

Relación entre el cambio tecnológico y empleo en el sector comercio y servicios mexicano (2005-2019)

JONATHAN ANDREY BARRANDEY CHAVIRA*
MOISÉS ALEJANDRO ALARCÓN OSUNA**

RESUMEN

Este artículo estudia la hipótesis del cambio tecnológico sesgado para el sector comercio y servicios en México en 2005 y 2019. Se busca encontrar si la tecnología en las empresas está dirigida hacia trabajadores con un mayor nivel de estudios. El objetivo es encontrar evidencia empírica para grandes establecimientos que muestre si hay una relación entre oferta de trabajo calificado y tareas abstractas. Se desarrolla un modelo que determina el empleo óptimo en relación con la oferta y demanda de trabajo. Se utiliza el método de correlación canónica, que relaciona el conjunto de habilidades de los trabajadores con la asignación de tareas. Los resultados confirman que en 2005 hubo una máxima correlación positiva entre tareas abstractas y trabajo de alta calificación, las tecnologías estuvieron sesgadas hacia el trabajo calificado; sin embargo, en 2019 la correlación se revirtió.

Palabras clave: cambio tecnológico endógeno, mercado laboral, trabajo calificado, tareas abstractas, sector servicios.

Clasificación JEL: F14, F15.

* Departamento de Economía, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Correo-e: jonathan.barrandey@uacj.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2314-1557>.

** Departamento de Estudios Regionales, Universidad de Guadalajara, México. Correo-e: moises.alarcon@cucea.udg.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3713-0565>.

ABSTRACT

Relationship between technological change and employment in the Mexican commerce and services sector (2005-2019)

This paper studies the hypothesis of biased technological change for the commerce and services sector in Mexico in 2005 and 2019. It seeks to determine whether if technology in companies is biased towards workers with a higher level of education. The objective is to find empirical evidence for large establishments that demonstrate a relationship between the supply of skilled labor and abstract tasks. A theoretical model is developed that determines optimal employment in relation to labor supply and demand. The canonical correlation method is used, which relates the skill set of workers to the assignment of tasks. The results confirm that in 2005 there was a maximum positive correlation between abstract tasks and high-skilled work, technologies were biased towards skilled labor; however, in 2019 the correlation reversed.

Keywords: endogenous technological change, labor market, skilled work, abstract tasks, service sector.

JEL Classification: F14, F15.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los ochenta en los países desarrollados se ha observado una correlación positiva entre la oferta relativa de trabajo calificado con el aumento de los ingresos de este grupo de trabajadores, lo cual supone la prevalencia de un cambio tecnológico sesgado hacia las cualificaciones (HCTS) (Acemoglu y Autor, 2010). La explicación de este patrón se debe a que los avances tecnológicos en muchos países están creando infraestructuras de capital, que está permitiendo que la tecnología sea complementaria con el trabajo calificado en relación con los trabajadores con menos niveles de educación. La principal razón de este sesgo tecnológico es que el uso de computadoras personales en los lugares de trabajo tiende a incrementar la productividad de los trabajadores con mayores habilidades.

En México la tendencia creciente entre oferta relativa de trabajo calificado y el premio salarial por el uso de nuevas tecnologías es evidente en ciertas ramas de la producción; sin embargo, el ajuste entre ambas variables no es del todo claro en otros subsectores. Hernández-Laos (2004) argumenta que el país ha mantenido una oferta creciente de trabajo

calificado relacionado con un incremento más lento de la demanda que permite que los salarios relativos presenten una tendencia a la baja, esto mismo como consecuencia de un lento crecimiento económico que ha caracterizado la actividad económica en el país.

El sector comercio y servicios es de interés estudiarlo debido a que es un sector clave y dinámico en el país, en cuanto a la participación del producto y la generación de empleo se refiere. Es un sector que muchas de sus ramas continuamente introducen nuevas tecnologías de la información y comunicación, lo que lo hace ser, un referente en la introducción de innovaciones tecnológicas. En términos del nivel tecnológico, por ejemplo, los servicios profesionales, financieros y corporativos, son actividades de alto contenido tecnológico, de manera que las tareas que ahí se realizan requieren de las nuevas tecnologías digitales, equipos de cómputo, software y sistemas de comunicación modernos, que son utilizados por trabajadores calificados. Mientras que otros sectores, como restaurantes y servicios de alojamiento, al ser menos intensivos en tecnología, tienden a requerir en mayor proporción, trabajo menos calificado en tareas que implican menos habilidades.

El objetivo del trabajo es encontrar evidencia para grandes establecimientos del sector comercio y servicios que muestre si existe una relación entre oferta de trabajo de alta calificación y tareas abstractas. Es decir, se busca demostrar que los bienes y servicios que el sector ofrece, depende de trabajo calificado, cuyo nivel de escolaridad de grado universitario, se asigna a tareas abstractas como: profesionales, técnicos, y trabajadores del arte; trabajadores de la educación; funcionarios y directivos. O en otro caso, confirmar si el empleo calificado pudiera estar asignado a tareas que requieren menos habilidades como tareas manuales o rutinarias.

Para explicar el objeto del trabajo se exponen teorías referentes al cambio tecnológico y el mercado laboral, como el cambio tecnológico exógeno y endógeno que den cuenta de la relación entre empleo de calificación alta y tareas abstractas, lo cual explica el cambio tecnológico sesgado. O por el contrario, identificar si el mercado laboral mexicano obedece a otros hechos, como la sobre-calificación en las ocupaciones, situación que prevalece en países con grandes desequilibrios debido al bajo crecimiento económico; los cuales suelen presentar altas tasas de desempleo de profesionistas por el excedente de oferta relativa de trabajadores calificados a la par de falta de demanda, que hace propicio, que una proporción de los mismos tengan que emplearse en puestos laborales

de baja calidad o residuales, como tareas manuales y rutinarias donde la especialización no corresponde al trabajo asignado.

Se desarrolla un modelo de oferta y demanda de trabajo; de habilidades y calificación, que permita determinar variables óptimas de empleo. Posteriormente, se pasa a contrastar el modelo con un análisis de correlación canónica, que muestre la máxima correlación entre el conjunto de tareas y habilidades. Se usa este método, por qué a diferencia de los modelos de regresión múltiple, se analiza de manera conjunta, los signos y la significancia estadística, al tomar varias variables dependientes y distintas independientes.

La hipótesis que se formula es que existe una relación uno a uno entre el conjunto de tareas y el conjunto de habilidades de la fuerza de trabajo en el sector servicios. Esto es, las tareas abstractas se relacionan con trabajo de alta calificación con grado universitario, las tareas rutinarias con trabajadores de nivel secundaria y, las tareas manuales tienen una mayor relación con trabajadores de baja calificación con escolaridad hasta primaria terminada. El esfuerzo de este trabajo es encontrar evidencia de un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades por la correlación entre tareas abstractas y trabajo de alta calificación.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera, en la primera sección se expone la revisión de literatura y estudios empíricos para el caso de México, en la sección dos se desarrolla un modelo de mercado laboral, en la parte tres se presenta el análisis multivariante de correlación canónica, en la cuarta sección los resultados y discusión y finalmente las conclusiones.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El cambio tecnológico desde la revolución industrial ha sido el reflejo del conocimiento, de nuevos aprendizajes, del progreso en la ciencia y la creación de inventos; como las máquinas, las tecnologías de la información y comunicación, la tecnologías digitales y más reciente la automatización industrial, los cuales han venido incorporándose con el paso del tiempo a las actividades económicas, lo cual ha llevado a su vez a una carrera entre educación y tecnología (Acemoglu y Restrepo, 2019, 2018a; Frey y Osborne, 2017; Acemoglu, 2015).

La teoría del progreso tecnológico registra dos grandes enfoques del cambio tecnológico: el endógeno y el exógeno. En la teoría moderna

del crecimiento se dice que el progreso es exógeno, por el hecho que la tecnología es neutral, no hay exclusividad por parte de los agentes económicos, lo cual, siempre conduce al crecimiento del ingreso y del empleo bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala. No obstante, el modelo de crecimiento exógeno presenta cierta limitación, debido a que el progreso técnico no toma en cuenta en profundidad el trabajo calificado y capital humano, además del empleo de insumos intermedios que contienen tecnología, de manera que estos factores juegan un papel importante en la producción y la derrama del conocimiento en las economías.

