

ESTUDIOS

Industria 4.0 en Centroamérica: estado actual y esfuerzos para su acercamiento a las PYMES ante los nuevos retos y oportunidades post COVID-19

Silvia Segura González¹

Resumen: El panorama internacional de hoy es otro, acelerado tecnológicamente de forma drástica por un fenómeno incontrolable en materia sanitaria. Esto sin duda alguna golpeó fuertemente a la población, su economía, sus sistemas de salud, pero que, paradójicamente obligó al gobierno, al tejido empresarial, academia y sociedad civil en general, a transformarse como una medida de resiliencia.

El presente ensayo describe el estado de la situación de la industria 4.0 en Centroamérica y evidencia los esfuerzos que ha venido realizando la región para acercar las modalidades tecnológicas a las PYMES. Esto, no solo como medida de contención ante los efectos de la pandemia y para la continuidad de negocios sino como táctica para aprovechar las oportunidades emergentes post COVID-19. De esta forma, plantea los retos que se deben atender como bloque para maximizar el nuevo escenario y partir de este como la base sobre el cual se debe construir.

Palabras clave: *Industria 4.0, Cuarta Revolución Industrial, Centroamérica, tecnología, modalidades tecnológicas.*

Fecha de recepción: 7 de junio de 2021.

Fecha de admisión definitiva: 22 de febrero de 2022.

¹ silvia.segura.gonzalez@outlook.com

Industry 4.0 in Central America: current state and efforts to raise awareness among SMBs of new challenges and opportunities in a post-COVID world

Abstract: The international panorama is different today, after undergoing a drastic technological acceleration as the result of an uncontrollable public health phenomenon, which undoubtedly hit the population, the economy and health systems hard. Paradoxically, it forced governments as well as the business community, academia and civil society in general to transform themselves as a measure of resilience.

This essay describes the state of Industry 4.0 in Central America and shows the efforts the region has been making to introduce technology systems to SMEs. This has been intended not only as a measure to contain the effects of the pandemic and to support business continuity, but also as a tactic to take advantage of the emerging opportunities in a post COVID world. Thus, it points out the challenges that lie ahead and need to be addressed as a whole in order to make the most out of the emerging scenario, and use it as the basis on which to build.

Key words: *Industry 4.0, Fourth industrial revolution, Central America, technology, technological modalities, technology systems.*

Industrie 4.0 en Amérique centrale : situation actuelle et efforts pour approcher les PME face aux nouveaux défis et opportunités post COVID-19

Résumé: Le panorama international est différent aujourd'hui, ayant subi une accélération technologique drastique à cause d'un phénomène de santé publique incontrôlable, qui a sans aucun doute durement frappé la population, l'économie et les systèmes de santé. Paradoxalement, il a contraint les gouvernements ainsi que le monde des entreprises, le monde universitaire et la société civile en général à se transformer pour faire preuve de résilience.

Cet essai décrit l'état de l'industrie 4.0 en Amérique centrale et montre les efforts déployés par la région pour introduire des modalités technologiques dans les PME. Cette initiative a été conçue non seulement comme une mesure visant à contenir les effets de la pandémie et à soutenir la continuité des activités économiques, mais aussi comme une tactique pour tirer parti des opportunités émergentes dans un monde post COVID. Ainsi, elle met en évidence les défis qui nous attendent et qui doivent être relevés dans leur ensemble afin de tirer le meilleur parti du scénario émergent et de l'utiliser comme base de construction.

Mots clé: *Industrie 4.0, Quatrième révolution industrielle, Amérique centrale, technologie, modalités technologiques, Amérique centrale.*

I. Introducción

La industria 4.0 es una de las fuerzas que impulsan la transformación en las economías, industrias y asuntos globales. Esta se desarrolla en ámbitos como: ética e identidad; gobernanza tecnológica; confianza; empleos disruptivos y demanda

de nuevas habilidades; acceso a la tecnología e inclusión; innovación y fronteras tecnológicas. (Foro Económico Mundial, s.f.)

Se trata de un mercado de más de US\$665,000 millones, dinamizado por los líderes digitales en Asia Pacífico (19%), Norteamérica (11%) y Europa, Medio Oriente y África (5%) (PwC, 2019). Diez años después de acuñado el concepto internacionalmente, surge la necesidad de revisar el estado de situación de Centroamérica. Es importante resaltar los avances y esfuerzos que se han realizado para promover la utilización de las categorías tecnológicas entre las pequeñas y medianas empresas (PYMES), considerando que la región posee características que la califican como tierra fértil para el desarrollo de la revolución digital.

Es importante destacar que el presente trabajo no se concentra en lo que no se ha hecho o no ha sido de la forma óptima. La intención es revisar qué se ha realizado, para tomarlo como base de trabajo y estimular el planteamiento de una estrategia que conduzca al istmo a definir objetivos y tácticas que le permitan alcanzarlos desde sus diferentes puntos de partida según país.

El ensayo ofrece tres apartados que pretenden dirigir al lector partiendo de la contextualización de la región en materia de industria 4.0. El segundo apartado evidencia el trabajo realizado en la región en su intento por acercar la industria 4.0 a las PYMES. Lo anterior, no solo como respuesta a las medidas adoptadas para contener la propagación del COVID-19 y para dar continuidad a las operaciones, sino como táctica para maximizar las oportunidades emergentes post COVID-19. Culmina con su tercera sección que plantea ocho recomendaciones que facilitarían el proceso de inserción regional a la Cuarta Revolución Industrial.

