de la guerra en Ucrania contribuirán a una importante desaceleración del crecimiento mundial en el 2022, incrementando los riesgos para la estabilidad financiera. Se prevé que el crecimiento mundial se ralentice, pasando del 6,1 % en el 2021 al 3,6 % en el 2022 y el 2023 (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2021). Con la proyección de que en el 2023 el crecimiento global regrese a las tasas pre-pandemia (OCDE, 2022).

Las duras sanciones financieras y comerciales han provocado el éxodo de empresas tecnológicas extranjeras, con lo que se ha aislado a Rusia de las cadenas de suministro mundiales de productos de alta tecnología, especialmente en la aviación y los servicios digitales. Como consecuencia de estas medidas, se sentirá un impacto inmediato debido a la falta de acceso a productos y servicios cruciales como piezas de mantenimiento. En términos más generales, el corte de las cadenas de suministro mundiales ahoga el futuro económico de Rusia. La migración de talentos en las industrias de alta tecnología de Rusia, aunado a su escasez internacional, perjudica el mantenimiento de las industrias de alta tecnología. La invasión rusa a Ucrania impactó a Europa en sus propias debilidades: la defensiva y la energética. Inicialmente, la Unión Europea subestimó la amenaza rusa, con una posición vacilante respecto a las sanciones a Rusia y en defensa de los vínculos de petróleo y gas. Pero en un breve lapso, afirmó una nueva política como el suministro de armas a Ucrania financiado por la Unión Europea y el

cambio en la política de asilo, muy diferente al cierre de fronteras impuesto a los sirios en el 2015.

## Estrategias de liderazgo tecnológico: hacia una nueva geopolítica

La incertidumbre social, económica y política global es creciente y afecta las dinámicas de las cadenas globales de valor y las cadenas de suministro. Las coyunturas a raíz de la pandemia por COVID-19 y la invasión rusa a Ucrania son ejemplos significativos de este escenario, donde priman las indefiniciones a corto y a mediano plazo. Los enfrentamientos globales y nacionales que determinan nuevos posicionamientos geopolíticos dejan ver la existencia de visiones internas altamente polarizadas. La polarización como fenómeno sociopolítico muestra una creciente división de la población en grupos beligerantes con creencias e identidades rígidamente opuestas que inhiben la cooperación y la búsqueda de acuerdos sociales.

En este conjunto de coyunturas, distintos movimientos populistas y/o antisistema se han polarizado contra las fuerzas políticas dominantes en países tan variados como Estados Unidos, Reino Unido, Brasil, Hungría, Polonia, India y Filipinas. En este marco, los debates han fluctuado entre argumentos centrados en la identidad social (que subrayan aspectos nacionalistas, raciales y étnicos) y argumentos vinculados a los dilemas de desarrollo económico (donde los desafíos al bienestar socioeconómico de las clases medias y trabajadoras se ponen en el centro). En el escenario internacional, se entrelazan múltiples tendencias e interpretaciones sobre la reorganización de las respuestas de salida a las crisis. La pandemia y la guerra en Ucrania fomentaron un ciclo alcista de la inflación, cuyas consecuencias erosionan el poder adquisitivo de los países avanzados y en los emergentes profundiza la posición de debilidad y desigualdad social. Esta compleja dinámica dificulta hacer conclusiones rotundas sobre el futuro, pero permite entrever algunas consideraciones que enmarcan un fenómeno común a todos los países: un clima de agitación social y política con impactos imprevisibles para la continuidad democrática.

Rodrik y Stiglitz han señalado que la hiperglobalización posterior a la década de los noventa ha llegado a su fin. La pandemia por COVID-19 y la guerra ruso-ucraniana han relegado los mercados globales a un nivel secundario y, en el mejor de los casos, a un papel de apoyo a los objetivos nacionales, en particular la sanidad pública y la seguridad nacional. La globalización exacerbó los problemas de distribución en muchas economías y mostró que el reverso de las ganancias que genera el comercio global fue la redistribución del ingreso de los perdedores a los ganadores. Con el ascenso de China como rival geopolítico directo de Estados Unidos, la competencia estratégica se reafirmó sobre la economía (Rodrik, 2022). Para Stiglitz, otro indicador de la desglobalización actual es que en la reciente reunión en Davos (Suiza) del Foro Económico Mundial, tradicionalmente comprometido con la defensa de la globalización, se ocupó sobre todo de sus fracasos: cadenas de suministro rotas, inflación de los precios de los alimentos y la energía, y un régimen de propiedad intelectual que dejó a miles de millones de personas sin vacunas COVID-19. Súbitamente, se reconoce que algunas fronteras nacionales son claves para la economía y la seguridad (Stiglitz, 2022).