El progreso técnico y cambio tecnológico, en diversos estudios se le ha dado un tratamiento similar, sin embargo, pueden definirse de manera distinta. Blanchard (2017) establece que el progreso tecnológico, se concibe como el estado de la tecnología, indica cuanta producción se consigue con unas cantidades dadas de capital y de trabajo en un momento determinado, lo cual tiene como finalidad influir directamente en el incremento de la productividad en la proporción de los factores. Mientras que el cambio tecnológico, son cambios que se incorporan a las tecnologías ya existentes con el objeto de mejorarlos dentro de las empresas, siendo estas mejoras; innovaciones de producto, de proceso, organizacionales y de marketing, los cuales mejoran los procesos de producción y permiten introducir nuevos productos en el mercado (Dachs, 2018).

Asimismo, el progreso técnico neutral puede ser aumentador de trabajo en el sentido de Harrod (1939), aumentador de capital en el sentido de Solow (1956) o aumentador de ambos factores en el sentido de Hicks (1932) (citado en Acemoglu, 2009: 59). Esto implica que cuando el cambio tecnológico es aumentador de algún factor, si éste se incrementa, la producción crece como si la economía tuviera más de ese factor.

A diferencia del modelo de crecimiento exógeno, el progreso tecnológico endógeno propuesto por Romer (1990), destaca que la eficiencia del trabajo se encuentra estrechamente relacionado con el conocimiento y la tecnología, y la relación entre estos, conforman lo que se describe como capital humano. Romer (1990) plantea que el conocimiento es un factor importante en la producción, que conduce a una creciente productividad marginal, es decir, los cambios tecnológicos endógenos motivados por el conocimiento tienen rendimientos crecientes en el

ingreso. En este sentido, que la introducción de sectores de investigación y desarrollo son fundamentales para una economía, porque es posible que el crecimiento del ingreso se realice con el desarrollo del progreso tecnológico bajo retornos crecientes de capital, de forma endógena, al interior de las empresas complementario al capital humano.

Otro enfoque que ha tenido mayor relevancia en la actualidad es la hipótesis del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades (HCTS), que analiza la relación entre habilidades y tareas (Acemoglu y Autor, 2012). De acuerdo con Acemoglu y Autor (2010) y Hémous y Olsen (2018), este enfoque establece que los países industrializados desde la década de los años ochenta, han experimentado un aumento de la demanda de trabajadores altamente calificados que han sido complementarios con el capital que incorpora las nuevas tecnologías, por lo cual, este grupo de trabajadores, han percibido mayores ingresos en relación con los que cuentan con menos habilidades. No obstante, este sesgo del cambio tecnológico hacia las habilidades ha impulsado una mayor desigualdad salarial entre trabajadores calificados y no calificados. Según Acemoglu y Restrepo (2018a), esta desigualdad en los salarios obedece al reciente aumento de los avances tecnológicos y la formación educativa de los trabajadores que los ha hecho complementarios.

En este contexto, Aghion y Howitt (2009) han mencionado que el cambio tecnológico ha endogeneizado la dirección, porque algunas empresas, sectores e industrias, son más innovadoras que otras, y esto obedece, a que existen fronteras tecnológicas, que hace que unas empresas logren interiorizarlas con más facilidad que otras, así que las empresas más grandes que realizan innovaciones tienden a elevar los beneficios por la tecnología.

Asimismo, la introducción de innovaciones tecnológicas en las últimas décadas ha favorecido a la automatización de la producción de aquellas empresas que ejercen un poder de mercado, de manera que esto ha sido de interés para obtener un elevado beneficio económico, su principal incentivo para seguir introduciendo nuevas tecnologías (Autor *et al.*, 2017 y 2021; Barkai, 2020; Dao *et al.*, 2017; Ibarra y Ros, 2019; Zhang *et al.*, 2017; y Gallegati *et al.*, 2014).

Autor y Salomons (2018), Brynjolfsson y McAfee (2016), Acemoglu y Restrepo (2022), Ballestar *et al.* (2020), Gregory *et al.* (2019), Graetz y Michaels (2018), Jaimovich *et al.* (2020) y Webb (2020), argumentan

que las actividades rutinarias —a diferencia de las tareas manuales y abstractas— están más expuestas a que la demanda de mano de obra se vea afectada por el desplazamiento de trabajadores, debido a la introducción de tecnologías, como la automatización industrial, la robótica, las máquinas de control numérico, la transcripción automática, suelen hacer la misma tarea con menor costo, incluso en menor tiempo, que un trabajador rutinario especializado, que siempre está repitiendo una misma operación laboral. Mientras en las tareas abstractas, la demanda de trabajo calificado es elevada, porque la creciente demanda de equipos que incorporan los avances tecnológicos, como la digitalización, continuamente requieren una mayor demanda de trabajadores con habilidades abstractas, por ejemplo, algunas tecnologías como las comunicaciones de alta velocidad, el análisis de datos, la programación y la visualización, requieren de trabajadores especializados. Sin embargo, Vivarelli (2014) sostiene que en general los cambios tecnológicos son introducidos para ahorrar fuerza de trabajo en los procesos de producción.

Dachs (2018) argumenta que con el paso del tiempo las nuevas tecnologías pueden destruir más puestos de trabajo de los que generan, esto depende de la rapidez con la que se introducen en los procesos de producción y que tan complementarias son con el trabajo humano. Porque si bien es cierto, así como la tecnología ha desplazado a los trabajadores rutinarios, también, ha sido capaz de compensar nuevos puestos laborales, de manera que la mayor complementariedad entre tecnología y trabajo calificado, ha creado nuevas tareas que antes no existieron (Acemoglu y Restrepo, 2017).

Es necesario mencionar que el sesgo del cambio tecnológico hacia el trabajo con mayor grado de calificación y experiencia, como lo han sido las tecnologías digitales, las computadoras, la innovación, hasta los robots industriales, de acuerdo con Burstein *et al.* (2019) se debe al hecho que, durante las últimas décadas, las tecnologías se han vuelto mucho menos costosas y de más fácil acceso a las empresas, particularmente las tecnologías de la información. De modo que el comercio internacional ha jugado un papel clave, en la adopción creciente de estas tecnologías en industrias alrededor del mundo. Sin embargo, de acuerdo con Grossman y Oberfield (2021) la disminución de los precios de las nuevas tecnologías también ha tenido como efecto, la reducción de la participación del trabajo en el ingreso de muchos países y, una mayor demanda de trabajo calificado complementario con las tecnologías.

En el mismo sentido, Rodrik (2018) y Srouf *et al.* (2013) sostienen la importancia que tiene la liberalización comercial en países en desarrollo, relacionado con el sesgo del cambio tecnológico hacia las habilidades, entre trabajadores calificados y no calificados. Rodrik (2018) enfatiza que la importación de nuevas tecnologías incorporadas en capital, insumos intermedios y patentes provenientes de países desarrollados, ha conducido a las empresas locales a que sean más competitivas, sin embargo, las ganancias por la competitividad, ha aumentado la brecha en la demanda de trabajadores más calificados con respecto a los no calificados. De manera que, con la apertura comercial, por la importación de tecnología surge un cambio tecnológico sesgado por el aumento de la demanda de trabajadores más calificados, pero también ha llevado a una mayor desigualdad del ingreso.

En general, el sesgo del cambio técnico hacia las calificaciones establece que en los mercados laborales ha prevalecido una correspondencia uno a uno entre las tareas y el nivel de calificación de los empleados. Esto indica que una persona con más habilidades puede realizar tareas complejas o abstractas que requieren cierta dificultad en el proceso de trabajo, por el cual recibe un ingreso relativamente elevado (Aghion y Howitt, 2009), mientras que un trabajador de baja calificación que realiza tareas manuales tiende a recibir menos ingresos (Acemoglu y Autor, 2010). Es decir, en ciertas tareas como las que requieren mayor capacidad de análisis, intuición y creatividad, el capital informático se complementa más con el trabajo calificado que con el menos calificado, mientras que la oferta de trabajadores de baja calificación ha sido asignada a tareas manuales o rutinarias (Acemoglu y Autor, 2010).

