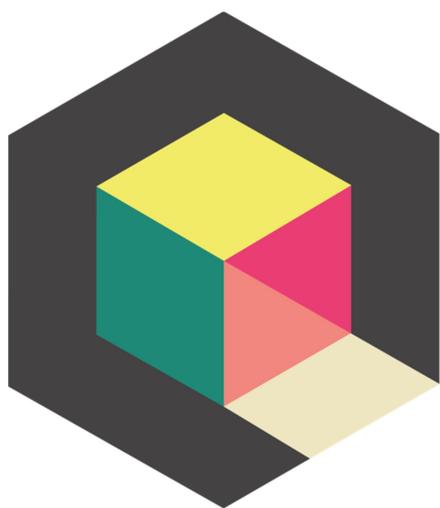


Perspectivas de Empleo en el Sector TIC: Uruguay 2017 – 2021



CENTRO DE PROMOCIÓN
STEM.



Agradecimientos

El presente informe ha sido posible gracias a la investigación realizada por el Ec. Gabriel Oltarz, así como por la colaboración en la corrección del Dr. Marcel Vaillant, Ph.D. Enrique Gilles y Ec. Federico Bermúdez, quienes leyeron y comentaron el trabajo.

La coordinación general ha estado a cargo de Javier Peña Capobianco.



Currículos



Gabriel Oltarz egresó como Economista de la Universidad de la República en 2016. Mientras cursaba sus estudios comenzó a desempeñarse como consultor en economía abarcando distintas áreas de la misma, tales como métodos cuantitativos, ecosistemas productivos y estrategias de política pública entre otras. Particularmente, ha participado en distintas consultorías asociadas a Servicios Globales para países de América Latina. Previamente formó parte de los equipos de Auditoría Externa y de Precios de Transferencia en KPMG (06/12 – 04/15), lo que le permitió observar el funcionamiento del sector privado adquiriendo experiencia al trabajar con distintas empresas.



Javier Peña Capobianco ha sido mentor y promotor de la creación de la Asociación Latinoamericana de Exportadores de Servicios, organismo internacional integrado por 35 instituciones públicas y privadas de 17 países, hoy día es su Secretario General. Además, se desempeña como catedrático de Comercio Internacional de Servicios en la Universidad Católica del Uruguay, es consultor internacional, habiendo desarrollado diferentes proyectos con organismos tales como el BID, ITC, OIT, entre otros. Ha sido Jefe de Comercio Internacional en la Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Uruguay. Es coautor de “Los países de la Alianza del Pacífico en el Comercio Global de Servicios”, BID (2017), “Uruguay en el Comercio Global de Tareas”, BID (2012), “Plan de Negocios. Exportación de Servicios. Paraguay”, BID (2011), y “Manual de Buenas Prácticas para la Exportación de Servicios”, 2010. Ha participado como expositor en más de 30 conferencias internacionales en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Francia, Guatemala, Honduras, México, Perú, Suiza, Turquía, Paraguay, El Salvador y Uruguay. Por último, ha sido reconocido como uno de los ejecutivos más influyentes en temas de *Outsourcing* (*The Most Influential Executives in Nearshore Outsourcing 2012*) y con el premio *Best Practice in Services Promotion 2007* (ITC – OMC/UNCTAD). Es Licenciado en Relaciones Internacionales, Universidad de la República (Uruguay); posee un Postgrado en Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República (Uruguay); tiene un Master en *International Business Management*, Universitat de Barcelona, y ha cursado otro en Relaciones Internacionales, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Universidad Complutense de Madrid (España).



Índice

Resumen Ejecutivo	6
1. Introducción	8
2. Tendencias de las TIC	9
2.1. Inteligencia Artificial	9
2.1.1. Aplicaciones inteligentes	11
2.2. Internet of Things	11
2.2.1. El sector salud	13
2.3. Automatización	13
2.4. Big Data	14
2.5. Cloud Computing	16
2.6. Ciberseguridad	17
3. Mercado Laboral Internacional	19
3.1. La cuarta revolución industrial	19
3.2. El futuro de los trabajos	20
3.3. Identificación de la brecha	23
3.3.1. Estimaciones	23
4. Empleo TIC en Uruguay	28
4.1. Situación demográfica	28
4.2. Estimación de la brecha	30
4.2.1. Demanda	30
4.2.2. Oferta	34
4.3. Brecha	36
4.4. Conclusiones	38
5. Sugerencias de líneas de acción	40
5.1. Centro de Promoción de la Educación en STEM para una América Latina de Conocimiento	40
5.2. Casos de Buenas Prácticas	41
5.3. Líneas de intervención propuestas	47
Anexo 1 – Códigos considerados del listado nacional de denominaciones de ocupaciones (CIUO_08)	49
Bibliografía	52



Índice de tablas y gráficas

Tabla 1. Ejemplos de Inteligencia Artificial	10
Tabla 2. Unidades de IoT instaladas por categoría (millones de unidades).....	12
Tabla 3. Gasto final en IoT por categoría (millones de U\$S).....	12
Tabla 4. Principales preocupaciones mundiales en ciberseguridad	17
Tabla 5. Top 20 profesiones más demandadas 2017: TIC y de utilización intensiva de TIC.....	20
Tabla 6. Factores de cambio en Computación y Matemática 2015 – 2020 % anual compuesto	21
Tabla 7. Aumento de empleo en TIC, 2015- 2019.....	24
Tabla 8. Fuerza laboral en TIC por sector (2016).....	26
Tabla 9. Evolución esperada de egresados terciarios (2016 - 2022).....	27
Tabla 10. Indicadores poblacionales.....	29
Tabla 11. Estimación de puestos de trabajo en áreas de TIC (2011 – 2016)	31
Tabla 12. Escenarios de crecimiento de los puestos de trabajo (2017 – 2021).....	32
Tabla 13. Ingresos y egresos universitarios del área de conocimiento “Informática” (2004 – 2014)	35
Tabla 14. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario contractivo	37
Tabla 15. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario base.....	37
Tabla 16. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario expansivo	38
Gráfica 1. Participación en el mercado de aplicaciones de BI y Analítica.....	15
Gráfica 2. Panorama de empleo neto – miles de empleados	22
Gráfica 3. Empleo en TIC - Canadá	24
Gráfica 4. Estimación de población total por rango etario 2011 – 2021 (en cientos) ...	28
Gráfica 5. Población en edad de trabajar (PET) (en cientos)	29
Gráfica 6. Demanda esperada según escenario (2017 – 2021)	34
Gráfica 7. Evolución de ingresos y egresos universitarios del área de informática.....	36



Resumen Ejecutivo

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han presentado un crecimiento vertiginoso en las últimas décadas. La magnitud del mismo ha sido tal, que la oferta de recursos humanos¹ especializados no ha crecido conforme a las necesidades del mercado, lo que genera un impacto negativo para la economía en su conjunto.

Con el objetivo de evaluar la existencia de una brecha en recursos humanos especializados, se analizaron las principales tendencias en el sector de las TIC. Fueron investigadas aquellas áreas que se espera tengan un mayor impacto en cuanto a generación de empleo, en base a este criterio se seleccionaron: (i) Inteligencia Artificial (IA); (ii) *Internet of Things* (IoT); (iii) Automatización; (iv) *Big Data*; (v) *Cloud Computing*; y, (vi) Ciberseguridad. Los resultados obtenidos indican que existe una tendencia al aumento de la inversión y a un mayor gasto de los consumidores en estos subsectores, así como la necesidad de una mayor cantidad y calidad de capital humano calificado en estas áreas.

Al investigar el mercado laboral internacional, con énfasis en las TIC, se puede observar que las familias de trabajos asociadas a la computación y matemáticas presentarán un crecimiento de 3,21% en los próximos años, mientras que las actividades de oficina serán los más perjudicados por el impacto de la tecnología. Los avances en la tecnología implicarán la necesidad de contar con capital humano altamente calificado, por lo que aquellos individuos que no posean las calificaciones pertinentes serán los más afectados por el impacto derivado de la cuarta revolución industrial.

Con el fin de observar estimaciones de otros países y los resultados obtenidos por los mismos, fueron considerados Canadá, Estados Unidos y Australia. Los análisis evidenciaron la existencia de un exceso de demanda en capital humano especializado en el sector TIC, lo que es esperable se acentúe en los próximos años.

En Uruguay el sector TIC empleó aproximadamente 20.000 personas en 2016 y existió una oferta anual de graduados universitarios de 354 en 2014. Al realizar la estimación de la brecha en recursos humanos especializados, se encontró que para un escenario base, esta alcanzaría los 3.979 trabajadores en 2021, lo cual representa el 20% de los

¹ El presente informe no considerará división entre los recursos humanos que realicen actividades en el sector transable y no transable. Asimismo, tampoco se tomará en cuenta la transabilidad o no transabilidad de los salarios en los distintos puestos de trabajo.



ocupados totales en 2016. Esta tendencia incremental de la brecha es consistente con: (i) las tendencias de las TIC a nivel global; (ii) el mercado laboral internacional; y, (iii) las estimaciones realizadas por otros países. La brecha se explica mediante un incremento proyectado de 6.145 puestos de trabajo, y un total de 2.166 egresados. Según las estimaciones el aumento en los puestos laborales presentará un incremento del 30,8% respecto a 2016, cifra mayor a las proyectadas por Canadá (22,5% para el período 2015 - 2019), Estados Unidos (13,1%, entre 2014 y 2024), y Australia (12,6% de 2016 a 2022).

En base a lo anterior, se entiende clave desarrollar una estrategia integral para promover la disponibilidad de recursos humanos en cantidad y calidad suficiente para atender a esta demanda incremental, para lo cual se sugiere la creación de un Centro de Promoción de la Educación en STEM² con proyección regional, ya que existe evidencia suficiente para considerar un diagnóstico semejante en el resto de los países de América Latina. Este Centro tendrá entre sus objetivos: poner en práctica herramientas de capacitación en las áreas STEM en todos los niveles de formación, a partir de la primaria y secundaria, así como en las poblaciones más vulnerables fuera de las áreas metropolitanas y en particular en las mujeres. Asimismo, procurará mejorar la formación de los maestros y profesores en estas áreas; estudiar el impacto social y económico de estos sectores en la economía; certificar competencias de recursos humanos en estas áreas; predecir la demanda futura de recursos humanos en los sectores de interés; y proponer políticas públicas específicas por medio de un *think tank* especializado.

² El término STEM es un acrónimo que surge de las palabras: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.



1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han presentado un crecimiento vertiginoso en las últimas décadas. Actualmente y de forma global, las mismas son parte de la vida cotidiana de los individuos, empresas y gobiernos.

El crecimiento ha sido tal que la oferta de recursos humanos (RRHH) especializados no ha logrado satisfacer la demanda de empleo asociado a las TIC generando así una brecha. Esto implica que: (i) tanto las TIC como su impacto en la economía no se han desarrollado ni aprovechado al máximo de su potencial; (ii) los RRHH calificados en TIC son un bien escaso, lo que genera un aumento salarial basado en la competencia por adquisición de talento y/o habilidades; y, (iii) la transversalidad del sector genera que la estructura de empleo se divida entre actividades específicas en el sector TIC y otras en el resto de los sectores, tales como salud, finanzas, Gobierno, etc., por lo que distintos áreas con desempeños y rentabilidades diferentes también compiten por el bien escaso.

La brecha derivada de la relación demanda > oferta: (i) no permite aprovechar las oportunidades de mercado; (ii) genera pérdidas de eficiencia económica; y, (iii) dificulta el crecimiento y desarrollo de los sectores intensivos en TIC. Reducir esta brecha tendría un efecto positivo para Uruguay, tanto en el mercado interno como en la exportación de servicios y captación de inversiones extranjeras en el sector de las TIC.



2. Tendencias de las TIC

Al plantear como objetivo estimar la brecha de RRHH correspondiente a las familias de trabajos asociados a las TIC, es crucial comprender hacia donde se dirigen éstas últimas. Al analizar las principales tendencias, es posible evaluar el impacto que éstas tendrán en el mercado laboral, lo cual permitirá realizar supuestos de estimación coherentes, así como verificar que los resultados obtenidos sean consistentes con la realidad. Asimismo, al identificar dichas tendencias será posible generar distintos planes de acción que permitan aprovechar las oportunidades de mercado derivadas de la evolución de las TIC.

En base a la investigación realizada, se decidió hacer énfasis en: (i) Inteligencia Artificial (IA); (ii) *Internet of Things* (IoT); (iii) Automatización; (iv) *Big Data*; (v) *Cloud Computing*; y, (vi) Ciberseguridad.

2.1. Inteligencia Artificial (IA)

Diversas actividades humanas tales como escribir programas computacionales, resolver problemas matemáticos, utilizar el sentido común, comprender el lenguaje y conducir un auto, requieren determinada habilidad/inteligencia. En las últimas décadas se han desarrollado sistemas computacionales capaces de realizar tales tareas, es decir, que poseen cierto grado de IA (Nilsson, 1980). Estos sistemas crean a través de distintos procesos informáticos “redes neuronales” que simulan el razonamiento del cerebro humano.

La IA se encuentra en franca expansión, en 2016 las estimaciones indicaron que las compañías³ invirtieron entre U\$S 26 y U\$S 39 mil millones en IA, cifra que fue dominada por los gigantes de la tecnología (entre U\$S 20 y U\$S 30 mil millones) quienes destinaron el 90% de su inversión a I+D y el restante 10% a adquisiciones de *startups* especializadas (McKinsey Global Institute, 2017).

Las grandes empresas multinacionales tienen un interés estratégico en la IA, muchas de las integrantes de las *Fortune 500* (Alphabet, Amazon, Apple, eBay y Facebook entre otras), así como importantes compañías de inversiones (Anderssen Horowitz y Data Collective, entre otras) han invertido en adquisiciones de compañías y

³ Refiere a un total de 35 compañías (18 de América del Norte, 10 de Asia, y 7 de Europa) que dominan el sector de IA.

emprendimientos de distintos segmentos de IA, como ser *machine learning*⁴, visión computacional, lenguaje natural, robótica y robotización, y analítica avanzada (*big data* y *business intelligence*) (Deloitte, 2017). El interés demostrado por este tipo de empresas y fondos de inversión, constituye un buen indicador de la perspectiva respecto al impacto de la IA en el futuro cercano.

Las redes neuronales y la IA requieren intervención humana para su monitoreo y mantenimiento, ya que para lograr una utilización óptima, deben ser actualizadas de forma constante. En base a dichas necesidades, se estima que en 2020, 20% de las empresas que adopten estas tecnologías, tendrán empleados dedicados a trabajar en el tema de redes neuronales (Gartner, 2017).

