



# ¿CÓMO ESTÁ AFECTANDO LA AUTOMATIZACIÓN A LOS SECTORES DE EXPORTACIÓN EN COSTA RICA?

Ricardo Monge González, PhD<sup>1</sup>

## RESUMEN

Este artículo resume los hallazgos de una investigación pionera sobre los impactos de la automatización en la competitividad y empleo en tres sectores de exportación de Costa Rica: Alimentos, Tecnologías de Información y Comunicaciones, y Servicios Offshore. Mediante encuestas estructuradas se recopiló información a muestras representativas de empresas de estos sectores. Los resultados muestran que la automatización es un fenómeno ya en proceso en Costa Rica, pero con diferentes grados de avance entre los sectores estudiados. El sector que muestra menor grado de avance es el de alimentos. En todos los casos el principal promotor de la automatización es la mejora en la competitividad. Los impactos de este proceso sobre el empleo difieren entre los sectores, aunque en todos ellos se observa la creación de nuevas oportunidades de empleo. Importantes retos son identificados para que las empresas y los trabajadores salgan airosos ante la automatización. Varias recomendaciones de política se plantean al respecto.

**Palabras claves:** competitividad, empleo, TIC, alimentos, servicios offshore.

## ABSTRACT

This article summarizes the findings of pioneering research on the impacts of automation on competitiveness and employment in three Costa Rican export sectors: Food, Information and Communications Technologies, and Offshore Services. Through structured surveys we collected information from representative samples of companies in these sectors. The results show that automation is a phenomenon already in process in Costa Rica, but with different degrees of progress between the sectors studied. The sector that shows the least degree of progress is food. In all cases the main promoter of automation is the improvement in competitiveness. The impacts of this process on employment differ between sectors, although all sectors see the creation of new employment opportunities. Important challenges are identified so that companies and workers get the best from the automation. A number of policy recommendations are made in this regard.

**Key words:** competitiveness, employment, ICT, food, offshore services

<sup>1</sup> Director de la Fundación CAATEC y Profesor invitado LEAD University, [rmonge@caatec.org](mailto:rmonge@caatec.org)



## INTRODUCCIÓN

“La cuarta revolución industrial” está marcada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas, las cuales anticipan importantes cambios en el mundo tal como lo conocemos. En su libro sobre esta revolución tecnológica, Klaus Schwab señala que “estamos al borde de una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será distinta a cualquier cosa que el género humano haya experimentado antes” (Foro Económico Mundial 2016).

Entre los cambios tecnológicos de esta revolución están aquellos relacionados con la Internet de las cosas, la inteligencia artificial y la robótica avanzada, las cuales permiten la automatización de muchas tareas, no solamente aquellas rutinarias sino también algunas no rutinarias y cognitivas (Frey y Osborne, 2013). Igualmente, los procesos de automatización impactan la eficiencia con que operan las empresas y los costos de producción, afectando así la competitividad de las firmas. Finalmente, dado el impacto de la automatización sobre la oferta y demanda laboral (cambios en las habilidades y conocimientos que se demandan y ofrecen) esto significa retos y oportunidades para la competitividad de los países.

Al igual que en el pasado, existe la preocupación sobre el impacto que este cambio tecnológico pueda producir sobre el empleo y la competitividad de las empresas y los países donde éstas operan. Lo anterior, ya que como otras revoluciones tecnológicas, ésta destruye puestos de trabajo al volver obsoletas ciertas tareas y/o permite la sustitución de trabajadores por máquinas o algoritmos. Mientras que al mismo tiempo, genera nuevos empleos en los sectores que desarrollan y producen dichas tecnologías, así como en actividades antes inexistentes en las actividades tradicionales de la economía. Adicionalmente, estas transformaciones económicas tienden a impactar positivamente la productividad de la mano de obra y algunas veces los salarios, así como a reducir los precios de muchos bienes y servicios en la economía, lo cual aumenta la demanda por ellos y genera más fuentes de empleo (Stewart et al., 2015). Todos estos cambios generan presión sobre las condiciones actuales y futuras de la competitividad, tanto a nivel de las empresas como de los países.

Se puede afirmar que existe en la literatura sobre este tema, tanto un enfoque fatalista como uno optimista. Aquellos que abogan por el primer tipo de efectos sobre el empleo (negativo) a veces caen en lo que se ha dado

en llamar la “falacia de la carga del trabajo”. Es decir, asumen la existencia de una cantidad limitada de tareas que pueden ser realizadas por los seres humanos y por tanto la automatización de algunas de ellas necesariamente implicará la destrucción de puestos de trabajo. Algo que a primera vista es fácil de observar (véase por ejemplo el estudio de Frey y Osborne, 2013). Por el contrario, existe otra corriente de pensamiento donde se destaca la evidencia de que en general el cambio tecnológico no solo no reduce el nivel de empleo, sino que tiende a aumentarlo, en gran medida por los impactos positivos tanto directos como indirectos sobre la productividad y el trabajo, los cuales son más difíciles de prever por ser caóticos y difíciles de predecir (Miller y Atkinson, 2013; Stewart et al., 2015).

No obstante lo anterior, lo realmente importante en materia de empleo es entender cómo aquellos que pierden sus empleos ante la nueva revolución industrial pueden volver a incorporarse al mercado laboral y cómo los nuevos trabajadores deben prepararse para las nuevas oportunidades laborales. En este contexto también es importante tomar en cuenta el grado de avance de la nueva revolución industrial en el país o países que se estén analizando en un momento determinado. En adición a lo anterior, cabe señalar que casi toda la evidencia empírica existente sobre los potenciales impactos de la automatización sobre la competitividad y el empleo se ha recopilado y analizado en el caso de países desarrollados.

En este contexto, en un reciente estudio en que participó el autor, *La Automatización en los Sectores de Exportación de Alimentos, Tecnologías de Información y Comunicación, y Servicios Offshore en Costa Rica*<sup>2</sup>, se exploraron los efectos de la automatización sobre el empleo y la competitividad en estos tres sectores productivos de exportación. El estudio pretendió contribuir al debate sobre el impacto de la automatización en la competitividad y el empleo en Costa Rica a través del análisis del tema en tres sectores claves de exportación. Específicamente, se analiza cómo la automatización está afectando las fuentes de empleo y la competitividad de las empresas de estos tres sectores, así como la competitividad de la economía como un todo. Lo anterior, con el fin de plantear políticas que permitan hacer frente a los retos y aprovechar las oportunidades de la automatización.

Cabe resaltar que dicho esfuerzo analiza solo una pequeña parte de los posibles impactos de la nueva revolución industrial, entendida como el impacto de la automatización sobre la competitividad y el empleo en

<sup>2</sup> [https://www.researchgate.net/publication/324730802\\_La\\_Automatizacion\\_en\\_los\\_Servicios\\_de\\_Exportacion\\_de\\_Alimentos\\_Tecnologias\\_de\\_Informacion\\_y\\_Comunicacion\\_y\\_Servicios\\_Offshore\\_en\\_Costa\\_Rica\\_Impactos\\_sobre\\_el\\_Empleo\\_y\\_la\\_Competitividad](https://www.researchgate.net/publication/324730802_La_Automatizacion_en_los_Servicios_de_Exportacion_de_Alimentos_Tecnologias_de_Informacion_y_Comunicacion_y_Servicios_Offshore_en_Costa_Rica_Impactos_sobre_el_Empleo_y_la_Competitividad)

una economía en vías de desarrollo, dejando de lado un vasto campo de estudio como la internet de las cosas, la impresión 3D, etc.