2. Marco teórico

La Cuarta Revolución Industrial (industria 4.0) se define como aquella que conecta los mundos físico y digital de la producción, es decir las tecnologías de información y comunicación (TIC). Máquinas y humanos están conectados e interactuando en tiempo real, creando una forma de producción más flexible, eficiente y personalizada (PwC, 2019).

Esta combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, personas y activos. Sus impactos pueden percibirse en múltiples niveles: en grandes ecosistemas, a nivel organizacional y a nivel individual (Deloitte, 2017).

Se han definido cuatro niveles de adopción de la tecnología 4.0 dentro de las empresas: principiante, seguidor, innovador y líder. Estos abarcan desde la etapa en que la empresa utiliza aisladamente algunas soluciones y aplicaciones digitales hasta que la empresa consigue una posición estratégica en el mercado y ofrece un producto o servicio con una interacción multicanal en el ecosistema de soluciones al cliente (PwC, 2019).

3. Metodología

La investigación conllevó la revisión bibliográfica de fuentes secundarias externas de reciente producción (última década). Como punto de referencia se procedió a la exploración de los indicadores principales de TIC que reflejan los cimientos sobre los cuales se desarrolla la industria 4.0. Adicionalmente, se contemplaron informes elaborados por organizaciones y agencias internacionales, medios de comunicación, cámaras y asociaciones comerciales, academia y empresas, para indagar sobre el estado de la región en la industria 4.0 propiamente.

Además, se realizó una revisión de fuentes gubernamentales, en sus sitios web y redes sociales. Esta revisión se realizó para conocer los esfuerzos que se han llevado a cabo para promover la transformación digital, principalmente instituciones con la competencia en temas ciencia, tecnología e innovación.

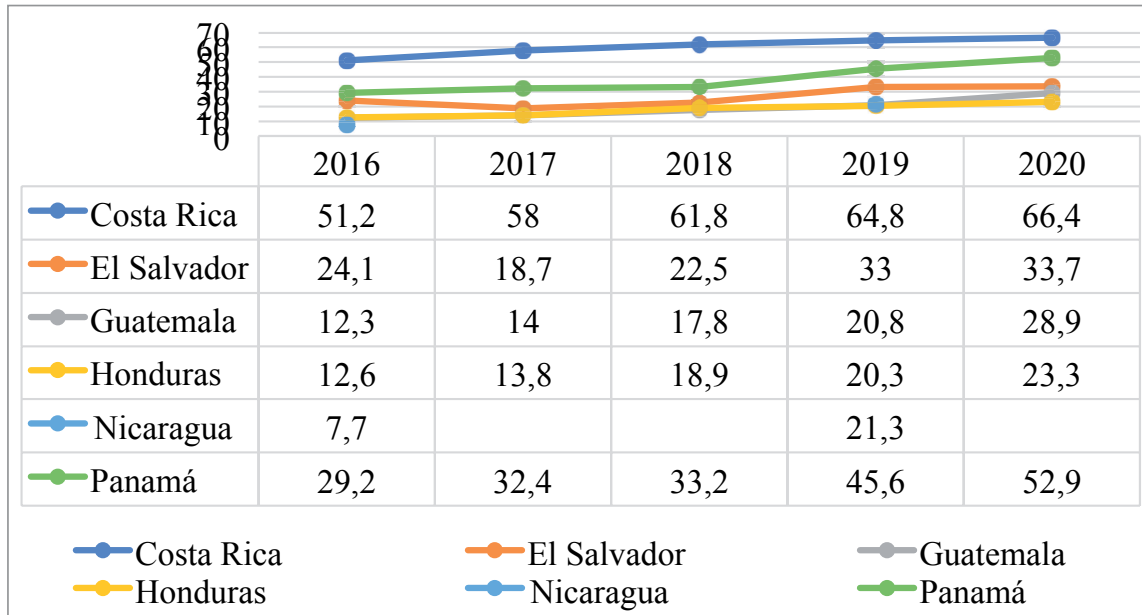
4. Estado de situación y avances de la industria 4.0 en Centroamérica

Centroamérica ha experimentado avances importantes en el uso de las tecnologías en el último quinquenio. Lo anterior se ve reflejado en el progreso de la región en el índice de uso de TIC², tal como lo muestra el gráfico 1.

Pese a ello, el desarrollo de una industria 4.0 demanda ecosistemas más exigentes. Esto aumenta los desafíos tecnológicos, socioeconómicos y regulatorios, en temas como: grandes volúmenes de datos, ciberseguridad, propiedad intelectual, alfabetización digital universal, concentración de tecnologías en pocas empresas, la

² El índice de uso de TIC es un índice compuesto que pondera tres indicadores (33% cada uno): (1) Porcentaje de personas que usan Internet; (2) Suscripciones a Internet de banda ancha fija por cada 100 habitantes; (3) Suscripciones activas de banda ancha móvil por cada 100 habitantes.

GRÁFICO I. Índice de uso de TIC en Centroamérica



Fuente: elaboración propia con datos de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).