La IA avanza a pasos agigantados, su transversalidad y rápido desarrollo derivará en un importante efecto en el mercado laboral. Este impacto, se manifestará no solo aumentando los puestos de trabajo asociados a las TIC, sino que también generará un descenso en los trabajos de menor valor agregado. Es esperable, que esto derive en un cambio estructural del empleo respecto a la relación trabajos vinculados a las TIC, y trabajos tradicionales, en claro beneficio de los primeros.

La brecha en talento de IA se trata de una de las mayores en las TIC, tan solo en China, se estima que fue de 5 millones de personas en 2016 (Digest China, 2017).

Tabla 1. Ejemplos de Inteligencia Artificial

Nombre	Función
Siri	Asistente personal de tecnología Apple que ayuda a buscar información, direcciones, agendar eventos y mandar mensajes. Utiliza tecnología de <i>machine learning</i> para predecir y entender preguntas y peticiones.
Alexa	Introducida por Amazon, se ha convertido en el centro de control de las casas inteligentes. Es capaz de comprender las direcciones desde cualquier lugar de la casa. Sus funciones van desde buscar información en la web y programar alarmas, hasta ayudar a aquellos que cuentan con una movilidad limitada.
Tesla	Fue creada por la compañía automotriz Tesla Inc (ex Tesla Motors). Es responsable de la conducción automática y posee capacidad de conducción predictiva. Es lo último en tecnología automotriz.
Cogito	Es uno de los mayores ejemplos de comportamiento adaptativo para mejorar la inteligencia emocional de los representantes de ventas. La compañía es una fusión de <i>machine learning</i> y ciencia del comportamiento con el objetivo de mejorar la interacción entre los clientes y los representantes de ventas.
Boxever	Es una empresa que se apoya en <i>machine learning</i> para mejorar la experiencia de los usuarios en el sector de viajes y ofrecer experiencias que deleiten a los clientes en el camino. Utiliza <i>machine learning</i> y otros métodos de IA.

Fuente: elaboración propia en base a Forbes (2017).

⁴ Sistemas computacionales capaces de mejorar su desempeño y realizar más tareas sin necesidad de ser reprogramados.

2.1.1. Aplicaciones inteligentes

Estas aplicaciones tienen el potencial de transformar el lugar de trabajo facilitando las tareas diarias y aumentando la eficiencia de los usuarios. Sin embargo, estas aplicaciones no se limitan a esto, sino que pueden llegar hasta donde la creatividad humana lo permita. Es por ello que es esperable que todo software existente sea reescrito con el objetivo de aprovechar las ventajas de la IA (Gartner, 2016).

Utilizando IA, los proveedores de tecnología se enfocarán principalmente en tres áreas: (i) analítica avanzada; (ii) automatización de procesos de negocios; y, (iii) sistemas de comunicación e interface continua (Gartner, 2016).

Esto implicará una importante inversión en RRHH calificados por parte de las empresas de tecnología con el objetivo de diseñar nuevos sistemas, y al mismo tiempo será necesario contar con capacitación permanente para aprovechar las ventajas de la IA.

A través del uso de aplicaciones inteligentes, en 2018 se estima que 500 millones de usuarios ahorren dos horas diarias mediante la utilización de herramientas de IA y la conectividad generada por IoT (Gartner, 2017). Todo lo cual refuerza la idea de contar con una mayor cantidad de RRHH calificados dada la dependencia tecnológica esperada en la vida cotidiana.

2.2. Internet of Things (IoT)

Muchos consideran a IoT como la próxima revolución industrial debido a los cambios que generará en la forma en que los individuos viven, viajan, trabajan y se divierten, así como a los cambios en las formas de hacer negocios y gobernar.

El término IoT refiere a conectar distintos dispositivos a internet permitiendo que los mismos se comuniquen con las personas, las aplicaciones y entre ellos. Un clásico ejemplo, es el de una heladera llamando al dueño de casa para informarle que no le queda pan o que la leche está vencida, lo cual es una situación habitual para determinados grupos sociales en diversos países desarrollados.

Las perspectivas incrementales respecto a unidades conectadas son tales que supone que IoT sea uno de los mercados más atractivos para invertir. Las estimaciones indican que 8,4 mil millones de unidades en el mundo estarán conectadas en 2017, cifra 31% mayor a la observada en 2016, mientras que para 2020 el total de unidades alcanzaría los 20,4 mil millones (Gartner, 2017).



Tabla 2. Unidades de IoT instaladas por categoría (millones de unidades)

Categoría	2016	2017	2018	2020
Consumidor	3.963	5.244,3	7.036,3	12.863
Industria transversal	1.102,1	1.501	2.132,6	4.381,4
Industria vertical	1.316,6	1.635,4	2.027,7	3.171
Total	6.381,8	8.380,6	11.196,6	20.415,4

Fuente: Gartner (2017).

El principal mercado de las unidades de IoT tendrá una orientación al consumidor final, quien representará el 63% de la utilización del total de unidades instaladas. Es esperable, que esto genere un nuevo mercado de profesionales especializados en reparar e instalar equipamiento y unidades pertenecientes a la categoría de IoT.

Se estima que en 2017 el gasto final en IoT alcance los U\$S 1,689 mil millones, representando el gasto del consumidor final el 43% del total, mientras el 57% restante será de la industria. Asimismo, se prevé que en 2020 el gasto mundial en IoT alcance una cifra cercana a los U\$S 3 billones.

En este contexto, en el cual el aumento del gasto por parte de los consumidores es el de más rápido crecimiento, es esperable que las compañías encuentren nuevos incentivos para aumentar su inversión.

Tabla 3. Gasto final en IoT por categoría (millones de U\$S)

Categoría	2016	2017	2018	2020
Consumidor	532.515	725.696	985.348	1.494.466
Industria transversal	212.069	280.059	372.989	567.659
Industria vertical	634.921	683.817	736.543	963.662
Total	1.379.505	1.689.572	2.094.881	3.025.787

Fuente: Gartner (2017).

Desde otra perspectiva, hay estimaciones que indican que en 2020 el total de dispositivos conectados alcanzará la cifra de 50,1 mil millones (NCTA, 2015), mientras que otras indican que la cifra será de 34 mil millones (Business Insider, 2016). Cisco predice que el mercado global de IoT alcanzará los U\$S 14,4 billones al 2022, los que se repartirán en U\$S 3,7 billones derivados de mejorar la experiencia del consumidor; U\$S 2,7 billones de logística y cadena de abastecimiento; U\$S 2,5 billones en aumento de la productividad de los RRHH; U\$S 3 billones en reducción de tiempos de mercado; y, ahorro de U\$S 2,5 billones en costos (Forbes, 2015). Desde una perspectiva aún más favorable, Intel estima que para 2020, 200 mil millones de objetos

estarán conectados, lo que es aproximadamente 26 objetos inteligentes por humano en el planeta (Intel, 2017).

Si bien existen diferentes consideraciones metodológicas de las fuentes citadas a la hora de realizar las estimaciones, todas coinciden en anticipar que el crecimiento de IoT será exponencial en los próximos años. Más allá de estas diferencias, el crecimiento proyectado es tal que permite suponer que será necesario un gran volumen de RRHH calificados, tanto para la creación y mantenimiento de nuevas unidades, así como para las actividades de I+D asociadas a IoT.

2.2.1. El sector salud

Uno de los principales impactos de IoT estará vinculado al sector de la salud. La posibilidad del monitoreo constante, combinado con la continua recopilación de datos debido a la mayor conectividad, tiene el potencial de mantener a los pacientes más sanos y seguros. Asimismo, permite minimizar las visitas a sus médicos y hospitales mediante la realización de encuentros remotos.

Las grandes ventajas de la incorporación de IoT en el sector de salud son: (i) disminución de costos, los monitoreos de los pacientes podrán hacerse en tiempo real, sin visitar médicos y por ende minimizarán la utilización de la infraestructura hospitalaria; (ii) tratamientos en base a la evidencia, trabajar en tiempo real permitirá tomar las decisiones acertadas en el momento justo, lo cual permitirá ofrecer un tratamiento a medida; (iii) las enfermedades podrán prevenirse con la aparición de los primeros síntomas; (iv) la recopilación de datos mediante la conectividad de los dispositivos permitirá minimizar el riesgo de los pacientes, así como los costos del hospital; (v) mejorará la experiencia del usuario mientras se acotan las asimetrías de información; y, (vi) el manejo de inventario a través de dispositivos conectados generará una reducción de costos (Patel, 2017).

La evolución de cantidad de dispositivos conectados en el sector salud, será de las más rápidas a nivel sectorial. Se espera que el total de dispositivos pase de 95 millones en 2015 a 646 millones en 2020, lo que implica un aumento de 680%.

2.3. Automatización

RPA (*Robotic Process Automation*) es un segmento de la robótica que consiste en la utilización de software inteligente (“*robots*” o “*bots*”) para automatizar tareas. Se trata de la creación de una fuerza laboral virtual cuyo objetivo es incrementar la productividad, mediante un alto rendimiento, escalabilidad a precios predecibles y reducción de costos (Pillion & Gatto, 2014). El RPA permite a las empresas ahorrar



entre 50% y 70% en mano de obra, mediante el uso inteligente de los recursos, índices de error cercanos a cero y un reducido tiempo en los procesos (Xchanging, 2014).

A través de la programación específica para la realización de determinadas tareas, el RPA se utiliza en todos los sectores de la economía (financiero, salud, atención al cliente, etc.). Dada su transversalidad es esperable que el RPA impacte tanto reemplazando el empleo humano por procesos automáticos y de IA, así como cambiando la estructura del mercado de trabajo en cuanto a la intensidad del conocimiento en TIC respecto a otras áreas.

Desde una perspectiva más general, el concepto de automatización está estrechamente vinculado con los de IA e IoT, ya que la aplicación de un proceso de automatización óptimo depende de: (i) la conectividad del dispositivo; y (ii) la capacidad del proceso de realizar tareas. Es por tanto, que en base al avance de la IA así como al aumento del gasto en IoT y la cantidad de dispositivos conectados, sería esperable que la aplicación de procesos de automatización aumente, acelerando de esta forma su impacto en el mercado laboral.

2.4. Big Data

Se denomina *Big Data* a la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos que no pueden ser tratados de manera convencional, ya que superan los límites y capacidades de las herramientas de software habitualmente utilizadas para la captura, gestión y procesamiento de información. El concepto engloba infraestructuras, tecnologías y servicios que han sido creados para dar solución al procesamiento de enormes conjuntos de datos estructurados, no estructurados o semi-estructurados (El Economista, 2014).

En términos generales, *Big Data* no se trata tan solo de una cantidad específica de datos, sino que también refiere a la variedad y velocidad de los mismos. Estas características generan una enorme dificultad de procesamiento, lo cual ha derivado en la creación de soluciones específicas para cada sector de actividad. Desde esta perspectiva, se ha generado un nuevo nicho laboral para profesionales en las áreas de STEM.

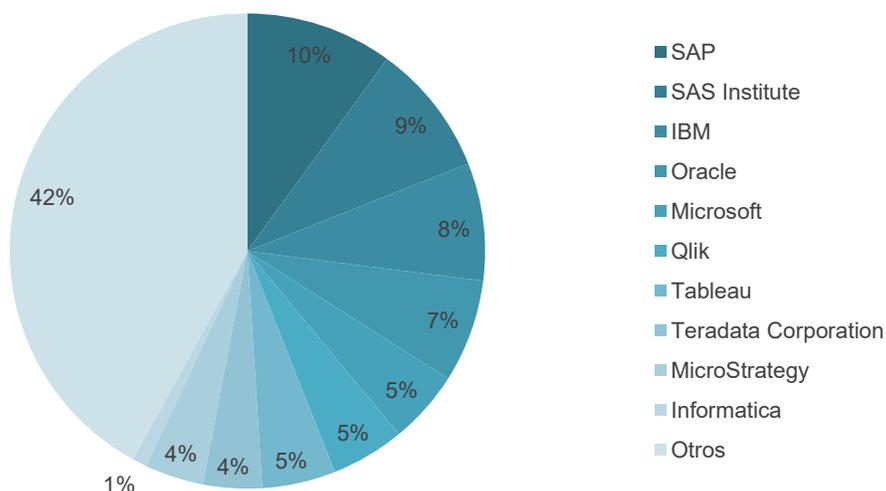
Big Data ayuda a las distintas organizaciones a identificar nuevas oportunidades y problemas en tiempo real. Sus más grandes impactos son: (i) reducción de costos; (ii) tomar mejores y más rápidas decisiones; y, (iii) crear nuevos productos y servicios al lograr interpretar las necesidades y voluntades de los consumidores (SAS, 2017).



El mercado de *Big Data* se encuentra en plena expansión, se espera que los U\$S 18,3 mil millones generados en 2014 aumenten a U\$S 92,2 mil millones en 2026, lo que implica un crecimiento medio de 14,4% anual (WIKIBON, 2016). Otras perspectivas indican que la ganancia global en *business intelligence*⁵ (BI) y analítica fueron de aproximadamente U\$S 16,9 mil millones en 2016, lo que representa un aumento del 5,2% respecto a 2015 (Forbes, 2016).

En 2015, los 10 mayores oferentes de software de BI y analítica representaron aproximadamente 58% del total de aplicaciones de dichos rubros. Estos software, aumentaron 4% respecto a 2014, alcanzando de esta forma los U\$S 11,6 mil millones en licenciamiento (Apps Run The World, 2016).

Gráfica 1. Participación en el mercado de aplicaciones de BI y Analítica



Fuente: Apps Run The World (2016).

Asimismo, proyecciones realizadas en base a la comercialización de aplicaciones pasadas e información respecto a nuevos proyectos, estiman que en 2020 el mercado de aplicaciones de BI y analítica alcance los U\$S 13,66 mil millones, con una tasa de crecimiento del 3,3% anual (Apps Run The World, 2016).

⁵ Inteligencia de negocios refiere a las ganancias generadas por la toma de decisiones estratégicas en base al análisis de grandes datos.

Por otra parte, es esperable que la expansión del sector de *Big Data* sea aún mayor debido a las perspectivas de crecimiento de IoT, lo cual generará un enorme flujo de datos difíciles de interpretar, trabajar y cuantificar.

Uno de los principales limitantes del sector de *Big Data* es la escasez de RRHH calificados, capaces de trabajar, modelar e interpretar toda esta información. Si bien se espera que los profesionales en *Big Data* crezcan a un 23% anual entre 2016 y 2020, también se prevé que la brecha continúe acentuándose (IDC, 2016).