En el presente estudio se considera el enfoque de tareas y habilidades propuesto por Acemoglu y Autor (2011). Se analiza el concepto de tareas abstractas, manuales y rutinarias, por tipo de calificación: alta, media y baja, tomando como referencia el modelo canónico: que incluye grupos de habilidades que realizan ocupaciones distintas. Los autores definen una tarea como una unidad de actividad laboral que produce bienes y servicios. El término nivel de calificación o habilidad es la dotación de capacidades de un trabajador para realizar diversas tareas. Así al haber distintas unidades de actividad laboral, un conjunto de trabajadores puede tener diversas habilidades para realizar distintas tareas.

1.1. Estudios empíricos para el caso de México

Estudios empíricos como el de Acemoglu y Restrepo (2018b) muestran que el cambio tecnológico en países desarrollados, como en los Estados Unidos, se ha direccionado de manera endógena hacia el trabajo mayor calificado, de tal forma, que la tecnología ha venido dirigiéndose hacia trabajadores con un mayor nivel de estudios, impulsando cambios en la productividad y mejoras en la producción, mientras que el trabajo rutinario está perdiendo ventajas competitivas con respecto a la automatización industrial. Esto se debe en teoría a que el capital es más complementario con las habilidades que con el trabajo no calificado.

Como ya se ha mencionado, en países desarrollados el trabajo calificado se relaciona con las tareas abstractas porque se complementa con las nuevas tecnologías, esto ha impulsado un aumento en los salarios relativos, pero también una mayor divergencia salarial. Por otro lado, la oferta de trabajo no calificado ha estado asignándose a tareas manuales y rutinarias (Acemoglu y Autor, 2011).

Ahora bien, el cambio tecnológico afecta diferente al mercado laboral entre las economías avanzadas y las menos desarrolladas. En los primeros países el cambio tecnológico ha creado una mayor desigualdad de los salarios. Por ejemplo, en los Estados Unidos, de acuerdo con los estudios previos, muestran evidencia suficiente que indica la presencia del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades desde 1980. En los países en desarrollo, esta misma desigualdad del ingreso entre trabajadores calificados y no calificados se ha venido reduciendo, esto significa que ha habido, una creciente oferta relativa de trabajo calificado, que no corresponde con el aumento en la prima salarial.

En México, algunos estudios indican que existe evidencia que la relación entre oferta relativa de trabajo calificado y los salarios relativos no ha tenido una relación positiva significativa, posiblemente a causa de la oferta creciente de trabajadores calificados desde 1990 como señala Hernández-Laos (2004). En un estudio para el caso de México, donde utiliza datos de 1990-2000. El autor indica que el crecimiento de egresados universitarios, han aumentado en proporción mayor al crecimiento del producto, lo cual muestra que el mercado laboral de trabajadores universitarios mostró signos de saturación durante este periodo, lo que llevó a un excedente de oferta de profesionistas, que en consecuencia conllevó a una reducción en las remuneraciones percibidas. Destaca que los egresados han tenido que emplearse en ocupaciones de menor

especialización —menor calidad— según el autor, fueron actividades laborales que pudieron ser desarrolladas por personas con o sin educación profesional, principalmente en el sector manufacturero, aunque, en los servicios, indica que hubo un mejor ajuste, en la correspondencia entre habilidades y nivel de ocupación.

Calderón *et al.* (2017) en un estudio sobre cambio tecnológico sesgado, para el sector manufacturero en México, emplean un modelo de datos en panel, del 2005 al 2014, estiman que la demanda relativa del trabajo está sesgada hacia al trabajo no calificado, esto confirma que la tecnología empleada en el sector es complementaria hacia el trabajo no calificado.

Un hecho que cabe la pena mencionar, es que la industria manufacturera es un sector adelantado en cuanto a la introducción de nuevas tecnologías se refiere como mencionan Calderón *et al.* (2017), sin embargo, el trabajo calificado y no calificado al no ser sustitutos perfectos, indica que la tecnología puede ser complementaria con el trabajo poco calificado¹

En otro estudio de Calderón *et al.* (2017), analizan la comparación de la desigualdad salarial para el caso de México y los Estados Unidos. Utilizan información de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) y de la *w* (CPS), en base en un enfoque de juegos cooperativos en el que descomponen el índice de Gini. Los resultados muestran que durante el periodo de 2005-2012, en México se redujo la desigualdad salarial entre grupos de trabajadores calificados y no calificados, como consecuencia de una disminución de los salarios de los trabajadores más calificados, mientras que en los Estados Unidos la desigualdad de los salarios aumentó. Los autores señalan que algunos factores de la disminución de los salarios en México se deben a la inexistencia de un desarrollo tecnológico endógeno local, al incremento de la oferta de trabajadores calificados y la precariedad laboral, que no favorece a un cambio tecnológico sesgado en el país.

En otro trabajo de Alarcón y Ruiz (2020) hacen un análisis descriptivo y un modelo probit ordenado, con datos de 2005 y 2017, para encontrar

¹ La hipótesis del cambio tecnológico sesgado con un equilibrio débil, de acuerdo con Acemoglu (2009), ocurre cuando los trabajadores de alta y baja calificación son sustitutos imperfectos. Esto indica que cuando los empleados calificados y no calificados son contratados por las empresas, al adherirse nuevas tecnologías que bien deben estar sesgadas hacia las habilidades, el uso de tecnología los hace indiferentes, esto conduce a que no haya una compensación en las habilidades, lo cual reduce el premio salarial.

evidencia de un sesgo del cambio tecnológico en corporaciones multinacionales del sector manufacturero en México y encuentran, que estas son intensivas en trabajo de bajo contenido tecnológico. Esto es, prueban que no hay una correspondencia entre habilidades y tareas, de manera que las empresas demandaron en proporción mayor cantidades de trabajo de baja calificación en tareas abstractas.

Huesca *et al.* (2014) utilizan los Censos Económicos de 1999-2009 para el caso de México, donde explican la hipótesis del cambio tecnológico sesgado para la industria mexicana. En general muestran, que en efecto, durante este periodo, hubo un incremento de trabajo especializado, sin embargo, este sucedió al mismo tiempo, de una reducción del premio salarial, que lo vinculan a un desfase entre la oferta y demanda, por un exceso de trabajadores calificados. Los autores concluyen, que el sector informal es un sector residual en el país donde pueden ocuparse trabajadores calificados y no calificados.

Para el caso de la región de la Frontera Norte de México, Huesca y Ochoa (2016) estudian la desigualdad salarial y el cambio tecnológico, durante el periodo 2005-2012, donde utilizan el índice de Gini. Los resultados señalan que, en particular en el año 2012, hubo una reducción de la desigualdad en los salarios para el caso de la Frontera, en el interior de los grupos por tipo de tareas en los puestos de trabajo. Mientras que a nivel país, la disminución de la desigualdad fue por tipo de habilidades en los trabajadores. Los autores señalan, que la reducción de la desigualdad salarial se explica por las actividades informales de tipo manual, seguidas por las actividades rutinarias, aunque las actividades abstractas fueron las que menor vínculo tuvieron con la informalidad y las que poco contribuyeron a la reducción de la desigualdad en la Frontera Norte de México como también en el país.

Castro *et al.* (2013), por su parte, estudian áreas tecnológicas y no tecnológicas por tipo de calificación para México y sus regiones. Allí señalan que durante el periodo de 2000-2010 el país experimentó un aumento en la demanda de trabajo calificado; sin embargo, este incremento no correspondió con el aumento en el premio salarial hacia las habilidades. A nivel regional, encuentran que en las regiones se observa una reducción de ocupaciones tecnológicas, aunque con un aumento en la demanda de trabajadores más calificados, vinculado esto con una disminución en los salarios relativos.

En resumen, de acuerdo con estos resultados puede argumentarse que el proceso laboral en México presenta un desajuste entre oferta y demanda. El mercado laboral indica que ha habido una oferta creciente de trabajadores calificados; sin embargo, la demanda es insuficiente, lo cual, ha llevado a una disminución de los salarios relativos, por lo tanto, los trabajadores más calificados al no encontrar empleos acorde a su formación tienen que ocuparse en tareas manuales o rutinarias. Es decir, se emplean en tareas que no corresponden con el nivel de habilidades y también en ocupaciones residuales de menor calidad Huesca *et al.* (2014) y Hernández-Laos (2004).