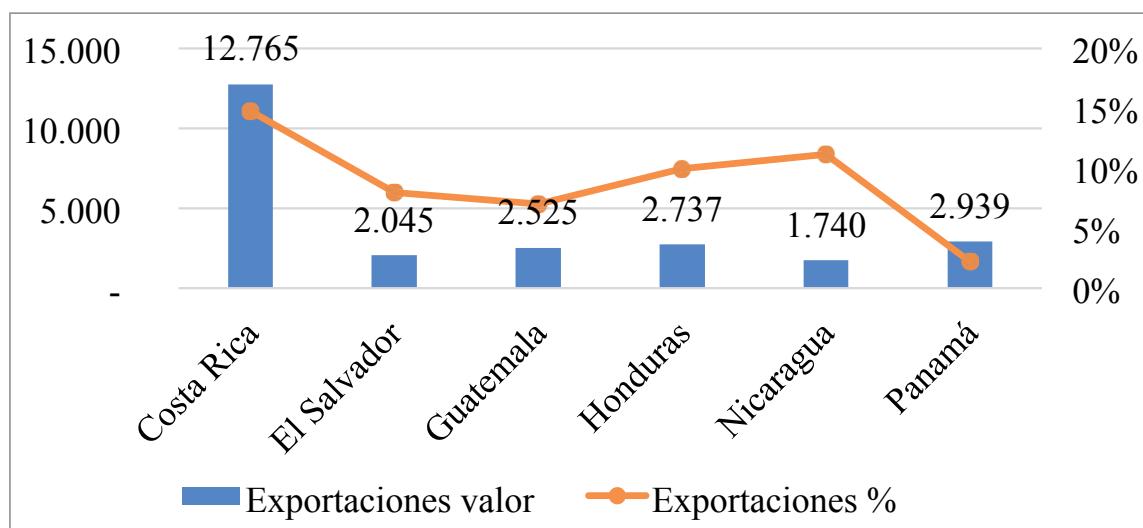
brecha digital respecto a países desarrollados, integración en las cadenas globales, articulación entre la comunidad científica y el sector productivo, ecosistemas de innovación y el surgimiento de nuevos actores y mercados (Basco, Beliz, Coatz, & Garneró, 2018). Los países de Centroamérica no son la excepción y además se enfrentan a brechas entre sí en los indicadores vinculados con nuevas tecnologías.

Los indicadores generales TIC funcionan como base para contextualizar a la región en la industria 4.0. Por ello es necesario ahondar sobre la oferta especializada y su demanda entre los sectores productivos. Centroamérica, lamentablemente, padece de una escasa recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, que impide dimensionar la penetración regional de la Cuarta Revolución Industrial. Para aproximar estos datos se considera el valor de las exportaciones TIC, la cantidad de empresas del sector en general e información de algunas categorías tecnológicas disponibles gracias al esfuerzo de organismos regionales y sector privado, y que aportará la base para el análisis.

Las exportaciones TIC totalizaron US\$ 24,750 millones en 2017, tal como se puede observar por país en el gráfico 2, y experimentaron un crecimiento promedio anual de 7% (2013–2017). Las exportaciones per cápita de Centroamérica alcanzaron los US\$ 52, monto superior al de China y Brasil (gráfico 3). Incluso la región muestra

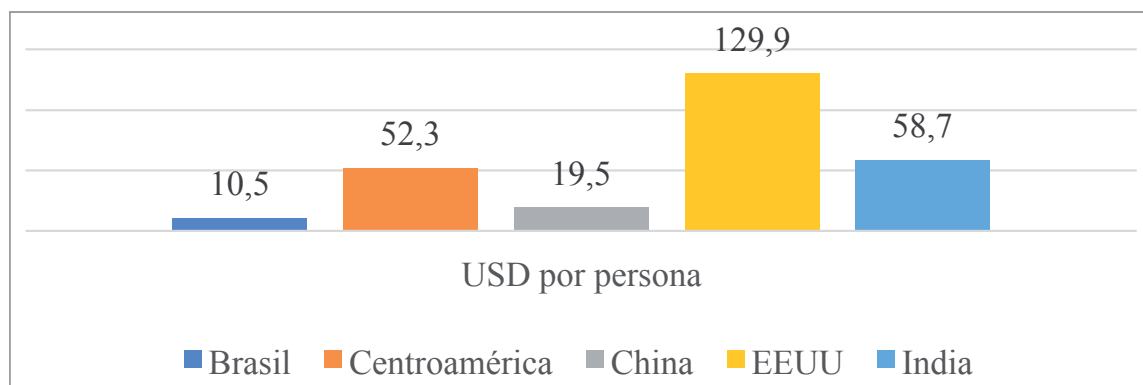
mejores indicadores de suscripciones de telefonía celular móvil, de banda ancha fija y móvil, y usuarios de internet que India (gráfico 4).