2.5. *Cloud Computing*

Cloud Computing ofrece servicios TI mediante el sistema de pago por uso (*pay-per-use* o *pay-as-you-go*) permitiendo gran flexibilidad tanto para clientes como para proveedores (Air-TI UK, 2017). Hay varias soluciones en la nube que dependen de los servicios requeridos y de las características y nivel tecnológico del consumidor, a saber: Infraestructura como servicio - *Infrastructure as a Service* (IaaS), Plataforma como servicio - *Platform as a Service* (PaaS), Software como servicio - *Software as a Service* (SaaS), y Procesos de Negocios (BP) como servicio - *Business Process as a Service* (BaaS).

Además, existen cuatro diferentes tipos de nubes mediante las cuales se distribuyen los servicios y las soluciones, estas son: privadas, públicas, híbridas y de comunidad (IBM, 2017). Las nubes privadas son, provistas para el uso exclusivo de una sola organización, manejadas por la misma empresa privada o un tercero, en sus instalaciones o fuera de ellas. Las nubes públicas son de uso abierto o para un grupo industrial particular, administradas por un proveedor de servicios externo, pudiendo ser gratuitas o *pay as you go*. Las nubes híbridas son una combinación de ambos tipos, y las nubes de comunidad son compartidas por varias organizaciones.

Se espera que los servicios de nube pública crecerán 18% en 2017 respecto a 2016 a nivel mundial, pasando de U\$S 209,2 mil millones a U\$S 246,8 mil millones. Asimismo, se prevé un aumento incremental en los próximos años debido principalmente a la migración a la nube por una mayor utilización de IA, *Big Data* e IoT (Gartner, 2017).

La seguridad de los datos es un aspecto esencial del éxito de esta tecnología, por lo cual, la utilización efectiva de esta tecnología no solo depende de contar con los RRHH especializados para el desarrollo y mantenimiento de la misma, sino que también es necesario contar con los RRHH necesarios para brindar seguridad en este tipo de servicios.



2.6. Ciberseguridad

Ante la evolución e impacto de las TIC, la seguridad informática se ha convertido en uno de los factores más preocupantes para la sociedad. Cada vez es mayor la cantidad y flujo de información sensible que recorre la red, por lo que es vital contar con distintos mecanismos que aseguren la confidencialidad y privacidad de la misma. Tanto individuos, como empresas y gobiernos son sensibles a sufrir ataques cibernéticos, por lo que la ciberseguridad ha cobrado una mayor importancia relativa en los últimos años.

En 2004, el mercado de la ciberseguridad estaba valorado en U\$S 3,5 mil millones. Se espera que para 2017 alcance un valor de U\$S 120 mil millones, esto representa un valor 35 veces mayor al observado hace 13 años. Asimismo, se estima que entre 2017 y 2021 el gasto global en seguridad alcance los mil millones de dólares. A diferencia de los otros sectores pertenecientes a las TIC, quienes invierten con el objetivo de reducir las ineficiencias y aumentar la productividad, el gasto en ciberseguridad está marcado por el aumento del cibercrimen (Cybersecurity Ventures, 2017).

Según estimaciones, el gasto en iniciativas de ciberseguridad ascenderá a US\$ 655 mil millones entre 2015 y 2020. El mismo se destinará a proteger computadoras, unidades de IoT, teléfonos móviles, televisiones con conexión, accesorios, y automóviles (Business Insider, 2016).

Desde la perspectiva de los costos generados por los cibercrímenes, se estima que alcanzaron los U\$S 3 billones en 2015, cifra que se espera ascienda a U\$S 6 billones al 2021 (Cybersecurity Ventures, 2017). Por otra parte, Junpier Research estima que en base a la rápida digitalización de los consumidores y de los registros de las empresas, el costo derivado de vulneraciones de datos alcanzará los U\$S 2,1 billones en 2019, cuadruplicando así el registrado en 2015 (Forbes, 2016).

Tabla 4. Principales preocupaciones mundiales en ciberseguridad⁶

Región	Mayor preocupación	%
Medio Oriente y África	<i>Hacking</i>	47%
Europa	<i>Ransomware</i>	28%
Asia	Filtración de Datos	37%
América Latina	<i>Ransomware</i>	44%
América del Norte	Filtración de Datos	35%

Fuente: 2017 Global Information Security Workforce Study, (2017).

⁶ Corresponde a una encuesta realizada a 19.641 profesionales en ciberseguridad quienes representan a 170 países. Es la octava edición del Global Information Security Workforce Study.



Las principales preocupaciones respecto a ciberseguridad varían según la región, lo que podría constituir una oportunidad para la generación de RRHH especializados con el objetivo de hacer frente a estos problemas.

Una de las mayores preocupaciones respecto a ciberseguridad corresponde a la escasez de RRHH con las habilidades necesarias para hacer frente a las nuevas amenazas de la economía digital.

Según estimaciones de Cybersecurity Ventures, 3,5 millones de puestos de trabajos serán generados pero no podrán ser ocupados debido a falta de personal capacitado. En 2014 el Reporte Anual de Seguridad realizado por Cisco estimó que en 2017 quedarían un millón de puestos de trabajos en ciberseguridad sin completar. Por otra parte, en 2015 Symantec anunció que la demanda de talento en ciberseguridad ascenderá a seis millones en 2019 y que 1,5 millones de puestos quedarían vacantes debido a la falta de personal. También en 2019, ISACA estimó una brecha de dos millones de profesionales en ciberseguridad (Cybersecurity Ventures, 2017).

Asimismo, según estimaciones realizadas por (ISC)² a través de una encuesta a 959 profesionales en ciberseguridad de América Latina, se espera que en 2022 queden 185.000 vacantes de empleo sin cubrir debido a falta de RRHH especializados (Frost & Sullivan, 2017).

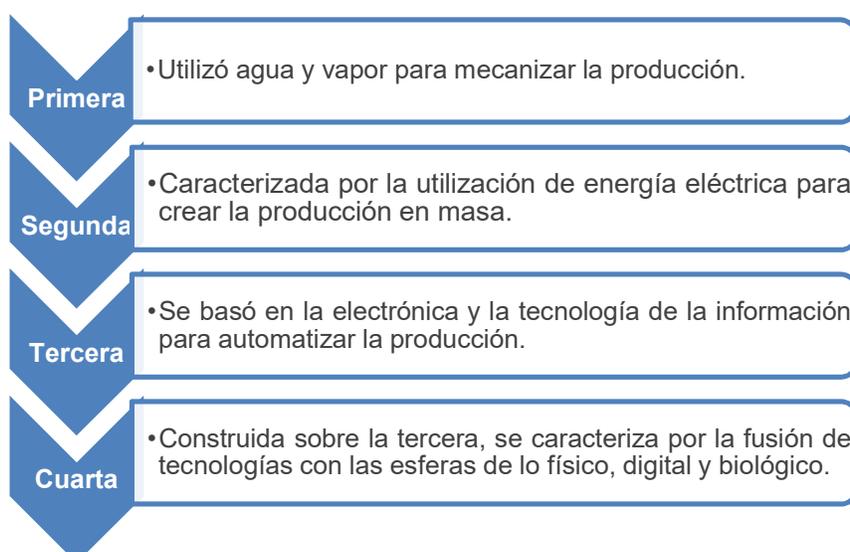


3. Mercado Laboral Internacional

3.1. La cuarta revolución industrial

El mundo se encuentra en medio de una revolución tecnológica que ha alterado (y alterará) la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. Esta transformación no será similar a ninguna de las experimentadas por la humanidad. Es por tanto, que la responsabilidad debe involucrar a todos los agentes de la sociedad, desde los hacedores de la política global, gobiernos, sector privado, academia y la sociedad civil (Schwab, 2016).

Caracterización de las distintas revoluciones industriales



Fuente: elaboración propia en base a Schwab, (2016).

La cuarta revolución no es una prolongación de la tercera, de todas formas existen tres características que la hacen independiente, estas son: velocidad, alcance, e impacto en los sistemas. La velocidad de los avances actuales no tiene comparación respecto a los anteriores, creciendo de forma exponencial y no lineal. La amplitud y profundidad de estos cambios anuncian la transformación de sistemas enteros de producción, gestión y gobernanza (Schwab, 2016).

El efecto de la cuarta revolución industrial en el empleo es aún ambiguo. La automatización sustituye trabajo de forma transversal en la economía, por lo que es esperable un cambio entre la rentabilidad del trabajo y el capital en favor de este último. Lo único seguro, es que en el futuro, el talento será el factor crítico de producción. Esto generará un aumento de la división en el mercado laboral entre

“habilidades bajas – salario bajo” y “habilidades altas – salario alto”. En la mayoría de países de ingresos altos, la demanda de trabajadores altamente calificados ya ha aumentado, mientras que la de no calificados y con menor educación ha disminuido (Schwab, 2016).

3.2. El futuro de los trabajos

Los cambios disruptivos en los modelos de negocios tendrán un profundo impacto en las perspectivas de empleo en los próximos años. Muchos de los principales cambios que actualmente afectan a distintas industrias tendrán un impacto significativo en el mercado laboral. En muchos sectores y países, las ocupaciones o especializaciones más demandadas no existían diez años atrás. Siguiendo esta línea, se estima que 65% de los niños que entran a primaria terminarán trabajando en actividades que aún no existen (World Economic Forum, 2016)⁷.

Tabla 5. Top 20 profesiones más demandadas 2017: TIC y de utilización intensiva en TIC⁸

Puesto	Profesión	Salario Medio (U\$S)
#1	Estadístico	80.110
#3	Analista en Investigación de Operaciones	79.200
#4	Analista en Seguridad de la Información	90.120
#5	Científico de Datos	111.267
#7	Matemático	111.298
#8	Ingeniero de Software	100.690
#11	Evaluación de Riesgos	97.312
#13	Analista de Sistemas	86.260
#19	Administrador de Sistemas	78.264

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida en Career Cast, (2017).

⁷ El reporte The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution basa gran parte de sus conclusiones en la encuesta Future of Jobs Survey. Dicha encuesta, se realizó en base al diálogo con los líderes de las distintas industrias con representación de distintos países. La encuesta representa a 13 millones de empleados de 9 sectores industriales de 15 economías desarrolladas y emergentes (Naciones del Sudeste Asiático, Australia, Brasil, China, Francia, Alemania, el Consejo para la Cooperación del Golfo, India, Italia, Japón, México, Sudáfrica, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos). Un cuarto de las compañías encuestadas emplean más de 50.000 personas de forma global; 40% emplean entre 5.000 y 50.000 trabajadores; mientras que el resto, emplea menos de 500 trabajadores. La muestra total fue de 371 compañías quienes brindaron información al detalle respecto a 1.346 tipos de ocupaciones.

⁸ Para los casos de Estadísticos, Analista en Investigación de Operaciones, Matemático y Evaluación de Riesgos, si bien se trata de profesiones basadas en Métodos Cuantitativos y no en TIC, la demanda analizada indica que son requeridas importantes habilidades en TIC, principalmente en IA, Big Data, programación y modelaje de datos.

Nueve de las veinte profesiones más demandadas a nivel internacional requieren altos niveles de habilidades en TIC y si se consideran las principales diez, seis están vinculadas al sector.

A nivel global, las perspectivas de la familia de empleos de Computación y Matemática son de crecimiento. Se espera que en el período 2015 – 2020 el empleo aumente a una razón de 3,21% anual, tratándose del sector de empleos de mejores perspectivas en cuanto a crecimiento. Asimismo, se espera una baja en el empleo asociado a las familias de Instalación y Mantenimiento (-0,15%); Construcción y Extracción (-0,93%); Arte, Diseño, Entretenimiento, Deportes y Multimedia (-1,03%); Manufactura y Producción (-1,63%); y, Tareas de Oficina y Administración (-4,91%). En las familias de empleo con tendencias a la baja, IoT y las actividades de *Big Data* tendrán un importante impacto al sustituir trabajo humano (World Economic Forum, 2016).

Tabla 6. Factores de cambio en Computación y Matemática 2015 – 2020 % anual compuesto

Computación y Matemática	3,21%⁹
Urbanización	6,11%
Aumento de clase media en mercados emergentes	5,00%
Flexibilización laboral	4,94%
<i>Crowdsourcing</i>	4,88%
<i>Big Data</i> y procesamiento de datos	4,59%
<i>Internet of Things</i>	4,54%
Volatilidad geopolítica	3,89%
Internet móvil y tecnología en la nube	3,71%
Ética del consumidor y privacidad	2,40%

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida del Future of Jobs Survey, World Economic Forum, (2016).

De acuerdo con los cálculos realizados por el WEF, las tendencias derivadas de la cuarta revolución industrial generarán una pérdida neta de 5,1 millones de puestos de trabajo entre 2015 y 2020¹⁰, que surgen de la supresión de 7,1 millones de puestos, y una creación de 2 millones. Las principales conclusiones indican que:

- (i) La fuerza de trabajo global presentará una disminución en los trabajos de menor valor agregado, mientras habrá un importante aumento en los

⁹ El aumento de 3,21% en la familia de trabajos de computación y matemáticas se explicará principalmente por la urbanización, aumento de clase media en los mercados emergentes, flexibilización laboral, crowdsourcing, big data y procesamiento de datos, IoT, volatilidad geopolítica, internet móvil y tecnología en la nube, y ética del consumidor y privacidad.

¹⁰ La estimación corresponde a los países y regiones considerados en la muestra mencionada en la nota al pie número 7.

sectores de mayor valor agregado como ser, Computación y Matemática. El sector de Manufactura y Producción, observará que su disminución del empleo se basará principalmente en un aumento de productividad derivada de la tecnología.

- (ii) El empleo crecerá de forma no proporcional en favor de los sectores donde se requieren altas calificaciones, de todas formas estos sectores no serán capaces de absorber el desempleo generado en los puestos de trabajo de bajos requerimientos en cuanto a calificaciones.

Gráfica 2. Panorama de empleo neto – miles de empleados



Fuente: elaboración propia en base a información obtenida del Future of Jobs Survey, World Economic Forum, (2016).

La familia de trabajos de Computación y Matemáticas será la que represente el mayor crecimiento en términos relativos. Se espera una generación de empleo total de 405.000 nuevos puestos de trabajo, principalmente centrados en análisis de datos y desarrollo de software y aplicaciones. Esta creación de empleo es en términos transversales a toda la economía, incluso es esperable que sector TIC sea el de menor aumento de puestos de trabajo asociados a la familia de Computación y Matemáticas (World Economic Forum, 2016).