2. MODELO DE MERCADO DE TRABAJO: TAREAS Y HABILIDADES

2.1. La oferta laboral

En este apartado se presenta un modelo de mercado de trabajo calificado, a partir de la revisión de literatura planteado en la sección anterior, tomando el enfoque de HCTS de Acemoglu y Autor (2011) con el objeto de encontrar aquellos determinantes que explican el sesgo del trabajo calificado para esta economía. Se considera que hay un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades, de forma que hay presencia de una relación entre habilidades-tareas. Es decir, en este mercado laboral hay una distribución uno a uno de habilidades por tipo de tareas. De modo que las tareas abstractas o analíticas son las que mayor contenido tecnológico tienen, por eso, en ellas son empleados los trabajadores más calificados.

Sin embargo, por los resultados encontrados para el caso de México, se toma en cuenta la presencia en el modelo de un desequilibrio en el mercado laboral, por ello, se plantea que los consumidores de alguna forma tienen preferencias por emplearse en tareas que no necesariamente corresponden con sus habilidades como las manuales o rutinarias, de las cuales perciben un salario que no es el esperado de acorde a su especialización.

Esta economía está compuesta por un consumidor representativo i , que también son trabajadores, están clasificados como trabajadores de alta N_A , media N_M y baja N_B calificación, que consumen bienes y servicios y, se emplean en tareas abstractas T_A , manuales T_M y rutinarias T_R . Tienen preferencias por sustituir consumo intertemporal, para ello, se emplea una función de utilidad de aversión relativa al riesgo constante:

$$u(c(t), T_M(t)) = \frac{(c_i(t)^\theta T_M(t)^{1-\theta})^{1-\eta}}{1-\eta} \quad (1)$$

Donde, c es consumo de bienes y servicios, T_M representa empleo en tareas manuales, n es el coeficiente de aversión relativa al riesgo, $n > 0$, c aumenta siempre que $n < 1$ y disminuye cuando $n > 1$. $\theta \in [0, 1]$ es el parámetro de distribución de preferencias del consumidor. La utilidad depende del consumo y tareas manuales². En este caso, si $\theta = 1$, la utilidad depende totalmente del consumo. El trabajo es asignado a tareas abstractas T_A , manuales T_M y rutinarias T_R . El conjunto de tareas es $T = T_A + T_M + T_R$. Por simplicidad las tareas son $T = T_M + T_A$, normalizado a la unidad T :

$$T_M(t) = 1 - T_A(t) \quad (2)$$

En este modelo el consumo c depende del ingreso W y los precios P , y se considera en teoría, que los trabajadores en tareas abstractas perciben mayor salario que los trabajadores manuales, así de este modo $W_A > W_B$, no obstante, para toda W , en la medida que aumenta el ingreso, también lo hace el consumo c . La restricción del presupuesto del consumidor es:

$$c_i(t) = \frac{W_i(t)}{P(t)} N_i(t) \quad (3)$$

Donde, W/P es el salario real y N es cantidad de trabajo i , calificado o no calificado. Para los trabajadores de alta calificación, cuando aumenta la demanda de trabajo en tareas abstractas, se eleva el salario, aumenta el consumo y por tanto la utilidad, por esto, θ tiene un mayor peso en la función de utilidad. No obstante, cuando $T_M > T_A$, el exceso de oferta de trabajo calificado hará que el trabajo calificado tenga posibilidad de ocuparse en tareas manuales —o también rutinarias— y no estar de alguna forma en el desempleo, sin embargo, en teoría, lo harán con un salario relativamente bajo, es por ello que T_M aumenta la utilidad del trabajo calificado asignando algún valor a θ .

² De acuerdo con la literatura para México, los trabajadores toman en cuenta que existe saturación del mercado, de forma que pueden ocuparse en empleos residuales, donde sus habilidades no corresponden al empleo asignado, de manera que del salario que perciben obtienen alguna utilidad.

Así pues, en el caso que $\theta = 1$ en función de utilidad (1), la utilidad de un trabajador calificado u_{N_A} depende totalmente del consumo C_{N_A} y no de las tareas manuales T_M , esto es porque, la oferta de trabajadores calificados aumenta en la medida que también se incrementa la demanda de trabajo en tareas abstractas, y por ende, suben los salarios W_{N_A} , lo que permite un mayor consumo C_{N_A} y por tanto una mayor utilidad u_{N_A} , es decir, hay una relación uno a uno entre habilidades y tareas, $N_A = T_A$. Sin embargo, en la medida que $\theta < 1$, los trabajadores calificados N_A saben que no serán ocupados en tareas abstractas, sino en ocupaciones manuales T_M de este modo, la utilidad tenderá a disminuir, porque disminuyen los salarios W_{N_A} . Ahora bien, en el caso extremo, cuando $\theta = 0$, que es una situación en la que $T_M > T_A$, el exceso de oferta de trabajo calificado hará que los trabajadores con mayor educación tengan la posibilidad de ocuparse en tareas manuales con un menor salario que en definitiva los lleva a conseguir una menor utilidad³.

Los trabajadores de baja calificación asignados a tareas manuales T_M obtienen una utilidad positiva, así al parámetro θ le asignan un valor alto en proporción al del consumo al aumentar el salario. Para el trabajo calificado, si se utiliza (2) y (3) y se sustituyen en (1) se obtiene la función de utilidad indirecta para la oferta de trabajo calificado N_A óptima:

$$u(c(t), T_M(t)) = \frac{\left(\left(\frac{W_A(t)}{P(t)} N_A(t) \right)^\theta (1 - T_A(t))^{1-\theta} \right)^{1-\eta}}{1 - \eta} \quad (4)$$

Al obtener las condiciones de primer orden para el trabajo calificado N_A , y el logaritmo en (4), se consigue que $n_A = \ln(N_A)$, $\omega = w_A(t) - p(t) = \ln\left(\frac{W_A(t)}{P(t)}\right)$, $\tau_M = \ln(1 - T_A(t))$, en el estado de equilibrio con constantes cero, la oferta de trabajo es:

$$n_A^* = \frac{\theta(1 - \eta)\omega_A + (1 - \theta)(1 - \eta)\tau_M}{1 + \theta(\eta - 1)} \quad (5)$$

La oferta de trabajo calificado n_A depende del salario real ω y de las tareas manuales τ_M . Sí $\eta < 1$ y $\theta \in [0, 1]$, el numerador y el denominador son positivos, por tanto, n_A depende positivamente del salario real y de

³ Otra situación en la que la asignación laboral no coincide con el nivel educativo es cuando un trabajador de baja calificación es ocupado en tareas abstractas o cognitivas, puede decirse que su empleo está sub-calificado.

las tareas manuales. Así, en la ecuación (5) se observa que cuando $\theta=1$ es porque aumenta la demanda de trabajo en tareas abstractas T_A y por lo tanto el salario real ω_A , aquí la utilidad para un trabajador calificado será elevada, De este modo, se obtiene:

$$n_A^* = \frac{1-\eta}{\eta} \omega_A \quad (6)$$

En esta expresión la oferta de trabajo calificado n_A depende totalmente del salario real ω_A de los trabajadores calificados cuando $N_A=T_A$.

2.2. La demanda laboral

En esta economía las empresas producen servicios semejantes. El trabajo de alta calificación N_A se asigna a tareas abstractas T_A , los de baja calificación N_B a las manuales T_M . En equilibrio, $N_A=T_A$ y $N_B=T_M$, sin embargo, en un mercado de trabajo no eficiente o en desequilibrio, la asignación de trabajo puede ser desigual, de forma que $N_A \neq T_A$, puesto que $N_A > N_B$ y $T_A < T_M$ se asignará trabajo calificado a tareas manuales con bajos salarios.

Con el objeto de buscar los determinantes del empleo de equilibrio, cada tarea es asignada de acuerdo con el nivel de habilidad del trabajo correspondiente a cada tarea, $n_A^*=T_A^*$ y $n_B^*=T_M^*$. Para probar el sesgo de cambio tecnológico es necesario que $n_A^*=T_A^*$.

