

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL EMPLEO PARA LAS EXPORTACIONES ARGENTINAS DE SERVICIOS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO

Romina Eliana Gayá¹

rominagaya@gmail.com

Resumen ejecutivo

En este trabajo se estiman las probabilidades de automatización en los servicios basados en el conocimiento (SBC) en Argentina y se examinan las principales oportunidades y desafíos que esto plantea para las exportaciones del sector.

Los SBC están menos expuestos a la computarización que el resto de la economía, pero existen diferencias entre sectores y niveles de calificación. Las actividades profesionales y técnicas relacionadas con creatividad, gestión, inteligencia social y habilidades analíticas son menos automatizables. Este tipo de competencias predomina en rubros donde Argentina es más competitiva, como servicios informáticos, publicidad, jurídicos y gestión, así como en actividades con menor participación en las exportaciones como arquitectura e ingeniería.

En contraste, las ocupaciones más automatizables son las menos calificadas y las operativas con relevancia de tareas rutinarias, recopilación y procesamiento de datos, así como algunos empleos técnicos y profesionales relevantes en SBC donde Argentina tiene ventajas comparativas como los servicios contables.

Aunque existen rigideces por las cuales la automatización no será inmediata, se crearán nuevos empleos y podría aumentar la productividad, el aprovechamiento de las oportunidades requiere el desarrollo de habilidades diferentes a las relevantes en las actividades más amenazadas.

Para fortalecer la competitividad en los SBC son fundamentales las iniciativas orientadas de desarrollo de capital humano, incluyendo inversión en educación, estímulo al emprendedurismo y las políticas de adecuación del mercado laboral.

Palabras clave: automatización, computarización, servicios basados en el conocimiento, tecnología, calificación.

¹ Licenciada en Economía y Magíster en Relaciones Económicas Internacionales. Directora del Observatorio de la Economía del Conocimiento del Ministerio de Producción de Argentina e Investigadora del Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE) de la Universidad del Salvador.

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF COMPUTERISATION FOR ARGENTINE EXPORTS OF KNOWLEDGE-BASED SERVICES

Abstract

This study estimates the probability of computerisation of employment in knowledge-based services (KBS) in Argentina and analyses the main emerging opportunities and challenges for KBS exports.

These services are less susceptible to computerisation than other industries, but there are significant differences among KBS sectors and levels of qualification. The probability of automation is lower in professional and technical jobs related to creativity, management, social intelligence and analytical skills. These abilities are relevant in some sectors where Argentina is competitive, such as some computer, advertising, legal and managerial services, as well as architecture and engineering, which represent a smaller share of total exports.

In contrast, the probability of computerisation is high for low-skilled and administrative support workers whose jobs are intensive in routine tasks, data collection and processing, but also for some technical and professional jobs relevant in some KBS exports of Argentina such as accounting services.

Computerisation will not be immediate and it will create new jobs and enable productivity growth in many activities. However, development of new skills is crucial to benefit from these opportunities. Thus, initiatives that strengthen human capital, including investment in education, entrepreneurship promotion and labour market adaption are essential to improve competitiveness in KBS.

Keywords: automation, computerisation, knowledge-based services, technology, skills.

1. Introducción

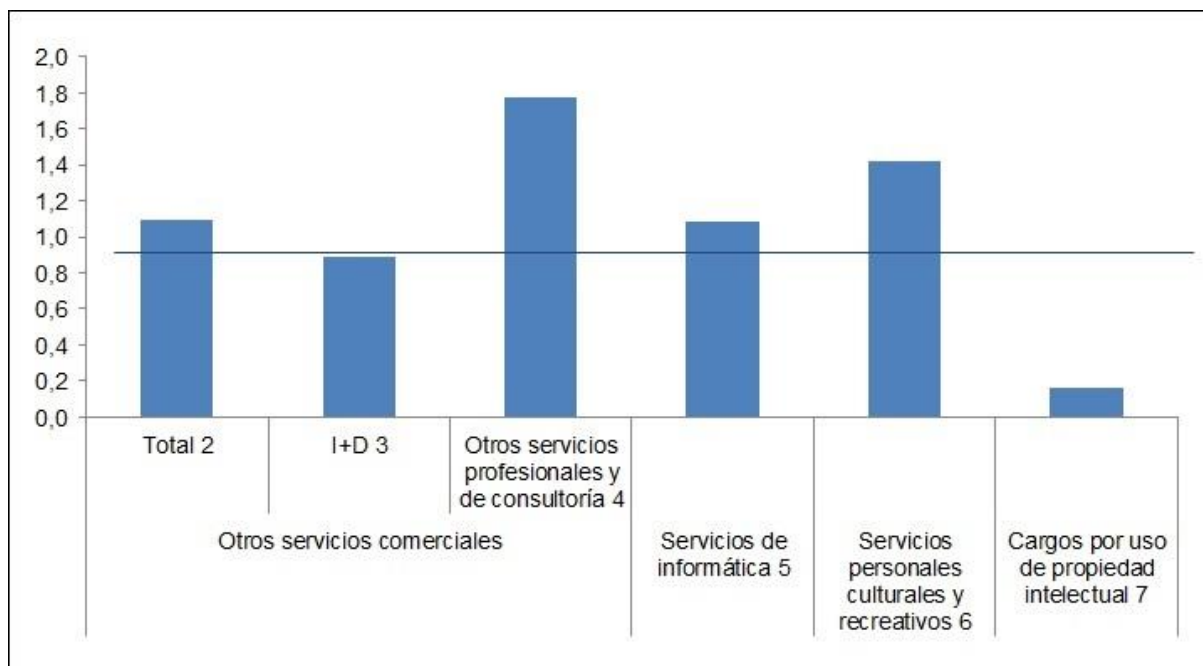
Durante las últimas dos décadas, los servicios basados en el conocimiento (SBC) –servicios que utilizan alta tecnología y/o requieren capital humano calificado para emplear de manera óptima las innovaciones tecnológicas (OECD, 1999)– cobraron relevancia en la economía y el comercio mundial. Entre 2005 y 2014 las exportaciones mundiales de estos servicios crecieron a un ritmo anual acumulativo (a.a.) promedio de 11,8%, mientras que las de bienes se expandieron 7,2% a.a. el mismo período (Gayá, 2017).