El contexto internacional muestra una disputa por el dominio y la concentración de las esferas geotecnológicas que definen a las actuales sociedades y economías digitalizadas. La Unión Europea enfrenta desafíos importantes, como superar la dependencia energética de Rusia y consolidar la defensa común. Hay un movimiento de reorganización interna en las decisiones asumidas para aumentar la unidad entre los Estados miembros en torno a problemas de seguridad y defensa.

## Juego de tronos: Unión Europea, Estados Unidos y China

El nivel de sanciones que la Unión Europea ha adoptado contra Rusia no tiene precedentes. Pese a esa respuesta conjunta de todos los Estados miembros de la Unión Europea, su cohesión se mantiene en un delicado equilibrio. El embargo parcial al petróleo ruso pactado recientemente por la Cumbre logró el consenso

de los veintisiete miembros para renunciar a las importaciones de petróleo ruso por barco y mantener temporalmente las que llegan por tubería. La sustitución del petróleo es un reto difícil de enfrentar en la implementación efectiva y los acuerdos políticos a alcanzar entre los países europeos. Pero el gas es una incógnita, ya que presenta mayores problemas en la distribución y no tiene una resolución inmediata. Es probable que se adopte la modalidad de compras comunes con el respaldo de la Comisión Europea a las negociaciones de conjunto ante los productores y una estrategia coordinada de almacenamiento de reservas (Rizzi *et al.*, 2022).

Aún no es clara la capacidad real de la Unión Europea como actor global y regional; su ambición geopolítica abarcaría su propio ámbito, dados los limitados instrumentos de que dispone. A su vez, la Unión Europea tiene un papel activo junto a Estados Unidos en la creación de estándares tecnológicos, en la coordinación de control de exportaciones e inversiones y en el impulso a tecnologías limpias. Frente a condiciones adversas del entorno, la Unión Europea está afianzando su autonomía en un escenario geopolítico donde las hegemonías están cambiando significativamente y se refleja en todos los ámbitos. Especialmente, en el interés de Estados Unidos y China por consolidar esferas de influencia tecnológica en la generación de infraestructuras para responder y aprovechar las necesidades insatisfechas del mundo, a fin de afianzar sus tecnologías, sus normas y a sus aliados (HageBölling, 2022).

Antony Blinken, secretario de Estado de Estados Unidos, puntualizó el enfoque de la administración Biden con respecto a China, así como la orientación de la política actual de Estados Unidos en el desarrollo económico y las estrategias e influencias en la búsqueda de aliados en diferentes zonas geográficas donde se enfrentan los dos antagonistas. Estados Unidos y China compiten en definir esferas de influencia tecnológica que determinarán las relaciones de poder geopolítico internacional y de la economía digitalizada (U.S. Department of State, 2022).

Blinken destacó el alcance de China como potencia mundial, con influencia y ambición para aspirar a dominar las tecnologías e industrias del futuro. Pero

también señaló que, durante el gobierno de Xi Jiang, el Partido Comunista de China se volvió más represivo a nivel interno y agresivo en el extranjero, con lo que sofisticó la vigilancia masiva y exportó esa tecnología a múltiples países; además de promover reclamos ilegítimos en el mar de la China meridional, atentando contra la seguridad, la libertad de navegación y el comercio, o de transgredir normas comerciales. La diplomacia la destaca como fundamental para entender las perspectivas de cada uno.

Pero como Estados Unidos no puede depender de que Pekín cambie su trayectoria, Blinken definió la actual estrategia de la administración Biden en tres palabras: “invertir, alinear y competir”. Invertir supone reforzar los esfuerzos de Estados Unidos para lograr mayor competitividad e innovación en áreas de frontera del conocimiento como inteligencia artificial, biotecnología e informática cuántica. Blinken también enfatizó el interés de Estados Unidos en liderar la carrera en materia de tecnología, clima, infraestructura, salud global y crecimiento económico inclusivo. La magnitud que supone “la nueva política de disuasión integrada” sumará a los aliados y socios para trabajar en conjunto en áreas convencionales, nucleares, espaciales e informativas. La agenda supone crear un Centro sobre China. La exposición del secretario de Estado fue una confirmación pública del interés de Estados Unidos en propiciar nuevas coaliciones en la región Indo-Pacífico y en otros lugares para cercar y contrarrestar los desafíos planteados por China.