## **POTENCIALES EFECTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN ¿QUÉ NOS DICE LA LITERATURA?**

En años recientes se ha experimentado un crecimiento explosivo en la sofisticación de las tecnologías de automatización, así como en la variedad de empresas y actividades en las cuales se están aplicando estas nuevas tecnologías. Por ejemplo, las tecnologías y estrategias modernas como la robótica industrial y la automatización robótica de procesos (robotic process automation – ARP) se están usando cada vez más para ayudar o reemplazar a trabajadores que llevan a cabo principalmente tareas rutinarias y estandarizadas, que no requieren de una amplia formación ni niveles especialmente altos de educación formal. Mientras tanto, los recientes desarrollos en la tecnología de la inteligencia artificial (IA), como el aprendizaje automático (machine learning), han producido software que puede ser utilizado para llevar a cabo muchos tipos de tareas creativas que anteriormente eran resistentes a la automatización, y que con frecuencia son realizadas por “trabajadores del conocimiento” con niveles educativos más altos. De esta forma la automatización está afectando tareas en muy diversas actividades productivas y por ende muy diversos tipos de ocupaciones gracias al uso de la ARP y la inteligencia artificial en las actividades productivas.

Estas nuevas tecnologías también han posibilitado la automatización de procesos en una variedad cada vez más amplia de sectores en las economías nacionales. Si bien las tecnologías iniciales de automatización eran usadas más ampliamente en los sectores extractivo y productivo para manipular objetos físicos, las nuevas tecnologías también se están implementando cada vez más en el sector de los servicios, en áreas como servicio al cliente, apoyo administrativo para las empresas, y servicios financieros, que se concentran primordialmente en la manipulación de información.

Estas tecnologías fueron desarrolladas e implementadas inicialmente en los países desarrollados, pero su potencial para lograr que la producción de bienes y servicios sea más eficiente, de menor costo y mejor calidad, hace que su implementación también en los países en desarrollo sea una estrategia atractiva para las empresas, con el fin de mejorar su competitividad tanto

en el mercado local como internacional. Igualmente, la implementación de estas tecnologías en los países desarrollados, así como en los países en desarrollo, tiene el potencial de afectar la demanda de la fuerza laboral de manera significativa. De hecho, no solo puede disminuir la demanda de ciertos tipos de trabajadores no calificados y calificados, sino también cambiar las habilidades que se requerirán para trabajar en ambientes más automatizados. Lo cual implica un gran reto para cualquier país en el presente siglo. Por un lado, cómo hacer frente a potenciales pérdidas de fuentes de empleo y por otro, cómo ajustar los currículos de las diferentes carreras técnicas y profesionales para satisfacer las futuras demandas del sector productivo.

Los beneficios y desafíos potenciales de la automatización son sumamente relevantes cuando se considera el desarrollo de la economía costarricense. El país ha logrado una importante transformación de su economía mediante la apertura unilateral, la promoción de las exportaciones y la atracción de flujos de inversión extranjera directa. Además, de acuerdo con el Foro Económico Mundial, Costa Rica es hoy una economía basada en la eficiencia que transita hacia una economía basada en la innovación. Así, este país ha dado una alta prioridad a la modernización de su economía para mejorar la competitividad nacional y el bienestar de sus ciudadanos, que implica, entre otras cosas, promover la innovación entre las empresas costarricenses y el emprendedurismo, aumentar los encadenamientos productivos entre empresas locales y de exportación (nacionales o extranjeras), todo lo cual puede verse afectado de forma positiva y/o negativa mediante la implementación de la automatización en los procesos productivos.

Las autoridades costarricenses también han dado un gran énfasis a la creación de una fuerza laboral más calificada como un elemento crítico en la modernización económica, sobresaliendo Costa Rica entre los países en desarrollo por la presencia de una cantidad significativa de trabajadores altamente educados y calificados. Sin embargo, la implementación de las tecnologías de la automatización tanto en las empresas nacionales como en las extranjeras puede cambiar los niveles de demanda, incluso de habilidades de “alto nivel” en la fuerza laboral costarricense. Por ello, desde el punto de vista de la formulación de política pública, es importante tener una idea clara de los impactos de la automatización sobre la demanda laboral y en particular sobre distintos tipos de habilidades en el país, lo más pronto posible.

Adicionalmente, Costa Rica está experimentando problemas considerables para ofrecer un trabajo y me-

dios de vida decentes a una porción importante de sus ciudadanos. Datos de la Encuesta Continua de Empleo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC 2017) muestran que a finales de 2017 la tasa de desempleo sigue siendo alta (9,4% en el tercer trimestre de este año), mientras el nivel de empleo informal era aproximadamente 40%, y, aproximadamente 60% de la fuerza laboral no había completado la educación secundaria. Es posible que la tarea de encontrar un trabajo decente para estos individuos, muchos de los cuales tienen bajos niveles de educación, habilidades y capacitación, se torne aún más difícil si las empresas recurren a los procesos de automatización en tareas tradicionalmente llevados a cabo por trabajadores de “bajo nivel de capacitación”.

En términos generales se puede afirmar, de acuerdo con la literatura, que el proceso de automatización puede generar lo que se denomina un desacoplamiento entre la creación de fuentes de empleo y el crecimiento de la productividad. De hecho, lo que pareciera que está produciendo la automatización, al menos según la evidencia de los países desarrollados, es un entorno donde con frecuencia se observa un mayor crecimiento de la productividad y un mayor nivel de desempleo. Esta situación quizás tiene menor fuerza en países en vías de desarrollo (como Costa Rica) que, en los países desarrollados, debido a que las empresas domésticas tienen menores capacidades de innovación y por ende, menor impulso por la automatización, así como por la existencia de un sector informal relativamente grande. En cualquier caso, la realidad es que la automatización tiene el potencial de aumentar la desigualdad en materia de ingresos dentro de los países en vías de desarrollo, debido a la polarización de los mercados laborales, así como también entre estos países y aquellos desarrollados. Un segundo gran reto a enfrentar por Costa Rica.

Adicionalmente y de mucha importancia para países que dependen altamente de los flujos de inversión extranjera directa (IED) como Costa Rica, la automatización puede afectar negativamente el futuro de tales flujos. De hecho, si los países desarrollados continúan usando tecnologías que ahorran empleo, las empresas pueden encontrar más rentable producir bienes y servicios en sus países de origen usando la automatización en lugar de emplear trabajadores en países con menores salarios. Esta situación puede impactar no solo los flujos futuros de la IED, sino también la actual operación de empresas multinacionales en países en vías de desarrollo, debido a la repatriación de operaciones (reshoring o homeshoring). Un tercer gran reto para Costa Rica.

En breve, la creciente implementación de las tecnologías de automatización tiene, tanto un claro potencial para mejorar la competitividad de las empresas costarricenses incrementando la eficiencia y reduciendo los costos de producción de bienes y servicios, como el potencial para cambiar marcadamente las habilidades y cantidades de trabajadores requeridos en el mercado laboral costarricense. Es de suma importancia que los formuladores de políticas públicas logren entender con claridad los posibles impactos (positivos y negativos) de la automatización en estas áreas, para definir políticas públicas que atenúen los impactos negativos y potencien los impactos positivos de estas tecnologías.

Los argumentos esgrimidos con anterioridad constituyen los justificantes de la presente investigación, la cual tiene por objetivos: (i) determinar los costos y beneficios que la automatización puede tener tanto sobre la competitividad como sobre la demanda de empleo en algunos sectores de exportación estratégicos seleccionados; (ii) contrastar los resultados entre los sectores estudiados y derivar lecciones; y (iii) proveer recomendaciones de política que mitiguen los impactos negativos y potencialicen los impactos positivos de la automatización en los sectores objeto de estudio. El presente esfuerzo constituye un trabajo pionero en la materia toda vez que la gran mayoría de la literatura sobre automatización se centra en los efectos de ésta sobre la competitividad y el empleo en países desarrollados.