GRÁFICO 2. Exportaciones de servicios de TIC en valor (millones de US\$) y como porcentaje de las exportaciones totales de servicios, 2017



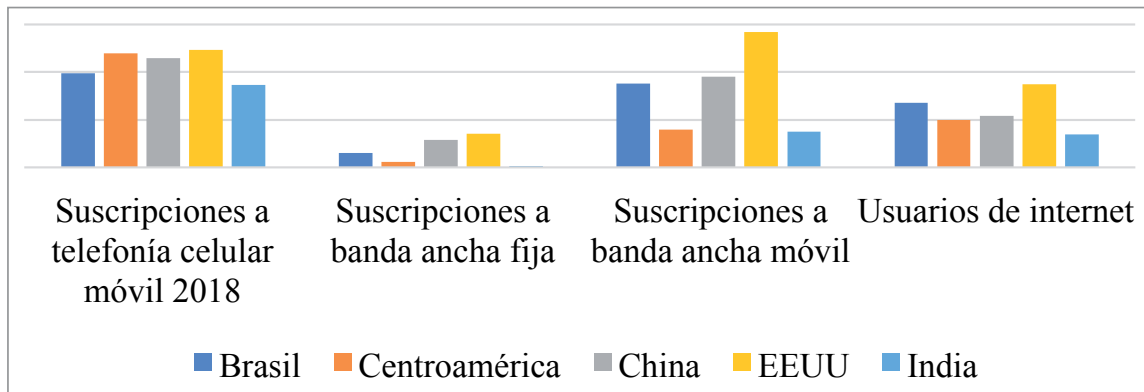
Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial.

GRÁFICO 3. Exportaciones de servicios TIC (US\$ per cápita) en Brasil, Centroamérica, China, Estados Unidos y Brasil



Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial.

GRÁFICO 4. Indicadores de suscripciones a telefonía celular, banda ancha fija, banda móvil y usuarios de internet en Brasil, Centroamérica, China, Estados Unidos e India, 2018



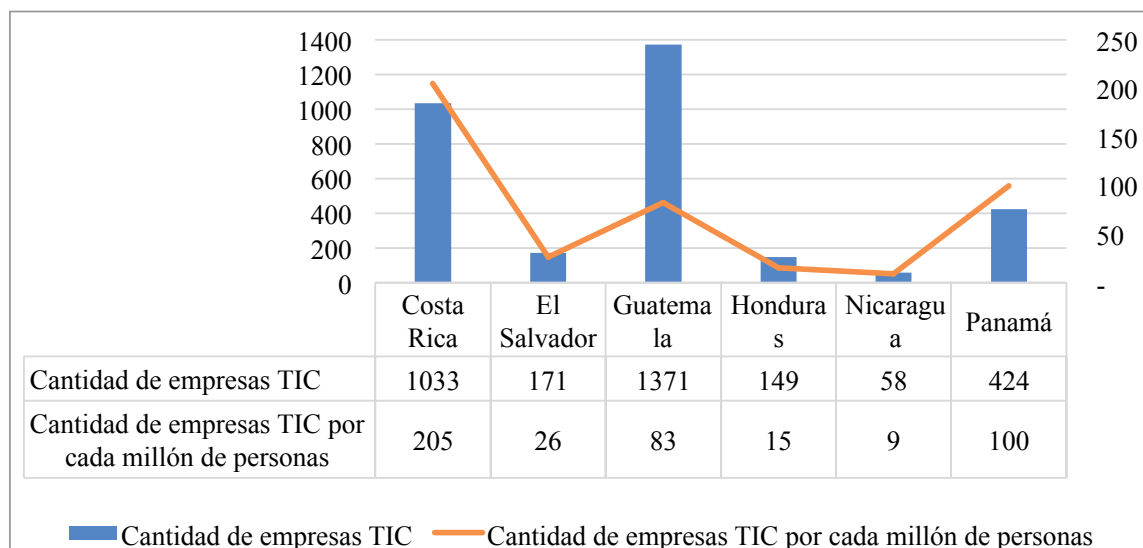
Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial y la OMPI.

El emprendimiento TIC representa aún una base baja de la actividad emprendedora en la región. Guatemala concentra la mayor cantidad de empresas³ (43% del total), sin embargo, si se analiza la cantidad de empresas por cada millón de habitantes, es Costa Rica quien destaca con 205 empresas (ver gráfico 5), que se concentran principalmente en el desarrollo de *software*. Seguidamente, resalta Panamá con 100 empresas, enfocadas en el desarrollo de *apps* para entregas a domicilio, para Gobierno y soluciones empresariales (Segura, 2020).

En el caso de *Fintech*, para 2018 se identificaron 24 empresas en Centroamérica, que proveen mayoritariamente acceso a pagos, remesas y préstamos a quienes no lo tienen. Costa Rica y Panamá son quienes cuentan con más empresas (ver gráfico 6). Además, el número de empresas incrementó comparado con 2017, donde Costa Rica pasó de 5 a 9 emprendimientos (+80%), Panamá de 1 a 6 (+500%) y Guatemala +33% (BID; BID Invest; Finnovista, 2018).