Argentina no ha sido ajena a esta tendencia: entre 1996 y 2016 los SBC pasaron de representar 0,5% a 7,2% de sus ventas externas totales de bienes y servicios (USD 5.050 millones) y de 4,3% a 6,4% del empleo asalariado registrado en el sector privado (más de 421 mil personas). Aunque las exportaciones de SBC fueron afectadas por un escenario macroeconómico y regulatorio adverso que las mantiene por debajo de su máximo histórico, en 2017 comenzaron a recuperarse en un contexto de tipo de cambio real más elevado y eliminación de gran parte de los obstáculos regulatorios (particularmente los controles de cambios que estuvieron vigentes entre octubre de 2011 y diciembre de 2015).

Como se observa en el gráfico 1, Argentina tiene ventajas comparativas en varios sectores de SBC, destacándose los empresariales, informática y personales, culturales y recreativos (donde se incluyen los audiovisuales). Entre los servicios empresariales, los de mayor relevancia para el país son los legales, contables, de asesoramiento y relaciones públicas (donde se concentra la mayor parte de las exportaciones y el empleo), así como publicidad, investigación de mercado y encuestas de opinión pública. En contraste, en investigación y desarrollo (I+D) y, en particular, cargos por uso de propiedad intelectual, Argentina no cuenta con ventajas comparativas.

Dado que los SBC son actividades intensivas en capital humano, la masa salarial es uno de los principales componentes de los costos. Consecuentemente, las ventajas comparativas para exportar estos servicios y el potencial para atraer inversiones se vinculan en gran medida a la cantidad y calidad de los recursos humanos disponibles. En efecto, diversos estudios recopilados por López, Ramos, & Niembro (2014) destacan que los principales determinantes de la competitividad en SBC son el tipo de cambio –que impacta directamente en los salarios relativos de los distintos países– y la disponibilidad de capital humano, destacándose entre las calificaciones relevantes el dominio del idioma inglés.

Gráfico 1. Argentina: Índice de ventajas comparativas reveladas (IVCR)¹ en SBC



Notas: ¹ Datos de 2016. En todos los casos se calculó el índice para el total de países con información disponible.

El IVCR de Argentina en el servicio i se calcula como $IVCR_{ai} = \frac{X_{ai}}{X_a} \frac{X_m}{X_{mi}}$ donde:

X_{ai} = exportaciones argentinas del servicio i ; X_a = exportaciones totales de bienes y servicios de Argentina; X_{mi} = exportaciones mundiales del servicio i ; X_m = exportaciones totales mundiales de bienes y servicios.

El índice puede tomar valores entre 0 e infinito. Se considera que Argentina tiene ventajas comparativas en el servicio i cuando $IVCR_{ai} > 1$.

² Cálculo sobre un total de 111 países. Incluye I+D, otros servicios profesionales y de consultoría y otros servicios empresariales no especificados. ³ 31 países. ⁴ 51 países. ⁵ 50 países. Incluye servicios legales, contables, de asesoramiento, relaciones públicas, publicidad, investigación de mercado y opinión pública. ⁶ 85 países. Incluye servicios audiovisuales y conexos y otros servicios personales, culturales y recreativos. ⁷ 85 países.

Fuente: Elaboración propia con datos de la OMC.

Sin embargo, los determinantes de la competitividad en los SBC podrían cambiar significativamente a partir de algunos cambios tecnológicos que impactarán profundamente sobre las características del empleo y las competencias necesarias en cada actividad, modificando también las ventajas comparativas.

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo examinar las oportunidades y desafíos que la automatización del empleo en los SBC en Argentina plantea para las exportaciones del sector los posibles cursos de acción en este escenario.

Luego de esta introducción, la segunda sección analiza la relación entre cambio tecnológico y empleo, focalizándose en el debate actual sobre las tecnologías que podrían permitir la automatización de muchas ocupaciones. Repasa los estudios más relevantes donde se calculan probabilidades de computarización, haciendo hincapié en aquellos que incluyen resultados para SBC y/o para Argentina y luego señala el aporte de este trabajo. La metodología empleada se

describe en la tercera sección, en tanto que en la cuarta se explican los resultados obtenidos. La quinta parte complementa dichos resultados mediante la consideración de otros aspectos relevantes vinculados a la automatización como la creación de nuevos empleos, el proceso de adecuación tecnológica y el aumento de la productividad. Finalmente, en la sexta sección se presentan las conclusiones más relevantes y se proponen algunos cursos de acción.

2. Empleo y cambio tecnológico: revisión bibliográfica y aporte de este trabajo

El cambio tecnológico impacta significativamente sobre el empleo. Por un lado, destruye puestos de trabajo al volver obsoletas ciertas tareas y/o al permitir la sustitución de trabajadores por máquinas o algoritmos. Por otro lado, las innovaciones tecnológicas generan nuevos empleos en los sectores que desarrollan y producen dichas tecnologías, así como en actividades antes inexistentes en los sectores tradicionales.² Asimismo, incrementan la productividad del trabajo –pudiendo derivar en mayores salarios– y tienden a reducir los precios de muchos bienes y servicios, aumentando la demanda y generando indirectamente más oportunidades de trabajo (Stewart, De, & Cole, 2015).

Durante los últimos años surgieron importantes debates acerca del futuro del empleo pues algunas nuevas tecnologías como la inteligencia artificial³ y la robótica avanzada⁴ permitirán la automatización progresiva de muchos empleos, no solamente tareas rutinarias sino también no rutinarias y cognitivas (Frey & Osborne, 2017).

La mayor parte de la literatura sobre cambio tecnológico y empleo se concentra en los impactos negativos del primero sobre el segundo, pues se trata de efectos más directos, visibles y fáciles de predecir. Entre las investigaciones más relevantes en este ámbito se desatacan las de Frey & Osborne (2014, 2017), quienes estiman que 47% de los empleos en Estados Unidos tienen alto riesgo de automatización durante las próximas dos décadas.