Las empresas producen con una tecnología *Cobb-Douglas* de rendimientos constantes, que *a priori*, disponen de cambio tecnológico A aumentador de trabajo calificado N_A , que hace que el cambio tecnológico pueda sesgarse hacia el trabajo más calificado, de forma que la función de producción de la empresa será:

$$Y(t) = N_B(t)^\alpha (A(t)N_A(t))^{1-\alpha} \quad (6)$$

Donde, Y es la producción de bienes y servicios, N_A y N_B son trabajadores de alta y baja calificación, $A>0$, $\alpha \in [0, 1]$. En esta empresa, el salario se paga a partir de la productividad marginal del trabajo. Como $y(t)=\ln Y(t)$, $\omega = \ln\left(\frac{W_A(t)}{P(t)}\right)$, $\ln(A) = \bar{A}$, al prescindir del trabajo de baja calificación, por el sesgo del cambio tecnológico A , la producción es:

$$y(t) = (1-\alpha)\bar{A} + (1-\alpha)n_A. \quad (7)$$

Y por las condiciones de primer orden en (6), con respecto al trabajo de alta calificación, se consigue que la productividad marginal del trabajo sea:

$$w_A(t) - p(t) = \ln(1 - \alpha) + y(t) - n_A \quad (8)$$

En el estado de equilibrio del mercado, la demanda de trabajo calificado se muestra únicamente en términos de sus desviaciones y puesto que la oferta de trabajo calificado se asigna a tareas abstractas, dado que $n_A = T_A$, (8) se escribe:

$$T_A = y - \omega_A \quad (9)$$

Por tanto, la demanda de trabajo calificado en tareas abstractas depende positivamente de la producción y negativamente de los salarios reales; de esta forma, las empresas responden negativamente a la demanda de empleo cuando los salarios aumentan.

2.3. Equilibrio del mercado laboral

Para que el mercado de trabajo calificado esté en equilibrio es necesario que la demanda coincida con la oferta de trabajo. De las ecuaciones (5), (8) y (7), se obtienen los valores de equilibrio del nivel de empleo y los salarios reales. Asimismo, al igualar la oferta y la demanda de trabajo, en un mercado de servicios competitivos considerando la condición que $n^* = n_A^* = T_A^*$ el empleo de equilibrio es:

$$n^* = \frac{\theta(1 - \eta)(1 - \alpha)\bar{A} + (1 - \theta)(1 - \eta)\tau_M}{1 + \theta(\eta - 1)(1 - \alpha)} \quad (10)$$

A partir de los valores establecido cuando $\eta < 1$, $\theta, \alpha \in [0, 1]$, para cualquier valor, el numerador siempre es positivo; tanto el coeficiente de $\bar{A}$ como el de τ_M son positivos, lo mismo que el denominador. Así, pues, la oferta como la demanda de empleo calificado dependen positivamente del progreso tecnológico $\bar{A}$ y las tareas manuales τ_M . Los salarios de equilibrio son:

$$\omega^* = \frac{(1 - \alpha)[\theta(\eta - 1) + 1]\bar{A} + \alpha(1 - \theta)(\eta - 1)\tau_M}{1 + \theta(\eta - 1)(1 - \alpha)} \quad (11)$$

En esta expresión de salario real ω , para cualquier valor de $\eta < 1$, y θ , $\alpha \in [0, 1]$, el coeficiente de $\bar{A}$ sigue siendo positivo, mientras que el coeficiente de τ_M es negativo, y el denominador positivo. Por lo tanto, los salarios están relacionados de forma positiva con la tecnología y negativamente con las tareas manuales.

Así mediante el cálculo de (10) y (11) las derivadas parciales de n^* y ω^* son:

$$\frac{\partial n^*}{\partial \bar{A}} > 0 \quad \frac{\partial n^*}{\partial \tau_M} < 0 \quad \frac{\partial \omega^*}{\partial \bar{A}} > 0 \quad \frac{\partial \omega^*}{\partial \tau_M} < 0 \quad (12)$$

De los resultados se deduce que el nivel de empleo calificado en equilibrio depende positivamente del cambio tecnológico y de las tareas manuales. Por su parte, el salario real de los trabajadores calificados aumenta con el cambio tecnológico. No obstante, los salarios de este grupo de trabajadores decrecen en la medida que aumentan las ocupaciones manuales.

Puede concluirse, a partir de este modelo que, en efecto, la oferta de trabajadores más calificados aumenta en la medida que las empresas realizan cambios tecnológicos adicionales al interior de las mismas, al igual los salarios. Por eso la importancia de que se produzcan tecnologías que generen nuevas tareas de tipo analíticas o abstractas aumenta su demanda.

Sin embargo, como se puede observar, en un mercado laboral no eficiente o con desequilibrios en cuanto a la distribución de habilidades-tareas, los trabajadores calificados empleados en ocupaciones de baja calidad tenderán a percibir salarios reales muy por debajo a los esperados. Por lo tanto, la formación de nuevas tecnologías al interior de las empresas es fundamental en el sector para reducir la oferta creciente de trabajadores calificados.

3. MÉTODO

3.1. Análisis de correlación canónica

En este apartado se expone el método de análisis multivalente y los datos que se utilizan para correlacionar las variables dependientes e independientes de habilidades y tareas.

El análisis de correlación canónica de acuerdo con Hair *et al.* (2018) nos permite obtener relaciones entre conjuntos de múltiples variables que tienen una relación simple, sean estas dependientes e independientes; la

idea es maximizar las correlaciones entre las variables y dar validez a la relación. Así, la correlación canónica permite identificar de forma óptima las funciones de cada conjunto de variables, en el sentido de maximizar la relación entre las habilidades del empleo y la composición de tareas. Para tratar la asociación entre los compuestos de conjuntos de variables, se desarrollan funciones canónicas que maximizan la correlación entre las combinaciones lineales conocidas, como valores canónicos que son; los conjuntos de habilidades del empleo y asignación de tareas.

Cada función canónica se basa entre la correlación entre dos valores canónicos, es decir, un valor canónico para las variables dependientes y otro valor para las variables independientes con el fin de maximizar la correlación de ambos conjuntos.

El conjunto de variables dependientes, y , son las tareas: abstractas, manuales y rutinarias, $T = \{T_A, T_M, T_R\}$. Las variables independientes, x , son trabajadores con calificación: alta, media y baja, $N = \{N_A, N_M, N_B\}$. De acuerdo a este análisis, el problema para encontrar dos variables compuestas puede escribirse como:

$$\begin{aligned} uN &= xa = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \\ vT &= yb = b_1y_1 + b_2y_2 + b_3y_3 \end{aligned} \quad (13)$$

De manera que como N, T son el conjunto de variables independientes y dependientes, se va a tener que S_{xx} y S_{yy} son matrices de covarianzas muestrales de las variables N y T respectivamente y, S_{xy} es la matriz con las covarianzas de las variables N con las variables T , en forma de matriz es:

$$S = \begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & S_{yy} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Aquí $S_{xy} = S'_{yx}$. Así, el problema se reduce en la maximización de la correlación entre las variables compuestas, es decir, $\max_{a,b} \text{Corr}(uN, vT)$, por lo que el problema se concentra en encontrar los vectores a, b . Entonces, la correlación máxima entre ambos conjuntos de variables se da a partir del problema:

$$\max_{a,b} \text{Corr}(uN, vT) = \max_{a,b} a' S_{xy} b$$

Sujeto a:

$$a' S_{xx} a = b' S_{yy} b = 1 \quad (15)$$

De esto se sigue que los vectores de los coeficientes a, b , son los primeros vectores canónicos, la máxima correlación entre uN, vT , es la primera correlación canónica ρ_1 , donde uN, vT son las primeras variables canónicas. Finalmente, el problema se reduce a maximizar (15) mediante la obtención de autovalores y autovectores propios de una matriz cuadrada.

En general, el análisis de correlación canónica es un método que relaciona de manera máxima un conjunto de variables como las calificaciones: altas, medias y bajas con el conjunto de tareas: abstractas, manuales y rutinarias. Esto es, el análisis mostrará la relación entre oferta de trabajo calificado asignado a tareas abstractas, pero también con las tareas manuales y rutinarias, para de paso, observar, si los trabajadores de alta calificación se correlacionan con tareas manuales y rutinarias. Todo esto, también con el propósito de observar si hay presencia de trabajadores sobre o sub-cualificados en el sector comercio y servicios en términos de la significancia estadística entre las variables.

3.2. Datos y variables

Los datos utilizados son obtenidos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) que publica el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La base de datos está conformada por la tabla sociodemográfica (ENOE_SDEMT). En la tabla 1 se presenta la construcción de las variables e indicadores.