Cabe señalar que este trabajo se basa en una revisión de la literatura, entrevistas y encuestas hechas a las empresas de los tres sectores analizados sobre los efectos que a la fecha (2017) ha tenido la automatización sobre los diferentes puestos de trabajo y/o tareas ejecutadas por los trabajadores en diferentes etapas de los procesos productivos. Asimismo, con respecto a los efectos de la automatización sobre la competitividad de las empresas y del país como un todo. No obstante, lo anterior es importante notar que el presente trabajo no es un estudio exhaustivo del tema, por cuanto no se analiza en forma longitudinal el impacto de la automatización en el empleo o la competitividad. Además, tampoco se explora cómo el cambio tecnológico muchas veces tiende a aumentar el empleo debido a los impactos positivos tanto directos como indirectos sobre la productividad y el trabajo, los cuales son más difíciles de prever en el corto plazo por ser caóticos y difíciles de predecir.

En síntesis, el estudio pretende ser indicativo sobre los efectos de la automatización en la competitividad y el empleo de los sectores analizados. Es decir, mostrar qué es lo que está sucediendo e identificando los prin-

cipales retos y oportunidades para Costa Rica de cara a la automatización en los tres sectores de exportación seleccionados.

### **Selección de sectores de exportación**

Para esta selección de los tres sectores de exportación bajo análisis (tecnologías de información y comunicación, producción de alimentos y servicios offshore) se procedió en dos etapas. En la primera etapa, se seleccionaron dos de estos tres sectores tomando en cuenta su importancia relativa en las exportaciones, la generación de empleo (directo e indirecto; calificado y no calificado), su valor agregado doméstico, los encadenamientos productivos y la inversión extranjera directa. Todo lo anterior, según los resultados del estudio de Monge-González et al., (2016), y las cifras de exportaciones que maneja el Ministerio de Comercio Exterior.

Cabe hacer una aclaración sobre la utilidad práctica de las cifras del estudio de Monge-González et al., (2016). No obstante que las cifras se refieren al año 2011, aún son válidas para el análisis sobre el nivel de encadenamientos productivos, la importancia del empleo que se genera, así como el valor agregado doméstico incorporado en las exportaciones de Costa Rica en la actualidad. Lo anterior, debido a que el único evento importante entre los años 2012 y 2016 que se ha suscitado en Costa Rica en materia comercial, ha sido el traslado de las actividades de prueba y ensamblaje de microprocesadores por parte de Intel a Asia. Este evento tuvo un efecto marginal en las exportaciones costarricenses medidas en términos de valor agregado doméstico (a diferencia del valor bruto), así como en materia de encadenamientos productivos, ya que por la naturaleza de la operación previa de Intel, ambos rubros siempre fueron de limitada importancia en el país. Además, en cuanto a la generación de empleo, para el año 2016 la nueva operación de Intel basada en actividades de I&D y servicios compartidos, genera un número poco menor de fuentes de trabajo que en el año 2013, previo al traslado de las actividades de prueba y ensamblaje de Intel a Asia (Monge-González, 2017). Adicionalmente, conviene señalar que no existe una matriz insumo-producto para Costa Rica más reciente con la cual trabajar, por ejemplo, durante el año 2016.

Tomando en cuenta la información anterior y luego de una amplia discusión con las autoridades del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) y la Coalición Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE), se decidió seleccionar como los dos primeros sectores

estratégicos para los propósitos del presente estudio al sector de “productos alimenticios” y de “servicios offshore”.

En adición a los dos sectores antes mencionados, se consideró de suma importancia incluir un tercer sector en el análisis, el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). La inclusión de este tercer sector responde a tres criterios en particular: (i) el papel que el sector de las TICs ha jugado y puede jugar como potencial facilitador en la transición de otros sectores productivos hacia la automatización, (ii) el conocimiento sobre el estado actual de la automatización en el sector de las TICs, así como el actual apoyo que éste le esté brindando a otros sectores en esta materia, puede ayudar a comprender mejor el patrón de la automatización en Costa Rica. Un tema que, como se mencionó antes, no se ha estudiado aún en el país, ni en América Latina y otros países en vías de desarrollo, y (iii) el sector de las TICs cuenta tanto con empresas domésticas como multinacionales que operan en Costa Rica, lo cual contrasta con la composición del sector de productos alimenticios (principalmente empresas domésticas) y del sector de servicios offshore (principalmente empresas multinacionales).

Para la inclusión del sector de las TICs en el presente esfuerzo se contó con la valiosa colaboración de la Cámara de Tecnologías de la Información y la Comunicación (CAMTIC). Gracias al apoyo de CAMTIC fue posible lanzar una encuesta a todos sus miembros; además, recibimos ayuda valiosa de PROCOMER para notificar a las empresas de TICs sobre la encuesta. Los resultados sobre la automatización en el sector de las TICs y el involucramiento de este sector en los procesos de automatización de otros sectores productivos en Costa Rica se analizan en la siguiente sección del presente informe.

### **Hallazgos**

Para una mejor presentación de los hallazgos del estudio en marras, éstos se agrupan para cada uno de los tres sectores productivos de exportación analizados.

#### ***Sector de tecnologías de información y comunicación (TICs)***

Como se indicó anteriormente, el papel que el sector de las TICs puede jugar como potencial facilitador en la transición de otros sectores productivos hacia la automatización (es decir, actual apoyo que éste le esté brindando a otros sectores en esta materia) y el conocimiento sobre el estado actual de la automatización en el

sector de las TICs, puede ayudar a comprender mejor el patrón de la automatización en Costa Rica. El logro de este objetivo en la presente sección es muy importante, en especial ante la carencia de estudios previos en cuanto a la automatización en Costa Rica y en países en vías de desarrollo.

La mayoría de las empresas entrevistadas del sector de las tecnologías de la información y comunicación (21 de 36) brindan servicios de automatización a otras empresas en Costa Rica, convirtiéndose así en facilitadores de la automatización en este país.

Los clientes atendidos con servicios de automatización incluyen a empresas nacionales grandes y pymes, así como empresas extranjeras de todos los tamaños e instituciones u organizaciones públicas costarricenses. En cuanto a sectores atendidos, los principales son la banca y seguros, el comercio, otros servicios, salud y educación, gobierno y TICs. Sólo 2 empresas que ofrecen servicios y productos de automatización señalaron tener como clientes de servicios de automatización a empresas del sector de productos alimenticios, mientras que en el área de servicios offshore, 5 empresas de TICs reportaron ventas a compañías de outsourcing, y 3 a centros corporativos de servicios compartidos.

Los servicios de automatización que las empresas del sector de las TICs suplen a otras empresas en Costa Rica involucran la automatización robótica de procesos, el análisis automatizado de datos para la toma de decisiones y la automatización inteligente. Además, la mayoría de estas empresas están utilizando estas mismas tecnologías en los propios procesos de automatización.

Para poder suplir los servicios de automatización la mayoría de las empresas del sector de las TICs debieron capacitar a sus empleados y en otros casos tuvieron que contratar empleados con nuevas habilidades. Además, no se despidieron empleados como producto de la automatización de procesos.