No obstante, otra línea de análisis sostiene que ese tipo de estudios cae en la “falacia de la carga del trabajo”, es decir que asume la existencia de una cantidad limitada de tareas que pueden ser realizadas, por lo cual la automatización de algunas de ellas necesariamente implica la destrucción de puestos de trabajo. Sin embargo, diversos autores destacan que existe evidencia de que en general el cambio tecnológico no solo no reduce el nivel de empleo sino que en muchos casos tiende a aumentarlo, en gran medida por los impactos positivos directos e

² Un ejemplo de ello es que un tercio de los trabajos que se crearon en Estados Unidos durante los últimos 25 años no existía al comienzo de ese período (Kessler, 2017).

³ Rama de la computación que permite realizar actividades propias de la inteligencia humana.

⁴ Máquinas capaces de desempeñar tareas complejas realizadas por el ser humano.

indirectos sobre la productividad y el trabajo, los cuales son más difíciles de prever por ser caóticos e impredecibles (Stewart, De, & Cole, 2015) (Miller & Atkinson, 2013).

En esta línea, Manyika *et al.* (2017) calculan que durante las próximas cinco décadas la automatización podría derivar en un aumento adicional de la productividad mundial de entre 0,8% y 1,4% al año. Estos autores también relativizan los riesgos relacionados con la automatización afirmando que, aunque casi la mitad de las ocupaciones existentes a nivel global podría ser automatizada adaptando tecnologías conocidas, menos de 5% podría ser computarizada por completo. En el resto de los casos este fenómeno afectaría solamente a una parte de las tareas correspondientes a esos puestos, por lo cual es probable que se redefinan paulatinamente las características de los empleos. El proceso no será inmediato, pues las tecnologías deben ser adaptadas para su aplicación a actividades específicas y se requieren cambios en los modelos de negocios, en tanto que también influyen factores regulatorios, de costos y propios del mercado de trabajo.

Con un enfoque similar, Arntz, Gregory & Zierahn (2016) cuestionan el abordaje de los trabajos de Frey & Osborne por considerar que se automatizan ocupaciones completas en lugar de tareas. Basándose en las tareas realizadas, estiman que la susceptibilidad a la computarización de empleos en 21 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se ubica entre 6% y 12% del total y encuentran una correlación negativa entre probabilidad de automatización y el nivel de educación de los trabajadores y las inversiones previas en tecnología.

Es preciso señalar, sin embargo, que las competencias relevantes en los puestos de trabajo que desaparecen no necesariamente son similares a las que se requieren en los empleos que se crean, por lo cual los procesos de transición suelen presentar dificultades. Las mayores oportunidades se encontrarán en las actividades más calificadas relacionadas con las nuevas tecnologías, así como en aquellas donde los atributos más relevantes sean la creatividad, los aspectos emocionales y las relaciones interpersonales (Frey & Osborne, 2017) (Manyika *et al.*, 2013) (Van Woensel & Archer, 2015) (Gayá, El sistema multilateral de comercio y las nuevas tecnologías, 2015).

Diversos trabajos han examinado las probabilidades de automatización en distintos países. Si bien no se focalizan en los SBC, muchos proveen información sectorial que permiten extraer conclusiones sobre estos servicios. A continuación se examinan los más relevantes en este sentido, particularmente aquellos que incluyen cálculos para Argentina.

Frey & Osborne (2017)⁵ estiman la probabilidad de automatización para 702 ocupaciones en Estados Unidos teniendo en cuenta las características principales de cada una de ellas (requerimientos de conocimiento, tareas realizadas y capacidades como interacción personal, persuasión, negociación, creatividad y habilidad manual) y la susceptibilidad de computarización de cada una de esas características. Entre los SBC, las actividades con mayores probabilidades de ser automatizadas corresponden a ocupaciones de servicios legales, contables y de auditoría y las menos expuestas, a trabajos en las áreas de ingeniería, informática e industrias creativas.

Otro estudio en que participan estos autores (Citibank, 2016) argumenta que los avances tecnológicos están permitiendo la automatización de muchas tareas no rutinarias. Así, muchos servicios por primera vez se encuentran expuestos a este fenómeno, aunque en menor medida que la industria manufacturera. Muchos SBC se caracterizan por requerir competencias en las cuales los humanos aún tienen ventajas comparativas: inteligencia creativa, percepción y manipulación e inteligencia social.

El estudio examina 41 países en desarrollo que presentan entre 55% y 85% de su empleo con altas probabilidades de automatización. Argentina se ubica en la mitad del ranking, con 60% de los puestos de trabajo en riesgo. Este estudio sostiene que existe una correlación negativa entre la vulnerabilidad a la computarización y el producto *per capita*. De todas maneras, advierte que en muchos casos los empleos no se robotizan a pesar de ser tecnológicamente viable pues el precio relativo del trabajo es inferior.

Manyika *et al.* (2017), por su parte, calculan las probabilidades de automatización a nivel global de más de 2.000 actividades correspondientes a 800 ocupaciones en Estados Unidos en función de 18 habilidades que incluyen capacidades sensoriales, cognitivas, de procesamiento lingüístico, competencias físicas, sociales y emocionales. Las tareas ligadas a SBC con mayores probabilidades de ser automatizadas corresponden a procesamiento y recopilación de datos, particularmente en servicios administrativos y legales. Asimismo, sus estimaciones para Argentina indican que entre 47% y 49% de los empleos totales podrían ser automatizados con tecnologías existentes, una proporción similar a la de Chile, España y algunos países de Europa oriental, superior a la mayor parte de los países desarrollados e inferior a la de muchas economías emergentes como Brasil, Rusia, China, India y México, entre otros.

World Economic Forum (2016) examina los determinantes del cambio en el empleo (no solamente automatización) en diversas industrias –incluyendo tecnologías de la información y

⁵ Los autores presentaron una versión previa del mismo trabajo (Frey & Osborne, 2014), la cual motivó muchos de los estudios mencionados en esta investigación.

las comunicaciones, servicios profesionales y medios y entretenimientos— a partir de encuestas a ejecutivos de grandes empresas en 15 países (Argentina no forma parte de la muestra). Entre las ocupaciones relevantes en los SBC, se prevé una caída de la cantidad de puestos de trabajo administrativos, relacionados con artes y diseño y en el área legal, en tanto que se pronostican subas en operaciones de finanzas y negocios, *management*, informática y matemática y arquitectura en ingeniería.