TABLA 1
VARIABLES E INDICADORES DE LA TIPOLOGÍA OCUPACIONAL POR TAREAS

Variable	Clasificación	Indicador
Grupo de trabajadores de Calificación	Alta	Mayor o Igual a 16 años de escolaridad.
	Media	De entre 10 a 15 años de escolaridad.
	Baja	Menor o igual a 9 años de escolaridad.
Tareas	Abstractas	Profesionales, técnicos, y trabajadores del arte; Trabajadores de la educación; Funcionarios y directivos.
	Manuales	Oficinistas; Trabajadores industriales artesanos y ayudantes; Comerciantes; operadores de transporte.
	Rutinarias	Trabajadores en servicios personales; Trabajadores en protección y vigilancia; Trabajadores agropecuarios.
Actividad Económica	Comercio y Servicios	Comercio; Restaurantes y servicios de alojamiento; Transportes comunicaciones y correo y almacenamiento; Servicios profesionales, financieros y corporativos; Servicios sociales; Servicios diversos.

Fuente: elaboración propia con datos de la ENOE. Nota: se considera la población económicamente activa a las personas de entre 16-65 años de edad.

Los datos se filtraron para los 32 estados y se considera por cada entidad el total de municipios que la encuesta captura. La dimensión temporal incluye el tercer trimestre del año 2005 y el tercer trimestre del año 2019.

En la muestra se consideran establecimientos grandes, estas empresas cuentan con 101 hasta 251 trabajadores. Se eligen este grupo de establecimientos de la ENOE, ya que son grandes empresas en el país, y son datos robustos, de tal manera que estás capturan en gran medida en relación con las pequeñas, los avances tecnológicos, esto con el fin de observar la relación entre tareas abstractas y habilidades de una mejor manera en estos establecimientos. La muestra consta de; empresas y negocios e instituciones; empresas constituidas en sociedad y corporativas; negocios no constituidos en sociedad y privadas. De la muestra, se excluyen negocios públicos, sector informal y trabajo doméstico, únicamente se toma en cuenta el trabajo privado remunerado.

Las variables se construyen en base a Autor y Acemoglu (2011), empleando la Clasificación Mexicana de Ocupaciones del INEGI, y se sigue la línea de estudio que realizan Huesca y Ochoa (2016). Las variables se definen de la siguiente manera:

Las tareas abstractas son actividades que requieren resolución de problemas, intuición y creatividad, y los trabajadores que mejor se adaptan a estas actividades son aquellos que tienen altos niveles de educación y capacidad analítica, debido a que estas tareas son complementarias al uso de computadoras.

Las tareas rutinarias son actividades repetitivas basadas en reglas codificadas que pueden ser especificadas por instrucciones y ejecutadas por máquinas, estas ocupaciones requieren habilidades medias.

Las tareas manuales son ocupaciones que pueden ser realizadas por trabajadores con niveles más bajos de educación formal, ya que estas actividades requieren adaptación, uso de cierto lenguaje e interacción entre personas que requieren menos habilidades.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se analiza el cambio tecnológico sesgado en el sector comercio y servicios. Se hace un comparativo de los años 2005 y 2019, para probar las correlaciones en el tiempo; de variables de demanda de trabajo: tipo de tareas y de oferta laboral: nivel de calificación, de acuerdo a los resultados inferidos de la sección anterior. Los datos

de las variables están en valores porcentuales. La tabla 2 muestra las funciones canónicas obtenidas.

TABLA 2
CORRELACIONES CANÓNICAS Y SUS FUNCIONES, 2005 Y 2019

Funciones	1	2	3
Correlaciones canónicas 2005	1	0.9219	0.3131
Correlaciones canónicas 2019	1	0.9899	0.3675

Fuente: elaboración propia con datos de la ENOE.

Los resultados arrojan tres funciones de correlación máxima, que relacionan el nivel de habilidades y asignación de tareas. En 2019, los valores 2 y 3 son mayores que los del 2005. Esto indica que en 2019 con respecto al 2005, los indicadores de las variables canónicas de habilidades y conjunto de tareas tuvieron una mayor correlación máxima, al momento de pasar de la función 1 a la 2, sin embargo, en la función 3 para ambos años, la máxima relación disminuye, por lo tanto, la función 2 muestra una relación canónica máxima.

En la tabla 3 ahora se verifica la significancia estadística de los coeficientes canónicos del conjunto de variables: tipo de tareas y nivel de habilidades. La tabla muestra que en la función 2 donde existe una máxima relación canónica entre los conjuntos de variables; las variables de calificación alta y baja, tanto en 2005 como en 2019 presentan cargas canónicas significativas para explicar la correlación con respecto al conjunto de tareas: abstractas, manuales y rutinarias. Viceversa, las tareas abstractas y rutinarias fueron significativas.

Se observa, que el conjunto de habilidades y tareas, en ambos años, tienen una mayor contribución relativa en la primera función que en el resto de ellas, pero en términos de máxima correlación entre ambos conjuntos: nivel de habilidades y tareas, la función 2 tiene altas correlaciones significativas entre las variables, la cual es mejor.

La tabla 4 muestra las cargas cruzadas de las funciones. Puesto que el objetivo es identificar la relación uno a uno entre tareas y habilidades, las correlaciones canónicas cruzadas arrojan mayor evidencia con respecto a estas relaciones. Aquí se correlaciona las variables de habilidades: altas, medias y bajas, con el valor canónico del conjunto de variables de tareas: abstractas, manuales y rutinarias, tomando únicamente en cuenta los valores estadísticos significativos de la tabla 3.

TABLA 3
COEFICIENTES CANÓNICOS EN CADA FUNCIÓN, ENTRE HABILIDADES Y TAREAS,
DURANTE EL PERIODO 2005 Y 2019 EN MÉXICO

Variables 2005	Funciones		
	1	2	3
Tareas abstractas	-0.0483***	0.2744*	0.2757
Tareas manuales	-0.1311***	-0.3732	-0.7199
Tareas rutinarias	-0.0288***	-0.1096**	0.2975*
Calificación alta	-0.0552***	0.2122*	0.2379
Calificación media	-0.0776***	-0.1201	-1.0195
Calificación baja	-0.0754***	-0.2981*	0.8539
Variables 2019	Funciones		
	1	2	3
Tareas abstractas	0.0524***	-0.2835*	0.2754
Tareas manuales	0.1290***	0.3235	-0.5705*
Tareas rutinarias	0.0336***	0.0895**	0.2114**
Calificación alta	0.0681***	-0.4104*	0.4677*
Calificación media	0.0921***	0.4137	-1.0227
Calificación baja	0.0548***	0.1141*	0.7183

Fuente: elaboración propia con datos de la ENOE. Los signos muestran cargas canónicas mayores que 0.15, 0.45 y 0.60, *, ** y *** respectivamente.

Como se observa, para el año 2005 se muestra para la función 2, que los trabajadores de alta calificación se correlacionan de forma positiva con el conjunto de tareas: abstractas, manuales y rutinarias. Del mismo modo, en la función 2 se observa que las tareas abstractas se correlacionaron positivamente con el conjunto de habilidades, en particular con las habilidades altas. Nótese que ambas variables en la tabla 3 son significativas y, en la tabla 4 presentan signos positivos como se esperaba. En la función 2, de la tabla 4, los empleados con calificación baja y media presentan una relación negativa con el conjunto de tareas.

Para el año 2019, se observa en la tabla 4, en la función 2, la calificación alta, ahora la correlación con el conjunto de variables tareas fue negativa. Del mismo modo, las tareas abstractas se correlacionan con signo negativo con el conjunto nivel de calificación. Mientras que las tareas rutinarias, que es significativa, mantuvieron una correlación positiva con el conjunto de calificaciones: altas, medias y bajas. Se observa también que los trabajadores con habilidades bajas tienen una correlación

TABLA 4
CORRELACIONES CANÓNICAS CRUZADAS DEL GRUPO DE OCUPACIONES: ABSTRACTAS,
MANUALES Y RUTINARIAS Y HABILIDADES: ALTA, MEDIA Y BAJA, DURANTE EL PERIODO
2005 Y 2019 EN MÉXICO

Variables 2005	Funciones		
	1	2	3
Tareas abstractas	-0.9538	0.2765	0.0057
Tareas manuales	-0.9915	-0.0527	-0.0366
Tareas rutinarias	-0.7281	-0.5027	0.13
Calificación alta	-0.9427	0.306	0.0102
Calificación media	-0.9853	-0.1053	-0.0397
Calificación baja	-0.9231	-0.3388	0.0355
Variables 2019	Funciones		
	1	2	3
Tareas abstractas	0.9321	-0.3586	0.0019
Tareas manuales	0.9859	0.0212	-0.0609
Tareas rutinarias	0.6516	0.5813	0.1765
Calificación alta	0.9586	-0.2803	-0.0114
Calificación media	0.994	0.0657	-0.0318
Calificación baja	0.8661	0.427	0.0928

Fuente: elaboración propia.