Las habilidades que deben tener los trabajadores que desarrollan productos y servicios de automatización para clientes incluyen tanto habilidades duras (herramientas de aprendizaje automático [machine learning], ingeniería de sistemas, matemáticas, programación y diseño de bases de datos, herramientas para el desarrollo del producto o servicio, comprensión del negocio y gestión de calidad) como blandas (ser curioso y autodidacta, capacidad para el estudio e investigación, facilidad en la solución de problemas técnicos, trabajo en equipo multidisciplinario, adaptabilidad).

Las empresas del sector de las TICs manifiestan

que sus clientes consideran que la implementación de servicios de automatización les genera importantes beneficios, entre los principales el proveer mejor información para la toma de decisiones, el incremento en la eficiencia, la reducción de costos y el incremento en la productividad. Todos estos beneficios se pueden considerar los impulsores de la automatización en los diversos sectores productivos de Costa Rica.

En el proceso de venta de servicios de automatización las empresas del sector de las TICs han enfrentado algunos obstáculos, entre los que sobresalen el costo de los productos y servicios para el cliente, así como la falta de conocimiento y la falta de habilidades técnicas del cliente.

En cuanto a la automatización en el mismo sector de las TICs se encontró que 22 de las 36 empresas de este sector se están automatizando.

Las empresas del sector de las TICs que se están automatizando utilizan una gran variedad de productos y servicios de automatización en muy diversos campos (v.g. aplicaciones para digitalizar transacciones del consumidor, pruebas de software automatizadas, automatización de análisis estadísticos, big data, contabilidad y finanzas, ciencia de datos).

La mayoría de las empresas del sector de las TICs que incurrieron en procesos de automatización debieron capacitar a sus empleados para brindarles nuevas habilidades, y un número mucho menor debió contratar a nuevos empleados con las habilidades necesarias. En estos casos fue difícil para estas empresas el conseguir en el mercado este tipo de trabajador.

Las nuevas habilidades que demandan las empresas del sector de las TICs en materia técnica para participar en sus procesos de automatización están el conocimiento de ingeniería de sistemas, matemáticas, definición estandarizada de casos de uso, contexto de negocio y transformación de procesos del trabajo. Por su parte, en cuanto a habilidades blandas las más requeridas son adaptabilidad, flexibilidad, seguimiento, actitud y compromiso.

Gracias a la automatización de procesos las empresas del sector de las TICs han mejorado su competitividad, especialmente al beneficiarse del incremento en la eficiencia, la productividad, la calidad de los productos o servicios que ofrecen, contar con mejor información para la toma de decisiones y reducción en los costos.

En la implementación de los procesos de automatización en sus empresas, las empresas del sector de las TICs encontraron tres tipos de problemas: falta de conocimiento sobre los usos más apropiados de la tecno-

logía, costo del desarrollo e implementación de la automatización y falta de las habilidades técnicas necesarias para llevar a cabo los procesos. En general, estos obstáculos son similares a los identificados en las empresas clientes del sector de las TICs.

### **Sector de productos alimenticios**

Si bien la automatización empezó en la industria alimentaria más tardíamente que en otras industrias, las empresas más grandes usan en la actualidad ampliamente las máquinas – tanto aquellas que requieren la presencia de personas para guiar sus acciones (mecanización), como aquellas que no requieren esta presencia humana (automatización) – pero las empresas más pequeñas no pueden costearse fácilmente la maquinaria requerida para la mecanización y la automatización industrial, y necesitan depender más del trabajo manual (Davis, 2017; Heasman y Morley 2017).

La incapacidad de utilizar la automatización representa un impedimento serio para mejorar la competitividad de las industrias alimentarias. Entre otros beneficios importantes que pueden observarse en la industria, la automatización puede mejorar la velocidad, la confiabilidad y la eficiencia de los procesos productivos, conduciendo a reducciones significativas en los costos y a una mayor productividad (Dennis et al., 2013). Además, provee gran cantidad de datos operativos que pueden utilizarse para evaluar y mejorar aún más la manera en que se llevan a cabo los procesos (Runvik, 2017). La reducción de la participación directa de personas en las actividades productivas también puede reducir la exposición de los trabajadores a condiciones peligrosas y reducir la posibilidad de contaminación de los alimentos por los trabajadores que no se apegan a estándares sanitarios rigurosos (Uhl, 2017).

Aunque la automatización es aplicable potencialmente a casi cualquiera de las actividades que se llevan a cabo en una empresa de producción de alimentos, las actividades altamente repetitivas que caracterizan a las líneas de producción industrial han sido los primeros objetivos de la automatización en la industria, y continúan siendo donde se encuentra el mayor nivel de automatización. Dentro de las líneas de producción, el uso de la automatización es actualmente bastante común cerca del final del proceso de producción, especialmente en las áreas de empaquetado y etiquetado de los productos, y donde el producto final se coloca sobre paletas (Revista Alimentos, 2016; Anandan, 2016). Sin embargo, conforme la sofisticación de las tecnologías de automatización aumenta y los beneficios de la au-

tomatización se hacen más evidentes, su uso en otras actividades productivas se está expandiendo.

Algunos ejemplos de avances recientes en tecnologías de automatización que son especialmente importantes en este sector incluyen el desarrollo de dispositivos sofisticados de manipulación, cuyo nivel de destreza ahora se acerca a la de las manos de las personas. Otro ejemplo son los sistemas de visión por computadora, que pueden detectar defectos en los materiales en diferentes etapas de producción. La combinación de estas tecnologías permite a las máquinas seleccionar y manipular incluso artículos delicados y que tienen formas irregulares – actividades para las cuales previamente se requería de trabajadores (Labs 2015). En el corto plazo, el uso de la Automatización Robótica de Procesos (ARP) y de tecnologías basadas en la inteligencia artificial aumentará aún más la cantidad de áreas en las cuales se use la automatización en esta industria (Food Processing Technology, 2017; Food Manufacturing, 2015).

Este creciente uso de la automatización en la producción de alimentos tiene implicaciones importantes para los trabajadores y las capacidades requeridas por los patrones en el sector. Uno de los impactos de la automatización que se nota más ampliamente ha sido un cambio en la demanda de trabajadores menos calificados a trabajadores más calificados en todas las industrias (Frey y Osborne, 2013), y en el caso de la producción de alimentos, ha habido varios casos en los que se ha dado una reducción sustancial en fuerza laboral en empresas grandes de los países desarrollados que han automatizado sus operaciones fuertemente (Loria, 2017; Rosenbaum, 2016).

No obstante, los efectos de la automatización no se limitan necesariamente a la sustitución de trabajadores; de hecho, la automatización puede ayudar a los trabajadores al crear más demanda de ciertos tipos de trabajadores. Por ejemplo, mientras la automatización de labores rutinarias de alto volumen en las líneas de producción puede reducir sustancialmente la demanda de trabajadores menos calificados y operadores de máquinas, también puede aumentar la demanda de ingenieros y de técnicos calificados para que instalen y le den mantenimiento a los sistemas automatizados (Davis, 2017). No es claro aún si la cantidad total de trabajadores calificados que se contratan superará o no la cantidad de trabajadores menos calificados que pueden verse desplazados por la automatización.

La reducción en la demanda de trabajadores menos calificados como resultado de la automatización es mu-

cho más probable que ocurra en las empresas grandes de producción de alimentos que en las más pequeñas, debido a que éstas últimas tienen menos posibilidades de costear la automatización y quizás tienen menos incentivo para hacerlo debido a sus bajos niveles de innovación. Además, la automatización puede ocurrir con menos frecuencia en aquellos países en los que los salarios son bajos, o en los cuales los niveles de empleo informal son especialmente elevados, dado que los bajos salarios reducen los ahorros totales en costos que los patronos pueden obtener mediante la automatización (McKinsey, 2017).