Para el caso específico de Argentina, Frugoni (2016) examina la probabilidad de computarización por sector combinando las estimaciones de Frey & Osborne (2014) con la composición del empleo por sector de actividad según los datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Encuentra que en todos los sectores de SBC la susceptibilidad de automatización es inferior al total de la economía (0,62), variando entre 0,28 en el caso de I+D y 0,51 en el de otras actividades profesionales, científicas y técnicas.

En este contexto, este trabajo busca contribuir al debate sobre automatización del empleo a través de un análisis focalizado en las exportaciones argentinas de SBC. Además de calcular las probabilidades de computarización para estas actividades, complementa el análisis teniendo en cuenta las oportunidades que podrían emanar de este proceso y reflexionando sobre posibles cursos de acción tendientes a un mejor aprovechamiento de este fenómeno.

3. Metodología

Para definir las probabilidades de automatización a nivel sectorial, en este trabajo se utilizó una metodología similar a la empleada por Frugoni (2016) aunque con algunas variantes significativas.

En primer lugar, se definieron los perfiles laborales en los distintos sectores de SBC en Argentina a partir de los microdatos de la última EPH disponible al momento de realización del trabajo (primer semestre de 2017). Se analizó la composición del empleo según ocupaciones definidas en el Clasificador Nacional de Ocupaciones (CNO 2001) en sectores de SBC. Las actividades seleccionadas para cada subsector de SBC corresponden a los Códigos de Actividades Económicas para Encuestas Sociodemográficas (CAES) del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) incluidos en el cuadro 1.

En segundo lugar, se asociaron estos perfiles con las probabilidades de automatización según ocupación estimadas por Frey & Osborne (2017). Esta compatibilización se llevó a cabo con una metodología diferente a la utilizada por Frugoni (2016), pues si bien aquella tiene la virtud

de permitir una comparación automática para muchas de las ocupaciones a través de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO-08), requiere trabajar con un nivel de agregación que no resulta apropiado para extraer conclusiones precisas a nivel subsectorial.

Los códigos del CNO empleados en la EPH no describen a la ocupación propiamente dicha, sino que la clasifican según su carácter (área de desempeño), jerarquía, uso de tecnología y nivel de calificación. Así, pues existen algunas ocupaciones que a pesar de corresponder al mismo código pueden tener competencias diferentes de un sector a otro. Por ejemplo, una persona incluida en la categoría “director de empresa privada productora de bienes y servicios, con formación profesional y operación de sistemas y equipos informatizados” posiblemente desarrolle tareas muy diferentes según se desempeñe en el sector audiovisual o en servicios jurídicos y contables.

Es por ello que en este trabajo se compatibilizó manualmente cada uno de los códigos de ocupaciones según el CNO y sector de SBC con las probabilidades calculadas por Frey & Osborne (2017) para la clasificación estándar de ocupaciones (SOC, por sus siglas en inglés). Al respecto, es preciso hacer algunas aclaraciones:

- Dado que la clasificación se realizó a nivel sectorial, para un mismo código del CNO el SOC equivalente puede variar de un sector a otro. Por ejemplo, para los “directores de empresas micro y pequeñas, profesionales con operación de sistemas y equipos informatizados” (CNO 5001) se seleccionaron los códigos SOC correspondientes a directores de arquitectura e ingeniería (SOC 11-9041) para el sector homónimo, el de directores de informática y computación (SOC 11-3021) para programación y consultoría informática y otras actividades conexas y el de otros directores (SOC 11-9199) para otras actividades profesionales, científicas y técnicas.
- Un mismo código SOC puede corresponder a más de uno del CNO, incluso dentro de un mismo sector. Tal es el caso de los abogados, que en los servicios jurídicos y contables fueron asignados tanto a profesionales independientes como a asalariados.
- No todos los códigos CNO corresponden a un único código SOC, aun en un mismo sector. En esos casos se utilizó el promedio simple de las probabilidades de cada código SOC involucrado. Un ejemplo de ellos son los profesionales independientes de arquitectura e ingeniería (CNO 72131), categoría en la cual se incluyeron varias ocupaciones SOC correspondientes a arquitectos y distintos tipos de ingenieros.

Seguidamente, se reagruparon los sectores según la clasificación en la cual se encuentran disponibles los datos de exportaciones de SBC (metodología del Sexto Manual de Balanza de

Pagos del Fondo Monetario Internacional) (cuadro 1). La probabilidad asignada a cada sector corresponde al promedio ponderado por el empleo en cada ocupación según la EPH. Debe mencionarse que se establecieron las mismas probabilidades de automatización para los servicios audiovisuales y cargos por uso de propiedad intelectual, debido a que la mayor parte de los últimos corresponde a licencias audiovisuales.

Cuadro 1. Compatibilización de los SBC según la clasificación de la balanza de pagos y los códigos CAES

Clasificación Sexto Manual Balanza de pagos	Códigos CAES
1.A.b.9.2. Servicios informáticos	6200. Actividades de programación y consultoría informáticas y otras actividades conexas
1.A.b.10.2.1. Servicios legales, contables, de asesoramiento y relaciones públicas	6900. Actividades jurídicas y de contabilidad
1.A.b.10.2.2. Servicios de publicidad, investigación de mercado y opinión pública	7000. Actividades de servicio de consultoría en gestión empresarial
1.A.b.10.3.1. Servicios arquitectónicos, ingeniería y otros servicios técnicos	7301. Actividades publicitarias
1.A.b.10.1. Servicios de I+D	7302. Investigación de mercados y encuestas de opinión pública
1.A.b.10.3.5. Otros servicios empresariales n.i.o.p.	7100. Servicios de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos
1.A.b.8. Cargos por el uso de propiedad intelectual n.i.o.p.	7200. I+D
1.A.b.11.1. Servicios audiovisuales y conexas	7400. Otras actividades profesionales, científicas y técnicas
	5900. Actividades cinematográficas; producción de videos y programas de televisión; grabación sonora y edición de música

Nota: n.i.o.p: No incluidos en otra parte. Fuente: Elaboración propia.

Dado que esta metodología pone énfasis en la automatización de ocupaciones completas, se complementa el análisis con las probabilidades de computarización por tareas en función del tiempo dedicado a cada una de ellas calculadas por Chui, Manyika, & Miremadi (2016). Como no están disponibles los microdatos, se utiliza la información agregada que se encuentra en la base de datos en línea (McKinsey Global Institute, 2016) para analizar las competencias más relevantes en cada tarea y su vínculo con el grado de automatización.