En base a lo anterior, se desprende que los puestos de trabajo asociados a la familia de Computación y Matemática aumentarán a una tasa compuesta del 3,21% entre 2015 y 2020. Sin embargo, estos valores surgen de una encuesta que habla de la demanda observada y no de la demanda potencial. Todos los encuestados contestaron que es muy difícil conseguir personal capacitado en Computación y Matemáticas, y esperan que sea aún más difícil en el período 2018 – 2020. En este

contexto y con el objetivo de anticipar la tendencia de la brecha en RRHH especializados, se considerará una variación de **3,21% anual** como la tasa de crecimiento exógena derivada de la cuarta revolución industrial.

3.3. Identificación de la brecha

La brecha en capital humano surge debido a la existencia de una diferencia entre oferta y demanda. Las relaciones entre oferta y demanda pueden resumirse en tres, estas son: (i) el mercado se encuentra en equilibrio cuando la relación es de oferta = demanda; (ii) existe un exceso de oferta cuando la relación es de oferta > demanda; y, (iii) nos encontramos en un caso de exceso de demanda cuando la demanda supera a la oferta de forma tal que oferta < demanda.

Desde la perspectiva del mercado laboral se definirá oferta como la cantidad de individuos que ofrecen su trabajo, mientras que se definirá demanda como la cantidad de trabajadores que las empresas y gobiernos desean contratar. El presente informe también considerará a los trabajadores independientes como parte del *stock* de trabajadores ocupados.

El objetivo de la presente sección, será identificar la existencia de una brecha (si la hubiese) en capital humano asociado a las TIC. Para esto se tomarán estudios de estimación de brechas realizados por distintos países y regiones. Esto permitirá obtener un panorama respecto a qué brecha sería esperable observar en Uruguay.

3.3.1. Estimaciones

Canadá

El Consejo de las Tecnologías de la Información y Comunicación es responsable de realizar los estudios respecto a todo lo asociado a las TIC, como ser su desempeño sectorial, cantidad y calidad de RRHH, entre otros. Se trata de un organismo sin fines de lucro que se especializa en la economía digital, financiado a través del programa de iniciativas sectoriales del gobierno de Canadá.

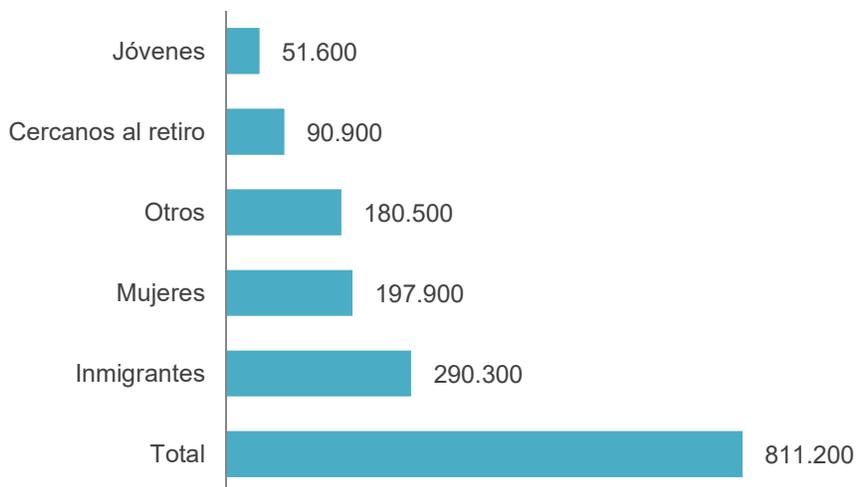
En 2015 Canadá contaba con un total de 811.200 profesionales ocupados en TIC. A través de un análisis de escenarios, es esperable que en 2019, se requieran 182.000 nuevos trabajadores y se estima que gran parte de estos puestos laborales no logren cubrirse debido a la escasez de profesionales en la materia (ICTC, 2015).

Los profesionales ocupados en TIC se dividen en 357.000 (44%) en el sector, mientras que los 454.200 (56%) restantes trabajan en otros sectores (finanzas, salud, etc.). Asimismo, es esperable que la composición del empleo cambie siendo los otros



sectores (no-TIC) los de más rápido crecimiento en cuanto a ocupación de este tipo de profesionales (ICTC, 2015).

Gráfica 3. Empleo en TIC – Canadá (2015)



Fuente: ICTC (2015).

El principal problema observado en Canadá, es el envejecimiento de los trabajadores ocupados en TIC dónde el ratio Cercanos al Retiro / Jóvenes asciende a 1,76, es decir, por cada joven, hay 1,76 individuos que están por jubilarse. Por otra parte, una de las situaciones características del sector a nivel internacional es la masculinización de los puestos de trabajo, en Canadá esta asciende a 3,1, lo que implica que por cada mujer ocupada hay más de tres hombres trabajando. Este factor se identifica mundialmente como uno de los mayores desafíos de empleo en TIC.

El ICTC estima tres escenarios posibles al 2019, uno contractivo, otro base y por último uno expansivo.

Tabla 7. Perspectivas de empleo en TIC a 2019

Escenario	Requerimientos a 2019	Variación total	Variación anual ¹¹
Contractivo	+161.400	19,90%	3,69%
Base	+182.700	22,50%	4,14%
Expansivo	+232.800	28,70%	5,17%

Fuente: elaboración propia en base a ICTC (2015).

¹¹ 2015 - 2019

Para realizar la estimación se utilizaron supuestos de crecimiento del empleo y tasas de reemplazo, lo que da como resultado el acumulado de requerimientos de nuevas contrataciones. El escenario base, arroja como resultado que 84.000 nuevos puestos de trabajo serán creados en un período de 5 años (2015 – 2019). Asimismo, se estima que el crecimiento de la oferta de profesionales en ICT no sea suficiente para cubrir tal aumento. Al considerar el crecimiento del empleo, la tasa de reemplazo y otras variables como ser el crecimiento económico nacional, Canadá deberá cubrir 182.700 nuevos puestos de trabajo, lo cual no será viable dado el menor crecimiento desde la oferta (ICTC, 2015). Esto implicará que Canadá se encontrará en una situación de **exceso de demanda** lo cual limitará su crecimiento.

Estados Unidos

Se estima que las ocupaciones asociadas a las TIC crecerán 12% entre 2014 y 2024. Este crecimiento será por sobre las restantes ocupaciones, las que en base a estimaciones aumentarán en un rango del 6,5%. Es esperable que se creen 488.500 nuevos trabajos en TIC, pasando de 3,9 millones a aproximadamente 4,4 millones en 2024. Esta tendencia se manifiesta en el mercado laboral a nivel salarial, ya que las ocupaciones en TIC presentaron un salario medio de U\$S 82.860 anuales a mayo 2016, mientras que la media salarial de la economía fue de U\$S 37.040 (Bureau of Labour Statistics, 2015).

Si se considera la familia de trabajos de Computación y Matemática, se espera que el crecimiento del empleo sea de 13,1% entre 2014 y 2024, creando de esta forma 531.400 nuevos puestos de trabajo. Las mayores perspectivas de crecimiento son para los Estadísticos (33,8%) y Analistas en Investigación de Operaciones (30,2%). Asimismo, se espera que los puestos laborales de los Programadores en Computación disminuyan un 8% debido a la tercerización hacia países con menores costos salariales (Hogan & Roberts, 2015).

Al considerar la tasa de reemplazo, es esperable que se creen un millón de puestos de trabajo entre 2014 y 2024 (Fayer, Lacey, & Watson, 2017).

Asimismo, diversos estudios indican que la educación STEM no crecerá a la misma tasa, lo que implica un desfase entre la oferta de RRHH especializados y la creación de nuevos puestos de trabajo. Según la Consumer Technology Association, es esperable que para 2022, Estados Unidos enfrente una brecha de un millón de trabajadores en STEM (Consumer Technology Association, 2017). Esta estimación es consistente con los objetivos planteados por la Casa Blanca en 2012 cuando se



planteó una estrategia con el fin de generar 1 millón de nuevos profesionales en STEM (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2012).

En base a la evidencia analizada, se concluye que Estados Unidos se encuentra en una situación de **exceso de demanda** de RRHH especializados en TIC.

Australia

En los últimos años la fuerza de trabajo asociada a las TIC ha pasado de ser de 600 mil trabajadores en 2014 a aproximadamente 641 mil en 2016. Asimismo, se espera que ascienda a aproximadamente 722 mil trabajadores en 2022, lo que representa una tasa de crecimiento anual de 2%, esto es, 0,6% mayor a la esperada en el resto de la economía (Deloitte Access Economics, 2017).

Por otra parte, aproximadamente 52% de la fuerza laboral vinculada a las TIC se desempeña en un sector no vinculado a las mismas.

Tabla 8. Fuerza laboral en TIC por sector (2016)

Sector	Trabajadores	Participación
TIC	309.313	48,27%
Servicios Profesionales	75.806	11,83%
Administración Pública	46.262	7,22%
Servicios Financieros	44.425	6,93%
Otros	165.040	25,75%
Total	640.846	100%

Fuente: elaboración propia en base a Deloitte Access Economics (2017).

Al considerar aquellos puestos laborales que requieren conocimientos avanzados en TIC, la demanda ascendería a 2.548.900 de trabajadores en 2016. Bajo estas consideraciones se espera que la demanda aumente a 2.785.600 en 2022, esto es un crecimiento anual de 1,5%, lo que representa un aumento de 236.700 puestos de trabajo (Deloitte Access Economics, 2017).

Dado el aumento de la demanda, es crucial poder contar con una oferta que siga el ritmo de la misma ya que en caso contrario, se perderán posibilidades de obtener incrementos de productividad y mejora de la economía del país. Una de las principales fuentes de oferta son los graduados en educación terciaria, los que se espera aumenten aunque por debajo del nivel de la demanda (Deloitte Access Economics, 2017).



Tabla 9. Evolución esperada de egresados terciarios (2016 - 2022)¹²

Calificación	2016	2022	Diferencia	Variación promedio anual
Posgrado	194.956	214.771	19.815	1,6%
Grado	426.006	497.175	71.169	2,6%
Diploma	185.264	214.726	29.462	2,5%
Certificado III o IV	130.393	148.730	18.337	2,2%
Certificado I o II	63.598	72.723	9.125	2,3%
Total	1.000.218	1.148.126	147.908	2,3%

Fuente: elaboración propia en base a Deloitte Access Economics (2017).

Al plantear un supuesto dónde los únicos miembros de la fuerza laboral de TIC y de utilización intensiva de este sector fuesen graduados en educación terciaria, al 2022 la brecha ascendería a 88.792 trabajadores, representando el 3,48% del total de la fuerza laboral en 2016.

Bajo este escenario, al igual que en el caso de Canadá y Estados Unidos, la economía australiana se encontraría en una situación de **exceso de demanda** de trabajadores de utilización intensiva de TIC.

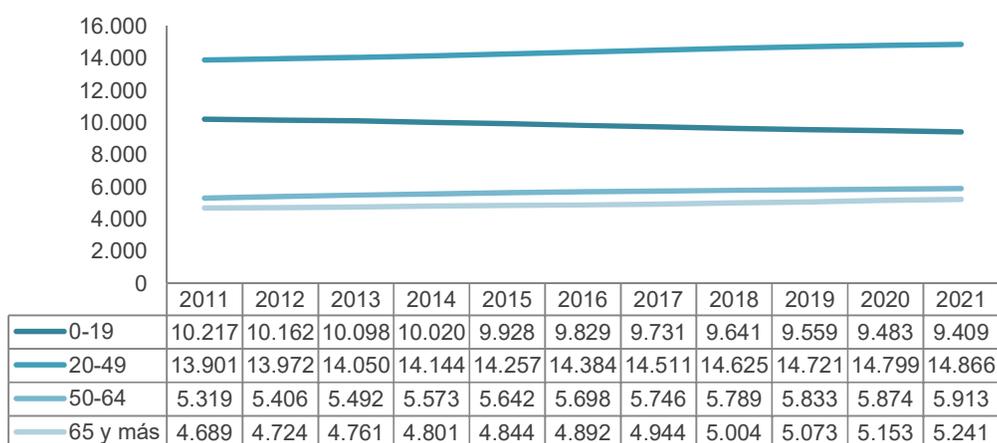
¹² Se destaca que la estimación considera las áreas de estudio de Contabilidad, Ingeniería Eléctrica, Negocios, Administración y Gestión, Marketing y Electrónica. Es por esto que para calcular la brecha de forma correcta se debería comparar con el total de trabajos de uso intensivo de TIC más allá de los trabajos de TIC.

4. Empleo TIC en Uruguay

4.1. Situación demográfica

En 2011 Uruguay contaba con una población total de 3.412.636, lo que representa un aumento del 4,74% respecto al censo de 1996. Las estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) indican que en 2017 la población total ascendería a 3.493.205 personas, lo que representa un incremento del 2,36% respecto a 2011, este crecimiento se da mediante una tasa de crecimiento compuesta anual (TCCA) de 0,39%.

Gráfica 4. Estimación de población total 2011 – 2021 (en cientos)¹³

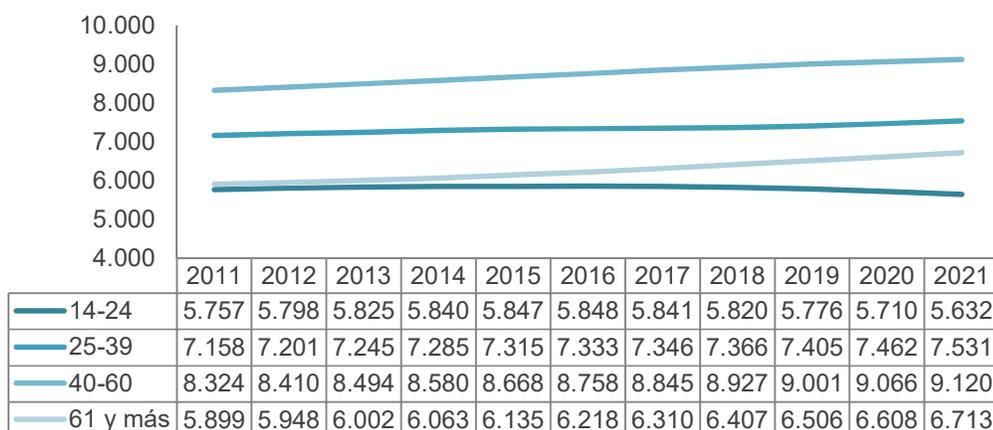


Fuente: elaboración propia en base a INE (2017).

Existe una tendencia decreciente en el intervalo 0 – 19, mientras que los restantes intervalos presentan una tendencia creciente, siendo los individuos de 65 años y más quienes más rápido crecen. En base a estas tendencias, es posible hablar de un envejecimiento de la población basado tanto en una menor tasa de natalidad así como en un aumento en la esperanza de vida.