## Reflexiones finales

En este escenario pautado por las incertidumbres geopolíticas señaladas (junto a la imposibilidad de predecir las trayectorias que tomarán), se denota un proceso de coevolución en una tendencia de rápido cambio tecnológico, acompañada de transformaciones a nivel político y de las alianzas nacionales y regionales que se generan. En este contexto, las políticas industriales muestran tendencias comunes en todos los países industrializados: i) su articulación de

carácter nacional asociado a una visión de desarrollo económico; ii) el énfasis en la digitalización productiva desde el impulso al desarrollo de capacidades; y iii) la articulación de instancias de diálogo entre los distintos actores productivos, científico-tecnológicos, políticos y sociales.

Estos procesos consolidados de diálogo han articulado arreglos institucionales formales e híbridos para orientar estrategias puentes en la transición analógica a digital, creando instituciones y plataformas multiactores para información, y expandiendo el uso de las tecnologías avanzadas y las colaboraciones interinstitucionales, con la finalidad de reducir los obstáculos en la información y los conflictos en la aplicación.

En los países más industrializados de América Latina (Argentina, Brasil y México), los procesos de articulación de políticas industriales de promoción a procesos de incorporación productiva de las nuevas tecnologías digitales se manifiestan de manera fragmentada. Incluso, en las empresas con trayectoria de proveedores en las industrias automotriz, aeronáutica y electrónica habituados al uso de tecnologías maduras. En estos sectores industriales, a la incertidumbre que generan los cambios disruptivos en la producción se le agregan las carencias de las capacidades técnicas, organizativas, de infraestructura y de conectividad (Casalet, 2020).

Las crisis económicas y las dificultades de los sucesivos cambios políticos ocurridos en estos países han retrasado la inversión, y como consecuencia, se propició un proceso de estancamiento económico, con lo que se ha evidenciado la incapacidad de los Estados nacionales para estimular roles innovadores en el proceso de industrialización y para consolidar una sociedad más equitativa.

Las políticas de desarrollo industrial y tecnológico se diferencian según los objetivos nacionales de desarrollo productivo y el tipo de posicionamiento geopolítico asociado al desarrollo tecnológico e industrial al que aspiran, como el rol que se espera de las nuevas tecnologías digitales a nivel de la producción y de la sociedad. Así, mientras que las políticas productivas y tecnológicas de Estados Unidos y China tienen por objetivo final impulsar su liderazgo tecnológico

mundial, en la Unión Europea la seguridad y la regulación de las nuevas tecnologías son un reto central. En el contexto actual, la tecnología adquiere un papel central en la apropiación y en las relaciones de poder e influencia entre los países, cuyo control acentúa las relaciones asimétricas entre los que la poseen y los que esperan llegar a obtenerla.

Las tendencias actuales se orientan a recuperar las tecnologías de vanguardia a nivel nacional. Pero a la vez, en una situación de crisis y desabastecimiento como la actual, aumentan los desafíos de gestionar el día a día de precios, componentes y proveedores. La ley Chips for America, aplicada por el Gobierno estadounidense frente a la escasez de semiconductores, es ejemplo en tal sentido: una estrategia de política pública de diversificación de la cadena de suministro y relocalización para proteger la economía interna nacional, especialmente frente al avance tecnológico y económico de China.

Este es un momento que necesita grandes acuerdos para enfrentar la complejidad de la recuperación de salidas a la pandemia, así como la elaboración de consensos en torno a problemas urgentes como el cambio climático, la regulación frente al avance de la digitalización y, muy especialmente, el desarrollo de la inteligencia artificial. La apuesta de investigación de los países y las empresas occidentales radica en avanzar en los beneficios de la inteligencia artificial, quizás sin una reflexión crítica sobre las condiciones de seguridad. De igual modo, se ha dado un resurgimiento de las empresas de la industria armamentística, reproduciendo el olvido de los Gobiernos en consolidar en la sociedad civil una cultura de la seguridad y la defensa y una responsabilidad común frente a la sociedad.