Para tener un panorama más completo del impacto de la automatización sobre las exportaciones argentinas de SBC es preciso considerar también las ocupaciones que podrían beneficiarse de mayores aumentos de productividad por el uso de nuevas tecnologías, así como el surgimiento de nuevas actividades derivado de innovaciones tecnológicas. Teniendo en cuenta que estos dos

últimos elementos son menos predecibles, se realizará solamente un análisis cualitativo a partir de proyecciones realizadas en otros estudios.

4. Resultados

La probabilidad promedio (ponderado) de automatización en los **SBC** en Argentina es de 0,386, muy por debajo de la media para toda la economía de 0,62 estimada por Frugoni (2016). Con excepción de publicidad e investigación de mercado y encuestas de opinión pública, en todos los sectores de SBC la susceptibilidad de computarización es inferior al promedio nacional (cuadro 2).

Cuadro 2. Sectores de SBC: probabilidad de automatización y participación en empleo y exportaciones

Sector		Participación en SBC		Probabilidad ¹
		Exportaciones	Empleo ²	
SBC		100,0%	100,0%	0,386
Servicios empresariales, profesionales y técnicos		66,8%	85,3%	0,388
Total			47,1%	0,343
Legales, contables, de asesoramiento y relaciones públicas	Jurídicos y de contabilidad	31,3%	43,9%	0,342
	Consultoría en gestión empresarial		3,2%	0,356
	Total		5,2%	0,654
Publicidad, investigación de mercado y opinión pública	Publicidad		4,2%	0,619
	Investigación de mercados y encuestas de opinión pública	7,2%	1,0%	0,797
	Total		5,2%	0,654
Arquitectura, ingeniería y otros servicios técnicos		4,8%	12,5%	0,184
I+D		6,4%	5,0%	0,492
Otros servicios empresariales		17,1%	15,5%	0,546
Servicios informáticos		26,7%	12,0%	0,417
Audiovisuales y cargos por uso de propiedad intelectual				
Actividades cinematográficas; producción de videos y programas de televisión; grabación sonora y edición de música		6,4%	2,8%	
Audiovisuales y conexos		3,8%	2,8%	0,302
Cargos por el uso de propiedad intelectual		2,6%	--	

Notas: ¹ Promedio ponderado según cantidad de ocupados en cada tarea. ² Según muestra EPH.
Fuente: Elaboración propia con datos de INDEC (balanza de pagos y EPH) y Frey & Osborne (2017).

Esto se debe a la elevada participación de las ocupaciones profesionales (51,7% del total), donde la probabilidad de automatización es baja. En efecto, la mayor exposición a este fenómeno corresponde a los puestos de trabajo no calificados, los cuales representan apenas 1,2% del total de SBC, seguidos por el personal operativo (principalmente administrativo). De

todas maneras, existen importantes diferencias entre sectores de SBC, niveles de calificación y al interior de cada rama de actividad (cuadro 3).

Debido a su gran incidencia en el total de SBC, la probabilidad de automatización del empleo en los **servicios empresariales, profesionales y técnicos** –donde se concentran las ventajas comparativas de Argentina– es similar al total (0,388). Dentro de esta categoría, **arquitectura e ingeniería** es el sector menos susceptible de automatización, pues tres de cada cuatro empleos corresponden a ocupaciones profesionales poco expuestas a la computarización. En estas actividades la mayor parte del tiempo se dedica a la aplicación de experiencia –particularmente relacionada con capacidades creativas–, donde la probabilidad de automatización es menor. (cuadro 4). Debe mencionarse que este sector tiene una baja participación en las exportaciones argentinas de SBC, en cierta medida como consecuencia de la escasez de garantías bancarias y la falta de acuerdos de reconocimiento mutuo que dificultan el acceso a algunos de los principales mercados (Gayá, 2017).

Aunque las habilidades creativas también son muy relevantes en ciertos empleos de publicidad, solamente los profesionales del sector presentan una baja probabilidad de computarización. En efecto, el agregado de **publicidad, investigación de mercado y opinión pública** está más expuesto que el promedio de la economía debido a que gran parte del trabajo consiste en recopilación y procesamiento de datos –dos actividades fácilmente automatizables– y a que más de la mitad de los ocupados del sector realizan tareas operativas y poco calificadas que también son altamente susceptibles de ser computarizadas. Desde el punto de vista de las exportaciones, sin embargo, el desafío sería menor pues la competitividad Argentina se basa principalmente en los aspectos creativos y muchos de los servicios más fácilmente automatizables (como los de centros de llamadas) ya cuentan con un peso relativo muy inferior al de hace algunos años (Gayá, 2017).

Si bien las probabilidades de automatización en general son relativamente bajas para los profesionales, en algunos sectores existen diferencias significativas entre ocupaciones. Por ejemplo, dentro del conjunto de **servicios jurídicos y contables** (el rubro más relevante en las exportaciones argentinas de SBC) las tareas realizadas por abogados, mediadores y especialistas en finanzas –las cuales han adquirido relevancia en las exportaciones argentinas durante los últimos años– difícilmente serían automatizadas en el mediano plazo pues se basan en aplicación de experiencia y habilidades de inteligencia social como coordinación y negociación. En contraste, las probabilidades son muy elevadas para contadores y auditores, así como para el personal administrativo cuyas funciones se concentran en recopilación y procesamiento de

datos. Debe subrayarse que gran parte de las ventajas comparativas de Argentina en este sector se basa en este último grupo de actividades.

Aunque con diferencias menos notorias, en los servicios de **I+D** las ocupaciones relacionadas con ciencias exactas y naturales son mucho menos vulnerables que las de ciencias sociales. Las exportaciones argentinas, sin embargo, se concentran en rubros de I+D relativamente poco sofisticados como análisis clínico en pacientes, donde las probabilidades de automatización son elevadas.