Las pérdidas de empleos debidos a la automatización también pueden reducirse si los patronos están dispuestos a brindarle a sus empleados nuevas habilidades que les permitan trabajar con maquinaria automatizada, en lugar de sustituirlos por ésta (Runvik, 2017). Sin embargo, las bajas tasas de capacitación a empleados menos calificados (Heasman y Morley, 2017) y los altos niveles de empleo informal de estos trabajadores en los países en vías de desarrollo (Wilkinson y Rocha, 2017), sugieren que la capacitación a trabajadores menos calificados de líneas de producción no sea una alternativa fácil o necesariamente atractiva de implementar por parte de los patronos, para evitar el desplazamiento de estos trabajadores por la automatización. Esto implica un papel importante de la política pública en capacitar a los trabajadores desplazados por la automatización y facilitarles su reingreso al mercado laboral. Lo anterior se puede hacer tanto mediante el uso directo de centros de capacitación públicos como por medio del otorgamiento de incentivos para que las empresas brinden la capacitación requerida que les permita a los trabajadores laborar con maquinaria automatizada.

En el sector de productos alimenticios la automatización se encuentra en una etapa muy preliminar. De hecho, solo 10 de 58 empresas encuestadas para los propósitos de este estudio señalaron haber llevado a cabo la automatización de procesos, y sólo 5 de estas empresas están usando modernas tecnologías de automatización tales como automatización robótica de procesos e inteligencia artificial.

No obstante, lo anterior, las empresas del sector de productos alimenticios son conscientes de la importancia de la automatización para continuar siendo competitivos en los mercados internacionales y por ello esperan incorporar tecnologías modernas de automatización en el corto y mediano plazo.

La automatización se usa más frecuentemente en los procesos de empaquetado y etiquetados al final de la

línea de producción, y en etapas previas de la línea de producción, como fabricación y ensamblaje.

El sector de productos alimenticios ofrece evidencia clara de los impactos negativos de la automatización sobre el empleo en nuestra investigación, generando pérdidas de empleos en aquellas ocupaciones con tareas rutinarias y que requieren poco nivel de capacitación. Se encontró que la automatización está reduciendo las fuentes de empleo en la categoría de operarios y aumentando la cantidad de fuentes de empleo en actividades de mayor grado de calificación, como ingenieros, científicos y técnicos. No se observaron impactos de la automatización en el empleo en las áreas administrativas.

Las habilidades más valiosas de los trabajadores en un entorno automatizado son la capacidad analítica, creatividad, habilidad para aprender rápidamente, pensamiento lógico, conocimiento del inglés, programación de software, conocimiento sobre robótica y automatización.

Las empresas que han automatizado procesos señalan que estos les generan mayores niveles de productividad y competitividad. De hecho, en la mayoría de los casos en que la automatización es empleada en los procesos de producción la misma es justificada por las empresas de productos alimenticios debido a su impacto positivo en el incremento de la productividad y la reducción de costos.

Dos importantes obstáculos para la automatización en el sector de productos alimenticios son el costo del proceso de automatización y la falta de recursos humanos calificados para poder trabajar en entornos automatizados. Ambos obstáculos reducen la velocidad con la que se puede avanzar en la automatización y por ende, la competitividad de las actividades productivas de la industria de productos alimenticios de exportación en Costa Rica.

Otros obstáculos en los procesos de automatización enfrentados por las empresas del sector de productos alimenticios incluyen la resistencia de los trabajadores por miedo a perder su trabajo y la falta de conocimientos para llevar a cabo estos procesos lo que ha implicado tener que traer personal de afuera de la empresa.

### ***Servicios offshore***

Los servicios offshore se refieren en su mayoría a servicios de contacto con clientes, servicios de back office, servicios de tecnologías de información y servicios basados en el conocimiento. Estos servicios bajo la modalidad offshore se ofrecen desde oficinas en un

país a clientes en otro país. Por lo general, las oficinas del proveedor de servicios offshore están ubicadas en países en desarrollo donde se pagan salarios relativamente bajos. Los dos tipos principales de servicios offshore que se ofrecen son los Outsourcers (subcontratistas), cuyos clientes son otras compañías, y los Centros de Servicios Compartidos (CSC) que proveen servicios corporativos a oficinas de sus propias compañías en otros países.

La mayoría de las empresas que proveen servicios offshore son corporaciones multinacionales grandes que operan fuera de sus países de origen. En muchos casos, los trabajos que generan las empresas offshore en los países en desarrollo tienen como característica fundamental el contar con salarios más altos que la media de aquellos que ofrecen las compañías locales por trabajos equivalentes (ver, por ejemplo, PROCOMER 2015). Además, estos trabajadores laboran en el sector formal, reciben capacitación y obtienen una importante experiencia con la cultura organizativa de las corporaciones multinacionales. En lo que sigue de esta sección se describen los tipos de servicios offshore que se brindan desde Costa Rica, así como los tipos de trabajos involucrados en la provisión de estos servicios. Además, se explora el impacto de la automatización sobre los servicios offshore brindados por los CSC empleando la metodología de estudios de caso.

La mayoría de las empresas de la muestra del sector exportador de servicios offshore (29 de 48) señalan que han implementado o están en proceso de implementación de tecnologías de automatización para proveer servicios a sus clientes desde Costa Rica.

La mayoría de los proyectos de automatización se encuentran aún en etapas iniciales, como proyecto piloto y en etapas intermedias. En pocos casos la automatización se encuentra en las etapas finales.

En los procesos de automatización las empresas del sector de servicios offshore señalan haber usado la automatización robótica de procesos como la Inteligencia Artificial.

Las tareas que son automatizadas con mayor frecuencia están en las áreas de finanzas y contabilidad, servicio al cliente (no de TI), proveeduría / logística y soporte técnico (TI).

En cuanto al impacto de la automatización sobre los empleados actuales en el sector de servicios offshore la norma fue asignar nuevas tareas a los trabajadores en sus mismos puestos de trabajo, o bien, reasignarlos a otros puestos de trabajo dentro de la misma empresa. De hecho, solo en tres de las empresas encuestadas se

encontró que éstas hubieran despedido o van a despedir empleados como producto de la automatización. Así, pareciera que la automatización en este sector está generando una reasignación de tareas y puestos de trabajo en las empresas más que el despido de trabajadores. Claro está, este resultado podría variar con forme la automatización sea más comúnmente utilizada.

Adicionalmente, la automatización ha tenido y tendrá un impacto importante en la demanda futura de trabajo por parte de las empresas del sector de servicios offshore. Poco menos de la mitad de las empresas que se han automatizado afirma que contratarán más trabajadores producto de la automatización, mientras otras empresas afirman que crearán nuevos puestos de trabajo debido a los procesos de automatización. En síntesis, pareciera que la automatización está generando mayores oportunidades de empleo, pero con ciertas características o habilidades e igualmente está eliminado otras fuentes de empleo con otras características diferentes a las de mayor demanda.

Si bien la calidad del recurso humano en Costa Rica es calificada como satisfactoria por las empresas del sector de servicios offshore, la cantidad de este importante factor productivo es deficiente. Este resultado constituye un serio obstáculo para la transición exitosa de las actividades productivas de este sector hacia la automatización, poniendo así en peligro su futuro desempeño y crecimiento.

La mayor demanda de puestos de trabajo están relacionada principalmente con actividades más analíticas (v.g. mejor análisis de datos y extracción de información, estrategia de diseño, diseño de experiencia digital, consultoría de clientes, analistas de mejora de procesos empresariales, usuarios de automatización robótica de procesos, expertos en ciencia de datos y estadísticas, e ingenieros en tecnologías de información) y de mayor valor (v.g. de tareas repetitivas de bajo valor trasladados a tareas de mayor valor).