## Epílogo. Los desafíos de la investigación y la formación de talentos para el futuro de ALC

En ALC, los nuevos desafíos que imponen los procesos de incorporación productiva de nuevas tecnologías

digitales tienen como limitante el tipo de estructura productiva y su perfil de especialización, que determina procesos de heterogeneidad estructural entre países, regiones, sectores y tipos de empresas.

La región ha experimentado una intensificación creciente de la politización (entendida como la identificación con una ideología política), acompañada de una creciente desconfianza en los partidos políticos y en las instituciones con un pasaje de la fatiga al agotamiento democrático de América Latina (Alcántara, 2021). En países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Chile, el fenómeno de la politización ha sido más notorio y, en varios casos, un factor crítico de movilización popular poco antes, durante y después de la pandemia.

Una tarea fundamental en el avance de los procesos de incorporación productiva de las nuevas tecnologías en ALC radica en la generación de conocimiento surgido de la investigación empírica y la explicación de las tendencias de los procesos de digitalización y los cambios que provocan en los sectores productivos de las sociedades emergentes. En especial, es clave avanzar en la generación de conocimiento sobre: i) los efectos directos de las nuevas tendencias tecnológicas y productivas en las capacidades de las empresas; ii) las habilidades de las pymes y de los proveedores para usar esas nuevas tecnologías; iii) las posibles estrategias de inserción de las empresas en cadenas globales de valor para insertarse en nuevos nichos tecnológicos; y iv) la carencia de recursos humanos con capacidades avanzadas para desarrollar nuevos productos y servicios, la cual está relacionada con las competencias para generar información, crear contenidos y resolver problemas (Casalet, 2020).

En este ámbito, se evidencia que la respuesta oportuna por parte de los actores claves del sector empresarial y gubernamental es escasa. En el ámbito empresarial, las empresas grandes o proveedoras de diversos *tiers* de la cadena de suministro, con redes sólidas en mercados globales “y mejores salarios, no han avanzado en la creación de perfiles laborales y la búsqueda de soluciones de nuevas oportunidades de negocios” (Casalet, 2020, p. 62).

En otro orden de ideas, la excesiva oferta de formación pública escolarizada no considera los avances de las investigaciones especializadas que brindan un diagnóstico más cercano y complejo de los problemas de los sectores productivos: “La asimilación y coordinación de esfuerzos podría influir deliberadamente para revelar las carencias de la estructura productiva” (Casalet, 2020, p. 62). Así mismo, permitiría profundizar en la capacidad para identificar oportunidades estratégicas para la fuerza de trabajo (como podrían ser, en el caso de México, por ejemplo, actividades de *nearshoring*, aprovechando la proximidad del mercado de Estados Unidos) y para diagnosticar con precisión las habilidades digitales más requeridas (por ejemplo, *big data*, *cloud computing*, inteligencia artificial), en las que se detectan mayores falencias en la fuerza de trabajo nacional.

De ahí la importancia de pensar un nuevo contrato social que ofrezca una mejor arquitectura de seguridad y oportunidades (Shafik, 2021), en el que se compartan más riesgos entre las empresas y el Estado, así como las diferentes regiones donde se localizan sectores productivos que potencialmente puedan optimizar el uso del talento. En este contexto:

[...] la necesidad de profundizar en la investigación multidisciplinaria se extiende a múltiples sectores productivos para comprender la naturaleza del cambio sociotécnico, la distribución de las capacidades y el grado de aceptación social de los procesos y resultados. Estos análisis son imprescindibles para comprender la complejidad del cambio: en todas las revoluciones tecnológicas el impacto inicial se sobredimensiona a corto plazo y se subestima a largo plazo. (Casalet, 2020, p. 62, citando a Brynjolfsson y McAfee, 2016)

La identificación de los efectos de la pandemia ha permitido reconocer la importancia de la investigación y la opinión de los científicos, logro que no se había obtenido con las políticas de difusión y divulgación de la ciencia (Urrea, 2020). No obstante, aún es difícil la tarea de conservar y aumentar el interés y la confianza del sector público y privado, con el fin de apoyar aquellas investigaciones que indaguen en esas ausencias y

en las oportunidades existentes para desarrollar sectores productivos en un futuro todavía desconocido (Casalet, 2020). Todavía queda un largo camino para indagar sobre esos riesgos que aún son inciertos: “La gobernanza de datos, el futuro del trabajo, el riesgo de la precarización de los trabajadores y el grado de aceptación social de las nuevas tecnologías digitales” (Casalet, 2020, p. 63). Estos desafíos subrayan el rol crítico del desarrollo de las capacidades de los actores involucrados, cuya acción tiene la posibilidad de contribuir e influenciar la adopción de los cambios. La implementación de estos cambios dependerá de una gestión de los diversos desafíos que generan situaciones inéditas con tiempos y resultados diferenciales, orientada a recuperar la confianza ciudadana frente al flujo masivo de desinformación (Casalet, 2020).