Cuadro 3. SBC por sector y nivel de calificación: distribución del empleo y probabilidad de automatización¹

Sector / Nivel de calificación		Total	Profesional	Técnico	Operativo	No calificado
SBC	Prob.	0,386	0,221	0,517	0,597	0,878
	Empleo	100,0%	51,7%	24,8%	22,3%	1,2%
Servicios empresariales, profesionales y técnicos	Prob.	0,388	0,230	0,586	0,553	0,866
	Empleo	100,0%	53,8%	21,4%	24,1%	0,7%
Legales, contables, de asesoramiento y relaciones públicas	Prob.	0,343	0,277	0,578	0,403	0,842
	Empleo	100,0%	63,7%	9,0%	26,4%	1,0%
Jurídicos y contables	Prob.	0,342	0,277	0,578	0,399	0,842
	Empleo	100,0%	62,8%	8,2%	28,0%	1,0%
Consultoría en gestión empresarial	Prob.	0,356	0,273	0,580	0,776	--
	Empleo	100,0%	75,9%	19,8%	4,4%	0,0%
Publicidad, investigación de mercado y opinión pública	Prob.	0,654	0,369	0,350	0,880	0,990
	Empleo	100,0%	33,7%	11,7%	47,0%	7,6%
Publicidad	Prob.	0,619	0,323	0,350	0,877	0,990
	Empleo	100,0%	34,6%	14,6%	41,4%	9,4%
Inv. de mercado y encuestas de op. pública	Prob.	0,797	0,589	--	0,886	--
	Empleo	100,0%	29,9%	0,0%	70,1%	0,0%
Arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	Prob.	0,184	0,037	0,519	0,791	0,960
	Empleo	100,0%	74,8%	16,2%	8,7%	0,3%
I+D	Prob.	0,492	0,207	0,571	0,837	--
	Empleo	100,0%	42,0%	30,3%	27,8%	0,0%
Otras activ. profesionales, científicas y técnicas	Prob.	0,546	0,272	0,605	0,801	0,990
	Empleo	100,0%	25,4%	61,5%	12,9%	0,2%
Audiovisuales	Prob.	0,302	0,154	0,494	0,876	--
	Empleo	100,0%	63,2%	30,7%	6,0%	0,0%
Servicios informáticos	Prob.	0,417	0,120	0,342	0,852	0,742
	Empleo	100,0%	23,6%	50,8%	23,4%	2,2%

Notas: ¹ Promedio ponderado según cantidad de ocupados en cada tarea. ² -- No se calcula la probabilidad porque no hay ocupaciones correspondientes a esta categoría en la muestra de la EPH.

Fuente: Elaboración propia con datos de INDEC y Frey & Osborne (2017).

Los **servicios informáticos** han sido uno de los sectores más dinámicos de las exportaciones argentinas de SBC durante los últimos años y el país exhibe ventajas comparativas, convirtiéndose en un actor de relevancia en América Latina (Gayá, 2017). En este rubro las

probabilidades de automatización son bajas para casi todas las ocupaciones profesionales – donde predominan la aplicación de experiencia y capacidad de gestión– y en menor medida las técnicas, en contraste con las altas chances de computarización en los puestos operativos y no calificados, que representan la cuarta parte del total.

Las probabilidades de automatización en los **servicios audiovisuales** son bajas debido a la alta incidencia de profesionales con competencias creativas que por ahora resultan difícilmente sustituidas por inteligencia artificial. Si bien Argentina presenta ventajas comparativas en esta actividad, las exportaciones han caído de manera casi ininterrumpida durante los últimos seis años.

Cuadro 4. Tareas relevantes en cada ocupación de servicios profesionales¹: probabilidad de automatización y tiempo dedicado a cada tarea

Tarea / Ocupación		Apoyo administrativo	Arquitectura e ingeniería	Gestión	Instalación, mantenimiento y reparación	Matemática e informática	Operaciones empresariales y financieras	Otras	Servicios legales	Ventas y servicios relacionados
Interacción personal	Prob.	0,240	0,000	0,020	0,000	0,000	0,080	0,130	0,000	0,300
	Tiempo	26,0%	4,7%	17,2%	14,3%	5,7%	5,5%	6,9%	20,0%	41,4%
Aplicación de experiencia	Prob.	0,100	0,070	0,430	0,600	0,110	0,050	0,090	0,050	0,270
	Tiempo	8,7%	34,3%	17,2%	14,3%	31,1%	39,6%	20,6%	20,0%	5,7%
Otras capacidades de gestión	Prob.	0,000	0,000	0,000	0,520	0,130	0,180	0,110	0,000	0,000
	Tiempo	1,6%	8,6%	31,2%	14,3%	5,7%	5,5%	3,8%	20,0%	5,7%
Recopilación de datos	Prob.	0,690	0,380	0,000	0,470	0,850	0,170	0,620	0,730	0,750
	Tiempo	14,5%	25,7%	17,2%	14,3%	20,7%	19,8%	20,6%	20,0%	20,7%
Procesamiento de datos	Prob.	0,820	0,380	0,990	0,950	0,490	0,210	0,590	1,000	0,630
	Tiempo	40,5%	17,2%	17,2%	14,3%	31,1%	29,7%	13,7%	20,0%	20,7%
Trabajo físico predecible	Prob.	0,970	0,680	--	0,480	1,000	--	0,640	--	0,960
	Tiempo	8,7%	4,7%	0,0%	14,3%	5,7%	0,0%	13,7%	0,0%	5,7%
Trabajo físico no predecible	Prob.	--	0,370	--	0,170	--	--	0,220	--	--
	Tiempo	0,0%	4,7%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	20,6%	0,0%	0,0%
Tiempo total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Notas: ¹ Clasificación utilizada por los autores. No necesariamente coincide con categorías de cuadros 2 y 3.

Fuente: Elaboración propia con datos de Chui, Manyika & Miremadi (2016)

En síntesis, estos resultados ponen en evidencia que, si bien las probabilidades de automatización son inferiores en los SBC que en la media de la economía, existen significativas diferencias a nivel sectorial y, en particular, según niveles de calificación.

La menor susceptibilidad de computarización corresponde en líneas generales a actividades profesionales y en menor medida técnicas, donde son relevantes capacidades relacionadas con

creatividad, gestión, inteligencia social y algunas habilidades analíticas. Este tipo de competencias predomina en algunos rubros donde Argentina es más competitiva internacionalmente, como servicios informáticos, publicidad y algunos servicios jurídicos y contables, así como en actividades con menor participación en las exportaciones como arquitectura e ingeniería.