Debido al proceso de automatización las empresas están demandando nuevas habilidades y capacitando a sus empleados para poder trabajar en el nuevo entorno automatizado. Las empresas están demandando habilidades más analíticas (v.g. análisis de datos científicos y estadísticos, aprendizaje automático, tecnologías cognitivas, seguridad cibernética), habilidades de mayor valor en la producción, habilidades blandas (v.g. inglés, lógica, analítica y pensamiento crítico), y habilidades relacionadas con las tecnologías de la información, automatización y programación, así como con procesos.

Al igual que en los otros sectores investigados, en

el caso de Centros de Servicios Compartidos (CSC) se identificaron ciertas habilidades que son necesarias por parte de los empleados para ser exitosos en ambientes automatizados, específicamente: la solución de problemas y la capacidad de mostrar iniciativa personal, el pensamiento crítico y analítico vitales para interpretar datos y utilizar los resultados para proveer servicios de mayor valor.

La automatización ha tenido un impacto positivo en la competitividad de las empresas del sector de servicios offshore. Dicho impacto proviene de la mejora en la eficiencia (reducción de las tasas de error en los procesos productivos), el incremento en la productividad (reducción en el tiempo necesario para realizar tareas y así poder llevar a cabo actividades de mayor valor) y la reducción de costos.

De manera similar a lo acontecido en los sectores de TICs y productos alimenticios, las empresas del sector de servicios offshore han enfrentado obstáculos para llevar a cabo sus procesos de automatización, siendo los principales la identificación apropiada de los procesos a ser automatizados (y la falta de la definición clara de estos procesos), los costos del proceso y la definición de responsabilidades para el mantenimiento de los sistemas automatizados.

De acuerdo con los entrevistados pareciera que en los CSC la implementación del ARP es un proceso relativamente fácil en términos técnicos, una vez que los procesos por automatizar están bien documentados. Así, pareciera que el reto inmediato es la documentación correcta de estos procesos y no la disponibilidad de recurso humano para llevar a cabo la automatización posterior.

A contrario sensu de lo que acontece en el sector de productos alimenticios, en el caso de los CSC la automatización no ha generado una pérdida significativa de empleos (menos calificados) ni tampoco la contratación de más trabajadores (calificados), sino más bien un incremento en la productividad de los actuales trabajadores, ya que ahora ocupan el tiempo liberado por la automatización de procesos para llevar a cabo labores de mayor valor.

El resultado anterior contrasta con las proyecciones de otros estudios en países desarrollados según los cuales la automatización necesariamente implica la pérdida de fuentes de empleo.

### Conclusiones

Varias conclusiones se pueden derivar del análisis de la automatización y sus efectos sobre el empleo y la

competitividad en los sectores de exportación de tecnologías de información y comunicación, productos alimenticios y servicios offshore en Costa Rica.

En términos generales se puede concluir que la automatización es un proceso aún incipiente en Costa Rica y que su intensidad varía según el sector productivo. Por ello, las conclusiones del presente estudio deben tomarse con las reservas del caso.

Pareciera que la adopción de las nuevas tecnologías que permiten los procesos de automatización modernos está avanzando más rápido en sectores como el de servicios (TICs y offshore) que en sectores más tradicionales como el de procesamiento de productos alimenticios. Lo anterior, no obstante que fue en los sectores de manufactura (v.g. alimentos) donde las viejas tecnologías permitieron la automatización de procesos en el pasado.

Incluso bajo la mejor de las condiciones, es difícil esperar que la automatización moderna ocurra rápidamente. Se ha visto que aún en los sectores de servicios analizados en este estudio, la automatización tiende a empezar con la implementación de las tecnologías más simples, como ARP, que se usa sobre todo en procesos relacionados con trabajo muy rutinario, y luego se expande a áreas que integran actividades mucho más complejas, apoyadas por tecnologías más avanzadas como la automatización inteligente (AI). El incremento en la adopción de modernas tecnologías que permiten la automatización de procesos en el futuro seguramente incrementará los impactos de este fenómeno, tanto positivos como negativos sobre el empleo y la competitividad.

En todos los sectores estudiados los beneficios de este proceso en términos de productividad, eficiencia, reducción de costos y otros factores son similares, afectando positivamente la competitividad de las empresas. Por lo tanto, es sumamente importante que las empresas adopten la automatización, evitando así una pérdida significativa de competitividad frente a otras empresas que sí automatizan, así como frente a competidores de países desarrollados y algunos emergentes, los cuales tienen procesos más avanzados de automatización que las empresas que operan en Costa Rica.

Los resultados de este estudio demuestran la existencia de serios obstáculos para adoptar la automatización. El primero de ellos se refiere al costo de implementación de los procesos de automatización, el cual requiere de estrategias para ayudar a los empresarios a manejar este obstáculo. Otros obstáculos tienen que ver con la falta de conocimiento y habilidades necesarias.

Por ejemplo, parece que muchas empresas no tienen una idea clara sobre los beneficios que la automatización puede ofrecerles, lo cual frena considerablemente la difusión de este proceso. La implementación exitosa de la automatización también depende de la disponibilidad de empleados que entiendan cuáles procesos están involucrados en el funcionamiento de una empresa y cómo optimizar estos procesos de manera que sean aptos para la automatización, así como técnicos calificados para instalar y dar mantenimiento al hardware y software que se usa en los procesos automatizados.

Se encontró también que una vez que se implementan soluciones automatizadas, las mayores ganancias en competitividad se obtienen cuando los empleados cuentan con una combinación de habilidades duras y blandas que les permiten aprovechar estas soluciones e incrementar la productividad de la empresa. Por ende, garantizar una oferta adecuada de este tipo de trabajadores, así como ayudar a los empresarios a entender mejor las ventajas de la automatización, son claves para el éxito de las empresas en un mundo automatizado.

Si bien los beneficios económicos de fomentar la automatización ciertamente son importantes, también es sumamente importante considerar la automatización desde la perspectiva de sus impactos sobre el empleo y la incidencia de estos impactos sobre la calidad de vida de los trabajadores en Costa Rica. Pareciera que la implementación de la automatización crea nuevos puestos de trabajo, así como destruye fuentes de trabajo en todos los sectores. En el primer caso, el potencial para la creación de fuentes de empleo es mayor para trabajadores calificados como los mencionados en el párrafo anterior. En el segundo caso, la destrucción de fuentes de empleo se está dando principalmente en puestos de trabajo de baja calificación, así como donde las tareas son rutinarias y por ende fáciles de automatizar.

Tal y como se reporta en el documento original, la automatización de tareas rutinarias ejecutadas por trabajadores poco calificados, notablemente en el caso de la industria de alimentos, o relativamente poco calificados como en el caso de ciertas tareas en servicios de offshore, representa un reto para la futura empleabilidad de este tipo de trabajadores. Por ello, se deberían diseñar e implementar políticas que incrementen las capacidades de estos trabajadores para participar en el nuevo mercado laboral.

Debido a lo anterior, la automatización puede producir un desacoplamiento entre la creación de empleo y el crecimiento de la productividad. De no atenderse apropiadamente este reto, la automatización podría ge-

nerar más desigualdad en el mercado laboral (i.e., trabajadores con las destrezas requeridas para un entorno automatizado en mayor demanda, frente a trabajadores sin dichas destrezas que enfrentan el riesgo de ser despedidos). Además, la existencia de una brecha entre la oferta y la demanda por recursos humanos en ciertos trabajos claves para los procesos de automatización puede resultar en una inflación salarial, lo cual reduciría la competitividad de las empresas que operan en Costa Rica, sean nacionales o extranjeras.