## Referencias

- Alcántara, M. (2021). De la fatiga al agotamiento democrático en América Latina. *Revista Comercio Exterior*. 25 de noviembre de 2021. <https://www.politicaexterior.com/de-la-fatiga-al-agotamiento-democratico-en-america-latina/>
- Bär, K., Herbert-Hansen, Z. N. L. y Khalid, W. (2018). Considering Industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME. *Production Engineering*, 12(6), 747-758. <https://doi.org/10.1007/s11740-018-0851-y>
- Brettel, M., Klein, M. y Friederichsen, N. (2016). The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 41, 105-110. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.047>
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton.
- Butollo, F. (2020). Digitalization and the geographies of production: Towards reshoring or global fragmentation? *Competition & Change*, 25(2). <https://doi.org/10.1177/1024529420918160>
- Carmona, R., Amato Neto, J. y Ascúa, R. (2020). *Industria 4.0 en empresas manufactureras del Brasil*. Publicaciones de la Cepal. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46389>

- Casalet, M. (2018). *La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos*. Publicaciones de la Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44266-la-digitalizacion-industrial-un-camino-la-gobernanza-colaborativa-estudios-casos>
- Casalet, M. (2020). El futuro incierto de la digitalización en México: ¿podremos despegar? *Economía: Teoría y Práctica*, (spe5), 45-68. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/e052020/casalet>
- Casalet, M. y Stezano, F. (2021). The progress of digitalization in Mexico: Effects on the institutional structure. *International Journal of Business Innovation and Research*, 24(3), 339-363. <https://doi.org/10.1504/ijbir.2020.10024956>
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2021). *World Economic Outlook. Perspectivas de la Economía Mundial*. FMI.
- Goos, M., Arntz, M., Zierahn, U., Gregory, T., Carretero, S., González, I. y Jonkers, K. (2019). *The impact of technological innovation on the future of work* (Paper Series on Labour, Education and Technology No. 3). European Commission. <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2019-07/jrc117212.pdf>
- Gorecky, D., Khamis, M. y Mura, K. (2017). Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30(1), 182-190. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2015.1067918>
- Grosman, N., Braude, H., Rovira, S. y Patiño, A. (2021). *Hecho en América Latina. Fabricación inteligente y una nueva esperanza de industrialización en la región*. Publicaciones de la Cepal. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47567/S2100504\\_es.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47567/S2100504_es.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
- Grundke, R., Jamet, S., Kalamova, M. y Squicciarini, M. (2017). *Having the right mix: The role of skill bundles for comparative advantage and industry performance in GVCs*. oECD. <https://doi.org/10.1787/892a4787-en>
- Grzegorzczak, M., Mariniello, M., Nurski, L. y Schraepen, T. (2021, 9 de junio). Blending the physical and virtual: A hybrid model for the future of work. *Bruegel*. <https://www.bruegel.org/2021/06/hybrid-work/>
- Guo, H., Yang, Z., Huang, R. y Guo, A. (2020). The digitalization and public crisis responses of small and medium enterprises: Implications from a COVID-19 survey. *Frontiers of Business Research in China*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s11782-020-00087-1>
- Hagebölling, D. (2022, 12 de abril). The geopolitical struggle for technology leadership. *Internationale Politik Quarterly*. <https://ip-quarterly.com/en/geopolitical-struggle-technology-leadership>
- Innerarity, D. (2021, 2 de septiembre). La sociedad de las crisis. *El País*. <https://elpais.com/opinion/2021-09-02/la-sociedad-de-las-crisis.html>
- Kagermann, H., Lukas, W.-D. y Wolfgang, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. *VDI Nachrichten*, 13(1), 2-3.
- Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., Kim, B. H. y Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3(1), 111-128. <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0015-5>
- Laroca, N. (2019). *Tras cuatro años, Brasil decretó la creación del Plan Nacional de IoT*. Blog TeleSemana. <https://www.telesemana.com/blog/2019/06/27/tras-cuatro-anos-brasil-decreto-la-creacion-del-plan-nacional-de-iot/>
- Lee, J., Kao, H.-A. y Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and Big Data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3-8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
- Maggi, C., Ramos Maldonado, M. y Vergara Guerra, R. (2020). Adopción de tecnologías digitales 4.0 por parte de pequeñas y medianas empresas manufactureras en la Región del Biobío (Chile). Publicaciones de la Cepal. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46387>
- Motta, J.-M. y Hernán-Ascuá, R. (2019). *Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina*. Publicaciones de la Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45033-industria-40-mipymes-manufactureras-la-argentina>
- Muhuri, P. K., Shukla, A. K. y Abraham, A. (2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78, 218-235. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>
- North, K., Aramburu, N. y Lorenzo, O. J. (2019). Promoting digitally enabled growth in SMEs: A framework proposal. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(1), 238-262. <https://doi.org/10.1108/JEIM-04-2019-0103>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Ocde), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y Corporación Andina de Fomento (CAF). (2016). *Perspectivas económicas de América Latina 2017: juventud, competencias y emprendimiento*. oECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2017-es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Ocde), Comisión Económica para América Latina