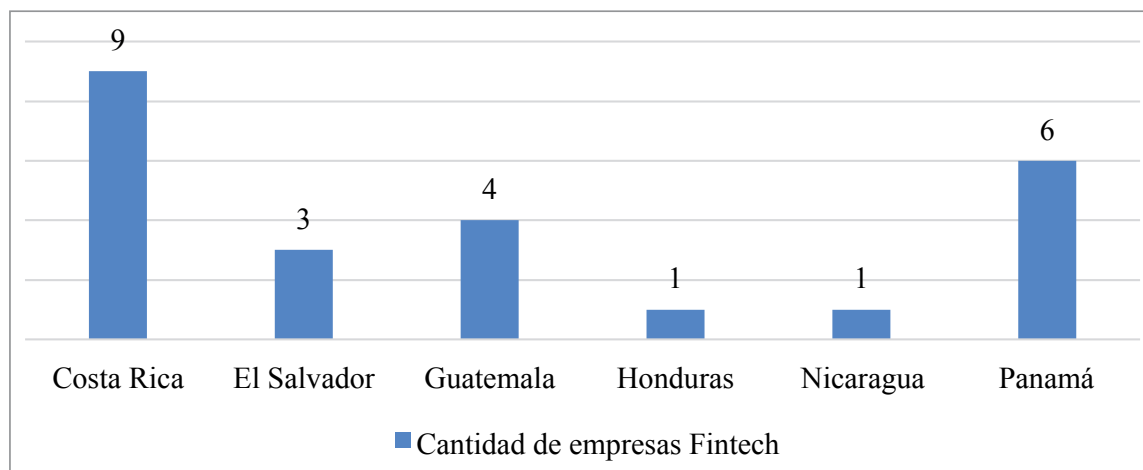
³ Se tomaron en consideración la cantidad de empresas dedicadas al diseño de sistemas informáticos y otros relacionados disponibles en la base de datos Hoovers.

GRÁFICO 5. Cantidad de empresas TIC y cantidad de empresas TIC por cada millón de personas en Centroamérica, 2020



Fuente: elaboración propia con datos de Hoovers.

GRÁFICO 6. Cantidad de empresas Fintech en Centroamérica, 2018



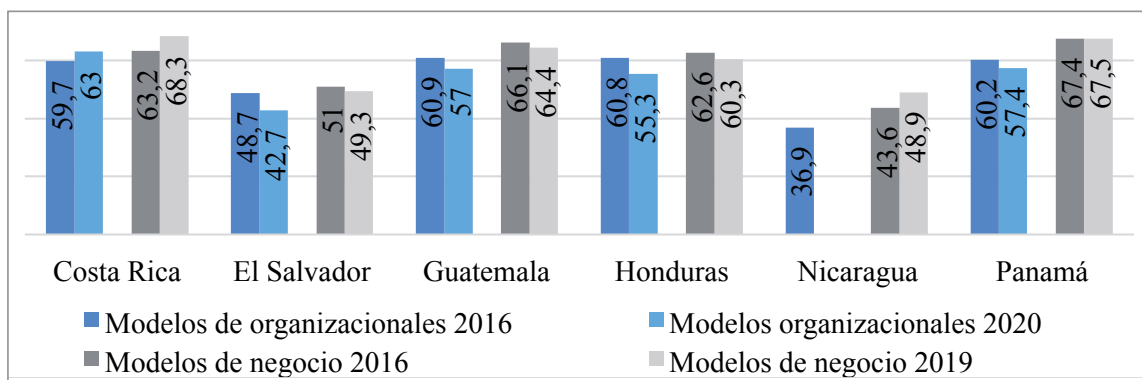
Fuente: elaboración propia con datos de Finnovista y el BID.

Para la categoría de *Blockchain*, Panamá es quien lidera, sobre todo por sus esfuerzos en la organización de eventos que promueven la industria en el país y la cantidad de cajeros automáticos para el uso de criptomonedas (18). Seguidamente se encuentra Costa Rica (2), El Salvador (1) y ha surgido el interés de instalar los primeros cajeros automáticos en Guatemala (Coin ATM Radar, s.f.).

En términos generales se podría adelantar que Costa Rica y Panamá son quienes cuentan con mayor oferta en la industria 4.0. Costa Rica es además el que más información ha generado, aunque de forma aislada. La Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) desarrolló un mapeo del perfil de la oferta costarricense en tecnología 4.0. Este estudio determinó que únicamente 12% de las empresas TIC desarrollan servicios basados en estas tecnologías, principalmente en *cloud computing*, *big data*, internet de las cosas, inteligencia artificial (IA) y automatización robótica de procesos (ARP) (Apuy, 2019).

En lo que concierne a la adopción empresarial de la tecnología 4.0, que incluye la tecnologización de cadenas productivas y la creación de modelos de negocio y organizacionales, Centroamérica muestra un leve retroceso, tal como se muestra en el gráfico 7. Cabe destacar que la región ha experimentado un crecimiento vertiginoso en la utilización del comercio electrónico, de hecho, 80% de las MIPYMES usan redes sociales para hacer el mercadeo y/o vender⁴ (CENPROMYPE, 2020).

GRÁFICO 7. TIC en la creación de modelos de negocios⁵ y modelos organizacionales⁶ en Centroamérica



Fuente: elaboración propia con datos de la OMPI.

⁴ Estos datos consideran los países del Sistema de Integración Centroamericano que incluyen a Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.

⁵ Respuesta promedio a la pregunta: en su país, ¿en qué medida las TIC permiten nuevos modelos de negocio?

⁶ Respuesta promedio a la pregunta: en su país, ¿en qué medida las TIC permiten nuevos modelos organizativos (por ejemplo, equipos virtuales, trabajo a distancia, teletrabajo) dentro de las empresas?