La anterior situación plantea un doble reto para Costa Rica; por una parte, ¿cómo apoyar a aquellos trabajadores que no cuentan con las destrezas para laborar con éxito en un entorno automatizado y que requieren ser reinsertados en el mercado laboral? y por otra, ¿cómo preparar los futuros trabajadores para que puedan participar exitosamente en la cuarta revolución industrial? En ambos casos, el elemento más importante para hacer frente a estos desafíos es mejorar las competencias o capacidades de los individuos involucrados. En la última sección de este documento se ofrecen recomendaciones para avanzar hacia el logro de esta meta. Además, se brindan otras recomendaciones para enfrentar con éxito los retos y aprovechar las oportunidades que la automatización ofrece.

Finalmente, se encontró que la automatización no está generando un efecto importante de reshoring, ni está reduciendo significativamente los flujos futuros de inversión extranjera hacia Costa Rica, al menos en el corto plazo. Ante esta coyuntura y dado que el proceso de automatización es aún incipiente tanto en Costa Rica como a nivel mundial, las autoridades costarricenses deberían estar atentas a los nuevos desarrollos que se den en este campo y apoyar la exitosa absorción de nuevas tecnologías por parte de las empresas, logrando así aumentar su productividad, transformación productiva y mejora del clima de inversión.

### Recomendaciones

Varias recomendaciones de política son importantes de señalar, tomando en cuenta los obstáculos que las empresas y trabajadores enfrentan a la hora de implementar procesos de automatización, así como para aprovechar las oportunidades que dichos procesos brindan para mejorar la productividad y competitividad de estas empresas.

*Formuladores de políticas mejor informados.* El avance continuo de la automatización y la rápida evolución de las tecnologías involucradas en este proceso hace necesario que el gobierno se informe de manera continua

sobre los potenciales impactos positivos y negativos de la automatización sobre el empleo y la competitividad. Para ello, sería conveniente que el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) incluya dentro de sus encuestas sobre el comportamiento del sector productivo (v.g. empleo) preguntas que permitan lograr el objetivo anterior. En este esfuerzo, conviene contar con el apoyo del Ministerio de Trabajo y de las organizaciones empresariales, ya que una importante fuente de información sobre este particular son las compañías que han implementado la automatización y cuentan con experiencia práctica sobre sus efectos en la demanda de recursos humanos y la competitividad.

*Agenda nacional:* Dada la magnitud de cambio que la cuarta revolución industrial implica para cualquier país, convendría incluir dentro del plan de trabajo del Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación una agenda nacional que atienda oportunamente aquellos retos y oportunidades que se van presentando conforme la automatización avanza a mayor velocidad en Costa Rica.

*Concientización de empresarios:* En cuanto a la concientización de las empresas sobre los costos y beneficios que se puede derivar de los procesos de automatización, hay tres actores claves que pueden ayudar en esta materia. En primer lugar, el sector público por medio de instituciones como el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), brindando o financiando cursos y talleres a las empresas de los diferentes sectores sobre los costos y beneficios de la automatización. En segundo lugar, el sector privado por medio de las cámaras empresariales y CINDE, apoyando a las empresas con programas de atención de consultas de parte de las empresas sobre temas puntuales en materia de automatización. Finalmente, la academia mediante la asignación de recursos a investigaciones empíricas sobre los costos y beneficios de la automatización en sectores específicos. Los resultados de estos trabajos deben diseminarse ampliamente entre la academia, el sector privado y público para efectos de la toma de decisiones.

*Difusión de tecnología y nuevos modelos de negocios:* Para apoyar la adopción de tecnologías para la automatización conviene no solo pensar en el tema de hardware y software, sino también en inversiones intangibles complementarias y en conocimientos para explotar eficientemente estas tecnologías, lo cual abarca el desarrollo de habilidades, así como nuevas formas de organización de los negocios. Esto demanda la actualización de la forma de trabajo por parte de los centros de transferencia de tecnologías y de la academia. Por ello,

se recomienda la coordinación de esfuerzos de parte de las autoridades tanto del sector educativo (v.g. ministerio de educación) como de ciencia y tecnología (v.g. ministerio de ciencia, tecnología y telecomunicaciones) para lograr el objetivo anterior.

*Fuentes de financiamiento:* Para hacer más manejable el costo de implementar los procesos de automatización se recomienda facilitar fuentes de financiamiento a las empresas que permitan financiar tanto la adquisición de tecnologías como la capacitación de los recursos humanos. Recursos como los del Sistema de Banca para el Desarrollo, Fideicomiso Nacional para el Desarrollo (FINADE), deberían de emplearse para apoyar a las empresas costarricenses en lograr la transición exitosa hacia la automatización. Lo anterior también demanda romper con el umbral de PYME que establece la Ley del SBD para poder así incluir a cualquier tipo de empresa que opere en el país.

*Disponibilidad de recursos humanos:* Para facilitar la disponibilidad del recurso humano que las empresas demandan para ser exitosas en la implementación de los procesos de automatización y el uso productivo de las tecnologías, se recomienda alinear mejor la oferta de graduados tanto a nivel técnico como profesional con la demanda del sector privado. En este contexto vierte especial importancia el tomar en cuenta tanto las habilidades duras y blandas que están siendo demandadas por las empresas según los resultados del presente estudio, las cuales incluyen las siguientes:

*Habilidades duras:* comprensión de negocios y gestión de calidad, conocimiento sobre robótica y automatización, ingeniería de sistemas, matemáticas, programación de software, diseño de bases de datos, etc.

*Habilidades blandas:* capacidad analítica, facilidad en la solución de problemas, creatividad, habilidad para aprender rápidamente, pensamiento lógico, capacidad para el estudio e investigación, trabajo en equipo multidisciplinario, adaptabilidad, disciplina, etc.

*Reinserción laboral:* Para apoyar la reinserción de trabajadores que pierden sus empleos producto de la automatización, es necesario contar con políticas públicas que atiendan esta necesidad. Lo anterior se puede hacer tanto mediante el uso directo de centros de capacitación públicos (v.g. Instituto Nacional de Aprendizaje –INA- y Colegios Técnicos) como por medio del otorgamiento de incentivos para que las empresas mismas brinden la capacitación requerida que les permita a los trabajadores laborar en un ambiente automatizado. En esta misma línea valdría explorar la posibilidad de usar los fondos del INA como banca de segundo

piso para financiar cursos de capacitación que esta institución no puede impartir, pero sí terceros.

*Consulta con sector privado:* Para los futuros trabajadores de un entorno cada vez más automatizado y menos rutinario, las instituciones de enseñanza, principalmente a nivel técnico y superior, requieren mejorar e institucionalizar el proceso de consulta con las empresas del sector productivo, para poder llevar a cabo las reformas curriculares e institucionales de cara a la automatización. Por ejemplo, las universidades deberían de establecer comités de consulta con empresas de los diferentes sectores para entender mejor las demandas actuales y futuras en materia de recursos humanos. Algo similar a lo hecho por el Instituto Tecnológico de Costa Rica con CINDE en materia de atracción de inversión extranjera directa.

*Capacitación permanente:* Para facilitar una mayor movilidad laboral y atenuar así los impactos negativos de la automatización sobre el empleo, se requiere de una constante capacitación al personal para contar con los conocimientos y habilidades que ahora son más importantes para las empresas. Ante la eventualidad de que el INA no pueda suplir la capacitación que las empresas demandan, convendría pensar en utilizar parte de los fondos del INA como banca de segundo piso para que los empresarios puedan financiar estos cursos de capacitación brindados por terceros.