- y el Caribe (Cepal) y Corporación Andina de Fomento (CAF). (2021). *Perspectivas económicas de América Latina 2021: Avanzando juntos hacia una mejor recuperación*. OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/development/perspectivas-economicas-de-america-latina-2021\\_2958a75d-es](https://www.oecd-ilibrary.org/development/perspectivas-economicas-de-america-latina-2021_2958a75d-es)
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *Measuring the digital transformation: A roadmap for the future*. OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measuring-the-digital-transformation\\_9789264311992-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measuring-the-digital-transformation_9789264311992-en)
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2022). *Economic Outlook, Interim Report March 2022: Economic and social impacts and policy implications of the war in Ukraine*. OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook-volume-2022/issue-2\\_4181d61b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook-volume-2022/issue-2_4181d61b-en)
- Paikin, Z. y Gros, D. (2022, 7 de junio). ¿La guerra en Ucrania fortalecerá a la Unión Europea? *Política Exterior*. <https://www.politicaexterior.com/la-guerra-de-putin-en-ucrania-hara-mas-fuerte-a-la-ue/>
- Rizzi, A., Fariza, I. y Zafra, M. (2022, 1 de mayo). Cómo la guerra de Putin está precipitando una revolución energética global. *El País*. <https://elpais.com/economia/2022-05-01/como-la-guerra-de-putin-esta-precipitando-una-revolucion-energetica-global.html>
- Roblek, V., Meško, M. y Krapež, A. (2016). A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2). <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>
- Rodrik, D. (2022, 19 de mayo). De las cenizas de la hiperglobalización podría surgir una mejor globalización. *Política Exterior*. <https://www.politicaexterior.com/de-las-cenizas-de-la-hiperglobalizacion-podria-surgir-una-mejor-globalizacion/>
- Shafik, M. (2021). *What we owe each other*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/hardcover/9780691204451/what-we-owe-each-other>
- Stiglitz, J. (2022, 4 de junio). Acertar con la desglobalización. *El País*. <https://elpais.com/economia/negocios/2022-06-05/acertar-con-la-desglobalizacion.html>
- Sturgeon, T. J. (2019). Upgrading strategies for the digital economy. *Strategic Management Society*, 11, 34-57. <https://doi.org/10.1002/gsj.1364>
- Ulas, D. (2019). Digital transformation process and SMEs. *Procedia Computer Science*, 158, 662-671. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.101>
- Urrea, M. (2020, 4 de octubre). La ciencia como derecho. *El País*. <https://elpais.com/opinion/2020-10-04/la-ciencia-como-derecho.html>
- U.S. Department of State. (2022, 26 de mayo). *The Administration's approach to the People's Republic of China. Speech by Antony J. Blinken, Secretary of State*. <https://www.state.gov/the-administrations-approach-to-the-peoples-republic-of-china>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N. y Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Warner, K. S. R. y Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Xu, L. D., Xu, E. L. y Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>