En el caso de Costa Rica son los sectores de alimentos, banca, finanzas y TIC los que más demandan los servicios de la industria 4.0. Pese a lo anterior, su uso es todavía marginal en comparación con la industria total; por ejemplo, solo 5 de 58 empresas de alimentos consultadas usan tecnologías de automatización modernas como ARP e IA (Hewitt & Monge González, 2018).

La adopción de la tecnología en América Latina está condicionada por aspectos empresariales, regulatorios, económicos, sociodemográficos y tecnológicos (Deloitte, 2018 a). Algunos ejemplos son la falta de información y orientación, escasez de recurso humano, dificultades para evaluar el retorno de inversión, falta de infraestructura, percepción de lejanía o ajenidad por considerarse la tecnología compleja y costosa. Es paradójico hablar de falta de información, sin embargo, “es muy común que cuando una PYME la busca, se encuentra con un alud de información que, más que ayudar, confunde sobre lo que puede esperarse” (Vázquez, 2016).

El tamaño de la empresa juega un rol clave, donde las empresas más pequeñas tienen menos disposición de comprometerse con la tecnología (Stentoft, J., Rajkumar, C. y Madsen, E. S., 2017). Incluso empresas con ingresos altos, que son conscientes de las oportunidades de la transformación digital, no están muy seguras de cómo llegar allí (Deloitte, 2018 b).

5. Esfuerzos de Centroamérica para acercar la industria 4.0 a las PYMES

El fenómeno más reciente del proceso de evolución de la industria 4.0 en Centroamérica se llevó a cabo con la demostración de voluntades políticas a favor del tema y discusiones cautelosas sobre su importancia para el desarrollo económico. Esto se evidenció con las múltiples actividades presenciales que se estaban desarrollando antes de la aparición de la pandemia por COVID-19. La llegada de la pandemia no solo no detuvo este proceso, sino que aceleró la utilización de las TIC en beneficio de estas discusiones que enfatizan la urgencia de adaptar los modelos de negocio y las cadenas de valor a la era digital.

Pese a que cualquier proceso de adaptación inicia con la aceptación de la necesidad de cambio, consume a la región la paradoja estratégica que experimentan también las empresas. Esta sugiere que, pese a que la voluntad hacia la transformación digital y su comprensión sobre su importancia estratégica son fuertes, las empresas no necesariamente están explorando completamente las posibilidades

que esta habilita (Deloitte, 2018 b). Lo anterior se refleja en la ausencia de una política y una ruta de trabajo clara que lleva a la región a una transición a ciegas.

A nivel internacional, la industria 4.0 es aún embrionaria y parcial. Prima entre los gobiernos el desarrollo de estrategias de difusión y acceso de las empresas a las TICs, ya que las administraciones se ven desafiadas primero ante temas de acceso universal, concentración económica, inequidad social, ausencia de normativa y hacia ellos versan sus acciones. De hecho, son pocos los países que han redefinido sus políticas industriales en base al nuevo escenario de la revolución 4.0 (Basco, Beliz, Coatz, & Garneró, 2018). Cabe resaltar la estrategia Panamá Hub Digital, mediante la cual Panamá busca desarrollar en diez años una industria TIC creadora y que permite unir los esfuerzos que estaban realizando aisladamente diferentes instituciones (Segura, 2020).

Aún sin existir estrategias a nivel país ni regional en Centroamérica, se identificaron seis tipos de acciones, tanto de iniciativa pública como privada, que se están llevando a cabo para promover la transformación empresarial hacia una industria 4.0 y que han logrado avances, aunque, lastimosamente, de forma desintegrada:

1. Mediciones aisladas y no periódicas del tamaño de la industria y diagnósticos del grado de transformación digital empresarial, por parte de organizaciones privadas y públicas. Por ejemplo, en Costa Rica se han involucrado instituciones como PROCOMER, INCAE, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones (MICITT) y el BID. En Honduras, SENPRENDE puso a disposición una herramienta digital de autodiagnóstico llamada Chequeo Digital. A nivel regional, el Centro Regional de Promoción de la MIPYME (CENPROMYPE) evaluó el sector de *e-commerce* y CEPAL está estudiando las brechas de transformación digital en el sector turístico.
2. Organización de eventos como retos, concursos y *hackatones* dirigidos a la sociedad civil que pretenden acelerar la identificación rápida de soluciones a problemas concretos.
3. Disposición de fondos concursables no reembolsables para emprendimientos tecnológicos y/o transformación tecnológica. Estos podrían ser exclusivos para la promoción de industria 4.0, aunque en su mayoría no lo son. Las condiciones y montos otorgados varían según país, tal como se puede observar en el Cuadro 1.

CUADRO I. Ejemplos de fondos no reembolsables para emprendimiento e innovación en Centroamérica, 2020

País/Región	Emisor	Monto máximo US\$	Nombre de la línea de financiamiento
Costa Rica	MICITT	40.000	Concurso para financiar Proyectos de Innovación, Proyectos de Desarrollo Tecnológico y/o combinación de ambos (Estrategia Nacional de Bioeconomía).
Costa Rica	PROCOMER y COMEX	15.000	Descubre. Proyectos de asesoría técnica y adquisición de equipo para competitividad, crecimiento y modernización productiva por medio de tecnologías de agricultura de precisión y otras técnicas de agricultura moderna.
El Salvador	MINEC	100.000	Fondo de Desarrollo Productivo – Proyectos.
Guatemala	SENACYT	63.000	Línea de apoyo al emprendimiento y la innovación.
Nicaragua	CONICYT	2.000	Fondo Concursable al Estímulo de la Investigación, Innovación y Emprendimiento.
Panamá	SENACYT	200.000	Convocatoria Pública Proyectos de Innovación Empresarial.
Panamá	SENACYT	40.000–50.000	Convocatoria Pública Proyecto Innovatec Nuevos Emprendimientos.
Centroamérica	CENPROMYPE	3.000	Fondo de reactivación e-commerce.