Esto demuestra que los trabajadores con calificación baja pudieron emplearse en cualquier tarea, inclusive en tareas abstractas, lo cual es una señal, que el mercado laboral de comercio y servicios presenta ocupaciones de trabajadores sub-calificados, es decir, hay trabajadores con menos cualificaciones que están empleados en tareas que requieren mayores habilidades, posiblemente por el nivel de experiencia laboral con el que cuentan estos empleados. Lo contrario ocurre cuando hay un mercado laboral sobre-calificado, esto es, cuando hay trabajadores que tienen más cualificaciones de lo necesario ocupados en puestos laborales por ellos solicitados.

La prueba *Lambda Wilks*, de significancia global, prueba la validez de los resultados. Se muestra para 2005, que las dos primeras funciones son significativas. Mientras que para 2019, las tres funciones fueron significativas, al nivel de 0.05 de significancia.

En suma, los resultados confirman que en el año 2005 sucedió un cambio tecnológico sesgado en el comercio y servicios significativamente, debido a que el aumento en las habilidades de un trabajador

calificado se correlacionó con las tareas abstractas de forma positiva. En 2019 esta tendencia se revirtió. De 2005 a 2019 las tareas rutinarias pasaron de tener una correlación negativa con el nivel de calificaciones a tener una correlación positiva. Es decir, debido a que durante este periodo se pasó inicialmente de un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades –de trabajadores de alta calificación ocupados en tareas que requieren mayor capacidad de análisis– a un mercado laboral calificado saturado, donde hubo trabajadores con altos niveles de educación, en este caso con nivel universitario, empleados en puestos de trabajo rutinarios, donde sus habilidades no corresponden a un empleo por ellos asignado.

TABLA 5
PRUEBA DE LAMBDA WILKS

Hipótesis 2005	Estadístico F	Prueba	Gr.Lib.1	Gr.Lib.2	p-value
1 a 3	0.0000	397003.8	9	63.43	0.0000
2 a 3	0.1400	23.19	4	54	0.0000
3 a 3	0.9000	3.04	1	28	0.0921
Hipótesis 2019	Estadístico F	Prueba	Gr.Lib.1	Gr.Lib.2	p-value
1 a 3	0.0000	137045.5	9	63.43	0.0000
2 a 3	0.0174	88.99	4	54	0.0000
3 a 3	0.8649	4.37	1	28	0.0457

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, esto confirma que al pasar del 2005 al 2019, el sector presenta un cambio tecnológico sesgado debido a que hay correspondencia entre habilidades y tareas, pero al incrementarse la fuerza de trabajo con más habilidades –posiblemente por una constante demanda de nuevas tecnologías y un lento crecimiento económico– se redujeron el conjunto de tareas, de manera que las tareas rutinarias pasaron a ser ocupaciones residuales del grupo trabajo con habilidades altas, como también lo ha indicado en los hallazgos de Hernández-Laos (2004), Huesca y Ochoa (2016) y Calderón *et al.* (2017), en el sentido que no ha habido una correspondencia evidente entre habilidades y tareas en el país, de manera que esto con el tiempo ha tendido a disminuir la brecha entre ingresos de trabajadores calificados y no calificados, a diferencia de los países industrializados donde la desigualdad ha sido amplia.

En general, los resultados confirman una relación positiva y significativa en el conjunto de tareas abstractas y habilidades para el año 2005. Sin embargo, mientras el país se vea afectado por crisis económicas como la financiera del 2008 y la pandemia del COVID-19, la baja productividad laboral, la falta de creación e incorporación de nuevas tecnologías en capital productivo por parte de empresas locales, así como el incremento del sector informal de la economía, son elementos detonantes que favorecen a que el crecimiento de la oferta de trabajadores calificados esté por encima del crecimiento económico del país, lo cual, en definitiva, tendrá implicaciones negativas en el desajuste del mercado laboral en particular en el sector de comercio y servicios en el país.

En términos prácticos, la ausencia de un programa de desarrollo de nueva tecnología, en el sentido de Romer (1990) de fomentar sectores tecnológicos intermedios que canalicen tecnología a otros sectores de la producción claves como el de construcción, industrial y de servicios de cara a la competencia internacional, tendrá efectos negativos en los ingresos de una creciente oferta de trabajadores calificados ocupados en trabajos residuales. Por ello, la creación y el fomento de inversiones en infraestructura de capital moderno es vital para reducir los desequilibrios en el mercado laboral en el país

CONCLUSIONES

El objetivo fue probar la HCTS para el sector comercio y servicios en México. En el trabajo se estudió la relación entre tareas y habilidades, para analizar la asignación de trabajo calificado en tareas abstractas. El enfoque del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades predice que la inversión en equipo de capital que incorpora nuevas tecnologías necesariamente se dirige hacia el trabajo con más nivel de educación, de manera que el trabajo más calificado se vuelve relativamente productivo.

Esta relación se ha hecho evidente en países industrializados, lo que ha llevado consigo, una mayor divergencia entre los ingresos de los grupos de trabajadores. Por otro lado, los estudios para el caso de México señalan que el cambio tecnológico está sesgado hacia el trabajo no calificado, además de una reducción de la brecha en los salarios relativos.

El modelo desarrollado en la sección 2 muestra que debido a que los trabajadores calificados toman en cuenta el excedente de mano de obra en

el mercado laboral, el aumento de las tareas manuales y rutinarias, representan ocupaciones residuales de menor calidad, para la oferta de trabajadores cualificados donde pueden desempeñarse a unos salarios mucho más bajos a los esperados, ya que las actividades manuales y rutinarias reducen los salarios.

De esta manera, en una economía con un mercado laboral, donde persiste un desequilibrio, la oferta de trabajo calificado excederá a la demanda, lo que hará que disminuya el premio salarial, inclusive perjudicará las habilidades y experiencia con la que ya cuentan estos trabajadores, a consecuencia de la sub-especialización, de acuerdo con los resultados de Calderón *et al.* (2017) y Castro *et al.* (2013).

Los resultados del análisis de correlación canónica confirman que para el año 2005, hubo una correlación positiva entre los conjuntos de calificación alta y tareas abstractas. Esto muestra que en 2005 hubo un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades, con presencia negativa de correlación entre tareas rutinarias y calificaciones altas, dichos resultados concuerdan con las afirmaciones encontradas por Acemoglu y Autor (2011).

Aunque, por otro lado, para el 2019 esta situación se revirtió, los trabajadores con calificación alta se correlacionaron de manera negativa con el conjunto de tareas. Esto implica que la saturación de trabajo calificado disminuyó las ocupaciones en general, como también lo ha evidenciado Hernández-Laos (2004), aunque el autor especifica que el sector servicios es menos susceptible a que el empleo sea de menor calidad como el sector industrial en México. No obstante, las tareas rutinarias, siendo ocupaciones residuales para muchos trabajadores calificados, se relacionaron positivamente con el nivel de habilidades, lo cual significa, que las grandes empresas tuvieron una mayor demanda de trabajo con calificaciones altas en puestos rutinarios, como ya lo ha explicado Huesca *et al.* (2014).

Un comentario final, es que al encontrar evidencia de HCTS para el 2005 y la prevalencia de un excedente de trabajadores calificados que no ha correspondió con la demanda en tareas abstractas en 2019, lo que ocurre, es que las tareas rutinarias son una opción para la ocupación de trabajo calificado. Por lo tanto, una recomendación de política económica es que el sector público colabore en sectores de la producción clave, donde la tecnología como innovaciones de proceso y producto, genere encadenamientos tecnológicos hacia adelante y hacia atrás, con el propó-

sito de generar una mayor difusión de las tecnologías al interior y entre industrias, de manera que las pequeñas y medianas empresas se beneficien y apropien del uso de tecnologías de las empresas más grandes. Ya que como continuamente se está formando nuevo capital humano en los centros de educación superior, lo cual ha sido uno de los esfuerzos para lograr un mayor crecimiento económico en el país, también es importante hacer énfasis en el desarrollo de investigación científica práctica, y mayor gasto en investigación y desarrollo en los sectores públicos y privados de manera local y con vínculos internacionales, donde el objetivo sea profundizar la derrama tecnológica entre los sectores de la producción y las regiones del país, que tenga como intención producir incrementos en la demanda de trabajadores calificados disponibles, lo cual sirva como eje de un verdadero crecimiento económico en el país.