¹³ Las estimaciones del INE utilizan intervalos etarios de 5 años. Dado que el objetivo del presente estudio es realizar una estimación de oferta y demanda de RRHH, en la presente sección se comenzarán a utilizar diferentes intervalos poblacionales acordes a las necesidades sin modificar los valores, esto es, se unirán intervalos de cinco en cinco.

Gráfica 5. Población en edad de trabajar (PET)¹⁴ (en cientos)



Fuente: elaboración propia en base a INE (2017).

Los resultados obtenidos al evaluar la PET son consistentes con los obtenidos en la población total. Se aprecia un incremento de los individuos de 61 y más años. Si bien el aumento de la población en edad de trabajar es positivo, el envejecimiento de la misma toma un rol importante ya que los pertenecientes a este rango etario se aproximan a la edad de jubilación.

Tabla 10. Indicadores poblacionales¹⁵

Año	PET	PEA	TA (%)	PO	TE (%)
2006	2.620.365	1.589.784	60,7	1.417.618	54,1
2007	2.628.341	1.644.014	62,5	1.489.883	56,7
2008	2.640.515	1.655.086	62,7	1.522.563	57,7
2009	2.663.444	1.681.910	63,1	1.559.149	58,5
2010	2.690.068	1.693.077	62,9	1.571.891	58,4
2011	2.713.754	1.757.395	64,8	1.646.358	60,7
2012	2.735.665	1.751.360	64,0	1.638.151	59,9

¹⁴ Corresponde a los habitantes 14 o más años. Se establecen dichos intervalos etarios ya que el INE cuenta con estimaciones de Tasa de Actividad en dichos intervalos.

¹⁵ La Población Económicamente Activa (PEA) se define como aquellos individuos pertenecientes a la PET que deciden participar del mercado laboral, aquellos que siendo parte de la PET deciden no hacerlo forman parte de la Población Inactiva (PI), como por ejemplo, estudiantes, tareas del hogar, rentistas, pensionistas y jubilados. La Tasa de Actividad (TA) refiere al ratio PEA/PET. Por su parte, la Población Ocupada (PO) son aquellos pertenecientes a la PET que se encuentran ocupados. La ECH considera ocupados a aquellos que la semana previa a ser encuestados trabajaron al menos una hora, o que no hayan trabajado ninguna hora siempre y cuando se encuentren con licencia médica, vacaciones, sanciones, interrupción por mal tiempo, avería de maquinaria, falta de materias primas, o causal justificativo de encontrarse ocupado pese a no haber trabajado mínimo una hora la semana previa a la encuesta. La Tasa de Empleo (TE) se obtiene realizando el cociente PO/PET. Mientras que los valores absolutos poblacionales son medidos en personas, las tasas son medidas en porcentajes.

2013	2.756.602	1.753.622	63,6	1.640.436	59,5
2014	2.776.839	1.796.089	64,7	1.678.434	60,4
2015	2.796.519	1.783.935	63,8	1.650.179	59,0
2016	2.815.650	1.785.608	63,4	1.645.528	58,4

Fuente: elaboración propia en base a INE (2017).

La TA ha aumentado alcanzando una media de 63.3% entre 2006 y 2016. Esto implica que pese al aumento del 7,45% de la PET para el período bajo análisis, los individuos con ánimos de trabajar han aumentado más rápidamente, lo que se refleja en el aumento de 2,7 puntos porcentuales de la TA para dicho período.

Por su parte la PO también ha ido en aumento más rápidamente que la PET. El aumento de la TE fue de 4,3 puntos porcentuales en el período 2006 – 2016. La trayectoria de los últimos once años ha tendido al alza, lo que permitiría suponer que en el período 2017 – 2021 la misma presentará una situación similar.

La situación demográfica se caracteriza por: (i) descenso en la tasa de fecundidad; (ii) aumento de la esperanza de vida; (iv) migraciones internas (Calvo, 2011); y, (iv) mejores condiciones salariales, principalmente para las poblaciones más vulnerables. Características que son coherentes con una tendencia alcista de la PO.

4.2. Estimación de la brecha

4.2.1. Demanda

La demanda potencial es una variable inobservable, dada esta característica, es extremadamente difícil cuantificarla. Es posible estimar la cantidad de puestos de trabajo en TIC de la economía (demanda observada), pero no es posible saber cuántos quedaron sin ser ocupados debido a la falta de RRHH calificados¹⁶.

Bajo esta circunstancia, se procederá a realizar una estimación poblacional en base a la Encuesta Continua de Hogares (ECH) para el período 2011 – 2016¹⁷ para observar la tendencia de los puestos de trabajo ocupados asociados a las actividades de TICs. La información respecto a las actividades laborales consideradas podrá encontrarse en el Anexo 1.

¹⁶ Teóricamente se podría estimar en caso de realizar una encuesta a una muestra representativa de la población de seleccionadores de personal donde se obtenga información de los puestos que no fueron cubiertos y el por qué. Dado que no se cuenta con dicha información, no es posible estimar los puestos que al día de hoy han sido demandados pero han quedado vacantes.

¹⁷ Si bien el objetivo era tomar como referencia el período 2007 – 2016, el INE realizó un cambio pasando de la clasificación de ocupaciones CNUO_95 al CIUO_08, que entró en vigencia en 2011. Si se considerasen ambas clasificaciones para realizar la estimación, se podría incurrir en un error debido a las diferentes ocupaciones consideradas en los mismos.

Tabla 11. Estimación de puestos de trabajo en áreas de TIC (2011 – 2016)

Año	Muestra ¹⁸	PO muestral ¹⁹	PO estimación ²⁰	Observaciones ²¹	Estimación ²²	Participación ²³	Var (%) ²⁴
2011	130.804	58.183	1.540.953	509	15.469	1,004%	-
2012	120.462	53.426	1.462.822	517	15.436	1,055%	-0,21%
2013	127.925	56.640	1.516.621	557	16.298	1,075%	5,58%
2014	131.857	58.442	1.549.772	655	19.468	1,256%	19,45%
2015	121.461	53.462	1.544.352	625	19.187	1,242%	-1,44%
2016	118.291	51.469	1.536.237	634	19.927	1,297%	3,86%

Fuente: elaboración propia en base ECH (2011 - 2016).

Es posible apreciar que la participación de las actividades laborales en TIC han crecido en el total de la PO, pasando del 1% al 1,3% mediante un aumento cercano a 4.500 personas ocupadas en TIC. Asimismo, se observa que entre 2011 y 2016 existió un aumento de 28,8% en los puestos laborales asociados a las TIC, lo que representa una TCCA del 5,2%²⁵ para el período bajo análisis.

Según un estudio de KPMG, realizado en 2016 con las publicaciones de avisos en el portal Gallito.com donde 61% de los internautas busca trabajo, se aprecia que las ofertas laborales en TIC aumentaron 21% respecto a 2015 (KPMG, 2016). Asimismo, el primer trimestre de 2017 presentó un incremento del 13% respecto al primer trimestre 2016 (KPMG, 2017).

¹⁸ Representa el total de personas encuestadas. Esto incluye aquellos casos donde un individuo responde por el resto de la vivienda.

¹⁹ Se consideran como ocupados aquellos que respondieron que sí a la pregunta de la variable <f66> de la ECH “¿Trabajó al menos una hora la semana pasada?”, donde las respuestas posibles son [1 = Sí ; 2 = No]

²⁰ La estimación de la PO se obtiene aplicando los correspondientes expansores de la variable PESOANO de la ECH a la PO muestral.

²¹ El total de observaciones consideradas son aquellas para las cuales el encuestado respondió que su ocupación principal se encuentra vinculada con las actividades de TIC presentadas en el Anexo 1.

²² La estimación de los individuos cuya actividad laboral principal se encuentra vinculada a las TIC se obtiene tras aplicar los correspondientes expansores surgidos de la variable PESOANO de la ECH a las observaciones de dichos individuos.

²³ La participación de los individuos cuya actividad laboral principal se vincula con las TIC se obtiene realizando el cociente entre la columna “estimación” y la columna “PO estimación”.

²⁴ La variación refiere al aumento/disminución del total de individuos empleados en TIC expresado en términos porcentuales.

²⁵ La TCCA de los puestos de trabajo asociados a las TIC se obtienen calculando $((L_{2016} / L_{2011})^{1/5}) - 1 = TCCA (5,2\%)$. Siendo (L_{2016}) la estimación de los puestos de trabajos asociados a las TIC en 2016 y (L_{2011}) los asociados a las TIC en 2011.

Dada la evidencia analizada en cuanto a las tendencias de las TIC y particularmente a las del mercado laboral asociado a las mismas, es posible afirmar, que la demanda presenta una trayectoria alcista.

Con el objetivo de estimar el incremento de los puestos de trabajo para el período 2017 - 2021 se realizará un análisis de escenarios, estos son: (i) contractivo; (ii) base; (iii) expansivo. Para estos escenarios, serán consideradas las variaciones en cuanto al crecimiento de puestos de trabajo y retiro de los trabajadores.

Tabla 12. Escenarios de crecimiento de los puestos de trabajo (2017 – 2021)

Escenario	Tasa de Retiro ²⁶	Tasa de Crecimiento ²⁷	TCCA ²⁸
Contractivo	0,32%	3,21%	3,57%
Base	0,32%	5,20%	5,52%
Expansivo	0,32%	8,41%	8,73%

Fuente: elaboración propia.

Tasa de retiro

La tasa de retiro representa la cantidad de individuos que debido a su edad decidirán jubilarse en el período de tiempo bajo análisis. Esto tiene como efecto directo la liberación de puestos de trabajo que deberán ser cubiertos por otros trabajadores.

Para la estimación, fueron considerados aquellos individuos que al momento de la encuesta tenían una edad de 59 años o más.

El total de estos individuos representó 1,63% del total de puestos de trabajo en 2016, esto es, un total de 12 observaciones a las que corresponden 324 puestos laborales. Suponiendo que los individuos se retirarán de forma uniforme entre 2017 – 2021, la tasa de retiro para el período sería de aproximadamente 0,323% anual.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es aquella a la cual crece la demanda laboral, la que variará según el escenario bajo análisis.

²⁶ La tasa de retiro se mantiene constante y no varía según el escenario bajo análisis. La misma se calculó mediante la ecuación $((R_{2016} / L_{2016}) ^ (1/5)) - 1 = TCCA$ (0,323%), siendo (R_{2016}) la estimación de la cantidad de individuos que a 2016, tendrán edad para jubilarse en 2021 y (L_{2016}) la estimación de los puestos de trabajos asociados a las TIC en 2016.

²⁷ La tasa de crecimiento variará según el escenario bajo análisis.

²⁸ La TCCA con la que se trabajará en los distintos escenarios será la suma entre la tasa de retiro y la tasa de crecimiento.

- 1) Escenario contractivo: se trata del escenario más pesimista que se podría presentar. Aquí se supone que el crecimiento será exógeno y que ninguna variable endógena podrá influir en el aumento de los puestos de trabajo. La tasa de crecimiento a aplicar será 3,21%. Esta tasa surge de las tendencias internacionales de las familias de trabajo asociadas a las TIC.
- 2) Escenario base: se trata de un escenario donde se continúa con la trayectoria observada en el período 2011 – 2016. Se supone que el crecimiento no diferirá de la tendencia de los últimos años por lo que la tasa de crecimiento anual será de 5,2%, tasa que representa la TCCA del período previamente mencionada. Adicionalmente, se supone que dicha tasa lleva de forma implícita la tasa de crecimiento exógena de 3,21%²⁹.
- 3) Escenario expansivo: se trata de un escenario donde la economía se dinamizará, y particularmente los requerimientos de RRHH especializados crecerán a una tasa media mayor a la observada en los últimos años. Se supondrá que esta tasa de crecimiento será de 8,41% anual. Dicha cifra, se compondrá de la tasa de crecimiento de los últimos años (5,2%) la cual será considerada endógena, y de la tasa de crecimiento exógena derivada de la cuarta revolución industrial.

Otros supuestos realizados

- 1) La economía continuará presentando los valores de crecimiento y empleo de los últimos años. A través de esto se busca que los valores futuros continúen la trayectoria que las principales variables macroeconómicas han presentado en los últimos años.
- 2) No se consideran los saldos migratorios donde profesionales capacitados podrían irse del país lo que implicaría la necesidad de cubrir más puestos de trabajo, ni aquellos escenarios donde profesionales podrían venir a Uruguay lo que implicaría la ocupación de puestos de trabajo. Este supuesto se realiza debido a que no se cuenta con la información que permita estimar los saldos migratorios futuros y aún menos la calidad de los RRHH que compondrán los mismos.
- 3) Los ingresos y egresos a la educación de las carreras asociadas a las TIC mantendrán la trayectoria actual. Este supuesto se realiza ya que sería esperable que un fuerte cambio en la oferta tenga un impacto directo en la demanda.

²⁹ Es decir, hay un crecimiento exógeno de 3,21% que coexiste con un crecimiento endógeno de 1,99%.

4) Se parte de una situación de pleno empleo.

Gráfica 6. Demanda esperada según escenario (2017 – 2021)³⁰



Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la ECH (2011 – 2016) y cálculos de autor.

En un escenario contractivo, los puestos de trabajo presentarían una variación de 18,9% para el período 2016 – 2021*, mientras que para un escenario base y uno expansivo las variaciones ascenderían a 30,8% y 51,9% respectivamente. Esto implica, que con el objetivo de mantener el mercado laboral asociado a las TIC, la oferta debería crecer de forma de cubrir los nuevos puestos demandados.

4.2.2. Oferta

En términos generales, la oferta de RRHH refiere a la PEA, es decir, todos aquellos individuos de la PET que participan del mercado laboral de forma activa. Sin embargo, no todos los individuos son idóneos para desempeñar determinadas tareas o para ocupar un puesto en particular, por lo tanto, es posible hablar de una segmentación de la oferta.

La oferta de RRHH a la que nos referiremos será la que se encuentre debidamente capacitada para desempeñar tareas asociadas a las TIC. Se encontraron tres fuentes de oferta cuyo objetivo sería cubrir la creación de puestos de trabajo, estos son: (i) aquellas provenientes de la educación técnica y/o terciaria; (ii) desplazamientos desde

³⁰ Para proyectar los escenarios de crecimiento, se supondrá una situación estática en la cual el crecimiento anual será constante. A modo de ejemplo, el cálculo del crecimiento del escenario base será $(L_{2016}) \times 8,11\% = L_{b2017}$; $(L_{b2017}) \times 8,11\% = L_{b2018}$; $(L_{b2018}) \times 8,11\% = L_{b2019}$; $(L_{b2019}) \times 8,11\% = L_{b2020}$; $(L_{b2020}) \times 8,11\% = L_{b2021}$. Los escenarios contractivo y expansivo diferirán en la TCCA utilizada.

otras áreas (por ejemplo, contadores trabajando en áreas de TIC como se aprecia en Australia); y, (iii) inmigración. Para el presente informe se centrará la atención en el segmento de la oferta proveniente de la educación terciaria. No se considerarán saldos migratorios ni desplazamientos desde otras áreas debido a la escasa información disponible respecto al nivel de formación de los migrantes.

Tabla 13. Ingresos y egresos universitarios del área de conocimiento “Informática” (2004 – 2014)

Año	Ingresos	Ingresos Var. (%)	Egresos	Egresos Var. (%)
2004	813	-	237	-
2005	843	3,69%	277	16,88%
2006	917	8,78%	235	-15,16%
2007	962	4,91%	215	-8,51%
2008	1.186	23,28%	242	12,56%
2009	1.248	5,23%	260	7,44%
2010	1.319	5,69%	250	-3,85%
2011	1.280	-2,96%	277	10,80%
2012	1.128	-11,88%	288	3,97%
2013	1.366	21,10%	381	32,29%
2014	1.319	-3,44%	354	-7,09%
TCCA	-	4,96%	-	4,09%

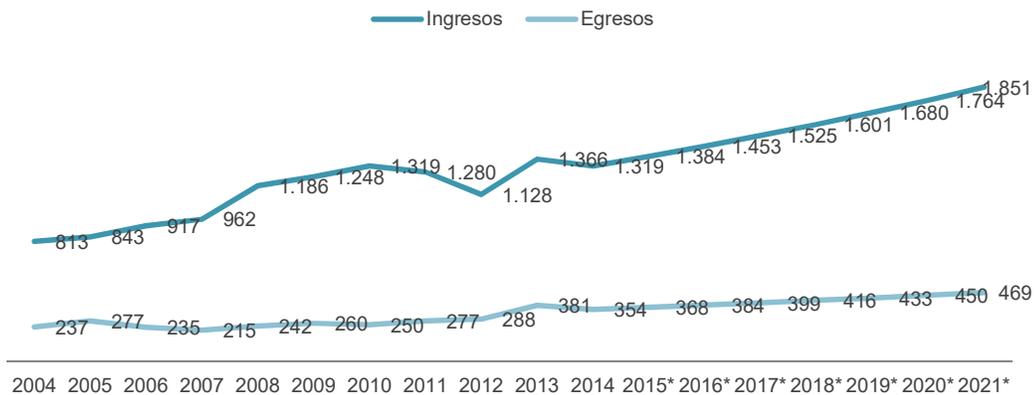
Fuente: elaboración propia en base a Anuario Estadístico del MEC (2014).

En 2014, el Anuario Estadístico del MEC presentó cuadros segmentados en base al área de conocimiento. Para contar con datos comparables, se decidió no incorporar a la estimación los datos de 2015. Esta decisión se debió a que dicho Anuario, no cuenta con la segmentación en base al área de conocimiento, por lo que en base a un criterio conservador se omite la información para no caer en un error de diseño muestral.

Por otra parte, si bien el Anuario de 2014 presenta datos para el período 2000 – 2014, se omiten los primeros años (2000 – 2003) debido a la crisis económica y el impacto que la misma podría haber causado en el terreno educativo, tanto respecto a ingresos como a egresos.

Para la estimación se considerará: (i) que los ingresos crecerán de forma constante a una TCCA de 4,96%; (ii) que los egresos crecerán de forma constante a una TCCA de 4,09%; y (iii) no se considerará ningún cambio de plan universitario que pudiese aumentar o disminuir fuertemente el flujo de ingresos o egresos en un determinado período.

Gráfica 7. Evolución de ingresos y egresos universitarios del área de informática³¹



Fuente: elaboración propia en base a información de egresados de la educación terciaria pública y privada obtenida del Anuario Estadístico del MEC (2014) y cálculos de autor.

Respecto a la educación técnica, no se cuenta con estadísticas de egreso por lo cual no sería posible evaluar la tendencia en cuanto a generación de oferta de RRHH calificados³². Esto implica que al momento de estimar la brecha, se podría estar sobrestimando la misma, sin embargo, de cualquier forma sería posible evaluar su trayectoria.

4.3. Brecha

Para realizar la estimación, se contaron con observaciones de cantidad de puestos de trabajo en TIC entre 2011 y 2016, y cantidad de egresados de educación terciaria entre 2004 y 2014. Dada la información disponible, se comenzó a estimar la brecha para 2017, mientras que la estimación de la cantidad de egresados se comenzó en 2015³³.

³¹El cálculo del crecimiento los egresados será: $(E_{2014}) \times 4,09\% = E_{2015}$; $(E_{2015}) \times 4,09\% = E_{2016}$; $(E_{2016}) \times 4,09\% = E_{2017}$; $(E_{2017}) \times 4,09\% = E_{2018}$; $(E_{2018}) \times 4,09\% = E_{2019}$; $(E_{2019}) \times 4,09\% = E_{2020}$; $(E_{2020}) \times 4,09\% = E_{2021}$, dónde la variable E_x refiere a los egresados del año x .

³² Asimismo, también existen tecnicaturas relativamente nuevas, por lo que no sería posible utilizar series de tiempo para estimar las perspectivas.

³³ Con el objetivo de verificar la calidad de la estimación se decidió construir la cantidad de egresados terciarios en el área de informática en 2015. De esta forma, se llegó a un total de 360 egresados en base al Anuario Estadístico del MEC. Al compararlo con la estimación realizada (368 egresados) se aprecia que la diferencia es de 8 individuos, que representa 1,02%, un error no material. Es importante tener en cuenta que la construcción del área "informática" podría no considerar exactamente los mismos rubros a los considerados por el MEC para el período 2004 – 2014, sin embargo, de forma intuitiva parecerían ser correctos.

Tabla 14. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario contractivo

	2017*	2018*	2019*	2020*	2021*
Contractivo ³⁴	704	729	755	781	809
Egresos ³⁵	399	416	433	450	469
Brecha Contractivo ³⁶	305	618	940	1.271	1.611

Fuente: elaboración propia.

Bajo los supuestos realizados, sería esperable que en un escenario contractivo la brecha en RRHH especializados en el área de TIC alcance la cifra de 1.611 trabajadores. Dicha brecha, representa 7,5% de los puestos de trabajo en TIC a 2016.

Tabla 15. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario base

	2017*	2018*	2019*	2020*	2021*
Base ³⁷	1.101	1.161	1.225	1.293	1.365
Egresos ³⁸	399	416	433	450	469
Brecha Base ³⁹	701	1.447	2.240	3.083	3.979

Fuente: elaboración propia.

Se considera al escenario base como la situación más probable, por lo que es esperable que la brecha en los puestos de trabajo asociados a las TIC sea de 3.979 trabajadores en 2021. Bajo este escenario, la brecha representará 20% de los puestos observados en 2016.

³⁴ El aumento de los puestos de trabajo en el escenario contractivo para 2017* será $(L_{C_{2017}}) - (L_{2016})$, dónde $(L_{C_{2017}}) = (L_{2016}) \times 3,53\%$ y así sucesivamente hasta 2021*.

³⁵ La cantidad de egresos para 2017* será $(E_{2016}) \times 4,09\% = E_{2017}$. Se repetirá esta misma lógica hasta llegar a 2021*.

³⁶ La brecha total del escenario contractivo a 2021* será $\sum_{2017}^{2021} L_{Ci} - \sum_{2017}^{2021} E_{i}$, dónde la brecha 2017* será $L_{C_{2017}} - E_{2017}$; la de 2018* será $(L_{C_{2017}} + L_{C_{2018}}) - (E_{2017} + E_{2018})$ y así sucesivamente.

³⁷ El aumento de los puestos de trabajo en el escenario base para 2017* será $(L_{b_{2017}}) - (L_{2016})$, dónde $(L_{b_{2017}}) = (L_{2016}) \times 8,52\%$ y así sucesivamente hasta 2021*.

³⁸ La cantidad de egresos para 2017* será $(E_{2016}) \times 4,09\% = E_{2017}$. Se repetirá esta misma lógica hasta llegar a 2021*.

³⁹ La brecha total del escenario base a 2021* será $\sum_{2017}^{2021} L_{bi} - \sum_{2017}^{2021} E_{i}$, dónde la brecha 2017* será $L_{b_{2017}} - E_{2017}$; la de 2018* será $(L_{b_{2017}} + L_{b_{2018}}) - (E_{2017} + E_{2018})$ y así sucesivamente.

Tabla 16. Brecha de capital humano en el área de TIC (2017* – 2021*) – escenario expansivo

	2017*	2018*	2019*	2020*	2021*
Expansivo ⁴⁰	1.740	1.892	2.057	2.237	2.432
Egresos ⁴¹	399	416	433	450	469
Brecha Expansivo ⁴²	1.341	2.818	4.443	6.229	8.193

Fuente: elaboración propia.

Por último, dados los supuestos realizados en caso de dinamizarse la economía y principalmente las áreas asociadas a mayores requerimientos de capital humano especializado en áreas de las TIC, sería esperable que la brecha sea de 8.193 trabajadores lo que implicaría un faltante de 41,1% respecto a lo observado en 2016.

4.4. Conclusiones

En base al análisis realizado, se observa que Uruguay presenta una tendencia al aumento de la brecha de RRHH especializados en el área de TIC. Esta conclusión se apoya tanto en la investigación estadística realizada a nivel nacional, así como a la investigación de: (i) las principales tendencias en TIC y su impacto en el ámbito laboral; y, (ii) las estimaciones realizadas por otros países. De esta forma se concluye que los resultados obtenidos se condicen con la situación internacional en cuanto a la falta de capital humano especializado en el área bajo análisis.

Dado el escenario base, es esperable que en Uruguay exista un **exceso de demanda** de **3.979** puestos de trabajo asociados a las TIC en 2021.

La falta de capital humano especializado podría tener un impacto negativo en la internacionalización de empresas uruguayas así como en la captación de inversión extranjera. Asimismo, uno de los principales factores de la tercerización de servicios de alto valor agregado, es el acceso a RRHH calificados por lo que contar con exceso de demanda en el ámbito nacional, implica menores posibilidades de acceder a mercados internacionales.

Según mencionó Álvaro Lamé, ex presidente de la Cámara de tecnologías de la Información de Uruguay, hablar de desempleo cero en el sector informático es una mala noticia debido a que es una limitación muy importante en el crecimiento. Al ser un

⁴⁰ El aumento de los puestos de trabajo en el escenario expansivo para 2017* será $(Le_{2017}) - (L_{2016})$, donde $(Le_{2017}) = (L_{2016}) \times 8,73\%$ y así sucesivamente hasta 2021*.

⁴¹ La cantidad de egresos para 2017* será $(E_{2016}) \times 4,09\% = E_{2017}$. Se repetirá esta misma lógica hasta llegar a 2021*.

⁴² La brecha total del escenario expansivo a 2021* será $\sum_{2017}^{2021} Lei - \sum_{2017}^{2021} Ei$, donde la brecha 2017* será $Le_{2017} - E_{2017}$; la de 2018* será $(Le_{2017} + Le_{2018}) - (E_{2017} + E_{2018})$ y así sucesivamente.

sector que depende exclusivamente del talento, no contar con el mismo implica tener que dar un paso al costado en nuevos proyectos de alto valor agregado. Asimismo, se refirió a la insuficiencia en la generación de RRHH calificados por parte de la academia e incluso hizo referencia a que las necesidades propias del sector derivan en la contratación de individuos con menor capacidad a la requerida (El País, 2016).

Dadas las limitaciones que la brecha en RRHH especializados podría generar, se sugiere tomar en consideración los casos de buenas prácticas a nivel internacional llevados a cabo con el objetivo de subsanar dicha brecha.



5. Sugerencias de líneas de acción

Si bien se tomó como ejemplo el caso de Uruguay, existe evidencia suficiente (tendencias de las TIC; situación laboral internacional; estimaciones realizadas por otros mercados; y los resultados obtenidos en este informe) para suponer que otros países de América Latina se encuentran en una situación semejantes a la de Uruguay, es decir, la existencia de un exceso de demanda en capital humano especializado en TIC. Al partir de este supuesto, se considera que la forma más eficaz de hacer frente a esta realidad es diseñar y poner en práctica una estrategia integral para que la región pueda tener los recursos humanos en calidad y cantidad suficiente de manera de poder insertarse con éxito en las cadenas globales de valor, para lo cual se entiende oportuno la creación de un Centro Regional para Promover la Educación STEM.

5.1. Centro de Promoción de la Educación en STEM para una América Latina de Conocimiento

El capital humano es el factor clave en el sector de servicios, su crecimiento y desarrollo depende, en buena parte, de la cantidad y calidad de recursos humanos capacitados disponibles, es por ello que uno de los desafíos más importantes en el sector, a nivel mundial, es la caída en la matrícula de los estudiantes en las áreas de ciencias e ingeniería. En este último campo, el déficit va en aumento y afecta tanto a las economías en vías de desarrollo como a los principales países desarrolladas (UNESCO, 2010). Como consecuencia, los RRHH no han crecido conforme a las necesidades existentes. Además existen diferencias entre la preparación ofrecida por el sistema educativo formal y los requerimientos del sector, lo que hace acentuar el *gap* para poder desarrollar el sector.

La era de la información y comunicación en la que vivimos otorga a los países en vías de desarrollo la oportunidad de tener un papel protagónico, por lo cual América Latina, tiene la posibilidad de jugar un rol clave definiendo a las actividades de conocimiento como su insignia de crecimiento y desarrollo para ingresar en las cadenas globales de valor.

Sin perjuicio de lo anterior, la región enfrenta desafíos internos, tales como la cantidad y calidad de los RRHH disponibles; y externos como la dinámica impuesta por los países referentes en estos temas a nivel internacional. Por lo cual, el grado de éxito dependerá de los esfuerzos por generar sinergias entre los actores y tomar las



medidas necesarias, tanto de política pública como de acciones de promoción específicas, para superarlos.

Como resultado de lo anterior resulta necesario generar estrategias para promover la educación STEM, para lo cual a continuación se identifican casos de buenas prácticas a nivel internacional, así como líneas generales de intervención para la creación de un Centro de Promoción de la Educación STEM.

5.2. Casos de Buenas Prácticas

Expert Group on Future Skills Needs (EGFSN) (Irlanda)

EGFSN es un grupo de asesores que aconseja al gobierno irlandés sobre las competencias requeridas (actuales y futuras) en la economía para el desarrollo económico del país. Este tiene un papel central en el mercado laboral, ya que se anticipa a la demanda futura de calificaciones requeridas en los trabajadores (Expert Group on Future Skills Needs, 2017).

EGFSN es la agencia encargada de orientar la capacitación y la educación continua de acuerdo con las necesidades del mercado. Depende tanto del Ministerio de Trabajo, Emprendimiento e Innovación, como del Ministerio de Educación y Habilidades.

La agencia trabaja en conjunto con el Ministerio de Trabajo, el cual lo apoya con una secretaría y el presidente del grupo, y con SOLAS⁴³, quien le provee material, información, análisis e investigaciones, y maneja el banco de datos de habilidades (*National Skills Database*).

Sus miembros son representantes de empresas, empleados, educación, gobierno y de agencias estatales. El capital de trabajo proviene del Fondo de Capacitación Nacional (*National Training Fund*) del Ministerio de Educación.

Las funciones del Grupo de Expertos son: (i) prever las habilidades necesarias y hacer *benchmarking*; (ii) asesoramiento estratégico sobre el desarrollo de habilidades mediante la educación y la formación; (iii) recopilación y análisis de datos sobre la demanda y la oferta de mano de obra calificada, y; (iv) influenciar y supervisar la puesta en práctica.

⁴³ SOLAS es el Servicio de Educación y Capacitación Continua, agencia y autoridad de educación continua de Irlanda, responsable de financiar, planificar y coordinar programas de capacitación. Depende del Ministerio de Educación y su misión consiste en diseñar cursos cortos, de acuerdo con las tendencias del mercado laboral y las necesidades de los estudiantes (SOLAS, 2017).



EGFSN publica, periódicamente, informes de monitoreo de las habilidades de los recursos humanos, así como de los mercados de trabajo y de los cursos de educación permanente (Expert Group on Future Skills Needs, 2017).

ICT for Woman (Egipto)

Egipto, un país transcontinental situado entre África y Medio Oriente, cuenta con más de 91 millones de habitantes, constituyendo las mujeres el 50% del total. No obstante, en materia de fuerza laboral, las mujeres representan menos de una cuarta parte del total. En miras a disminuir la brecha en materia de ingreso al mercado laboral, se están desarrollando diversas líneas de trabajo, contando con una específica para el desarrollo de habilidades en TIC (Ahram Online, 2016).

ICT for Woman es un programa desarrollado por el Gobierno de la República Árabe de Egipto, a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Está materializado en un portal web destinado a ser una ventanilla única para las mujeres y niñas interesadas en el campo de las TIC, con fines educativos o de empleo (ICT for Woman, 2017).

Los objetivos del programa son: (i) atender a la inclusión de la categoría “género” en las medidas, programas e iniciativas adoptadas por parte de organismos regionales y globales; (ii) analizar el uso de las TIC por parte de las mujeres en el sector doméstico, privado y otros de la sociedad; (iii) analizar las brechas entre hombres y mujeres respecto al uso de TIC, para tomar decisiones adecuadas a fin de superar estas barreras; (iv) proporcionar capacitación y oportunidades de empleo para las mujeres en el campo de las TIC, y; (v) proporcionar una revisión exhaustiva de los esfuerzos realizados en la materia, tanto a través de iniciativas nacionales como las provenientes de organismos internacionales.

El portal ofrece diversos servicios para mejorar la empleabilidad de las mujeres, como la enseñanza de emprendedurismo, la publicidad de las oportunidades laborales y eventos de las TIC para mujeres, así como cursos y capacitaciones (Ahram Online, 2016)

Sector Skills Councils (Reino Unido)

Los *Sector Skills Councils* (SSC) británicos fueron creados en 2002 por organizaciones no gubernamentales y empresas. Si bien cuentan con el aval y respaldo del Gobierno,



no fueron formados por el mismo⁴⁴. Dentro de sus responsabilidades, se encuentran: (i) establecer los estándares de la ocupación nacional; (ii) evaluar y crear marcos de aprendizaje apropiados en base a las necesidades empresariales; (iii) trabajar conjuntamente con la Comisión de Empleo y Habilidades (*Commission for Employment and Skills*).

Los consejos están formados por grandes, medianos y pequeños empleadores, asociaciones de profesionales, asociaciones comerciales y uniones de trabajadores. El SSC se financia mediante la venta de servicios al Gobierno, venta de productos y servicios a la industria, y facilitando nuevas relaciones industriales. Asimismo, solo las compañías que se encuentran económicamente en condiciones pagan una cuota de membresía, y los servicios y consejos se dirigen a todas las firmas del sector. Los servicios brindados por SSC se articulan a través de cinco ejes:

- Certificación de aprendizajes: SSC trabaja con más de 7.500 proveedores de formación (academias, institutos, etc.) y 500.000 estudiantes en Inglaterra, Escocia y Gales. En los últimos años, se certificaron casi 320.000 estudiantes y se redujeron los costos de capacitación en un 25%.
- Aseguramiento de la calidad de la formación: se actúa en conjunto entre *Skills Funding Agency*, *The National Apprenticeship Services* y los empleadores, generando formación de calidad a la vez que se optimizan los costos.
- Desarrollo de Normas Profesionales mediante el intercambio de buenas prácticas y el desarrollo de un código de conductas.
- Impulsa el crecimiento mediante el desarrollo de competencias: se garantiza, a través de SSC, que el desarrollo de habilidades apoya la estrategia nacional para el crecimiento de la productividad y de la rentabilidad, y que las opiniones de los empleadores son escuchadas e incorporadas por quienes desarrollan políticas de competencia (Federation for Industry Sector Skills & Standards, 2017).

Sus objetivos son: (i) reducir la brecha de habilidades existentes entre la educación y el sector profesional; (ii) mejorar la productividad; (iii) incrementar las oportunidades de todos los individuos que componen la PEA; y, (iv) mejorar los contenidos educativos.

Actualmente existen 16 consejos que se segmentan según el sector de actividad (Federation for Industry Sector Skills & Standards, 2017):

⁴⁴ Si bien SSC es formalmente independiente del Estado, estando a cargo de los empleadores, se encuentran regulados por el Estado británico a través de la Comisión de Empleo y Habilidades.

- Finanzas, Contabilidad y Servicios Financieros
- Atención Social y Desarrollo
- Ciencia, Ingeniería y Manufactura
- Industrias de la Ciencia
- Industria *Retail* del Motor
- Servicios Creativos y Audiovisuales
- Construcción
- Salud
- Servicios Culturales, Arte y Artesanía
- Manejo de Tierras y su Producción, Salud Animal e Industrias
- Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Turismo
- Deporte y Belleza
- Industrias de Gas, Energía, Gestión de Residuos y Aguas
- Alimentación y Bebida

Desde su creación, 550.000 empresas han trabajado con el SSC, se invirtieron £ 52 millones en desarrollo de habilidades, se logró una reducción del desempleo de jóvenes, mujeres y grupos minoritarios, y se brindó una asesoría académica de calidad, a la vez que se disminuyeron los costos para los empleadores.

Plan de Educación 2018 (Suecia)

Durante muchos años, en Suecia se ha dado un gran debate acerca de la obligatoriedad de la enseñanza de programación en las escuelas primarias. El sector privado ha alentado esta posibilidad argumentando que el sistema educativo sueco necesita introducir la programación a tempranas edades con el fin de mantener la competitividad del país en el marco de una economía digital en el siglo XXI.

El Gobierno de Suecia, en 2017 y en el marco del Plan de Educación para 2018, incluyó la programación como una materia central y obligatoria, desde primer grado (Business Insider Nordic, 2017). Esta medida pretende potenciar las competencias digitales en un país pionero en la industria tecnológica y afrontar con éxito el déficit de programadores previsto hacia 2020, que ascenderá a más de un millón en la Unión Europea (ZME Science, 2017).

Code.Org (Estados Unidos)

Code.Org es una organización sin fines de lucro dedicada a expandir el acceso a la informática, y el aumento de la participación de las mujeres y de las minorías sub



representadas (como hispanos y afroamericanos) en el mundo digital. La ONG aspira a que los estudiantes reciban clases de informática, así como lo hacen con biología, química y matemática.

La organización nació en 2013, y progresivamente fue sumando voluntarios para generar un movimiento a nivel mundial, trabajando con todo el espectro educativo: diseñando sus propios cursos o asociándose con otros, formando maestros, asociándose con distritos escolares y apoyando políticas gubernamentales, entre otras actividades.

Las actividades desarrolladas se enfocan, por un lado, en llevar clases de informática a los estudiantes de primaria en Estados Unidos, incluyendo la formación de maestros, la promoción de políticas públicas y el apoyo para la modificación de los planes de estudios; y, por el otro, a nivel mundial, disponiendo de cursos de programación en línea accesibles para todos, brindados en más de 45 idiomas y utilizados en 180 países.

En el marco de esta última línea de acción se desarrolla la llamada “Hora del Código”, un cursillo de una hora, adaptado para niños y niñas, pero accesible para todos, en donde se enseñan los conceptos básicos de la programación. La Hora del Código se celebra en la mayoría de países en diciembre, aunque en Sudamérica, en función de los calendarios escolares, se desarrolla en octubre (La Hora del Código Chile, 2017).

Code.Org se administra con donaciones, tanto de particulares como de empresas, tales como Microsoft, Google, Facebook, Amazon, Verizon, Accenture y Expedia, entre muchas otras (Code.Org, 2017).

Plan 111 mil (Argentina)

Se trata de un plan nacional desarrollado por el Gobierno de Argentina, que busca formar en los próximos cuatro años a 100.000 programadores, 10.000 profesionales, y 1.000 emprendedores con el objetivo de cubrir la demanda laboral de las empresas basadas en conocimiento.

El Plan propone que interactúen las compañías, junto a centros de enseñanza y con guía de los Ministerios de Educación y de la Producción. Los cursos tienen una duración de dos cuatrimestres, se dictan en escuelas técnicas, centros de formación profesional y universidades. Está destinado a jóvenes que se encuentran terminando la formación secundaria, así como a egresados (tanto del secundario como de la educación terciaria) que deseen capacitarse en el área tecnológica (Gobierno de la Nación Argentina, 2017).



El plan capacita y luego certifica los conocimientos adquiridos con el fin de lograr una rápida inserción laboral en las empresas del sector, además otorga herramientas de desarrollo de software para diferentes usos y destinatarios. Actualmente hay más de 45.000 empresas aguardando egresados del programa.

Chile Valora (Chile)

El Sistema de Certificación de Competencias Laborales, también conocido como Chile Valora, es una política pública descentralizada, que se relaciona con la Presidencia de la República a través del Ministerio del Trabajo y Previsión Social y se integra de manera tripartita con representantes del Gobierno, de los empleadores y de los trabajadores (Chile Valora, 2017).

Las funciones principales del sistema son: (i) el reconocimiento formal de las competencias laborales de las personas, independientemente de la forma que hayan sido adquiridas, y de si tienen o no un título académico de grado, y; (ii) favorecer las oportunidades de aprendizaje continuo de las personas, su reconocimiento y valoración, mediante procesos de evaluación y certificación de las mismas, basados en estándares definidos y valorados por los sectores productivos.

La Encuesta Nacional de Empleo develó que el 37,4% de la fuerza laboral de Chile posee escolaridad incompleta, representando aproximadamente tres millones de empleados. En respuesta, Chile Valora aporta, mediante la certificación de competencias laborales, a la disminución de las brechas de capital humano en el país, generando mayores oportunidades de formación continua y aumentando la valorización de las personas, reconociendo que el valor está en las competencias más que en los títulos, buscando con ello aumentar la empleabilidad y productividad de los trabajadores.

El reconocimiento de las competencias laborales se materializa en un certificado otorgado a los trabajadores que cumplan con los estándares de desempeño, en relación con las competencias definidas por el sector productivo en que se desarrolla, luego de participar en un proceso de evaluación.

El certificado otorgado está dotado de legitimidad ya que es validado y reconocido por los diferentes actores productivos del país. Para ello, el Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales ha incluido en su funcionamiento un conjunto con los actores claves de cada sector, con el fin de representar los diferentes ángulos de la realidad sectorial. En este sentido, los pilares del funcionamiento del sistema son:



- Chile Valora: es la institución responsable de la conducción estratégica y técnica del sistema, promoviendo la colaboración de los actores sindicales, gremiales y del Estado relacionados con los diferentes sectores productivos.
- Organismos Sectoriales de Competencias Laborales (OSCL): son una instancia estratégica de coordinación y consenso, conformada por representantes de los trabajadores, los empleadores y del Estado vinculados en un sector productivo.
- Centros de Evaluación y Certificación de Competencias Laborales: son quienes tienen la responsabilidad de evaluar las competencias laborales de aquellos trabajadores que lo soliciten y otorgar las certificaciones de acuerdo con el Catálogo de Competencias Laborales que administra (Chile Valora, 2017).

5.3. Líneas de intervención propuestas

En base a los desafíos y oportunidades planteados en la Economía del Conocimiento en la que estamos insertos, y las experiencias y casos de buenas prácticas a nivel internacional, se entiende fundamental la creación de un **Centro de Promoción de la Educación STEM**. Este Centro tendrá como principal objetivo: poner en práctica herramientas de capacitación para aumentar los graduados en las áreas STEM en los todos los niveles de formación a partir de la primaria y secundaria, así como en profesores y poblaciones vulnerables fuera de las áreas metropolitanas y mujeres; estudiar el impacto social y económico de estos sectores; certificar competencias de recursos humanos en estas áreas; predecir la demanda futura de recursos humanos en los sectores de interés; y proponer políticas públicas específicas en las áreas STEM.





- Hacer diagnóstico sobre las competencias adicionales en las áreas STEM que se deberían impulsar, tanto en la educación primaria, secundaria y técnica.
- Diseñar y poner en práctica las herramientas de capacitación necesarias, que tenderán a sumar a lo ya impartido a nivel de la educación formal, por ejemplo competencias y olimpiadas STEM, cursos específicos tanto para estudiantes de los diferentes niveles.
- Diseñar y poner en práctica mecanismos de formación STEM para la inclusión de poblaciones vulnerables (mujeres y jóvenes en locaciones alejadas de las áreas metropolitanas) en la Economía del Conocimiento.
- Diseñar y poner en práctica herramientas de mejoras en la formación de los maestros y profesores de las áreas STEM.
- Desarrollar acciones de promoción en la educación primaria, secundaria y técnica, para aumentar el número de estudiantes, egresados, profesionales y técnicos en estas áreas de trabajo.
- Establecer programas de certificación de competencias laborales en las áreas de la Economía del Conocimiento.
- Crear sistema de predicción de demanda de recursos humanos en los subsectores de mayor interés.
- Realizar estudios que permitan analizar el impacto de la Economía del Conocimiento a nivel social y económico.
- Recomendar estrategias y acciones de políticas públicas sobre competencias futuras necesarias, para lo cual se creará grupo de expertos multidisciplinarios en el tema de la educación STEM.

Anexo 1 – Códigos considerados del listado nacional de denominaciones de ocupaciones (CIUO_08)

Listado Nacional de Denominaciones de Ocupaciones	Código CNUO 95	Código CIUO 09	Descripción de los Grandes Grupos, Sub Grupos Principales, Sub Grupos y Grupos Primarios de la CIUO 08
Director de servicios de tecnología informática	1210	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Gerente de producción en servicios de tecnología informática	1236	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Director de servicios de tecnología de las comunicaciones	1210	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Gerente de producción en servicios de tecnología de comunicaciones	1236	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Gerente de desarrollo de aplicaciones de las TICS	1236	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Gerente de procesamiento de datos	1236	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Director de sistemas de información	1210	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
Gerente de tecnologías de la información	1236	1330	Directores de servicios de tecnología de la información y las comunicaciones
		215	Ingenieros (excluyendo electro tecnólogos)
Ingeniero en equipos informáticos	2131	2152	Ingenieros electrónicos
Ingeniero informático	2131	2152	Ingenieros electrónicos
Ingeniero en tecnología de la información	2144	2152	Ingenieros electrónicos
Ingeniero en telecomunicaciones	2144	2153	Ingenieros en telecomunicaciones
		25	Profesionales de tecnología de la información y las comunicaciones
		251	Desarrolladores y analistas de software y multimedia
Analista de sistemas de información	2131	2511	Analistas de sistemas
Analista en seguridad informática	2131	2511	Analistas de sistemas
Diseñador de sistemas (TI)	2131	2511	Analistas de sistemas
Consultor en sistemas	2131	2511	Analistas de sistemas
Desarrollador de software	2131	2512	Desarrolladores de software
Diseñador de software	2131	2512	Desarrolladores de software
Analista programador	2132	2512	Desarrolladores de software
Desarrollador de sitio Web	2121	2513	Desarrolladores Web y multimedia
Editor de diseño Web	2121	2513	Desarrolladores Web y multimedia
Desarrollador de Internet	2121	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Desarrollador de multimedia	2132	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Programador de multimedia	2132	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Programador web	2132	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Programador en animación	2132	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Programador en juegos de computación	2132	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Técnico en animación y diseño	3118	2153	Desarrolladores Web y multimedia
Programador de aplicaciones informáticas	2132	2514	Programador de aplicaciones
Programador informático	2132	2514	Programador de aplicaciones
Programador de software	2132	2514	Programador de aplicaciones
Programador de aplicaciones informáticas	2132	2514	Programador de aplicaciones
Probador de sistemas o software	2139	2519	Desarrolladores y analistas de software y multimedia y analistas no clasificados bajo otros epígrafes
		25	Profesionales de tecnología de la información y



			las comunicaciones
		252	Especialistas en bases de datos y en redes de computadores
Diseñador de base de datos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Administrador de base de datos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Analista de base de datos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Encargado de centro de cómputos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Responsable técnico de centro de cómputos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Jefe de centro de cómputos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Jefe de procesamiento de datos	2131	2521	Diseñadores y administradores de bases de datos
Administrador de sistemas	2131	2522	Administradores de sistemas
Administrador de redes de computación	2131	2522	Administradores de sistemas
Analista en comunicaciones (computadores)	2131	2523	Profesional en redes de computadores
Analista de redes	2131	2523	Profesional en redes de computadores
Especialista forense digital	2139	2529	Especialista en bases de datos y en redes de computadores no clasificados bajo otros epígrafes
Especialista en seguridad (TIC)	2139	2529	Especialista en bases de datos y en redes de computadores no clasificados bajo otros epígrafes
		35	Técnicos de la tecnología de la información y las comunicaciones
		351	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones y asistencia al usuario
Técnico en operaciones de tecnología informática	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en operaciones de hardware	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en operaciones de tecnología de las comunicaciones	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Operador de centro de cómputos	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en operaciones de telefonía fija	3133	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Operador de sistemas informáticos	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Encargado de operaciones de computación	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en operaciones de televisión por cable	3133	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Operador de computación	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Operador de equipos informáticos periféricos	3122	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en geomática	3118	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Jefe de desarrollo de sistemas informáticos	3121	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en desarrollo de software	3121	3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en asistencia al usuario de tecnología informática	3121	3512	Técnicos en asistencia al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en asistencia al usuario en tecnología de las comunicaciones	3133	3512	Técnicos en asistencia al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en asistencia al usuario de telefonía fija o móvil	3133	3512	Técnicos en asistencia al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en asistencia al usuario de televisión por cable	3133	3512	Técnicos en asistencia al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones
Técnico en asistencia al usuario de ADSL e Internet	3133	3512	Técnicos en asistencia al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones



Técnico en redes informáticas	3121	3513	Técnico en redes y sistemas de computadores
Técnico en sistemas informáticos	3121	3513	Técnico en redes y sistemas de computadores
Técnico en diseño y administración de bases de datos	3121	3513	Técnico en redes y sistemas de computadores
Técnico en desarrollo de multimedia	3121	3513	Técnico en redes y sistemas de computadores
Técnico en desarrollo de sitio Web	3121	3514	Técnicos de la Web
Técnico en sitio Web	3121	3514	Técnicos de la Web
Administrador de sitio Web	3121	3514	Técnicos de la Web
Webmaster	3121	3514	Técnicos de la Web

Fuente: elaboración propia en base a INE (2017).



Bibliografía

- A.T. Kearney. (2016). *2016 A.T. Kearney Global Services Location Index*. Chicago: A.T. Kearney.
- Ahram Online. (2016). *Egypt's communication ministry launches 'ICT for Women' website*. Ahram Online: Cairo.
- Air-TI UK. (2017). *Pay as You Go Support*. Nottingham: Air-TI UK.
- Apps Run The World. (2016, Junio 30). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://www.appsruntheworld.com/top-10-analytics-and-bi-software-vendors-and-market-forecast-2015-2020/>
- Banco Mundial. (2017). *Comercio de servicios (% del PIB)*. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2017). *Empleos en servicios (% sobre el total de empleos)*. Washington D.C.: Banco Mundial.
- Bureau of Labour Statistics. (2015, Diciembre 17). Retrieved Julio 30, 2017, from <https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/home.htm>
- Business Insider. (2016, Julio 18). Retrieved Julio 23, 2017, from <http://www.businessinsider.com/how-the-internet-of-things-market-will-grow-2014-10>
- Business Insider. (2016, Abril 5). Retrieved Julio 24, 2017, from <http://www.businessinsider.com/cybersecurity-report-threats-and-opportunities-2016-3>
- Business Insider Nordic. (2017). *Sweden's government is about to introduce coding in schools — from first grade*. Business Insider Nordic.
- Calvo, J. J. (2011). *Uruguay: visión y escenarios demográficos al 2050*. Montevideo: Comisión Sectorial de Población - OPP.
- Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Uruguay. (2014). *Importancia Económica del Sector Comercio y Servicios*. Montevideo: Departamento de Estudios Económicos, CNCS.
- CareerCast. (2017). Retrieved Julio 25, 2017, from <http://www.careercast.com/jobs-rated/2017-jobs-rated-report>
- CEPAL. (2016). *Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean*. CEPAL.
- Chile Valora. (2017). *Quiénes Somos*. Santiago de Chile: Chile Valora.
- Code.Org. (2017). *About*. Code.Org.



- Consumer Technology Association. (2017, Mayo 16). Retrieved Agosto 1, 2017, from <https://www.cta.tech/News/Blog/Articles/2017/May/These-Five-States-Lead-the-U-S-in-STEM-Degrees.aspx>
- Cybersecurity Ventures. (2017, Mayo 31). Retrieved Julio 24, 2017, from <http://cybersecurityventures.com/cybersecurity-market-report/>
- Cybersecurity Ventures. (2017, Junio 8). Retrieved Agosto 1, 2017, from <http://cybersecurityventures.com/jobs/>
- Deloitte. (2017). *Tech Trends 2017. The kinetic enterprise*. Deloitte Development LLC.
- Deloitte Access Economics. (2017). *Australia's Digital Pulse 2017*. Sydney: Deloitte.
- Digest China. (2017, Julio 17). Retrieved Agosto 2, 2017, from <http://www.digestchina.com/posts/China-artificial-intelligence-talent-gap-over-5-million-supply-and-demand-ratio-is-only-110-artificial-intelligence-personnel--Internet-Sina-Technology-sinacomcn-20170717-50316>
- ECITB. (2017). *About Us*. London: ECITB.
- El Economista. (2014, Febrero 27). Retrieved Julio 23, 2017, from <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/5578707/02/14/La-mod-a-del-Big-Data-En-que-consiste-en-realidad.html>
- El País. (2016, Setiembre 26). Retrieved Octubre 16, 2017, from <http://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/precisamos-talentos-seguir-creciendo.html>
- Expert Group on Future Skills Needs. (2017). *About us*. Dublin: Expert Group on Future Skills Needs.
- Fayer, S., Lacey, A., & Watson, A. (2017). *STEM Occupations: Past, Present, And Future*. U.S. Bureau of Labor Statistics.
- Federation for Industry Sector Skills & Standards. (2017). *About Us*. London: Federation for Industry Sector Skills & Standards.
- Forbes. (2015, Diciembre 27). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/12/27/roundup-of-internet-of-things-forecasts-and-market-estimates-2015/#2b3ec2574b93>
- Forbes. (2016, Agosto 20). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2016/08/20/roundup-of-analytics-big-data-bi-forecasts-and-market-estimates-2016/#27afae896f21>
- Forbes. (2016, Marzo 9). Retrieved Julio 24, 2017, from <https://www.forbes.com/sites/stevemorgan/2016/03/09/worldwide-cybersecurity-spending-increasing-to-170-billion-by-2020/#1d909d096832>
- Frost & Sullivan. (2017). *2017 Global Information Security Workforce Study*. Frost & Sullivan.



- Gartner. (2016, Octubre 18). Retrieved Julio 22, 2017, from <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>
- Gartner. (2017, Enero 31). Retrieved Julio 22, 2017, from <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-disruptive-power-of-artificial-intelligence/>
- Gartner. (2017, Mayo 8). Retrieved Julio 22, 2017, from <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/ai-gives-customers-a-valuable-resource-time/>
- Gartner. (2017, Febrero 7). Retrieved Julio 23, 2017, from <http://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>
- Gartner. (2017, Febrero 22). Retrieved Octubre 16, 2017, from <https://www.gartner.com/newsroom/id/3616417>
- Gobierno de la Nación Argentina. (2017). *Plan 111 mil*. Buenos Aires: Gobierno de la Nación Argentina.
- Hogan, A., & Roberts, B. (2015). *Occupational employment projectios to 2024*. U.S. Bureau of Labor Statistics.
- IBM. (2017). *IBM Private, Public, and Hybrid Cloud Storage Solutions*. Armonk, New York: IBM.
- ICT for Woman. (2017). *Overview*. Cairo: Ministry of Communications and Information Technology.
- ICTC. (2015). *The Smart Economy Reshaping Canada's Workforce. Labour Market Outlook 2015-2019*. The Information and Communication Technology Council.
- IDC. (2016). *IDC FutureScape: Worldwide Big Data and Anañytics 2016 Predictions*. Framingham: IDC.
- INE. (2017, Julio). Retrieved Agosto 1, 2017, from <http://www.ine.gub.uy/web/guest/actividad-empleo-y-desempleo>
- INE. (2017, Julio). Retrieved Agosto 1, 2017, from <http://www.ine.gub.uy/web/guest/actividad-empleo-y-desempleo>
- Intel. (2017). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/infographics/guide-to-iot.html>
- KPMG. (2016). *Enfoque Mercado de Trabajo*. Montevideo: KPMG Sociedad Civil.
- KPMG. (2017). *Enfoque Mercado de Trabajo*. Montevideo: KPMG Sociedad Civil.
- La Hora del Código Chile. (2017). *Preguntas Frecuentes*. La Hora del Código Chile.



- McKinsey Global Institute. (2017). *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?* McKinsey & Company.
- Ministerio de Educación y Cultura. (2014). *Anuario Estadístico de la Educación*. Montevideo: Ministerio de Educación y Cultura.
- NCTA. (2015). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://www.ncta.com/broadband-by-the-numbers>
- Nilsson, N. J. (1980). *Principles of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Patel, K. (2017, Enero 9). Retrieved Octubre 6, 2017, from <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/6-benefits-of-iot-for-healthcare/>
- Pillion, M. L., & Gatto, M. E. (2014, Setiembre 8). Retrieved Agosto 8, 2017, from <https://www.natlawreview.com/article/software-robots-outsourcing-part-1-what-software-robot>
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2012). *Engage to Excel: producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington: President's Council of Advisors on Science and Technology.
- Roden, L. (2017). *Swedish kids to learn computer coding and how to spot fake news in primary school*. Stockholm: The Local Sweden.
- SAS. (2017). Retrieved Julio 23, 2017, from https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/big-data-analytics.html
- Schwab, K. (2016, Enero 14). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*.
- Skills CFA. (2017). *About Us*. London: Skills CFA.
- SOLAS. (2017, 2 10). SOLAS. Retrieved from SOLAS: <http://www.solas.ie/Pages/WhatWeDo.aspx>
- Tech Partnership. (2017). *About*. London: Tech Partnership.
- Tholons. (2016). *Tholons 2016 Top 100 Outsourcing Destinations*. Nueva York: Tholons.
- UNESCO. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. Ginebra: UNESCO.
- Uruguay XXI. (2017). *Servicios Globales de Exportación en Uruguay*. Montevideo: Uruguay XXI.
- WIKIBON. (2016, Marzo 30). Retrieved Julio 23, 2017, from <https://wikibon.com/2016-2026-worldwide-big-data-market-forecast/>



World Economic Forum. (2016). *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Ginebra: World Economic Forum.

Xchanging. (2014). *Robotics Process Automation: Ushering innovation, cost savings*. Bangalore: Xchanging.

ZME Science. (2017). *Swedish kids will learn programming from their first year in primary school. They'll also learn how to spot fake news*. ZME Science.