Fuente: elaboración propia con datos de CONICYT (Nicaragua), MICITT (Costa Rica), COMEX (Costa Rica), MINEC (El Salvador), SENACYT (Panamá), CENPROMYPE.

- Integración empresarial en figuras como consorcios y/o clústeres que colaboran con otros actores del ecosistema, ya sea por iniciativa pública o privada. Por ejemplo, en Costa Rica resalta la creación de la Asociación Blockchain Costa Rica, el consorcio Central Gate, que reúne a las empresas dedicadas a TIC y recientemente se ha conformado el clúster de Ciberseguridad. En Panamá, se creó PanaFintech, hoy llamada Asociación Panameña de Innovación, Fintech y Economía Digital.
- Realización de actividades de sensibilización, información y de facilitación de alianzas como *webinars*, discusiones, foros, conferencias, simposios y otros,

tanto por parte de agremiaciones empresariales, instituciones públicas, cámaras y/u organismos regionales.

6. Capacitación, asesoría y acompañamiento empresarial, ya sea como parte de iniciativas públicas de apoyo empresarial como el proyecto de Desarrollo de Capacidades en Comercio Electrónico en Centroamérica de CENPROMYPE o como parte de la oferta de empresas del giro de negocio de consultoría empresarial y auditoría. Las empresas que componen el *Big Four* (Deloitte, EY, KPMG y PwC) han jugado un rol primordial en la transformación empresarial, ofreciendo desde capacitaciones gratuitas hasta un acompañamiento completo para empresas que contratan sus servicios.

Como es natural el liderazgo corresponde a los ministerios de ciencia y tecnología. Sin embargo, en el campo de las TIC, las cámaras empresariales, especialmente las de tecnología e industrias, han desempeñado una función estratégica. Estas han impulsado al sector público a facilitar apoyo empresarial y lo han guiado en la adaptación o creación de normativa. Por otro lado, los actores regionales como CENPROMYPE, la Organización de Estados Americanos, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, BID y la academia han trabajado intensamente en su promoción.

6. Recomendaciones para facilitar el proceso de inserción de Centroamérica en la industria 4.0 ante los retos y oportunidades emergentes post COVID-19

Es evidente que Centroamérica requiere atender el cierre de brechas entre los países en los indicadores de TIC, inicialmente. Sin embargo, atendiendo puntualmente el acercamiento de la industria 4.0 a las PYMES, se realizan ocho recomendaciones que facilitarían este proceso de inserción para la región:

1. Es necesario un esfuerzo urgente de medición formal, sistemática y periódica que permita dimensionar con certeza el tamaño de la industria, su oferta, penetración e impacto en el sistema productivo.
2. Creación de políticas públicas para la transformación digital y definición de una estrategia regional y por país. Estas deberían contemplar claramente a dónde se quiere llegar como región con objetivos específicos, medibles, alcanzables, realistas y temporales. Además, se debe identificar cómo se

quiere competir en el futuro y el conjunto de tácticas y acciones necesarias para conseguirlo.

3. Replantear el rol de los gobiernos además como facilitadores de la migración a una industria 4.0, mediante la contratación pública y el *e-government*.
4. Priorizar la transformación digital en áreas específicas como la producción de bienes críticos y en las cadenas de valor estratégicas. Es necesario diversificarlas, hacerlas menos dependientes y restablecer aquellas que fueron interrumpidas. Además, priorizar las tecnologías limpias y ambiente; infraestructura resiliente de salud considerando la perspectiva regional la salud pública; equidad de género y otras áreas donde ya se han detectado oportunidades comerciales.
5. Dirigir instrumentos de apoyo empresarial exclusivos para la industria 4.0. Esto que incluya no solo recursos económicos sino un proceso de información, diagnóstico e implementación. Las etapas de información y diagnóstico determinan qué transformar y qué tecnologías pueden satisfacer mejor las necesidades estratégicas empresariales. Por otro lado, la implementación consiste en un acompañamiento para ejecutar pruebas de concepto y piloto. Es necesario complementar la demostración de voluntades, la sensibilización e inspiración, con iniciativas enfocadas en hacer realmente alcanzable y tangible para las PYMES su proceso de transformación digital.
6. Promover la agremiación empresarial, junto con la generación de redes de intercambio y comunidades de aprendizaje. Casos como Costa Rica y Panamá ya presentan avances en estos aspectos.
7. Procurar un diálogo entre los oferentes centroamericanos de servicios TIC basados en industria 4.0 y las empresas locales de otros sectores productivos de manera que se acelere la adopción de tecnología y la dinamización de la oferta.
8. Mejorar la interacción y trabajo conjunto entre los diferentes actores del ecosistema, evitando el trabajo aislado, desconectado y que no responda a objetivos estratégicos. La triple hélice Gobierno–Academia–Empresa debería converger como un todo indivisible que camina hacia la misma dirección.