Una limitación de este trabajo fue no haber incluido otras variables de mayor importancia como, salarios por grupo de trabajadores, variables relacionadas con las nuevas tecnologías, como gasto en investigación y desarrollo y automatización industrial, para observar las relaciones y efectos sobre las tareas. Otra limitante es no haber incluido los negocios públicos, sector informal y trabajo doméstico, lo cual excluye los efectos de sustitución laboral o de pérdida de trabajo de individuos que bien pueden decidir racionalmente cambiar su estatus a otros sectores como el de la construcción o el industrial. Del mismo modo, este trabajo se puede extender al estudio de micro o medianas empresas en el sector industrial, así como a nivel de las regiones en el país, esto para correlacionar dichas variables con las aquí propuestas, de este modo, ello se deja a futuras líneas de investigación.

REFERENCIAS

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to modern economic growth*. Princeton University Press. Estados Unidos.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2010). *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*. NBER Working Paper Series, (16082), (pp. 1-96). <https://doi.org/10.3386/w16082>
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. En *Handbook of labour economics* (pp. 1043-1171). [https://doi.org/10.1016/s0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/s0169-7218(11)02410-5)
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2012). What Does Human Capital Do? A Review of Goldin and Katz's *The Race between Education and Technology*.

- Journal Of Economic Literature*, 50(2), 426-463. <https://doi.org/10.1257/jel.50.2.426>
- Acemoglu, D. (2015). Localised and Biased Technologies: Atkinson and Stiglitz's New View, Induced Innovations, and Directed Technological Change. *The Economic Journal*, 125(583), 443-463. <https://doi.org/10.1111/eoj.12227>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*. (pp.1-62). <https://doi.org/10.3386/w23285>
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018a). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment, *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018b). Modeling Automation. *AEA Papers and proceedings*, 108, 48-53. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181020>
- Acemoglu, D. y Restrepo, Pascual (2019). Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor, *National Bureau of Economics Research*, (25684), 2-31.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Tasks, Automation, and the Rise in U.S. Wage Inequality. *Econometrica*, 90(5), 1973-2016. <https://doi.org/10.3982/ecta19815>
- Aghion, P. y Howitt, P. (2009). *The economics of growth*. London: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Alarcón, M. y Ruiz, A. (2020). Cambio tecnológico en corporaciones multinacionales del noroeste de México (2005-2014), *Nova Scientia*, (24), 1-34.
- Autor, D.; Dorn, D.; Katz, L.; Patterson, C. y Van Reenen, J. (2017). Concentrating on the fall of the labor share, *American Economic Review*, 107(5), 180-185. <http://doi.org/10.1257/aer.p20171102>
- Autor, D. y Salomons, A. (2018). Is automation labor share displacing? Productivity growth, employment, and the labor share, *Brooking Papers on Economic Activity*, 1-63.
- Ballestar, M.; García-Lázaro, A. y Sainz, J. (2020). Todos los caminos llevan a la educación: Un primer análisis de la robotización, la educación y el empleo, *Papeles de Economía Española*, (166), 33-49.
- Barkai, S. (2020). Declining labor and capital shares, *The Journal of Finance*, 75(5), 2421-2463. <https://doi.org/10.1111/jofi.12909>
- Blanchard, O. (2017). *Macroeconomía*. (7a Ed.), Pearson. México.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *The second machine age: Work progress, and prosperity in a time if brilliant technologies*. W.W. Norton & Company. Estados Unidos.
- Burstein, A.; Morales, E. y Vogel, J. (2019). Changes in between-group inequality: Computers, occupations, and international trade, *American Economic Journal*, 11 (2), 348-400. <http://doi.org/10.1257/mac.20170291>
- Calderón, C.; Ochoa, G. y Huesca, L. (2017). Mercado laboral y cambio tec-

- nológico en el sector manufacturero mexicano (2005-2014), *Economía, Sociedad y Territorio*, 17(54), 523-260.
- Calderón, C.; Huesca, L. y Ochoa, G. (2017). Análisis comparativo de la desigualdad salarial entre México y Estados Unidos, *Investigación Económica*, 76(300), 3-31. <http://doi.org/10.1016/j.inveco.2017.02.004>
- Castro, D.; Rodríguez, R. y Huesca, L. (2013). La calificación laboral en ocupaciones tecnológicas y no tecnológicas en México y sus regiones, *Estudios Sociales*, 21(42), 89-112.
- Dachs, B. (2018). The impact of new technologies on the labour market and the social economy, *Science and Technology Options Assessment*, (pp. 2-59). <http://doi.org/10.2861/68448>
- Dao, M. C., Das, M., Koczan, Z., & Lian, W. (2017). Why Is Labor Receiving a Smaller Share of Global Income? Theory and Empirical Evidence. *IMF Working Paper*, 17(169), 2-72. <https://doi.org/10.5089/9781484311042.001>
- Frey, C. y Osborne, M. (2017). The future of employment: How susceptible are Jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, (114), 254-280. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gallegati, M., Gallegati, M., Ramsey, J. B., & Semmler, W. (2014). Does Productivity Affect Unemployment? A Time-Frequency Analysis for the US. En *Dynamic modeling and econometrics in economics and finance* (pp. 23-46). https://doi.org/10.1007/978-3-319-07061-2_2
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review Of Economics And Statistics*, 100(5), 753-768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
- Gregory, T.; Salomons, A. y Zierahn, U. (2019). Racing with or Against the Machine? Evidence from Europe, *IZA Discussion Paper Series*, (12063), 2-69.
- Grossman, G. y Oberfield, E. (2021). The elusive explanation for the declining labor share, *Annual Review Economic*, (14), 1-38.
- Hair, J.; Black, W.; Babin, B. y Anderson, R. (2018), *Multivariate data analysis*. (8th Ed.), India: Cengage.
- Hernández-Laos, E. (2004). Panorama del mercado laboral de profesionistas en México, *Economía UNAM*, 1(2), 98-109.
- Hémous, D. y Olsen, M. (2018). The rise of machines: Automation, horizontal innovation and income inequality, *SSRN Electronic Journal*, 1-126. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2328774>
- Huesca, L.; Castro, D. y Camberos, M. (2014). Cambio tecnológico y empleo en el sector manufacturero de las regiones mexicanas. En Castro, D. y Rodríguez R. (coord.). *El mercado laboral frente a las transformaciones económicas en México*. (pp. 235-286). Plaza y Valdés, México,
- Huesca, L. y Ochoa, G. (2016). Desigualdad salarial y cambio tecnológico en la Frontera Norte de México, *Revista Problemas del Desarrollo*, 187(47), 166-188.
- Ibarra, C. y Ros, J. (2019). The decline of the labor income share in Mexico,

- 1990-2015, *World Development*, (122), 570-584. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.06.014>
- Jaimovich, N., Eksten, I. S., Siu, H., & Yedid-Levi, Y. (2020), “The macroeconomics of automation: Data, theory, and policy analysis”, *IZA Discussion Papers*, (12913), 2-67.
- Rodrik, Dani (2018). New technologies, global value chains, and developing economies”, *NBER Working Paper*, (25164), 1-28.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Srour, I., Taymaz, E., & Vivarelli, M. (2013), “Skill-biased technological change and skill-enhancing trade in Turkey: Evidence from longitudinal micro-data”, *IZA Discussion Papers*, (7320), 1-23.
- Vivarelli, M. (2014). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature, *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154. <https://doi.org/10.2753/JEI0021-3624480106>
- Webb, M. (2020). The impact of artificial intelligence on the labor market, *Working Paper Stanford University*, 1-60.
- Zhang, X., Wang, C., Wan, G., & Zhi, L. (2017). Technical Progress and the Share of Labor Income, *ADB Working Paper Series*, (672), 1-17. <https://hdl.handle.net/1813/8730>