*Infraestructura de telecomunicaciones:* Para la exitosa transición de muchas actividades productivas hacia la automatización se requiere del desarrollo constante de la infraestructura de telecomunicaciones. No sólo es relevante contar con una mayor cobertura en servicios de telecomunicaciones sino también con una conectividad confiable, segura y de banda ancha. Todo lo anterior facilitaría el uso de nuevas modalidades de empleo (v.g. teletrabajo).

*Infraestructura de aprendizaje.* Las posibilidades de nuevos empleos dependerán de la capacidad del país para desarrollar las habilidades y conocimientos demandados en el nuevo entorno productivo. Esta mayor capacidad demandará de nuevas inversiones tanto físicas como en recursos humanos por parte de los centros de enseñanza. También cabe acá promover las nuevas modalidades de enseñanza en línea (v.g. cursos masivos abiertos en línea –MOOC por sus siglas en inglés).

Apoyo a la operación de empresas extranjeras. Para enfrentar con éxito el reto de reshoring o reducción de flujos de inversión debido a la automatización, las autoridades costarricenses deberían estar atentas a los nuevos desarrollos que se den en este campo y apoyar la exitosa absorción de nuevas tecnologías por parte de las empresas que operan en el país, así como trabajar en la mejora continua del clima de inversión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anandan, T. (2016). *Mexico, Land of Automatización Opportunity 2016*. Recuperado de: [www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Industry-Insights/Mexico-Land-of-Automatizaci-n-Opportunity/content\\_id/6041](http://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Industry-Insights/Mexico-Land-of-Automatizaci-n-Opportunity/content_id/6041)
- Davis, S. (2017). *Robotics and Automation for the Food Industry*. Recuperado de: [www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/augustseptember-2014/robotics-and-automation-for-the-food-industry/](http://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/augustseptember-2014/robotics-and-automation-for-the-food-industry/)
- Dennis, C. et al. (2013). Tecnologías que dan forma al futuro. Por: Da Siva et al (eds). *Agroindustrias para el desarrollo*. Recuperado de: [www.fao.org/3/a-i3125s.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf)
- Food Manufacturing. (2015). Adopting Robotic Process Automation Requires Initiative. En: *From Workforce And Leadership Alike*. Recuperado de: [www.foodmanufacturing.com/article/2015/10/adopting-robotic-process-automation-requires-initiative-workforce-and-leadership](http://www.foodmanufacturing.com/article/2015/10/adopting-robotic-process-automation-requires-initiative-workforce-and-leadership)
- Food Processing Technology. (2017). *Will artificial intelligence revolutionise the food manufacturing industry?* Recuperado de: [www.foodprocessing-technology.com/features/featurewill-artificial-intelligence-revolutionise-the-food-manufacturing-industry-5723565/](http://www.foodprocessing-technology.com/features/featurewill-artificial-intelligence-revolutionise-the-food-manufacturing-industry-5723565/)
- Foro Económico Mundial. (2016). *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado de: [www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)
- Frey, C. y Osborne, M. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* Recuperado de: [www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)
- Heasman, M. y Morley, A. (2017). *Earning a Crust? A review of labour trends in UK food manufacturing*. Recuperado de: [foodresearch.org.uk/wp-content/uploads/2017/05/Earning-A-Crust-A-review-of-labour-trends-in-UK-manufacturing-Briefing-Paper-2017.pdf](http://foodresearch.org.uk/wp-content/uploads/2017/05/Earning-A-Crust-A-review-of-labour-trends-in-UK-manufacturing-Briefing-Paper-2017.pdf)
- Hewitt, J. y Monge-González, R. (2017). *Efectos de la Automatización en el Empleo en los Sectores de Exportación de Alimentos, Tecnologías de la Información y Comunicación, y Servicios Offshore de Costa Rica*. Documento elaborado para la COMEX, San José, Costa Rica.

- INEC. (2017). *ECE. III Trimestre 2010 – III Trimestre 2017. Población según indicadores generales de la condición de actividad*. Recuperado de: [www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/seempleiitri2010-iiitri2017-01.xlsx](http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/seempleiitri2010-iiitri2017-01.xlsx)
- Labs, W. (2015). *The rise of robotic automation*. Recuperado de: [www.foodengineeringmag.com/articles/93290-the-rise-of-robotic-automation](http://www.foodengineeringmag.com/articles/93290-the-rise-of-robotic-automation)
- Loria, K. (2017). *Are job cuts the future of the food manufacturing industry?* Recuperado de: [mazarsusa.com/uploads/src/uploads/Are job cuts the future of the food manufacturing industry-Food Dive.PDF](http://mazarsusa.com/uploads/src/uploads/Are job cuts the future of the food manufacturing industry-Food Dive.PDF)
- McKinsey. (2017). *A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity*. Recuperado de: [www.mckinsey.com/~media/McKinsey/GlobalThemes/Digital Disruption/Harnessing automation for a future that works/MGI-A-future-that-works\\_Full-report.ashx](http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/GlobalThemes/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx)
- Miller, B. y Atkinson, R. (2013). *Are Robots Taking Our Jobs, Or Making Them?* Recuperado de: [www2.itif.org/2013-are-robots-taking-jobs.pdf](http://www2.itif.org/2013-are-robots-taking-jobs.pdf)
- Monge-González, R. (2017). *Ascendiendo en la Cadena Global de Valor: El caso de Intel Costa Rica, OIT Américas*. Informes Técnicos 2017/8, Organización Internacional del Trabajo, Lima, Perú.
- Monge-González, R. et al. (2016). *El potencial dinamizador del sector exportador costarricense: Encadenamientos productivos, valor agregado y generación de empleo*. Recuperado de: [repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40607/1/S1600960\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40607/1/S1600960_es.pdf)
- PROCOMER. (2015). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del Régimen para Costa Rica 2010-2014*. Recuperado de: [www.procomer.com/uploads/downloads/5cb1439fb0942d8f649a9f82c892edb142169935.pdf](http://www.procomer.com/uploads/downloads/5cb1439fb0942d8f649a9f82c892edb142169935.pdf)
- Revista Alimentos. (2016). *5 respuestas a preguntas clave sobre automatización*. Recuperado de: <https://www.revistaialimentos.com/news/5-respuestas-a-preguntas-clave-sobre-automatizacion.htm>
- Rosenbaum, E. (2016). *An egg-handling robot touches a delicate question about jobs of the future*. Recuperado de: [www.cnn.com/2016/11/02/robot-takeover-in-food-manufacturing-extends-to-a-delicate-job-egg-handling.html](http://www.cnn.com/2016/11/02/robot-takeover-in-food-manufacturing-extends-to-a-delicate-job-egg-handling.html)
- Runvik, K. (2017). *How Automation, Robots, and the IIoT Shift the Food Manufacturing Job Landscape*. Recuperado de: <https://foodindustryexecutive.com/2017/06/automation-robots-iiot-shift-food-manufacturing-job-landscape/>
- Stewart, I., et al. (2015). *Technology and people: The great job-creating machine*. Recuperado de: [www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/finance/deloitte-uk-technology-and-people.pdf](http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/finance/deloitte-uk-technology-and-people.pdf)
- Uhl, J. (2017). *Food Just Got Faster*. Recuperado de: [www.motoman.com/blog/food-just-got-faster](http://www.motoman.com/blog/food-just-got-faster)
- Wilkinson, J. y Rocha, R. (2013). *Tendencias de las agroindustrias, patrones e impactos en el desarrollo*. En Da Siva, et al (eds). *Agroindustrias para el desarrollo*. Recuperado de: [www.fao.org/3/a-i3125s.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf)