

Migración de talento y transformación de habilidades en el sector TIC: México y el mundo

Talent migration and skills transformation in the ICT sector: Mexico and the World

Recibido: 05/enero/2021; aceptado: 09/abril/2021; publicado: 03/mayo/2021

<https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2021v36n92/Diaz>

*Héctor Eduardo Díaz Rodríguez**

RESUMEN

En los últimos años, el mundo ha experimentado cambios tecnológicos acelerados principalmente asociados con la explosión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Estos cambios han modificado la estructura productiva de las economías, y con ella, la estructura del empleo y las habilidades requeridas por parte del capital humano para desempeñarse en ese nuevo entorno. Este estudio analiza los cambios acaecidos en la estructura de migración de talento y las modificaciones en las habilidades requeridas en la industria TIC, durante los últimos 5 años en México y en el mundo, a partir de la información obtenida de los datos de la base *Digital Data for Development* del Banco Mundial y *LinkedIn*. El análisis muestra un sector TIC dinámico en términos de atracción de talento de otras industrias a nivel mundial, pero que en México ha perdido dinamismo y se ha convertido en expulsor neto de trabajo, debido a que solo participa en algunas de las ramas de mayor dinamismo. Asimismo, se muestra cuáles son las ramas que atraen y expulsan talento en México y en el mundo, y se ofrece un mapeo de las habilidades requeridas para desempeñarse dentro de la industria TIC, herramienta que constituye un insumo valioso desde el punto de vista del capital humano, pero también para el desarrollo de políticas públicas orientadas a incrementar las capacidades endógenas del sector TIC.

Palabras Clave: Migración de talento; Habilidades tecnológicas; Tecnologías de la Información y Comunicación.

Clasificación JEL: O15; O33; J24.

Esta obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0



Internacional

* Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Economía. Ciudad de México. Correo electrónico: diazrhe@economia.unam.mx

ABSTRACT

The world has experienced accelerated technological changes in the last 30 years, mainly associated with the explosion of Information and Communication Technologies. These changes have modified the productive structure of economies, and with it, the structure of employment and the skills required by human capital to function in this new environment. This study aims to analyze the changes occurred in the talent migration structure and the modifications in the skills required in the ICT industry, during the last 5 years in Mexico and in the world, using information from database Digital Data for Development of World Bank and LinkedIn. The analysis shows a dynamic ICT sector attracting talent from other industries worldwide. However, in Mexico the sector has lost dynamism and has become a net ejector of labor, since it only participates in some of the most dynamic activities. Also, it shows which are the activities that attract and expel talent in Mexico and in the world and offers a mapping of the skills required to perform in the ICT industry, a valuable input from the point of view of human capital, but also for the development of public policies aimed at increasing the endogenous capacities of the ICT sector.

Keywords: Talent migration; Technological Skills; Information and Communication Technologies.

JEL Classification: O15; O33; J24.

INTRODUCCIÓN

La reconfiguración económica ocurrida en los últimos 5 años a partir de la penetración casi absoluta de los cambios tecnológicos vinculados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ha modificado los patrones de especialización de las economías y con ellos, las habilidades requeridas por parte de los trabajadores para desempeñarse en actividades tanto tradicionales como en aquellas de reciente aparición.

Este estudio analiza la migración de talento ocurrida en el sector de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), así como los cambios en las habilidades requeridas por parte de los trabajadores para laborar en ese sector. Dos dimensiones espaciales son utilizadas con la finalidad de comparar tendencias mundiales (sector TIC en el mundo) con nacionales (sector TIC en México).

El objetivo es dimensionar los cambios recientes en los patrones de migración de talento al interior del sector TIC en México y en el mundo, al tiempo de analizar la dirección de las transformaciones en las habilidades requeridas para desempeñarse en este sector.

Se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo se ha dado la migración de talento dentro del sector de TIC en el mundo? ¿Los patrones de migración de talento dentro del sector TIC son coincidentes con los presentados en México? y ¿Cuáles son las habilidades requeridas para desempeñarse dentro de este sector? Se parte de la hipótesis de que solo algunas ramas al interior del sector fungen como polos atractores de trabajadores a nivel internacional, mientras que México al no contar con esas ramas tiene un sector TIC que expulsa trabajadores hacia otras industrias, todo ello, en un contexto que demanda cada vez más capacidades de parte del capital humano.

Para ello, se utilizan datos de la alianza entre el Banco Mundial y *LinkedIn, Digital Data for Development*, que analiza los datos de millones de suscriptores a LinkedIn para arrojar información relativa a la migración de talento entre países y entre sectores económicos, además de proveer información relacionada con la acelerada modificación las habilidades de trabajo que las economías demandan. Estos datos son analizados con la metodología de teoría de grafos.

De acuerdo con los datos de *LinkedIn*, en los últimos 5 años la mayoría de los países en desarrollo perdió talento neto que migró hacia países de altos ingresos. De los 20 países que más talento atrajeron, 14 eran países de ingreso medio y alto, particularmente en sectores transables.

Pero no solo hay migración de talento entre países, sino que también el cambio tecnológico ha generado una reconfiguración de los flujos de talento entre las industrias en un mismo país. Los datos muestran que hay actividades económicas que en los últimos 5 años han expulsado talento hacia otras

industrias, lo que, a su vez, ha incentivado una reconfiguración de las habilidades tecnológicas, cada vez más altas y especializadas, que la fuerza de trabajo requiere para desempeñarse exitosamente en las actividades hacia las que migran.

De esta forma, el estudio muestra que el sector de Tecnologías de la Información y Comunicación, al ser una actividad de muy alto crecimiento, ha fungido como un atractor de talento en los últimos años; sin embargo, también se ha presentado un desplazamiento de los flujos de talento en su interior hacia actividades vinculadas al internet de las cosas, automatización, internet y redes sociales. Ello ha implicado modificaciones importantes en las habilidades requeridas por esta actividad. Al respecto las teorías de las capacidades o competencias (Hodgson, 2007), concretamente las vinculadas con la teoría evolutiva (Nelson y Winter, 1982; Antonelli, 2014; Dosi, Faillo y Marengo, 2003; Harper, 2018), muestran cómo en última instancia son capacidades y habilidades de la fuerza laboral las que moldean ambientes propicios de la capacidad innovadora de las economías.

Para realizar el análisis planteado, el estudio se divide como se detalla a continuación: en la primera sección se muestra el marco teórico relativo a la importancia de las capacidades y habilidades como factores de crecimiento económico. En la segunda sección, se realiza la revisión de la literatura relacionada, mientras que en la tercera sección se muestran las características de los datos y la metodología utilizada para analizar el fenómeno en estudio, a saber, la teoría de grafos. En la cuarta sección se muestran los resultados y su interpretación, para finalizar con las conclusiones y opciones de política económica.

La importancia del estudio radica en dos elementos; el primero, que constituye una primera aproximación al aprovechamiento de información generada a partir de minería de datos con algoritmos de frecuencia de términos de millones de usuarios de *LinkedIn* en todo el mundo. El segundo, que permite extraer información valiosa para entender los cambios en las habilidades requeridas por parte de la fuerza de trabajo con enfoques sectoriales, lo que constituye un insumo indispensable para la elaboración de política industrial en sectores de alto crecimiento.

I. MARCO TEÓRICO

El papel de las capacidades y la importancia de la inversión en capital humano para generar crecimiento económico ha sido largamente estudiado por parte de la teoría económica. Dentro de esta, existen tradiciones, posturas y análisis empíricos que van desde la teoría del crecimiento endógeno (Becker, 1994; Barro y Lee, 1993), hasta la teoría evolutiva de las capacidades (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Cimoli, 1994; Nelson, Dosi y Helfat, 2018). Este amplio espectro de teorías pone el acento en uno u otro factor, pero que en la mayoría de los casos las variedades de factores considerados tienden a ser convergentes y complementarios.

El enfoque teórico particular que adopta el presente estudio se relaciona con la tradición de la teoría evolutiva de las capacidades, que complementa aspectos de las capacidades de aprendizaje de los individuos, la importancia de la empresa como factor de concentración y generación de nuevo conocimiento y el escalamiento de la interacción de ambos en niveles meso y macroeconómicos.

De manera reciente, la teoría evolutiva se ha posicionado como una alternativa teórica y analítica de los análisis convencionales, particularmente, de los derivados de la economía neoclásica (Morales, 2009; Benavides 2004).

Dentro de este enfoque, diversos autores (Antonelli, 2008; Rosemberg, 1982; Mokyr, 2002; Nelson, Dosi, y Helfat, 2018; Dopfer y Potts, 2008) coinciden en afirmar que la innovación tecnológica puede concebirse, en última instancia, como conocimiento acumulado por las empresas en un contexto dado de competencia, que les permite la creación de nuevas soluciones técnicas (nuevos productos, servicios, procesos, etc.), las cuales generan ganancias extraordinarias en el largo plazo. En consecuencia, el conocimiento es un factor fundamental para la generación de innovaciones, y, por lo tanto, la formación de

capital humano resulta un proceso fundamental para la creación de capacidades tecnológicas y de innovación. En tanto que la tecnología es conocimiento social materializado en nuevos productos y procesos (Antonelli, 2008; Rosemberg, 1982)¹; la constitución y estructura de capital humano dentro de las organizaciones económicas, encargada de generar, almacenar y transmitir conocimiento, es un elemento fundamental en el análisis de las estrategias empresariales para la obtención de ganancias extraordinarias en un entorno competitivo.

Para Pavitt (2003), es posible conceptualizar el proceso de innovación tecnológica a partir del desenvolvimiento de tres etapas superpuestas y convergentes. En primer lugar, una etapa inicial de producción de conocimiento, en la que los agentes crean nuevo conocimiento o asimilan conocimiento existente a través de diversos procesos de aprendizaje. En segundo lugar, una etapa de transformación de conocimiento en la cual las nuevas ideas logran ser materializadas en artefactos, servicios, procesos, etc., (Rosenberg, 1982; Pavitt, 2003). Por último, en tercer lugar, una etapa de validación y aceptación de parte del mercado, en la que se reconoce socialmente la utilidad de ese nuevo conocimiento materializado en bienes, servicios o procesos.

Así, una de las características más importantes del desarrollo de procesos exitosos de innovación tecnológica es el papel central que juega el conocimiento. De acuerdo con Mokyr (2002), el conocimiento social puede dividirse en dos partes esenciales: el conocimiento proposicional, o la explicación del qué de las cosas, generalmente asociado con el conocimiento científico; y el conocimiento prescriptivo o del cómo hacer las cosas (conocimiento tecnológico). Este último se relaciona directamente con el conjunto de técnicas que desarrolla la sociedad para modificar su entorno. Por lo tanto, el problema crucial para el desarrollo de capacidades tecnológicas consiste en transformar el conocimiento proposicional en conocimiento prescriptivo; es decir, en transitar del saber a la acción para la solución de problemas concretos. No existe una relación directa entre estos dos tipos de conocimiento, ya que no todo conocimiento científico se transforma en conocimiento tecnológico. A pesar de ello, entre mayor sea el cúmulo de conocimiento científico, mayores serán las posibilidades de desarrollar conocimiento tecnológico (Marengo y Pasquali, 2008).

Finalmente, la tercera etapa implica un proceso de adecuación continua en la que las nuevas soluciones deben adecuarse a las necesidades cambiantes de los mercados. Como se dijo al principio, estas etapas se encuentran superpuestas, por lo que una organización dinámica puede desarrollar las tres al mismo tiempo, aplicadas en distintos productos o procesos. Las habilidades creadas como consecuencia de este proceso tienden a mejorar en la medida en que se desarrollan nuevas capacidades cognitivas tanto en los individuos como en las organizaciones (Nelson, Dosi, & Helfat, 2018).

La teoría económica evolutiva (Nelson, Dosi & Helfat, 2018) postula que los procesos de aprendizaje y creación retención y replicación de conocimiento, ocurren dentro de las empresas como organización, si bien, no niega la importancia para estos procesos de la interacción de los individuos.

Desde la perspectiva de Canibano y Potts (2019) lo que cambia en el proceso de evolución económica no son la tecnología, las empresas y los mercados, sino también el capital humano y los puestos de trabajo. Estos dos últimos co-evolucionan en un ambiente organizacional específico. Con base en un principio epistemológico basado en tres niveles analíticos emergentes, no reductibles entre sí (micro, meso y macro), autores como Canibano y Potts (2019) y Dopfer y Potts (2008), establecen una relación evolutiva entre las actividades cognitivas de los agentes individuales en un contexto organizacional y el aprendizaje

¹ Para Rosenberg (1982) la tecnología no es más que conocimiento que relacionado con las actividades prácticas dentro de una organización. En consecuencia, la tecnología es conocimiento sobre determinadas técnicas, métodos y diseños cuyo desarrollo tiene consecuencias en la transformación de las condiciones productivas. Por su parte, para Antonelli (2008), el cambio tecnológico ocurre a través de un proceso de acumulación de conocimiento que conlleva el desarrollo de procesos de aprendizaje, necesarios para ofrecer nuevas soluciones a los problemas técnicos que se presentan en un contexto localizado.

que se realiza a nivel de empresa. En primer lugar, postulan tres axiomas derivados de la teoría económica evolutiva: a) las empresas son las portadoras de conocimiento; b) las empresas son estructuras de conocimiento, y las relaciones que ocurren entre reglas determinan las capacidades de las empresas; y c) las empresas son procesos cognitivos con la capacidad de aprender y cambiar a través del tiempo. Para los autores estos principios pueden trasladarse al análisis del capital humano centrado en puestos de trabajo, de la siguiente manera: a) los agentes individuales son portadores de conocimiento; b) los puestos de trabajo son “posiciones” (*slots*) definidas institucionalmente en las cuales encajan los agentes individuales; c) tanto los agentes individuales como los puestos de trabajo son estructuras de conocimiento, los cuales, en asociación con las reglas, determinan capacidades únicas en las empresas; y d) los agentes individuales y los puestos de trabajo son procesos de conocimiento que se vuelven más o menos complejos con el paso del tiempo.

Con base en los axiomas anteriores los autores proponen una teoría evolutiva del capital humano que resulta muy útil para los fines de este trabajo. El capital humano es concebido como una red de conocimiento que puede ser identificado por cada posición en la evolución dinámica de los puestos de trabajo. Son los puestos de trabajo los que evolucionan en dos sentidos, como una actividad particular y como el número de personas que realizan ese tipo específico de trabajo. Desde una perspectiva micro analítica, para cada agente individual los puestos de trabajo son etapas interrelacionadas en una trayectoria que puede denominarse “carrera”; en cada una de estas etapas los individuos acumulan conocimiento y experiencia. Las carreras son dependientes del sendero (dependencia de la trayectoria), de tal manera que cada individuo transita por una senda de aprendizaje individual dentro de una red de conexiones que se transforma todo el tiempo (Dopfer, Foster & Potts, 2004). No obstante, la carrera no solo implica una adaptación de los individuos a las redes de conocimiento ya establecidas, también el desarrollo de capacidades analíticas para concebir y establecer escenarios futuros. El seguimiento de una carrera no solo implica la decisión de inversión en capital humano como postula la teoría neoclásica, sino decidir qué necesidades de capital humano se requieren en función de la evolución de las redes de conocimiento y de los puestos de trabajo. Evidentemente, al igual que los procesos de innovación, existe un ambiente de incertidumbre que dificulta la toma de decisiones inter temporales (Nelson, Dosi, y Helfat, 2018; Dopfer y Potts, 2008).

A nivel meso-económico existe un proceso evolutivo en el cual nuevos puestos de trabajo son descubiertos por los agentes que exploran las redes de conocimiento. Los individuos no solo cuentan con la capacidad de adaptarse a los cambios que se generan en dichas redes, sino que, con base en su propio conocimiento y habilidades exploran posibles re combinaciones de conocimiento que tienden a modificar las redes existentes. En algunas ocasiones este proceso lleva a redefinir, e incluso, a generar nuevos puestos de trabajo. Posteriormente, estos nuevos puestos de trabajo son adoptados paulatinamente en diversos contextos, al mismo tiempo que desaparecen otros puestos que van quedando obsoletos. Persiste entonces un proceso de difusión de nuevos puestos de trabajo que redefine paulatinamente las redes de conocimiento. Finalmente, se manifiesta un fenómeno que puede llamarse retención de nuevos puestos de trabajo, cuando ocurre una redefinición de la estructura de los mercados laborales. Esta redefinición implica la estandarización de las nuevas tareas que no pueden llevarse a cabo sin la modificación paulatina y simultánea de los planes y programas de estudio con base en los cuales se prepara, educa y capacita el nuevo capital humano (Otto, 1993; Foss, 2006; Cañibano & Potts, 2019).

Por su parte, a nivel macroeconómico, la combinación de las nuevas meso trayectorias laborales, reconfigura la dinámica de empleo, determinando los niveles de empleo y desempleo en una economía, en función de los flujos de trabajadores que oscilan entre los nuevos trabajos y los trabajos obsoletos. De esta forma, la propia dinámica de crecimiento económico determina la velocidad de crecimiento del empleo, y la intensidad de esa transformación determina la tasa de transformación de las habilidades requeridas en el empleo (Otto, 1993; Foss, 2006; Cañibano & Potts, 2019); de esta forma, entre mayor sea el cambio

tecnológico también será mayor la transformación de la productividad, mayor el crecimiento del producto y más profundas las transformaciones de las habilidades requeridas por parte de la fuerza de trabajo para desempeñarse en las actividades mayormente impactadas por el cambio tecnológico, como muestran diversos estudios de sectores tecnológicamente avanzados e intensivos en conocimiento (Invernizzi y Foladori, 2011; Morales y Amaro, 2017; *World Economic Forum*, 2020)

A nivel internacional, esa tasa de transformación de habilidades funge como uno de los factores determinantes de los procesos de atracción y expulsión de talento y ello a su vez, como uno de los determinantes de la transformación económica internacional (junto con los flujos de comercio y de capital) de largo plazo (Kapur & McHale, 2005), que arrastra consigo retos y oportunidades para las economías no desarrolladas.

Este fenómeno tiende a tener un impacto mayor en la medida en la que los flujos migratorios se relacionan con los sectores de la población altamente capacitados y especializados (Yeoh & Eng, 2008). Así, la migración internacional de talento se constituye como uno de los fenómenos de transformación económica internacional más importante.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Como se ha analizado en la sección anterior, los estudios ligados a la teoría evolutiva enfatizan la existencia de una estrecha relación entre los cambios en la estructura económica en favor de sectores que posean altas habilidades tecnológicas y alta tecnología para generar un rápido crecimiento económico.

En esa dirección, estudios empíricos identifican la aparición de un nuevo paradigma tecnológico o revolución tecno-económica (Pérez, 2010) basado fuertemente en la aplicación de TIC, que abre la posibilidad a países desarrollados y países que no están en la frontera tecnológica de reducir la brecha de crecimiento. Sin embargo, el desarrollo del sector TIC impacta de manera diferenciada en las economías productoras de TIC, con respecto a aquellas que solo son usuarias (Silva y Teixeira, 2011).

El *World Economic Forum* (WEF, 2008; 2010; 2012; 2014; 2016) publica bienalmente el *Global Information Technology Report*, en donde se encuentra una asociación positiva entre uso de TIC y crecimiento de la productividad, competitividad e ingreso de los países. Por su parte, el Banco Mundial concluye que la disponibilidad de teléfonos móviles (particularmente los inteligentes) ha provocado una mayor asociación entre los mercados de las economías en desarrollo, mejorando la comunicación entre productores, distribuidores y consumidores (*World Bank*, 2011; 2012).

Díaz (2017) hace una síntesis de los estudios que abordan esa problemática a partir de los modelos de productividad factorial, encontrando que en la mayoría de ellos existe una asociación positiva entre el uso de TIC y cambio en la productividad, aunque en casi todos ellos, las variables educativas y de capacidades de las organizaciones y los trabajadores se encuentran ausentes.

Sin embargo, de manera empírica aún son pocos los estudios que, ocupando un andamiaje teórico evolutivo, utilizan la teoría de grafos para describir fenómenos económicos más allá de ambientes sectoriales, como, por ejemplo, la biotecnología (Díaz y Morales, 2020).

III. DATOS Y METODOLOGÍA

Datos

Los datos utilizados para el presente estudio provienen de la alianza entre el Banco Mundial y *LinkedIn*, *Digital Data for Development*. Estos contienen información de más de 100 países con al menos 100,000 miembros de *LinkedIn* cada uno, distribuidos en 148 industrias y 50,000 categorías de habilidades. Esta base de datos presenta importantes ventajas en relación con otras fuentes de información. A medida que surgen

nuevas oportunidades en la economía digital en todo el mundo, así como avances significativos en las metodologías tradicionales de exploración de información, se hace patente la necesidad de explorar nuevas fuentes de datos que puedan capturar las últimas tendencias de cambio, que en muchas ocasiones las encuestas gubernamentales tradicionales no capturan (Zhu, Orłowski, Fritzler, 2018)².

Así, este estudio utiliza las bases de migración de talento entre industrias³ y de habilidades requeridas por la industria⁴ de los años 2015 a 2019 como insumos para el uso de la metodología de teoría de grafos mediante el uso del software Cytoscape, versión 3.7.2.

Teoría de Grafos

La teoría de grafos es una rama de la topología algebraica, desarrollada por Euler. Un grafo en su definición más amplia puede definirse como una relación funcional entre un conjunto de puntos enlazados entre sí por segmentos que representan procesos funcionales expresados matemáticamente. Son muy utilizados para analizar las relaciones topológicas entre sus elementos (Cardozo, Gómez, y Parras; 2009).

De manera formal, un grafo en su versión más simple es una pareja ordenada de la forma $G = (N, E)$ en donde N representa un conjunto no vacío de vértices y E es un conjunto de enlaces en forma de aristas (Wasserman, 1994).

De acuerdo con Mitchell (2009), un grafo es un conjunto, no vacío, de objetos llamados nodos y una selección de conjuntos de vértices, llamados aristas que pueden poseer una dirección específica o no. Típicamente, un grafo se representa mediante una serie de puntos (los vértices) conectados por líneas (las aristas) (Gildardo, 2013).

Alternativamente, un grafo puede ser descrito como $G = (N, E)$ y donde $N = 5$ y $E = 6$, expresados como:

$$N = \{A, B, C, D, E\} \quad (1)$$

$$E = \{(A, C), (B, C), (C, D), (C, E), (D, B), (E, A)\} \quad (2)$$

Una manera alternativa de representar las ecuaciones 1 y 2, es mediante un modelo matricial, en donde la matriz W se denomina matriz de adyacencia o binaria. En ella, se representan los nodos en las filas y columnas. Si el elemento i está enlazado al elemento j entonces los elementos w_{ij} y w_{ji} tendrán el valor de 1, mientras que, si el vínculo es nulo o no existe, el componente de la matriz será cero; ello se debe a que la matriz de adyacencia es simétrica (tiene el mismo número de filas que de columnas) (Newman, 2010; Díaz, Morales y Cabrera, 2019).

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } i, j \text{ están enlazados} \\ 0, & \text{si } i, j \text{ no están enlazados} \end{cases} \quad (3)$$

$$i, j = 1, \dots, n$$

² Si bien, la base de datos utilizada presenta las ventajas señaladas, también tiene algunas áreas de oportunidad que es necesario circunscribir; primero, los datos de *LinkedIn* son los mejores para representar mano de obra calificada en los sectores transables e intensivos en conocimiento.

Segundo, aunque *LinkedIn* puede tener una mejor cobertura en los países desarrollados que en los países en desarrollo, existen ciertos sectores comercializables e intensivos en conocimientos, como la información y la comunicación que tiene una buena cobertura de *LinkedIn* a nivel mundial y, por lo tanto, el que se considera en el presente estudio.

Tercero, en general, aunque los datos de *LinkedIn* no son representativos de toda la economía y son autoinformados, pueden capturar de manera única los segmentos de la economía que se encuentran entre los más innovadores, dinámicos y de mayor valor agregado.

³ Migración de habilidades: habilidades ganadas y perdidas. Según las habilidades asociadas con el perfil de un miembro en el momento de la migración.

⁴ La métrica de habilidades requeridas por la industria captura qué habilidades tienen más probabilidades de agregarse al perfil de un miembro en una industria en comparación con otras industrias. Se calcula utilizando una versión adaptada de una técnica de minería de texto llamada frecuencia de términos.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$W_{ij} = W_{ji} \quad (5)$$

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Empleo y migración de talento

Para tener un panorama general de la migración de talento a nivel mundial, se analizan los procesos de expulsión y atracción de capital humano a nivel de región a través del mapa de calor del cuadro 1. Como se puede observar, Europa y Asia Central, son los grandes importadores de talento en cada uno de los grupos de habilidades, seguidos de Asia Oriental y América del Norte (México se encuentra ubicado en la región de América Latina). La región de América Latina aparece como la gran expulsora de talento en todos y cada uno de los grupos de habilidades, seguida de Medio Oriente y África del Norte.

Sin duda alguna, ello tiene importantes implicaciones en términos de la formación de capital humano, ya que lo que implica es que el gasto en la formación de capital humano corre a cuenta de los países no desarrollados, pero que al no contar con mercados de trabajo lo suficientemente dinámicos, expulsan talento hacia los países desarrollados, que aprovechan a ese conjunto de trabajadores con la etapa formativa ya recorrida, sin haber tenido que gastar recursos en su formación.

Cuadro 1
Mapa de calor de la migración de talento por región.

MIGRACIÓN DE TALENTO POR REGIÓN*, 2015-2019**					
REGIÓN	HABILIDADES DE NEGOCIO	HABILIDADES TECNOLÓGICAS DISRUPTIVAS	HABILIDADES BLANDAS	HABILIDADES ESPECIALIZADAS DE LA INDUSTRIA	HABILIDADES TECNOLÓGICAS
Asia oriental y Pacífico	6973	4993	3725	15087	10942
Europa y Asia Central	41960	16920	17576	171378	31820
América Latina y el Caribe	-91801	-26945	-35096	-213651	-63411
Medio Oriente y África del Norte	-53076	-13030	-15145	-109615	-36850
Norte América	5893	2957	1576	16895	5083
Asia del Sur	-33697	-12899	-10360	-80994	-27909
África Sub-sahariana	-36491	-7319	-6735	-71978	-19537

* Cifras en miles de personas ** Promedio anual de migración de talento entre 2015 y 2019

Fuente: Elaboración propia con datos de *Digital Data for Development*, Banco Mundial y *LinkedIn*.

Como segundo elemento de análisis, se exploran las grandes tendencias de crecimiento del empleo a nivel mundial de 2015 a 2019.

El cuadro 1 muestra a nivel de gran sector de la *International Standard Industrial Classification* (ISIC), una comparativa del crecimiento del empleo. Lo que se observa es una ralentización de la totalidad de las actividades económicas, misma que anticipaba una potencial crisis económica incluso antes de la pandemia de 2020.

Dentro de esa ralentización, se observan comportamientos diferenciados de las actividades económicas; algunas crecen más que el resto, como las actividades financieras y de seguros, o las vinculadas

a entretenimiento y recreación, mientras que las que sufren una mayor pérdida de dinamismo como las manufacturas y las actividades científicas y técnicas. A partir de estos elementos se pueden delinear algunas tendencias generales de la actividad económica. Por un lado, una pronunciada disminución en la capacidad de las economías para generar empleos. La tasa de crecimiento del empleo en el mundo se redujo de 0.7% en 2015 a 0.2% en 2019. Existen algunas actividades en las que esa disminución es aún más pronunciada, como en el caso de las actividades científicas y técnicas. Esa reducción es un síntoma inequívoco de la desaceleración en la economía mundial que se venía gestando antes de la crisis generada por el COVID-19.

Cuadro 2
Crecimiento del empleo mundial por gran actividad ISIC, 2015-2019

Gran Actividad ISIC	Crecimiento 2015	Crecimiento 2019
Actividades financieras y de seguros	1.4%	0.7%
Arte, entretenimiento y recreación	0.8%	0.4%
Minas y canteras	0.0%	0.3%
Información y comunicación	0.7%	0.2%
Manufactura	1.2%	0.2%
Act. Profesionales científicas y técnicas	0.2%	-0.1%
Total general	0.7%	0.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial y LinkedIn, *Digital Data for Development*

No obstante, si lo que se quiere observar es la modificación en los patrones de crecimiento generada por variaciones en el dinamismo, y las modificaciones que ello genera en la migración del empleo, conviene desagregar las actividades para analizar la migración de talento al interior del sector de TIC.

El cuadro 3, muestra que, al interior de este sector, también hay una tendencia de disminución de crecimiento del empleo de todas las ramas que lo componen, aunque ello ha ocurrido de manera diferenciada, generando dos fenómenos: por un lado, un cambio en la composición del empleo entre sectores, convirtiéndose aquellos de mayor dinamismo en polos atractores del empleo expulsado por aquellos de mayor ralentización. Por el otro, una redistribución del empleo entre las ramas que componen los sectores.

Al interior del sector de tecnologías de la información y comunicación, se observa una considerable disminución del empleo en términos agregados, pasando de un crecimiento de 0.7% en 2015, a 0.2% en 2019. Sin embargo, la varianza en el crecimiento de las ramas que lo componen es muy amplia, (9 muestran crecimiento y 8 decrecimiento) por lo que es necesario realizar una desagregación.

Cuadro 3
Crecimiento del empleo mundial por rama TIC, 2015-2019

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN		
Industria	Crecimiento 2015	Crecimiento 2019
Seguridad informática y de redes	8.2%	3.9%
Redes de computadoras	6.0%	2.3%
Internet	3.6%	2.0%
Software	0.7%	1.2%
Escritura y edición	1.1%	0.9%
Juegos de computadora	1.4%	0.9%
Inalámbrico	3.3%	0.6%
Medios en línea	1.6%	0.5%
Servicios y tecnología de la información	-0.4%	0.2%
Semiconductores	2.5%	-0.1%
Películas y cine	1.8%	-0.1%
Hardware	-1.0%	-0.5%
Producción de medios	-0.3%	-0.6%
Medios de difusión	-1.0%	-0.9%
Publishing	0.0%	-1.0%
Telecomunicaciones	-1.5%	-1.2%
Periódicos	-3.6%	-1.2%
Total general	0.7%	0.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial y LinkedIn, *Digital Data for Development*.

Se observa la existencia de sectores con pérdidas recurrentes y significativas en el volumen de empleo, tales como periódicos, telecomunicaciones y medios de difusión, lo que sugiere una tendencia de largo plazo en esas actividades. En contraparte, las actividades de seguridad informática y de redes, internet y redes de computadoras, experimentan crecimiento acelerados en su capacidad de generación de empleo durante los últimos 5 años, lo que sugiere la preponderancia de las actividades vinculadas a un creciente volumen de comercio electrónico y servicios en línea, aplicaciones y desarrollo de software.

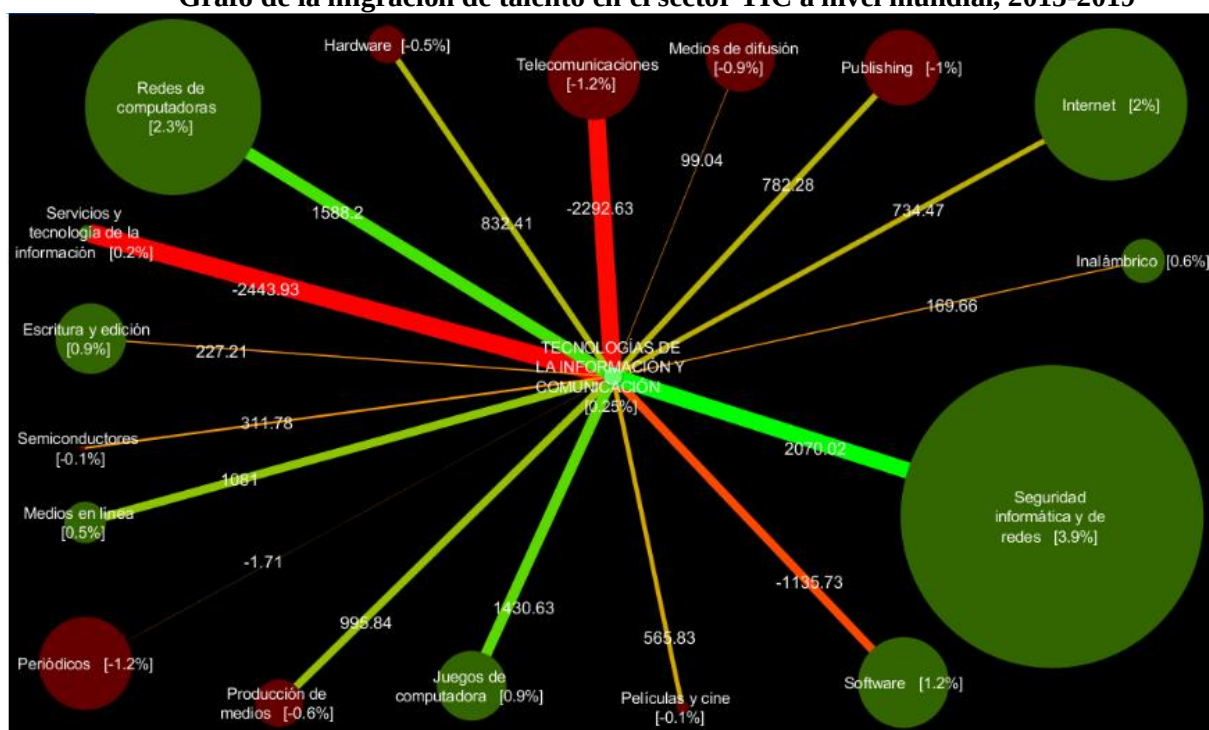
Para comprender las tendencias generadas no solo a partir del crecimiento del empleo, sino también la migración inter e intra sectorial que se produce como resultado del cambio tecnológico, es necesario incorporar la variable de migración de talento. Así, el segundo paso de la aplicación metodológica consiste en el uso de teoría de grafos a los datos, y se realiza utilizando el Software *Cytoscape*. Ello permite analizar las grandes tendencias de los flujos de talento al interior y al exterior de del sector TIC y responder a las preguntas: ¿Hacia qué ramas del sector tecnologías de la información y comunicación se está moviendo el talento? ¿Es el crecimiento del empleo el que determina los flujos de migración de talento en el sector TIC, o más bien, es la prevalencia de habilidades la que influye en esa migración?

El grafo 1 (figura 1) muestra los flujos de migración de talento en el sector TIC a nivel mundial y permite analizar las siguientes dimensiones: la primera se encuentra constituida por el tamaño de los nodos, que representan el crecimiento del empleo en cada rama dentro del sector TIC hacia la cual se mueven los flujos de talento. El tamaño del nodo o círculo mide la tasa promedio de crecimiento del empleo de esa actividad en los últimos 5 años (2015 a 2019). La segunda dimensión que permite observar el grafo es el color del nodo, que funge como un semáforo indicativo, que va desde valores positivos en tonalidades verdes, hasta tonalidades rojas, que son indicadores de tasas negativas, pasando por los tonos amarillos, que

muestran valores intermedios entre los señalados anteriormente. Por ejemplo, en el caso de la rama *Periódicos*, el tamaño y color rojo del nodo indica una tasa de crecimiento promedio del empleo de 2015 a 2019 negativa, del orden de -1.2%. En contraparte, el tamaño y color verde del nodo de *Seguridad informática y redes*, indica un crecimiento positivo durante el mismo periodo, del orden de 3.9%.

Una tercera dimensión analítica se constituye por los enlaces, que miden la migración de talento de cada una de las ramas. El grosor del enlace indica la magnitud del flujo, mientras que la tonalidad del enlace es indicador de la dirección del flujo, es decir, si es positivo en términos netos, o negativo. Por ejemplo, el grosor del enlace de la rama de *Telecomunicaciones* indica que la magnitud del flujo neto de migración de ese sector en los últimos 5 años ha sido de poco más de 2 millones de trabajadores anualmente (las cifras se encuentran en miles). El color rojo indica que ese flujo neto es negativo, es decir, las entradas de trabajadores son menores que la salida de la rama hacia otras actividades dentro y fuera del propio sector TIC. Por su parte, el enlace de la rama de *Escritura y edición* muestra que esta actividad es atractora neta de talento en una magnitud del orden de 227 mil trabajadores.

Figura 1
Grafo de la migración de talento en el sector TIC a nivel mundial, 2015-2019



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial y LinkedIn, *Digital Data for Development*.

De esta forma, el grafo sintetiza una gran cantidad de información, tanto de las tasas de crecimiento del empleo en la industria, como de los flujos de talento de las ramas que la componen.

Dos tendencias importantes se muestran en el grafo 1, por un lado, un conjunto de ramas de la industria TIC que no presentan crecimiento del empleo en los últimos 5 años, lo que representa una tendencia de estancamiento de esas actividades. Dentro de estas actividades se encuentran Producción de medios, Periódicos, Hardware, Telecomunicaciones, Medios de difusión y Publicidad. El 60% de estas actividades, están relacionadas con la difusión de noticias y publicidad en medios digitales, lo que indica que son actividades que han alcanzado la madurez en el mercado mundial.

Por su parte, las telecomunicaciones representan el canal sobre el cual corren todos los servicios de telefonía, tanto fija como móvil, mismos que después de haber alcanzado una penetración muy amplia durante la década de 2000 en todo el mundo, comienzan a perder importancia relativa en el periodo de estudio, hecho que provoca que el sector sea el menos dinámico en términos de generación de empleo.

En el extremo opuesto, se muestran las ramas más dinámicas del sector TIC, que son las que marcan las tendencias mundiales recientes; por un lado, aquellas de acelerado crecimiento del empleo son Seguridad informática y de redes, Internet y Redes de computadoras, todas ellas, relacionadas con el robustecimiento de la infraestructura de internet, necesaria para el desarrollo del comercio electrónico, servicios de entretenimiento, internet de las cosas, etc.

En medio de estos dos grupos, se encuentran ramas del sector TIC que, si bien presentan crecimientos positivos, son menos acelerados. Este grupo se encuentra constituido por el desarrollo de software, los juegos de computadora, medios en línea, escritura y edición, y *wireless*.

Un panorama más amplio de las tendencias de largo plazo se obtiene cuando en el grafo se analizan los flujos de migración de talento entre las ramas, lo que permite entender hacia dónde se está moviendo el talento en el sector TIC a nivel mundial.

De esta forma, se observan tres grandes ramas que representan los principales nodos atractores de talento a nivel mundial; por un lado, seguridad informática y de redes es una rama que anualmente atrae a más de 2 millones de trabajadores en el mundo, seguida de redes de computadoras, que recibe anualmente en términos netos a poco más de un millón y medio de trabajadores de otras industrias. En tercer lugar, se encuentran juegos de computadora, rama que en años recientes ha experimentado un crecimiento en el número de usuarios, prácticamente exponencial; ello se ve reflejado en que anualmente registra una atracción de talento de poco menos de 1 millón y medio de trabajadores.

En el extremo contrario, el grafo 1 muestra dos grandes ramas que son expulsoras netas de talento, lo que indica una migración de trabajadores de esa industria hacia las atractoras de trabajo, descritas en el párrafo anterior. La primera de ellas es servicios TIC, que combina un magro crecimiento del empleo (0.2%) con una enorme migración neta hacia otras actividades, del orden de 2,400,000 trabajadores al año.

El segundo gran polo expulsor de talento del sector TIC, es la rama de telecomunicaciones; cabe señalar que la rama concentra mano de obra altamente especializada, pero que al trabajar para un sector que ha alcanzado la madurez, migra en grandes proporciones hacia ramas relacionadas dentro de la propia industria TIC.

Migración de talento; el caso de México

El proceso de migración de talento en México tiene particularidades que es necesario describir con cierto nivel de detalle. El cuadro 4 muestra el flujo agregado de talento para el conjunto de actividades económicas de la clasificación ISIC; en él, se puede observar en qué actividades ha habido migración positiva de talento y en cuales se ha presentado un proceso de expulsión en dos momentos, 2015 y 2019. Se observa que la ralentización de la actividad económica provoca que México pase de tener un flujo neto positivo de talento en 2015 (con diferencias significativas en función del tipo de actividad) a uno negativo en términos agregados.

Las actividades científicas y técnicas, las manufacturas y los servicios financieros fungieron hasta 2015 como los grandes polos atractores de talento de otras industrias; sin embargo, para 2019 se muestra un debilitamiento del dinamismo de esas actividades, que pasan a ser expulsoras netas de talento en el caso de las dos primeras y con una magra atracción neta de talento en el caso del sector financiero.

Cuadro 4
Mapa de calor de la migración de talento en México

MIGRACIÓN DE TALENTO EN MÉXICO* POR TIPO DE ACTIVIDAD, 2015 Y 2019		
ACTIVIDAD ISIC	FLUJO NETO DE TALENTO 2015	FLUJO NETO DE TALENTO 2019
Alojamiento y alimentos	54.42	-47.11
Actividades administrativas y de servicios de apoyo	191.69	-105.71
Agricultura y pesca	-20.60	-19.80
Artes, entretenimiento y recreación	94.88	-60.57
Construcción	69.16	-95.01
Educación	43.88	-120.16
Electricidad, gas y agua	27.03	0.00
Actividades financieras y de seguros	400.94	25.69
Salud	65.86	-80.81
Información y comunicación	197.47	-481.30
Manufactura	500.27	-294.55
Minería	42.85	-23.22
Otros servicios	232.12	-199.02
Actividades profesionales, científicas y técnicas	599.78	-574.47
Administración pública	-30.67	7.88
Sector hipotecario	41.41	16.65
Transporte y almacenamiento	162.28	-59.18
Comercio al por mayor y al por menor	467.43	-212.72
Total general	3140.20	-2323.41
* Cifras en miles de personas		

Fuente: Elaboración propia con datos de *Digital Data for Development*, Banco Mundial y *LinkedIn*.

Las grandes tendencias de migración de talento a nivel mundial analizadas en el grafo 1, no necesariamente empatan con las existentes en México. La figura 2 muestra la red de migración de talento del sector TIC en México. Lo primero que se observa es que es una red menos compleja con relación a la presentada a nivel mundial, lo que implica que México no participa en la cadena completa de actividades que involucra el sector TIC.

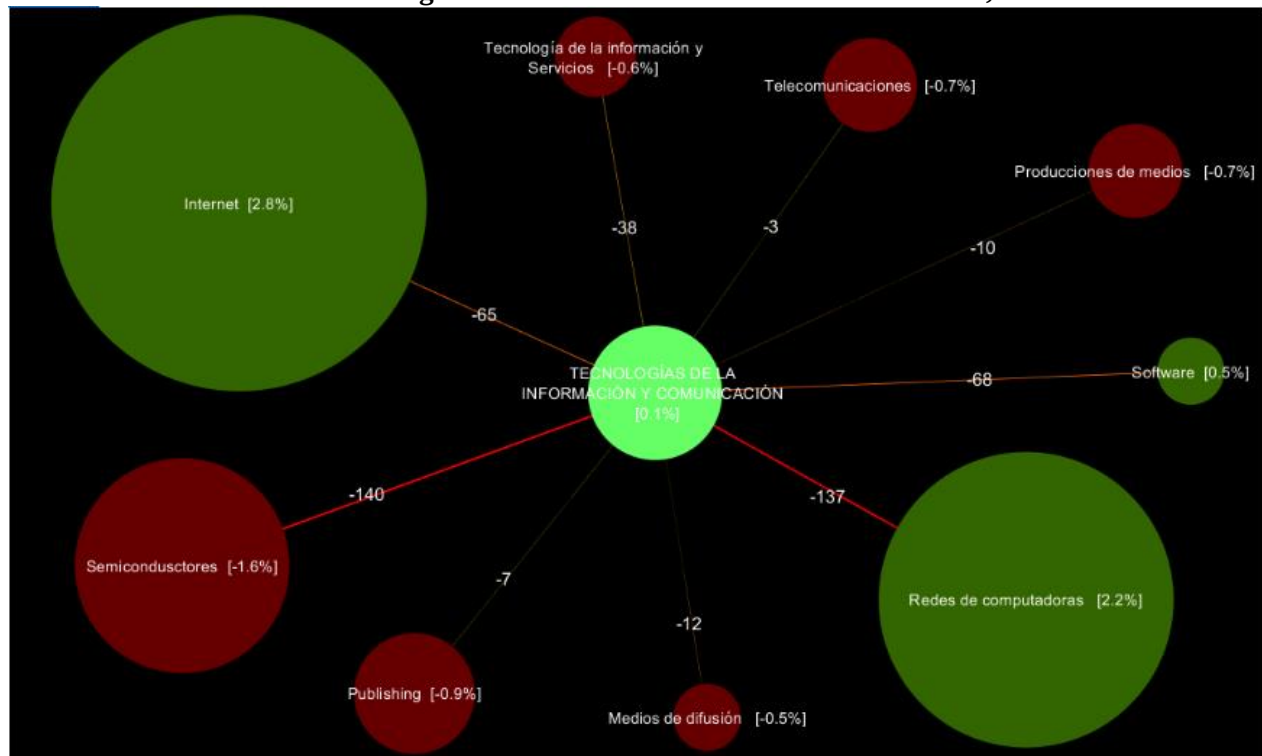
La primera tendencia que se puede apreciar es que dos terceras partes de las ramas, presentan decrecimientos del empleo y en algunos casos como la actividad de producción de semiconductores, ello ocurre de manera acelerada.

En segundo lugar, todas las ramas del sector son, en mayor o menor medida, expulsoras netas de talento, lo que implica un proceso de expulsión de trabajo del sector hacia otras ramas de la manufactura o bien, del sector servicios.

Ello representa una desarticulación en la estructura sectorial del empleo del sector TIC en México, que ha preparado ingenieros, técnicos, programadores, consultores, etc., especializados, con habilidades, talentos y experiencia vinculados al sector TIC, pero que, por razones diversas, tiene que migrar de estas actividades.

En términos de crecimiento del empleo, se observan 3 polos dinámicos en los que el empleo está creciendo; estas actividades son internet, redes de computadoras y software. En el resto de las ramas (telecomunicaciones, servicios TIC, producción de medios, semiconductores, publicidad y medios de difusión) el crecimiento del empleo es negativo, a razón de -0.9% anual en el periodo 2015-2019.

Figura 2
Grafo de la migración de talento en el sector TIC en México, 2015-2019



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial y LinkedIn, *Digital Data for Development*.

La comparación de las tendencias de migración de talento mundiales con las nacionales hace evidentes algunas de las fortalezas y debilidades de la industria TIC en México; en primer lugar, el color de los enlaces muestra la dirección de la atracción neta (color verde) o expulsión neta (color rojo) de la fuerza de trabajo, y los números ubicados en los enlaces indican la magnitud específica en miles de trabajadores de esos procesos de entrada y salida neta de trabajadores. Se observa que México tiene participación en dos de las tres principales ramas que representan polos de crecimiento de esta industria a nivel mundial, a saber, internet y redes de computadoras. No obstante, México no participa en el segmento de mayor crecimiento del empleo y mayor atracción de talento a nivel mundial, como lo es la rama de seguridad informática y de redes.

En segundo lugar, un fenómeno que parece indicar que los segmentos en los que participa México han alcanzado cierto grado de madurez, es el hecho de que la totalidad de sus ramas son expulsoras de talento, hecho que no sucede en el mundo, en donde el sector TIC sigue siendo un atractor neto de talento dentro de las actividades industriales.

Lo anterior sugiere que, si México desea fortalecer su sector TIC, debe incursionar en segmentos más dinámicos, como el de seguridad informática y de redes, ya que representa un polo de crecimiento y atracción de talento de otras ramas dentro de la industria TIC.

Habilidades requeridas por la industria a nivel mundial

Las tendencias de migración mostradas en los grafos 1 y 2, permiten analizar hacia donde se está moviendo el talento, tanto al interior como hacia afuera de la industria TIC en México y en el mundo. Estas trayectorias de movilidad imponen retos importantes en al menos dos direcciones: en primer lugar, cuando un trabajador migra de una actividad a otra, requiere del desarrollo de habilidades en muchos casos distintas a las desarrolladas en la industria de origen. El conocer las habilidades requeridas por la industria a la que migra, puede facilitar la incorporación del trabajador en esas nuevas actividades, por lo que su conocimiento tiene valor práctico desde el punto de vista del capital humano.

En segundo lugar, desde la perspectiva de la política pública, el conocimiento de las habilidades requeridas por parte de los empleadores la industria TIC, puede representar una guía valiosa para la orientación de los programas de capacitación, carreras ofertadas, planes de estudio, etc. Por lo tanto, también tiene valor práctico desde el punto de vista de la política pública.

En la presente sección, se analizan las habilidades requeridas por la industria TIC. En general, las habilidades pueden agruparse en función de sus características específicas. El Banco Mundial clasifica las habilidades en 5 grandes grupos en función de qué tan generales o específicas son, si se encuentran alineadas a la tecnología, al negocio, o a su potencial para generar disrupciones.

Si se considera esa clasificación, se observan diferencias fundamentales en las habilidades requeridas para trabajar en la industria TIC, con respecto a las necesarias para desempeñarse en el sector de industrias manufactureras. Para cuantificarlas⁵, se consideran las 10 habilidades más requeridas para cada una de las ramas y se asigna un puntaje a cada una, siendo 10 para la más requerida, y 1 para la requerida en décimo lugar para esa rama. Los puntajes son agregados para los conjuntos de grupos de habilidades. El cuadro 5 muestra esa información de forma comparativa para la industria manufacturera y la industria TIC.

Cuadro 5
Puntaje de habilidades requeridas por tipo de industria

INDUSTRIA	CATEGORÍA DE HABILIDADES					TOTAL PUNTAJE HABILIDADES REQUERIDAS
	Habilidades de negocio	Habilidades tecnológicas disruptivas	Habilidades blandas	Habilidades especializadas de la industria	Habilidades tecnológicas	
Manufacturas	1005	133	850	1468	394	3850
Industria TIC	505	322	463	1269	1841	4400

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial y *LinkedIn, Digital Data for Development*.

⁵ El cálculo del número de habilidades requeridas se realiza de la siguiente manera:

Para cada sector el peso ($W_{i,s}$) denota que tan distintiva y representativa es cada habilidad S , en la industria i , de tal suerte que:

$$w_{i,s} = m_{i,s} * \ln\left(\frac{N}{n_s}\right)$$

Donde $m_{i,s}$ denota el número de miembros en la industria i , que tienen la habilidad s , N denota el número total de industrias y n_s el número total de industrias que tienen la habilidad s .

El análisis del grafo 3 (figura 3) mide la penetración de las habilidades en la industria TIC; esta métrica analiza cuántas habilidades de cada uno de los grupos de habilidades de *LinkedIn* aparecen entre las 30 habilidades principales para cada ocupación en una industria⁶ (Juni, Fritzler y Orlowski, 2020).

El grafo 3 permite entender qué habilidades dentro de las ramas de la industria TIC, son más requeridas. El tamaño de los nodos mide la penetración de las habilidades, y el número de conexiones o enlaces la cantidad de habilidades requeridas para desempeñarse en una rama específica. Su análisis permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Se observa que las ramas que más habilidades requieren para desempeñarse en ellas son las de juegos de computadora, publicidad, semiconductores y hardware, todas ellas, con un número de enlaces igual a 13.
2. Las ramas que menor número de habilidades requieren son las de producción de medios y películas y cine (8 enlaces para cada una).
3. Por su parte, la habilidad que, por mucho, muestra tener la mayor penetración dentro de toda la industria TIC, es la de alfabetización digital⁷, con una penetración agregada de 0.536.
4. En segundo lugar, se ubican un conjunto de habilidades que oscilan entre un rango de penetración de 0.220 y 0.270, muy lejos del primer lugar. Este conjunto comprende las habilidades de redes sociales, herramientas de desarrollo, administración de empresas y diseño gráfico.
5. En tercer lugar, se ubican las habilidades con un rango de penetración entre 0.10 y 0.185. Estas habilidades son redes de computadora, publicidad digital, liderazgo, publicidad, edición, periodismo y gestión de proyectos.

De forma complementaria, en el cuadro 6 se incluyen las medidas de centralidad de grado para entender cuáles son las actividades que requieren de una mayor cantidad de habilidades por parte de los trabajadores para desempeñarse en ellas (grado de salida o *outdegree*), así como las principales habilidades demandadas por parte de las ramas (grado de entrada o *indegree*).

Un número mayor de enlaces de salida, indica las ramas dentro del sector TIC que requieren de una mayor cantidad de habilidades para desempeñarse en ellas, mientras que un número mayor de enlaces de entrada, indica las habilidades que son más requeridas o demandadas para trabajar dentro de la industria de Tecnologías de la Información y Comunicación en su conjunto.

⁶ Por ejemplo, si 3 de 30 habilidades para científicos de datos en la industria de servicios de información se incluyen en el grupo de habilidades de inteligencia artificial, la inteligencia artificial tiene una penetración del 10% para científicos de datos en servicios de información.

⁷ Esta habilidad incluye: Microsoft Office, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Microsoft Outlook, Microsoft Access, Conocimientos informáticos, Office 365, Mac, Hojas de cálculo.

Cuadro 6
Medidas de centralidad de grado de los nodos

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE GRADO DE LA INDUSTRIA TIC			
<i>Ramas TICs</i>	<i>Grado de salida (outdegree)</i>	<i>Capacidades</i>	<i>Grado de entrada (indegree)</i>
Hardware de la computadora	13	Alfabetización digital	14
Juegos de computadora	13	Liderazgo	9
Publicación	13	Redes sociales	9
Internet	12	Administración de Empresas	8
Medios en línea	12	Herramientas de desarrollo	8
Periódicos	12	Diseño gráfico	7
Semiconductores	12	Edición	7
Escritura y edición	11	Gestión de proyectos	7
Software de ordenador	11	Publicidad	7
Telecomunicaciones	11	Publicidad digital	7
Medios de difusión	10	Idiomas extranjeros	6
Redes de computadoras	10	Periodismo	6
Seguridad informática y de redes	10	Tecnologías de almacenamiento de datos	6
Servicios y tecnología de la información	10	Ciencia de los datos	5
Películas y cine	8	Comunicación	5
Producción de medios	8	Comunicaciones Corporativas	5
		Fotografía	5
		Redes de computadoras	5
		Administración del sistema	4
		Ciclo de vida del desarrollo de software	4
		Investigación	4
		Mercadeo de producto	4
		Animación	3
		Consultoría de gestión	3
		Desarrollo de aplicaciones móviles	3
		Electrónica	2
		Gestión de la información	2
		Hardware de la computadora	2
		La interacción persona-ordenador	2
		La seguridad cibernética	2
		Negociación	2

Fuente: Estimaciones propias con datos de *Digital Data for Development*, Banco Mundial y *LinkedIn*

El análisis mostrado permite establecer un mapeo de las habilidades requeridas por parte del capital humano para desempeñarse dentro del sector de tecnologías de la información y comunicación, pero también y quizá aún más importante, desde el punto de vista de la política pública, ofrece la posibilidad de establecer un mapeo de las capacidades endógenas requeridas (en términos de programas de capacitación, oferta de carreras, planes de estudio, etc.) para “crear” y desarrollar los segmentos o ramas del sector TIC en los cuales México no participa, pero que muestran un amplio dinamismo en términos de crecimiento y creación de empleo y que son atractores netos de talento a nivel mundial.

CONCLUSIONES

Actualmente las economías y los empleos son cada vez más digitales, y por ello, más demandantes de habilidades digitales. Por ello, los trabajadores han tenido que migrar de ocupaciones, dando lugar a fenómenos de migración de talento. Al mismo tiempo, esa migración ha implicado el desarrollo de nuevas habilidades por parte de los trabajadores para poder colocarse en este entorno cambiante.

Este estudio tuvo como objetivo analizar los cambios acaecidos en la industria TIC durante los últimos 5 años, explorando dos aristas de un mismo proceso; primero, los cambios en las trayectorias de los flujos de talento, tanto en México como en el mundo, y segundo, en las habilidades requeridas por parte del capital humano para desempeñarse en las distintas ramas que componen al sector TIC.

Para ello, se utilizaron datos provenientes de la base *Digital Data for Development*, de la alianza del Banco Mundial y *LinkedIn*, que concentra información relativa a los sectores de trabajo y las habilidades que poseen los millones de usuarios de *LinkedIn* en más de 100 países. Para el análisis de la información se utilizó teoría de grafos a partir de un abordaje teórico proporcionado por la teoría evolutiva de las capacidades.

Los resultados de este estudio muestran algunas tendencias que, bien comprendidas, pueden coadyuvar al mejor entendimiento de los procesos de migración de talento por parte del capital humano al interior del sector TIC, y de cuáles son las habilidades que requieren para ubicarse de mejor manera en las ramas de este sector.

En primer lugar, se observa que el sector TIC a nivel mundial continúa siendo una actividad dinámica en términos de crecimiento del empleo y de atracción de talento. Es un sector que genera nuevos empleos en un contexto de ralentización general de las economías, pero que además es importador neto de talento proveniente de otras actividades industriales. Sin embargo, en México el panorama del sector es distinto, ya que si bien en algunas de sus ramas el empleo continúa creciendo (internet, redes y software), en términos agregados es expulsor neto de talento, principalmente en las ramas de semiconductores y redes de computadoras. En México, el sector TIC en su conjunto presenta un saldo neto negativo de trabajadores que han migrado a otras industrias durante los últimos 5 años cerca de 380 mil trabajadores.

Ello se debe en parte, a que México no participa en todos los segmentos de la cadena TIC, particularmente en el más dinámico a nivel mundial que es el de seguridad informática y de redes. Una política industrial orientada a robustecer el sector TIC, tendría como paso indispensable la creación de un polo en el que se incursione en esta actividad que no solo es la más dinámica, sino que es la rama que más talento atrae en el mundo dentro de las TIC.

En términos de las habilidades, la investigación ofrece un mapeo de cuáles son las más importantes para cada una de las ramas que conforman la industria TIC. Entre ellas, la que muestra tener, por mucho, una mayor penetración, es la de alfabetización digital (básicamente la paquetería de Microsoft Office, conocimientos informáticos, Mac y hojas de cálculo), seguida muy de lejos de las habilidades de redes sociales, herramientas de desarrollo, administración de empresas y diseño gráfico. Este conjunto de habilidades es transversal en todas las ramas y es prácticamente indispensable para ubicarse en un empleo

dentro del sector TIC. Un tercer bloque de habilidades se encuentra constituido por las redes de computadora, publicidad digital, liderazgo, publicidad, edición, periodismo y gestión de proyectos.

Cualquier esfuerzo por favorecer y facilitar la transición hacia economías con características cada vez más digitales, y hacer más terso el movimiento de la fuerza de trabajo, debe considerar esa demanda de habilidades de la industria TIC.

REFERENCIAS

- AirBus (2018). *Global market Forecast: Global Networks, Global Citizens 2018-2037*. Blagnac Cedex: Airbus.
- Antonelli, C. (2008). *Localized Technological Change. Towards the economics of complexity*. London: Routledge.
- Antonelli, C. (2014). *The economics of innovation, new technologies and structural change*. London: Routledge.
- Barro, R. y Lee, J. (1993). International comparisons of educational attainment. *Journal of monetary economics*, Vol. 32(3), 363-394. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90023-9](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90023-9)
- Becker, G. (1994). *Human capital revisited*. In *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*, Third Edition (pp. 15-28). Chicago: The University of Chicago Press.
- Benavides, O. A. (2004). La innovación tecnológica desde una perspectiva evolutiva. *Cuadernos de economía*, Vol. 23(41), 49-70.
- Cañibano, C. & Potts, J., (2019). Toward an evolutionary theory of human capital. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 29 (3), pp. 1017-1035. <https://doi.org/10.1007/s00191-018-0588-y>
- Cardozo, O. D., Gómez, E. L., & Parras, M. A. (2009). Teoría de grafos y sistemas de información geográfica aplicados al transporte público de pasajeros en Resistencia (Argentina). *Revista Transporte y Territorio*, no. 1, 89-111. <https://doi.org/10.34096/rtt.i1.223>
- Díaz, H. (2017). Tecnologías de la información y comunicación y crecimiento económico. *Economía Informa*, no. 405, pp. 30-45.
- Díaz, H. R. y Morales, S. M., (2020). *El sector Biotecnológico en México; estructura, entorno y política industrial, un análisis con teoría de grafos*. En Morales, M. y Amaro, M. (coordinadores), *La Biotecnología en México*. Innovación tecnológica, estrategias competitivas y contexto institucional, CDMX: UNAM, pp. 243-274.
- Dopfer Kurt, John Foster y Jason Potts (2004). Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 14 (3), pp. 263-279. <https://doi.org/10.1007/s00191-004-0193-0>
- Dopfer, K. & Potts, J. (2008). *The General Theory of Economic Evolution*. New York: Routledge.
- Dosi, G., & Cimoli, M. (1994). De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación. *Comercio exterior*, Vol. 44(8), 669-82.
- Dosi, G, Faillo M, & Marengo, L., (2003). Organizational Capabilities, Patterns of Knowledge Accumulation and Governance Structures in Business Firms. An Introduction. LEM, *Working Paper Series*, no. 11, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa.
- Foss, N., (2006). The Emerging Knowledge Governance Approach: Challenges and Characteristics. *Working Paper*: Danish Research Unit for Industrial Dynamics; No. 06-10.
- Harper, D. A. (2018). Innovation and institutions from the bottom up: an introduction. *Journal of Institutional Economics*, Vol. 14, Special Issue 6, pp. 975-1001. <https://doi.org/10.1017/S174413741800019X>
- Hodgson, Geoffrey M. (2007). Teorías evolucionistas de la empresa basadas en las competencias. En Hodgson, Geoffrey M. *Economía institucional y evolutiva contemporánea*. México: UAM, pp. 207-249.

- Invernizzi, N., & Foladori, G. (2011). Implicaciones de las nanotecnologías en el empleo. *Sociología y tecnología: Revista digital de sociología del sistema tecnocientífico*, Vol. 2(1), pp. 54-71.
- Juni T, Fritzler A, y Orłowski, J., (2020), *Data Insights: Jobs, skills, and migration trends methodology and validation results*, World Bank Group / LinkedIn.
- Kapur, D., & McHale, J. (2005). *Give us your best and brightest: The global hunt for talent and its impact on the developing world*. Washington, DC: Center for Global Development.
- Marengo, L. y C. Pasquali (2008). El mercado, la empresa y la primacía del conocimiento. En R. Viale (Comp.). *Las nuevas economías. De la economía evolucionista a la economía cognitiva: más allá de las fallas de la teoría neoclásica*. México: FLACSO, pp. 65-78.
- Mokyr, Joel (2002). *The Gifts on Athena. Historical origins of the Knowledge Economy*. New Jersey: Princeton University Press.
- Nelson, R. R., Dosi, G., & Helfat, C. E. (2018). *Modern evolutionary economics: An overview*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nelson, R. & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, M.A.: Harvard University Press.
- Newman, M. (2018). *Networks*. Oxford: Oxford University Press.
- Niebel, T. (2018). ICT and economic growth—Comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, Vol. 104, supplement C, pp. 197-211.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.024>
- Morales S, M. A. (2009). Teoría económica evolutiva de la empresa: ¿una alternativa a la teoría neoclásica? *Problemas del desarrollo*, Vol. 40(158), 161-183.
- Morales, A., & Amaro, M. (2014). División cognitiva del trabajo, estructura organizacional e innovación: el caso de una empresa biotecnológica mexicana. *Economía: teoría y práctica*, no. 40, 137-164.
- Otto, K. (1993). The National System of Technical Innovation in Germany. In Richard Nelson (ed.). *National Innovation Systems. A comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, pp. 115-157.
- Pavitt, K. (2003), The process of Innovation. *Electronic Working Paper Series 89*, SPRU - Science Policy Research Unit, University of Sussex Business School.
- Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge journal of economics*, Vol. 34(1), pp. 185-202. <https://doi.org/10.1093/cje/bep051>
- Rosenberg, Nathan (1982). *Inside the Black Box*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Silva, E., & Teixeira, A. (2011). Does structure influence growth? A panel data econometric assessment of “relatively less developed” countries, 1979–2003. *Industrial and Corporate Change*. Volume 20, No. 2, 457–510. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr003>
- Tarutè, A., & Gatautis, R. (2014). ICT impact on SMEs performance. *Procedia-social and behavioral Sciences*, Vol. 110, 1218-1225. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.968>
- WEF. (2009 - 2016). *The Global Information Technology Report 2008-2017*. Geneva: WEF.
- Wimble, M., & Singh, H. (2015). A Multilevel Examination of Information Technology and Firm Performance: The Interaction of Industry and Firm Effects. *PACIS 2015 Proceedings*. 129. <http://aisel.aisnet.org/pacis2015/129>
- World Bank. (2011). *Little Data Book on Information and Communication Technology*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2012). *Information and Communications for Development*. Washington, DC: World Bank.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

- Yeoh, B. S., & Ah Eng, L. (2008). Guest editors introduction: ‘Talent’ migration in and out of Asia: challenges for policies and places. *Asian Population Studies*, Vol. 4(3), pp. 235-245. <https://doi.org/10.1080/17441730802496474>
- Zhu, T, Orłowski, J, Fritzler, (2018). *Data Insights: Jobs, Skills and Migration trends Methodology and Validation Results*. World Bank Group. Available at: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/827991542143093021/pdf/World-Bank-Group-LinkedIn-Data-Insights-Jobs-Skills-and-Migration-Trends-Methodology-and-Validation-Results.pdf>