7. Conclusiones y recomendaciones

Centroamérica es todavía un ecosistema en fase de desarrollo. Si bien hay barreras que han ralentizado el proceso de adopción de la tecnología, la una vez llamada lejana industria 4.0 irrumpió en la región y se impuso como medida de respuesta ante el COVID-19 y es hoy un habilitador de oportunidades comerciales.

Los avances en los indicadores generales clave de TIC y los datos disponibles sobre las categorías tecnológicas son esperanzadores. Así mismo, ha habido demostración de voluntades políticas y empresariales que han marcado un hito. Se considera, que el siguiente paso es plantear acciones para convertir estas discusiones en hechos que transformen el aparato empresarial.

Hoy la realidad es una Centroamérica con una adopción digital aún baja en comparación con países líderes, pero acelerada y con perspectivas positivas, incluso con industrias que han sido pioneras y que hasta hoy se han considerado como *outliers* (atípicos) donde el reto es pasar de la excepción a la norma. Lo anterior crea condiciones cada vez mejores para que las empresas puedan insertarse en esta revolución tecnológica, maximizando el rol de las PYMES en la transformación económica y social de la región.

Por supuesto, persiste el reto de atender las desigualdades entre países por parte de los gobiernos. Estos últimos tienen hoy la oportunidad de ofrecerle a las empresas una ruta que permita su inserción inteligente a la revolución tecnológica y de plantear un nuevo escenario productivo. Lo anterior se lograría mediante la definición de políticas públicas y estrategias que contemplen las ocho recomendaciones propuestas.

8. Bibliografía

APUY, E. (2019). *Perfil de la oferta costarricense especializada en tecnologías 4.0*. Obtenido de Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica: <http://sistemas.procomer.go.cr/EstudiosMercados>

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, BID INVEST, FINNOVISTA (2018). *Fintech: América Latina 2018: Crecimiento y consolidación*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Fintech-Am%C3%A9rica-Latina-2018-Crecimiento-y-consolidaci%C3%B3n.pdf>

BANCO MUNDIAL (2019). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador>

BASCO, A. I., BELIZ, G., COATZ, D., y GARNERO, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>

BENAVENTE, J. M., y SUAZNÁBAR, C. (2018). *Políticas 4.0 para la Cuarta Revolución Industrial*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/politicas-de-transformacion-digital/>

BONILLA, K. (2018). *Construcción de capacidades en ciencia y tecnología en países centroamericanos: retos y oportunidades para la Integración del Istmo*.

CENPROMYPE (2020). *Estado del comercio electrónico en países de la Región SICA*.

COIN ATM RADAR (s.f.). *Bitcoin ATMs by Country*. Obtenido de <https://coinatmradar.com/countries/>

CORNELL SC JOHNSON COLLEGE OF BUSINESS, INSEAD, WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2018). *Global Innovation Index 2018: energizing the world with innovation*. Obtenido de Organización Mundial de Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf

— (2020). *Global Innovation Index 2020; who will finance innovation?* Obtenido de Organización Mundial de Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf

CORNELL UNIVERSITY, INSEAD, WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2016). *The Global Innovation Index 2016: winning with global innovation*. Obtenido de Organización Mundial de Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016.pdf

— (2017). *The Global Innovation Index 2017: innovation feeding the world*. Obtenido de Organización Mundial de Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2017.pdf

— (2019). *The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives— The Future of Medical Innovation*. Obtenido de Organización Mundial de Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf

DELOITTE (2017). *Forces of change: Industry 4.0*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

— (2018 a). *IoT para el sector empresarial en América Latina*, Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.

— (2018 b). *The Industry 4.0 paradox: Overcoming disconnects on the path to digital transformation*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/potencial-cuarta-revolucion-industrial.html>

ESQUIVEL, M. (2019). *Caracterización del sector de tecnologías de información y comunicación (TIC) en Costa Rica*. Obtenido de Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica: <http://sistemas.procomer.go.cr/EstudiosMercados>

FORO ECONÓMICO MUNDIAL (s.f.). *Strategic Intelligence*. Obtenido de Strategic insights and contextual intelligence from the World Economic Forum: <https://intelligence.weforum.org/>

HEWITT, J., y MONGE GONZÁLEZ, R. (2018). *Automatización en los Sectores de Exportación de Alimentos, Tecnologías de Información y Comunicación, y Servicios Offshore en Costa Rica*.

PRICEWATERHOUSECOOPERS (2019). *La Industria 4.0 revolucionará los negocios*. Obtenido de <https://www.pwc.com/mx/es/industrias/industria-4-revolucionar-los-negocios.html>

SCHAWB, K. (2019). *The Global Competitiveness Report*. Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

SEGURA, S. (2020). *Panamá: mercado potencial para el sector TI*. Obtenido de Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica: <http://sistemas.procomer.go.cr/EstudiosMercados>

STENTOFT, J., RAJKUMAR, C. y MADSEN, E. S. (2017) *Industry 4.0 in Danish Industry*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/50630445.pdf>

VÁZQUEZ, R. (2016). "3 barreras que impiden a las pymes el uso de tecnología", *Forbes Mexico*.