En contraste, las ocupaciones más vulnerables a la automatización son las menos calificadas y las de carácter operativo en las cuales predominan actividades rutinarias, recopilación y procesamiento de datos. Muchos empleos técnicos y algunos profesionales también se encuentran dentro de este grupo y son relevantes en algunos rubros donde Argentina tiene ventajas comparativas, como los servicios contables.

5. Otros aspectos relevantes

Los resultados presentados en el apartado anterior se basan en las probabilidades de automatización de las ocupaciones en cada sector con tecnologías demostradas. Sin embargo, no tienen en cuenta otros aspectos fundamentales como la generación de nuevos empleos vinculados con estas tecnologías, el proceso de reconversión de ocupaciones y las posibles ganancias de productividad.

Primero, las innovaciones tecnológicas destruyen empleos, pero también generan **nuevos puestos de trabajo** tanto en ocupaciones existentes como en nuevas actividades. Algunas ramas de SBC como servicios informáticos e ingeniería se encuentran entre los sectores donde ya están surgiendo más empleos vinculados al desarrollo e implementación de innovaciones tecnológicas y esta tendencia se incrementará en los próximos años. Debe señalarse que estas oportunidades no provendrán solamente en los sectores de SBC propiamente dichos sino también de la transformación productiva de otras actividades, como por ejemplo los servicios de salud o la industria manufacturera, tanto a nivel nacional como internacional.

En el ámbito de los servicios informáticos y la ingeniería, el mayor potencial corresponde a ocupaciones vinculadas a minería de datos, análisis de seguridad, *cloud computing*, internet de las cosas, programación, inteligencia artificial, robótica, ingeniería mecánica, bioinformática, entre otras. Se prevé también creación neta de empleos relacionados con creatividad, *management*, negocios, finanzas y actividades profesionales en general, así como en las técnicas complementarias. Todas estas ocupaciones se caracterizan por su nivel de calificación mediano y alto, especialmente en competencias analíticas, creativas, sociales y manejo de tecnología (Citibank, 2016) (World Economic Forum, 2016).

Si bien no hay datos disponibles acerca de la formación en competencias tan específicas, la evolución del número de estudiantes y egresados en carreras de grado y pregrado ligadas a SBC durante los últimos cinco años en Argentina ha sido dispar⁶: creció el número de personas que se forman en ingenierías, carreras creativas y vinculadas con finanzas y negocios, en tanto que disminuyó la cantidad de alumnos y graduados en informática, una disciplina en la cual muchas empresas no llegan a cubrir su demanda de mano de obra.

Segundo, debe considerarse que el ajuste al cambio tecnológico no es automático, sino que requiere un **proceso de adecuación**. En efecto, la posibilidad de que una tarea pueda ser computarizada no significa que efectivamente vaya a serlo, especialmente en el corto plazo. Esto se debe a que en muchos casos el costo de la tecnología respecto del trabajo es elevado, se requiere la adaptación de las innovaciones a actividades específicas y de los modelos de negocios para incorporar dichas tecnologías, en tanto que existen rigideces derivadas de la regulación y el mercado de trabajo. Asimismo, a medida que las actividades se vayan automatizando es muy posible que muchos empleos no desaparezcan, sino que se transformen e incluso se vuelvan más productivos cuando ciertas tareas se realicen de manera más rápida y eficiente a través de la automatización.

Este tercer punto tiene gran relevancia. Manyika *et al.* (2017) señalan que en países como Argentina la automatización podría proporcionar a la **productividad** el impulso necesario para mantener el crecimiento del producto por habitante. Dado que se trata de un país de ingresos medios, la adopción de la automatización sería más lenta que en países desarrollados, aunque posiblemente más rápida que en economías de menores salarios donde el costo relativo de la tecnología es mayor. Citibank (2016) advierte que a nivel global incluso es posible que en el corto plazo se produzca una caída transitoria de la productividad durante el proceso de adecuación.

Si bien la productividad podría incrementarse en términos agregados, las oportunidades parecen concentrarse en las actividades profesionales y en menor medida algunas técnicas, pues la adopción de las nuevas tecnologías requiere de habilidades específicas difíciles de adquirir rápidamente.

La reconversión laboral para aprovechamiento de las tecnologías por parte de quienes hoy desempeñan tareas operativas y no calificadas requerirá grandes esfuerzos en materia de capacitación para el desarrollo de estas habilidades. Entre las competencias que serán más relevantes se destacan algunas “duras” relacionadas con informática y disciplinas STEM (sigla

⁶ Fuente: Cálculos propios con datos de la Secretaría de Políticas Universitarias.

en inglés utilizada para designar ciencia, técnica, ingeniería y matemática), así como habilidades “blandas” (creatividad, inteligencia social, pensamiento adaptativo, competencias interculturales e interdisciplinarias, enfoque hacia resultados, habilidad para distinguir información según su importancia, colaboración virtual, entre otras) (Citibank, 2016).

6. Conclusiones y posibles cursos de acción

Debido a la elevada participación de actividades calificadas, la probabilidad de automatización de los SBC en Argentina es inferior a la media de la economía, en línea con lo que sucede en otros países. Sin embargo, existen contrastes notorios entre los distintos sectores, así como en las ocupaciones al interior de cada sector. Estas diferencias se vinculan tanto al nivel de calificación como a las competencias relevantes en las principales tareas realizadas.

Los sectores de SBC con menores probabilidades de automatización y que mayores oportunidades durante los próximos años incluyen algunos donde Argentina es muy competitiva (servicios informáticos, algunos servicios empresariales, ciertos servicios de publicidad), así como otros donde las exportaciones argentinas son menos relevantes (I+D, arquitectura e ingeniería). En contraste, la vulnerabilidad a la computarización es elevada en otros servicios empresariales (especialmente contables y administrativos) de gran relevancia en las ventas de SBC de Argentina al exterior.

Si bien existen rigideces por las cuales la automatización no será inmediata, se crearán nuevos empleos y podría aumentar la productividad, el aprovechamiento de las oportunidades requiere el desarrollo de habilidades diferentes a las relevantes en las actividades más amenazadas.

Así, pues, para fortalecer la competitividad en los SBC las iniciativas orientadas de desarrollo de capital humano tienen más relevancia que nunca, destacándose la inversión en educación, el estímulo al emprendedurismo y las políticas de adecuación del mercado laboral, incluyendo el entrenamiento permanente dentro y fuera de la empresa (Citibank, 2016).

En este contexto, hay iniciativas valiosas de capacitación gratuita en distintas áreas de tecnología como “Empleartec”⁷ y el plan “111mil”⁸. Este último es un programa muy ambicioso de desarrollo de capital humano en el área informática lanzado por el gobierno argentino en 2016, cuyo objetivo es formar 100.000 programadores, 10.000 nuevos profesionales y 1.000 emprendedores en un período de 4 años. Se trata de un instrumento estratégico porque se orienta al desarrollo de competencias relevantes en las ocupaciones con mayor potencial. Se espera que

⁷ www.empleartec.org.ar

⁸ www.argentina.gob.ar/111mil

no solamente contribuya a evitar cuellos de botella en servicios informáticos, sino también a promover la transformación digital de otras industrias -entre ellas otros SBC- y a favorecer la reconversión laboral de personas en ocupaciones de menor productividad y/o cuyos empleos sean automatizados.⁹

De todas maneras, para fortalecer las exportaciones argentinas de SBC en un contexto de automatización se requieren esfuerzos adicionales tanto desde el ámbito público como el privado. Entre otros aspectos, cabe destacar la necesidad de adecuar las formaciones terciarias y universitarias para incluir las competencias con mayor potencial (incluyendo habilidades blandas), el fortalecimiento y actualización de los contenidos vinculados a informática y disciplinas STEM en todos los niveles educativos y la capacitación continua en las empresas. Asimismo, resulta de interés promover la transformación productiva en los sectores más amenazados y fortalecer la inserción internacional en aquellos con mayor potencial. Además de los aspectos mencionados, resulta fundamental avanzar en la eliminación de barreras a la exportación de estas actividades que no se relacionan con la automatización. Entre otras, cabe destacar la negociación de acuerdos para evitar la doble imposición (un obstáculo muy relevante para la exportación de SBC de manera remota) o de reconocimiento mutuo de formaciones profesionales, especialmente en ámbitos como arquitectura e ingeniería.

7. Abreviaturas y siglas

a.a.	Anual acumulativo
CAES	Códigos de Actividades Económicas para Encuestas Sociodemográficas
CIUO-08	Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones
CNO	Clasificador Nacional de Ocupaciones
EPH	Encuesta Permanente de Hogares
I+D	Investigación y desarrollo
INDEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
SBC	Servicios basados en el conocimiento
SOC	Clasificación estándar de ocupaciones
STEM	Ciencia, técnica, ingeniería y matemática

⁹ Muchos de los alumnos del programa provienen de actividades de baja calificación y/o de sectores no relacionados con informática. Fuente: Subsecretaría de Servicios Tecnológicos y Productivos.

Bibliografía

- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD. Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2015). Four fundamentals of workplace automation. *McKinsey Quarterly*. Recuperado el 24 de Julio de 2017, de <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>
- Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans and where they cant (yet). *McKinsey Quarterly*. July. Recuperado el 30 de Junio de 2017, de <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet>
- Citibank. (2016). *Technology at Work v2.0: The future is not what it used to be*. Citi and the Oxford Martin School at the University of Oxford. Recuperado el 1 de Agosto de 2017, de http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf
- Frey, C. B., & Osborne, M. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. January. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Frey, C. B., & Osborne, M. L. (2014). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: University of Oxford. Recuperado el 15 de Abril de 2015, de http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Frugoni, M. L. (2016). *Estimaciones preliminares sobre la automatización del empleo en Argentina*. CABA: Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Recuperado el 27 de Julio de 2017, de http://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/SSPE_N01_Empleo_tecnologia.pdf
- Gayá, R. (2015). El sistema multilateral de comercio y las nuevas tecnologías. *Integración & Comercio*(39). Recuperado el 28 de Noviembre de 2015, de <http://www19.iadb.org/intal/icom/notas/39-11/>
- Gayá, R. (2017). Strengthening knowledge-based services in Argentina. *Mimeo*.

- Kessler, S. (9 de Marzo de 2017). The optimist's guide to the robot apocalypse. Nueva York, NY, Estados Unidos. Recuperado el 27 de 7 de 2017, de <https://qz.com/904285/the-optimists-guide-to-the-robot-apocalypse/>
- López, A., & Ramos, D. (2016). *Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. Servicios empresariales*. Buenos Aires: MINCYT. Recuperado el 25 de Junio de 2016, de <http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/archivos/000/047/0000047552.pdf>
- López, A., Ramos, D., & Niembro, A. (Agosto de 2014). La competitividad de América Latina en el comercio de servicios basados en el conocimiento. *Revista de la CEPAL*(113), 23-41. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/36956-la-competitividad-america-latina-comercio-servicios-basados-conocimiento>
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). *A future that works: automation, employment, and productivity*. San Francisco & London: McKinsey Global Institute. Recuperado el 28 de Julio de 2017.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., & Bisson, P. y. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. San Francisco: McKinsey Global Institute. Recuperado el 17 de Julio de 2015, de http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx
- McKinsey Global Institute. (2016). *Tableau Public - McKinsey Global Institute*. Recuperado el 13 de 8 de 2017, de <https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/AutomationBySector/WhereMachinesCanReplaceHumans>
- Miller, B., & Atkinson, R. (2013). *Are Robots Taking Our Jobs, Or Making Them?* Washington DC: The Information Technology & Innovation Foundation. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de <http://www2.itif.org/2013-are-robots-taking-jobs.pdf>
- OECD. (1999). *Science, Technology and Industry -Scoreboard 1999 - Benchmarking Knowledge-based Economies*. Paris.
- Stewart, I., De, D., & Cole, A. (2015). *Technology and people: The great job-creating machine*. London: Deloitte. Recuperado el 19 de Mayo de 2017, de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/finance/deloitte-uk-technology-and-people.pdf>
- Van Woensel, L., & Archer, G. (2015). *Ten technologies which could change our lives. Potential impacts and policy implications*. Bruselas: European Parliament Research Service Scientific Foresight (STOA) Unit. Recuperado el 6 de Enero de 2016, de http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS_IDAN_527417_ten_trends_to_change_our_life.pdf

World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills, and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution*. Geneva: WEF. Recuperado el 29 de Julio de 2017, de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf