

## Cambio tecnológico y mercado de trabajo en el sector comercio y servicios en México

Jonathan Andrey Barrandey Chavira\*

Moisés Alejandro Alarcón Osuna\*\*

(Recibido: mayo, 2022/aceptado: septiembre, 2022)

### Resumen

Este artículo estudia la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS) en el sector comercio y servicios en México, 2005-2019. La HCTS sugiere que las nuevas tecnologías en la actualidad están sesgadas hacia los trabajadores con mayor nivel de estudios en comparación con los que cuentan con menos habilidades. El objetivo es analizar la relación entre oferta de trabajo calificado y tareas abstractas con información de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Se desarrolla un modelo de control óptimo, donde se analiza la trayectoria del cambio tecnológico para determinar la demanda de empleo asignado en tareas analíticas, y luego es utilizado un modelo de datos de panel que confirme dicha relación. Los resultados en general muestran para la industria en México, que la experiencia laboral es determinante para explicar la asignación laboral en tareas abstractas. A nivel regional, se muestra que la región Norte confirma la HCTS, mientras en el Sur, la experiencia laboral determina las tareas abstractas.

*Palabras clave:* cambio tecnológico endógeno, trabajo calificado, tareas abstractas, sector servicios, teoría del control óptimo.

*Clasificación JEL:* O33, L80, C61, J24.

---

\* Estudiante del Doctorado en Estudios Económicos en la Universidad de Guadalajara. <jonathanbarrandey@gmail.com>.

\*\* Profesor-investigador en el Departamento de Estudios Regionales (DER-INESER), de la Universidad de Guadalajara. <moises.alarcon@cucea.udg.mx>.

## **Technological change and labor market in the trade and services sector in Mexico**

### **Abstract**

This paper studies the hypothesis of biased technological change (HCTS) in the trade and services sector in Mexico, 2005-2019. The HCTS suggests that new technologies are currently biased towards more educated workers compared to those with less skills. The objective is to analyze the relationship between qualified labor supply and abstract tasks with information from the National Survey of Occupation and Employment. An optimal control model is developed, where the trajectory of technological change is analyzed to determine the demand for employment assigned in analytical tasks, and then a panel data model is used to confirm this relationship. The results in general show for the industry in Mexico, that work experience is decisive to explain the labor assignment in abstract tasks. At the regional level, it is shown that the North region confirms the HCTS, while in the South, the work experience determines the abstract tasks.

*Keywords:* Endogenous technological change, skilled labor, abstract tasks, service sector, theory of optimal control.

*JEL classification:* O33, L80, C61, J24.

### **1. Introducción**

La hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS) plantea que en la actualidad las nuevas tecnologías, como las computadoras, máquinas, nuevos procesos de producción e innovaciones, en los diversos sectores de la producción están siendo dirigidos hacia el trabajo más calificado, en relación con aquellos que tienen menos nivel de estudios, porque se ha probado que la inversión en equipo de capital se complementa más con las habilidades, que con el empleo poco calificado de acuerdo con Acemoglu y Autor (2011), de manera que las empresas, en particular las grandes, al demandar trabajo especializado les permite alcanzar una mayor productividad y por consiguiente, las hace relativamente competitivas en el contexto económico global.

El sector terciario es importante dimensionarlo debido a que es un sector dinámico, en cuanto a la participación del producto y mercado de empleo se refiere, además porque es un sector que se encuentra a la vanguardia de la introducción de las nuevas tecnologías de la información. En términos del nivel tecnológico, por ejemplo, los servicios profesionales, financieros y corporativos, que son actividades de alto contenido tecnológico, las tareas allí realizadas requieren de nuevas tecnologías, como capital informático es complementario con trabajadores de alta calificación. Mientras que otros sectores, como restaurantes y servicios de alojamiento, al ser menos intensivos en tecnología, demandan en mayor proporción trabajo menos calificado para llevar a cabo tareas que requieren menos habilidades.

El presente trabajo estudia el cambio tecnológico sesgado en el sector comercio y servicios en México, del 2005 al 2019. El objetivo es demostrar si existe relación entre la oferta relativa de trabajo calificado y tareas abstractas, utilizando información de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) para establecimientos grandes de comercio y servicios. La importancia de analizar esta relación empírica, es para demostrar si en efecto, el mercado laboral, en los servicios en México, se ha modernizado en términos tecnológicos, en el sentido que los bienes y servicios que allí se producen, tiene que ver con el hecho, que las tareas especializadas se vinculan con mano de obra de alta calificación.

La hipótesis que se pretende probar es la existencia de una relación de la oferta relativa de trabajo calificado –medida por trabajadores de alta calificación respecto a los de bajo nivel de estudios– con tareas abstractas, siendo estas ocupaciones de, profesionales, técnicos, y trabajadores del arte; trabajadores de la educación; funcionarios y directivos.

Se exponen teorías referentes al cambio tecnológico y el mercado laboral, como el cambio tecnológico exógeno y endógeno, las cuales hacen alusión a la relación entre trabajo calificado y tareas analíticas. Se desarrolla un modelo de control óptimo para analizar la trayectoria del cambio tecnológico en los servicios, lo cual permite determinar la relación funcional en el tiempo entre tareas abstractas y trabajo calificado. Después, se estima un modelo de datos en panel para México y por región, que muestra resultados, de variables que explican la demanda laboral en las tareas. Se emplea este método, porque debido a la disponibilidad de información de la ENOE, nos permite establecer si hay relación entre las variables, mediante el empleo de datos por entidad federativa para los últimos quince años. El método propuesto contribuye a los estudios de cambio tecnológico debido a que en este

trabajo se analiza el mercado laboral por tareas y habilidades para México y a nivel regional.

En general, los resultados empíricos muestran que en México, la experiencia laboral es la que afecta en dirección positiva las tareas abstractas. Esto explica que, en promedio, un trabajador con experiencia que cuenta con conocimientos adquiridos previo al empleo asignado, aumenta las tareas, sin que necesariamente implique tener altas calificaciones. A nivel regional, de acuerdo con la hipótesis del cambio tecnológico, los estados del Norte, son los que muestran un cambio tecnológico sesgado, debido a que hay una relación positiva de la oferta relativa de trabajo calificado con las tareas. En las regiones, Norte-Centro y Sur, la experiencia laboral es una variable determinante significativa para explicar las tareas.

En la primera sección, se expone el marco teórico y los estudios que han analizado el cambio tecnológico y mercado laboral en México, en la sección dos, se desarrolla un modelo de control óptimo, que determina la trayectoria del cambio tecnológico y las habilidades del trabajo, en la tercera sección, se muestran la especificación empírica y los datos, en el apartado cuatro, se presentan los resultados y por último las conclusiones.

## **2. Marco teórico**

Al progreso técnico y cambio tecnológico en la literatura se les han dado un significado similar, sin embargo, hay cierta diferencia en ambos. Según Robinson (1976) el progreso técnico se define por los avances en el estado de la tecnología, de nuevos inventos y descubrimientos que tienen como finalidad influir directamente en el incremento de la productividad. Estos avances mejoran la especialización del trabajo, las invenciones de nuevas máquinas, lo cual, finalmente repercute en el aumento de la producción por persona. Mientras que el cambio tecnológico, de acuerdo con Samuelson y Nordhaus (1999), no únicamente se reduce en incrementos de la productividad, sino que se refiere a los cambios de los procesos de producción o a la introducción de nuevos productos o servicios.

Desde la perspectiva clásica, el progreso tecnológico se encuentra en relación con el desarrollo de la maquinaria y el perfeccionamiento de la división del trabajo que aumenta la productividad laboral. Para Smith (2009), la importancia que tiene la productividad en la industria y la expansión de la maquinaria tiende a aumentar la capacidad productiva

del trabajo, esto hace que con menos trabajo se produzcan cantidades mayores de producción.

El análisis sobre la influencia de la maquinaria en la producción y las condiciones del trabajo para David Ricardo (1959) tuvo un interés distinto. Este autor no fue muy optimista con respecto a la influencia de las máquinas y los beneficios que la maquinaria tiene sobre la sociedad. En sus estudios, menciona que la aplicación de nueva maquinaria a cualquier rama de la producción tiene el efecto de ahorrar mano de obra, lo cual es positivo para la economía, inclusive para los trabajadores, porque esta introducción permite bajar los precios, y reducir los costos de producción, lo cual, beneficia a los empresarios en mayores ganancias, no obstante, argumenta que las máquinas tienden a reducir el trabajo y los salarios.

El análisis del progreso técnico exógeno es desarrollado de manera formal por Hicks (1932), su punto de partida, es el principio de escasez. Plantea que los cambios en los precios relativos de los factores de producción son un incentivo para innovar y economizar el uso de los mismos en el proceso de producción, de manera que el elevado costo de los factores impulsa la realización de cambios tecnológicos.

Por otro lado, Solow (1956), al introducir el concepto de progreso tecnológico neutral para explicar el crecimiento del ingreso de largo plazo,<sup>1</sup> enfatiza que este progreso es el reflejo del estado actual del conocimiento, de manera que la tecnología es exógena, la supone, como algo dado en la economía, esto implica, que no es exclusiva de los agentes económicos, es decir, el cambio técnico, es representado por el progreso en la ciencia y este conlleva al crecimiento del ingreso y el empleo bajo rendimientos constantes de escala.<sup>2</sup>

El modelo de crecimiento de Solow (1956), tiene una limitación, ya que no considera, el aumento en los descubrimientos científicos, la difusión tecnológica y los logros de la educación de los trabajadores –mayor capital humano– siendo que estos, juegan un rol importante en los factores de producción y el crecimiento del ingreso. Como el modelo no ofrece una interpretación de tecnología endógena, prescinde de los retornos crecientes,

---

<sup>1</sup> El progreso tecnológico es “neutral” por el hecho de que no afecta a las combinaciones relativas de los factores, sino que las combinaciones dependen solamente de los precios de los mismos (Nicholson, 1997).

<sup>2</sup> Dada una función de producción, el progreso tecnológico, puede ser aumentador del trabajo en el sentido de Harrod, del capital en el sentido de Solow, o aumentador de ambos factores, de capital y trabajo en el sentido neutral de Hicks. Esto significa, que cuando el cambio tecnológico es aumentador de algún factor o de ambos, cuando éste se incrementa, la producción crece, como si la economía tuviera más de ese factor de producción.

entendido estos, como la especialización del trabajo y los efectos de las derramas tecnológicas en la economía (Ros, 2013). Es por esto, que la ausencia de rendimientos crecientes va llevar al progreso técnico a desarrollarse desde la perspectiva endógena.

En el enfoque endógeno, propuesto por Romer (1990), hace explícito el supuesto de rendimientos crecientes con la introducción del papel que desempeñan las empresas en la producción de tecnología y su difusión en la economía, porque existen sectores intermedios que realizan gastos en investigación y desarrollo, y su difusión genera derramas tecnológicas en el resto de las empresas y sectores. Romer (1990) sostiene que el crecimiento del ingreso se produce con el desarrollo de progreso tecnológico endógeno bajo retornos crecientes de capital y no únicamente por el capital humano, sino a partir del perfeccionamiento de nuevas tecnologías, por un sector que produce tecnología, como bienes intermedios utilizados por otras empresas, al ser parcialmente excluibles y no rivales, es lo que determina el crecimiento del ingreso. De este modo, los retornos serán crecientes en la medida que los bienes intermedios generen derramas tecnológicas o *spillovers* en los sectores de la economía.

En el marco de la teoría del cambio tecnológico endógeno, se ha incluido la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS) propuesto por Acemoglu (1998, 2002) y Autor *et al.* (1998). La HCTS, enfatiza que el cambio tecnológico en la práctica no es neutral, sino que beneficia a algunos de los agentes de la economía más que a otros, de manera que las innovaciones tecnológicas, son dirigidas hacia ciertos trabajadores, empresas y sectores como mencionan Autor *et al.* (2003), por ejemplo, las grandes empresas, son las que hacen endógenas las nuevas tecnologías en relación con las pequeñas y medianas, y en el caso del trabajo, las tecnologías de la información están dirigidas hacia el trabajo mayor calificado.

La HCTS establece que, en los mercados laborales, prevalece 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 premio salarial 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). Así, la correspondencia uno a uno, entre el nivel de habilidad-asignación de tarea, depende de la tecnología aplicada en la producción que son complementarias al tipo de trabajo. Es decir, en ciertas tareas como las que requieren

mayor capacidad de análisis, el capital informático se complementa más con el trabajo calificado que con el menos calificado.

Autor *et al.* (1998) y Acemoglu y Restrepo (2018) han encontrado evidencia, que en las economías avanzadas desde la década de 1980, los cambios tecnológicos, por ejemplo, el uso de computadoras, han estado sesgados hacia los trabajadores mayor calificados, ya que en este tipo de empleos requieren de mayores capacidades analíticas, y resolución de problemas, que ha llevado a que por este tipo de trabajo se pague un premio salarial. Mientras que la oferta de trabajo de baja calificación ha estado asignándose a tareas manuales y rutinarias (Acemoglu, y Autor, 2010, 2012).

El sesgo del cambio técnico se debe como explica Greenwood *et al.* (1997), a que desde 1970, las tecnologías de la información se han vuelto más baratas, de modo que el mayor uso de computadoras al aumentar la productividad, ha hecho posible que las empresas tengan que aumentar la demanda de trabajo calificado en relación con los menos calificados.

Lo anterior muestra, de acuerdo con Krusell *et al.* (2000), que el desarrollo de los avances tecnológicos, ha impulsado un aumento de los ingresos de los trabajadores más calificados, mientras que en los empleos de baja calificación los salarios se han visto reducidos, lo cual, ha conllevado a un incremento sustancial en la desigualdad salarial.

El progreso tecnológico neutral es un enfoque que tradicionalmente ha explicado el crecimiento del ingreso y el empleo, sin embargo, este modelo no ha puesto suficiente énfasis en la producción tecnológica, de manera que hace a un lado la difusión tecnológica, y esto hace necesario analizar los *spillovers* desde el enfoque del cambio técnico endógeno. Es por eso, que esta última, es una variable importante que nos permite entender la correlación entre la oferta relativa de trabajo calificado y la demanda laboral en tareas abstractas. Esto porque, al incluir, un tipo de empresa o sector, que produce tecnología para otras empresas o sectores, se crea un mercado, en el que el trabajo calificado es empleado en tareas donde se asigna trabajo con mayores habilidades de manera creciente. Es decir, la mayor demanda de empleo en tareas abstractas, debido al aumento en el cambio tecnológico –por la derrama de la tecnología– empuja a una creciente oferta de trabajo en el horizonte temporal.

## 2.1 Evidencia para México

En los países desarrollados hay evidencia que muestra un cambio tecnológico sesgado hacia el trabajo calificado desde la década de 1980 (Acemoglu,

2010). Sin embargo, en México, los resultados sugieren que existe una HCTS débil.<sup>3</sup> Es decir, la relación entre la oferta relativa de trabajo calificado y los salarios relativos no ha tenido una tendencia ascendente como se esperaría, posiblemente por el exceso de oferta relativa de trabajo calificado que ha venido en aumento, de tal forma que los retornos a la educación no han sido los esperados.

Hernández (2004), argumenta que durante el periodo 1990-2000 en México, los egresados universitarios han aumentado en proporción mayor al crecimiento del producto, lo cual está haciendo que el mercado laboral de profesionistas se sature, creándose un excedente de oferta de profesionistas que ha tenido como consecuencia la reducción en las remuneraciones percibidas. Los resultados enfatizan que los egresados al contar con mayores habilidades de acuerdo a su formación, han tenido que emplearse en ocupaciones de menor especialización que pueden ser desarrolladas por personas con o sin educación profesional.

En un estudio sobre desigualdad del ingreso de Lustig *et al.* (2014) encuentran que, en México de 2000 a 2012 han disminuido los retornos a la educación, de manera que esta caída es un factor que ha decrecido la desigualdad del ingreso, las causas de la disminución en los retornos se deben al incremento en la oferta de trabajadores calificados.

El exceso de oferta de trabajo calificado indica que hay un desequilibrio en el mercado laboral en México, por tanto, es una posible causa a la disminución de los salarios relativos. Asimismo, el uso de capital, al estar concentrado en ciertas ramas de la industria, y al ser menos intensivas en tecnología en otras, la tecnología existente hace que el trabajo calificado y no calificado sean no sustitutos, lo cual explica una HCTS débil (Acemoglu, 2009), esto permite que las tecnologías sean complementarias al trabajo poco calificado.

En este sentido, Calderón, Ochoa y Huesca (2017) en un estudio sobre cambio tecnológico sesgado, para el sector manufacturero en México, emplean un modelo de datos de panel, usando información, de 2005 al 2014, estiman que la demanda relativa del trabajo está sesgada hacia al trabajo no calificado, por lo que sugieren que la tecnología empleada en la industria ha sido complementaria con el trabajo de baja calificación.

---

<sup>3</sup> La HCTS con un equilibrio débil, de acuerdo con Acemoglu (2009), ocurre cuando los trabajadores de alta y baja calificación son sustitutos imperfectos. Esto explica que cuando son contratados por las empresas, y se adhieren nuevas tecnologías sesgadas hacia el trabajo calificado, el uso de tecnología los hace indiferentes, esto conduce a que no haya una compensación en las habilidades, lo cual reduce el premio al salario.

Alarcón y Ruiz (2019) hacen un análisis descriptivo y un modelo *probit* ordenado con datos de 2005 y 2017, para tratar de encontrar evidencia de la HCTS para grandes empresas como corporaciones multinacionales del sector manufacturero en México, y muestran que estas son intensivas en trabajo de bajo contenido tecnológico. Argumentan, que no existe correspondencia entre habilidades y tareas, de manera que estas empresas demandan en proporción mayor cantidades de trabajo de baja calificación asignado a tareas abstractas.

Finalmente, Huesca *et al.* (2014) al utilizar los Censos Económicos de 1999-2009 para México, encuentran, que dado que se ha observado un incremento de trabajo especializado, ha ocurrido a la par, una reducción del premio al salario que lo atribuyen a un desfase entre la oferta y la demanda, por un exceso en el trabajo calificado, por tanto, llegan a la conclusión que el sector informal es un sector donde pueden ocuparse trabajadores calificados y no calificados.

En general, los resultados de los estudios para México que utilizaron como marco de referencia la hipótesis de cambio tecnológico sesgado, observan una oferta relativa de trabajo calificado ascendente acompañada de una disminución de los salarios relativos.

### 3. Modelo de control óptimo sobre mercado de trabajo en el sector servicios

#### 3.1. Supuestos del modelo

En este apartado se presenta un modelo dinámico de control óptimo que nos ayuda a determinar la máxima demanda de empleo asignado en tareas cognitivas en un sector de servicios y un sector de producción de tecnología endógena. Al introducir un sector que produce tecnología, hace que las tecnologías que se emplean siempre sean crecientes, por consiguiente, las empresas tienen acceso a las mismas, de forma, que la relación del crecimiento de oferta de trabajo calificado con las tareas abstractas siempre es positiva.

Se supone una economía de servicios en el que el tiempo es continuo y está compuesto por un consumidor representativo  $i$ , que también trabaja, donde  $i=1,2,\dots,N$ , consumen  $C(t)$  y maximizan la utilidad a lo largo del tiempo. Los trabajadores se clasifican como de alta calificación  $N_A(t)$  y baja calificación  $N_B(t)$ , y son empleados en tareas abstractas  $T_A(t)$  y tareas manuales  $T_M(t)$  respectivamente. La cantidad de empleo total asignado en el mercado laboral por simplicidad es  $N(t)=N_A(t)+N_B(t)$ .

Esta economía se compone por dos sectores, el primero, utiliza trabajo de baja calificación  $N_B(t)$  asignado a tareas manuales  $T_M(t)$  y trabajo calificado  $N_A(t)$  distribuido en tareas abstractas  $T_A(t)$  para producir servicios  $Y(t)$  dada una tecnología  $A(t)$ . El segundo, es intensivo en tecnología y emplea trabajo de alta calificación  $N_A(t)$  asignado a tareas abstractas  $T_A(t)$  para la producción de innovaciones tecnológicas  $A'(t)$ , de forma que en este sector, se utiliza el progreso tecnológico disponible  $A(t)$  para producir innovaciones que incrementan la productividad, esta a su vez, es usada en los servicios. Para producir nueva tecnología, el sector invierte recursos en investigación y desarrollo ( $i+d$ ) con el fin de desarrollar nuevos conocimientos, expresados estos, en nuevas tecnologías. Ambos sectores se sirven del *stock* de tecnología disponible  $A(t)$  con el objeto de aumentar la productividad.

El sector que produce  $A'(t)$  lo hace con rendimientos constantes a escala en los factores, de forma que, si se duplica el trabajo, lo hace también la producción de tecnología. Los trabajadores calificados pueden trabajar en la producción de servicios o el sector de innovaciones dependiendo del nivel de calificación que requiera el bien o servicio.

Las empresas que crean nuevas tecnologías, tienen un mayor tamaño en innovaciones  $\gamma$  con respecto a las empresas que no las producen, de forma que  $\gamma > 1$ . En este caso, dado un periodo de tiempo,  $t = 0, 1, \dots, T$ , cuando el empresario tiene acceso a las innovaciones, obtiene una tecnología endógena  $A(1) = \gamma A(0)$ , mientras las empresas que no son innovadoras la tecnología es  $A(1) = A(0)$ . Por tanto,  $\gamma$  es el tamaño de la innovación, y entre más gasto realicen en mejoras tecnológicas, más grande es el tamaño de la innovación.

Se asume que las empresas asignan empleo de acuerdo con las habilidades de los trabajadores, por ejemplo, una empresa representativa  $j$ , donde  $j = 0, 1, \dots, k$ , la oferta de trabajo de alta calificación  $N_A$  se asigna a tareas abstractas  $T_{A'}$  similar ocurre con los de baja calificación  $N_B$  que son empleados en tareas manuales  $T_{M'}$ , lo cual depende del tipo de servicio que ofrece una empresa. En el equilibrio del mercado de trabajo, se considera que en cada una de las tareas, se asigna trabajo de acuerdo al nivel de calificación, de manera que,  $N_A^* = T_A^*$  y  $N_B^* = T_M^*$ . Con el propósito de probar la HCTS, se busca un equilibrio de trabajo calificado que determine<sup>4</sup>  $N_A^* = T_A^*$  de acuerdo con Acemoglu y Autor (2011).

<sup>4</sup> En otra situación, cuando existe exceso de oferta de trabajo calificado, las asignaciones de trabajo por una empresa pueden ser desiguales, en el sentido que  $N_A > T_A$ . De modo que para las empresas, al haber  $N_A > N_B$  y  $T_A < T_M$ , las empresas pueden asignar trabajo de mayor calificación a tareas manuales a un bajo salario, de manera que  $N_A \neq T_M$ , lo cual indicaría que hay un mercado laboral sobrecalificado.

Las empresas del sector servicios producen bajo rendimientos constantes a escala, la forma funcional es *Cobb-Douglas*. La producción  $Y(t)$  es creciente en  $A(t)$  aumentado por  $\theta$ . El parámetro  $\theta$ , refleja la experiencia de los trabajadores; mide la influencia que tienen los conocimientos de aprendizajes previos. Así, dada la tecnología del periodo inicial, la experiencia contribuye a la productividad del trabajo siempre que  $\theta > 0$ .

### 3.2 Equilibrio del mercado laboral calificado

Las condiciones de optimización suponen la maximización de una función objetivo, estableciendo una variable de control que es  $N_A(t)$ , la cual, es controlada directamente por la empresa  $j$ , porque es quien asigna el trabajo. La variable de estado  $A(t)$  es el *stock* de tecnología disponible, en cualquier momento del tiempo está determinada por las decisiones del tiempo pasado por la empresa. El valor sombra de la variable de estado es la variable coestado  $\lambda(t)$ . En esta economía de servicios, toda la producción que se produce se va a consumir,  $C(t) = Y(t)$ . El consumidor representativo  $i$  es  $1/N$  que multiplica la producción.

El modelo parte del problema del consumidor mediante una función de utilidad, en el que los consumidores maximizan la utilidad a lo largo del tiempo  $T$ , la función es:

$$\int_{t=0}^T e^{-\rho t} \ln C(t) dt, \rho > 0 \quad (1)$$

En (1) el consumidor suaviza el consumo a lo largo del tiempo a través del factor de descuento  $\rho$ . Cuanto mayor es  $\rho$ , menos es el valor que el consumidor le da al futuro, y decide consumir en el presente. La función de producción de servicios está dada por:

$$Y(t) = A(t)^\theta N_A(t)^{1-\alpha} N_B(t)^\alpha \quad (2)$$

$A(t) > 0$ , es la tecnología disponible,  $\theta > 0$  es la experiencia laboral. La producción  $Y(t)$  es creciente en  $A(t)^\theta$ , y multiplica los insumos laborales de alta y baja calificación.  $0 < \alpha < 1$ , indica la importancia relativa de los dos insumos laborales, cuando  $\alpha$  es pequeños, la producción es obtenida con más empleo de alta calificación.

En el sector de producción de tecnología, se asume que hay una probabilidad  $\phi$  de que una innovación ocurra en una empresa  $j$ , en el tiempo

$t$ , cuando dedican recursos en el desarrollo de nuevas tecnologías. En un periodo inicial, existe una fracción  $\phi$  de empresas innovadoras que obtienen una tecnología endógena  $\gamma A(0)$ , mientras que la fracción restante  $(1-\phi)$  que no innova tendrá una tecnología  $A(0)$ . Es decir, las empresas que dedican mayores recursos en  $(i+d)$  tendrán una mayor probabilidad  $\phi$  de realizar una innovación tecnológica, que hará que el tamaño de la innovación  $\gamma$  sea más grande. Por tanto, una función  $\phi=f(i+d)$  establece una relación positiva y creciente. Al asumir libre entrada de empresas al sector de producción de tecnologías, el promedio de la producción de innovaciones entre los tipos de empresas que innovan y las que no lo hacen, es:

$$\dot{A}(t) = \phi \gamma A(t) N_A(t) + (1 - \phi) A(t) N_B(t), \quad \gamma > 1 \quad (3)$$

Esta expresión es la condición de libre entrada y muestra que hay externalidades tecnológicas o spillovers. Así, entre más grande sea el gasto en investigación, esto conllevará a la invención de nuevas tecnologías. Ahora, si las empresas dedican más recursos a nuevos inventos tecnológicos, o tienen plena asignación de recursos en el sector de producción de tecnología, entonces puede ser que  $\phi=1$ , de modo que el tamaño de las innovaciones  $\gamma$  será grande lo cual llevará a una mayor producción de  $A(t)$  por tanto:

$$\dot{A}(t) = \gamma A(t) N_A(t), \quad \gamma > 1 \quad (4)$$

donde  $A(t)$  captura la derrama tecnológica de conocimientos,  $\gamma$  es el tamaño de las innovaciones, así entre más grande es  $A(t)$  más productivo es un trabajador para producir innovaciones.  $\dot{A}(t)$  en (4) satisface que el *spillover* sea lineal en el número de trabajadores empleados en el sector de innovaciones, por tanto, la tasa de crecimiento de innovaciones es:

$$g_A = \gamma N_A(t), \quad \gamma > 1 \quad (4.1)$$

Esta proporcionalidad es un recurso para el crecimiento endógeno, porque de acuerdo con Romer (1990), sólo los trabajadores de alta calificación producen conocimiento. No obstante, los trabajadores pueden ser empleados en cualquier sector; en la producción de servicios o en la producción de tecnología. Pero si  $\phi=1$ ,  $N_A(t)$  es asignado sólo a la producción en el sector de  $A(t)$ , sin embargo, tanto  $N_A(t)$  como  $N_B(t)$  pueden ser empleados para producir  $Y(t)$ . En equilibrio:  $N(t)=N_A(t)+N_B(t)$ , donde,  $N(t)$  es una población fija.

Para el hamiltoniano a valor presente suponemos que la variable de control  $N_A(t)$  es contralada directamente por la empresa, por qué esta decide como es asignada a las tareas abstractas  $T_A(t)$ , debido a que las tareas requieren cierta calificación, las empresas conocen los perfiles de esas tareas. Mientras que la variable de estado, cuyo valor en cualquier momento del tiempo está determinado por decisiones del pasado es representada por  $A(t)$ . El valor de la variable de estado  $\lambda(t)$ , es el valor económico en el tiempo del cambio tecnológico. Al asumir que los servicios son consumidos, y que el consumidor representativo está dado por la fracción  $1/N(t)$ , se tiene:

$$H(N_A(t), A(t)) = \ln\left(\frac{Y(t)}{N(t)}\right) + \lambda(t)\gamma A(t)N_A(t) \quad (5)$$

En esta ecuación, al haber una plena dedicación de recursos en  $(i+d)$  para producir nuevas tecnologías, cuando hay una fracción grande de empresas del sector de producción de innovaciones, de forma que  $0 < \phi \leq 1$ , sugiere que haya efectos de derrama de conocimiento entre los sectores, lo que nos permite determinar una  $N_A$  que maximice el hamiltoniano que en equilibrio es igual a  $T_A(t)$ . Por tanto, (2) se sustituye en (5) y se obtiene:

$$H = \theta \ln A(t) + (1 - \alpha) \ln N_A(t) + \ln\left(\frac{(N(t) - N_A(t))^\alpha}{N(t)}\right) + \lambda(t)\gamma A(t)N_A(t) \quad (6)$$

Esta expresión muestra que  $H$  depende solamente de  $N_A(t)$  en el sector de producción de innovaciones, de la tecnología  $A(t)$  y la población  $N(t)$ . Ahora de (6), se calculan las condiciones de primer orden con respecto a la variable de control  $N_A(t)$  y la variable de estado  $A(t)$ , para obtener la solución para la variable de control:

$$\lambda(t)A(t) = \frac{1}{\gamma} \left( \frac{\alpha}{N(t) - N_A(t)} - \frac{(1 - \alpha)}{N_A(t)} \right) \quad (7)$$

La derivada con respecto a la variable de estado  $A(t)$  es

$$\theta \frac{1}{A(t)} = -\lambda(t)\gamma N_A(t) \quad (8)$$

Ahora para encontrar una solución en esta última ecuación, por definición, se puede igualar a la tasa de descuento  $\rho$  veces la variable coestado  $\lambda(t)$  y restarle la derivada de la variable de coestado con respecto al tiempo  $\lambda'(t)$ . Y dado que la condición de transversalidad en el límite cuando  $t \rightarrow T$  se consigue cuando el valor descontado de la variable de coestado multiplica la variable de estado. Por lo anterior si  $\lambda'(t)$  se divide por  $\lambda(t)$  se consigue:

$$\theta \frac{1}{A(t)} + \lambda(t)\gamma N_A(t) = \rho\lambda(t) - \dot{\lambda}(t) \quad (9)$$

$$\lim_{t \rightarrow T} e^{-\rho t} \lambda(t) A(t) = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\dot{\lambda}(t)}{\lambda(t)} = \rho - \theta \frac{1}{A(t)\lambda(t)} - \gamma N_A(t) \quad (11)$$

Si  $N_A(t)$  es constante dada la condición de transversalidad  $\lambda(t)A(t)=0$  en (10), al derivar con respecto al tiempo, es equivalente a la tasa de crecimiento de cada una de las variables  $\lambda(t)$  y  $A(t)$  por tanto, sustituyendo en (11) se obtiene la expresión:

$$\frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = -\rho + \theta \frac{1}{A(t)\lambda(t)} + \gamma N_A(t) \quad (12)$$

Al sustituir (7) en el segundo término de lado derecho de la ecuación (12), y al utilizar la ecuación de movimiento (4) y en esta dividir  $\dot{A}(t)$  entre  $A(t)$ , al sustituirlo en (12) se obtiene la oferta de trabajo de alta calificación óptima para esta economía de servicios:

$$N_A(t) = (1 - \alpha)N(t) - \frac{\alpha(1 - \alpha)\rho}{\theta\gamma} \quad (13)$$

En el equilibrio de mercado laboral, la oferta de trabajo de alta calificación se asigna de manera eficiente a las tareas abstractas,  $N_A^* = T_A^*$ , la demanda de trabajo óptima es:

$$T_A^* = (1 - \alpha) \left[ N - \frac{\alpha\rho}{\theta\gamma} \right] \quad (14)$$

$T_A^*$  es la demanda de fuerza de trabajo requerido en tareas abstractas del sector de producción de innovaciones para producir nuevas tecnologías, que también son utilizadas en el sector servicios.  $T_A^*$  depende de la población fija de trabajadores de alta y baja calificación y de los parámetros del modelo que son; el tamaño de las innovaciones, la experiencia laboral, la tasa de descuento y la constante que indica la importancia que asigna la empresa a los insumos laborales.

Las derivadas parciales de las variables que determinan  $T_A^*$ , cuando  $T_A \rightarrow T_A^*$  indican el signo y dirección de cómo afectan a las tareas abstractas, al calcular se obtiene:

$$\frac{\partial T_A^*}{\partial N} > 0 \quad \frac{\partial T_A^*}{\partial \theta} > 0 \quad \frac{\partial T_A^*}{\partial \alpha} < 0 \quad \frac{\partial T_A^*}{\partial \gamma} > 0 \quad \frac{\partial T_A^*}{\partial \rho} < 0 \quad \frac{\partial T_A^*}{\partial (1 - \alpha)} > 0 \quad (15)$$

Los resultados muestran, que la derivada parcial de  $T_A^*$  con respecto a  $N$ , es positiva, esto indica que cuando aumenta la población de trabajadores, de alta y baja calificación de todo el sector de servicios, se incrementa la fuerza laboral asignada en tareas abstractas. Por su parte, el incremento de la experiencia de los trabajadores aumenta la demanda de empleo que es asignado a las tareas abstractas dados los *spillovers*. Los resultados también revelan, que a medida que se incrementa el tamaño de las innovaciones incrementan las tareas abstractas, su relación es positiva, por lo que el gasto en actividades que produce nueva tecnología, aumenta la demanda de trabajo calificado en dichas tareas.

### 3. Especificación empírica, datos y estadísticos descriptivos

#### 3.1 Especificación empírica

En este apartado se presentan los resultados de la estimación, a partir del análisis realizado en el modelo de oferta y demanda de trabajo por tipo de calificación y tareas, resumido en la ecuación de demanda de trabajo en tareas abstractas (14). Los resultados son obtenidos de utilizar la muestra completa y por submuestras para cada región del país: Norte, Norte-Centro, Centro y Sur, esto último, con el propósito de observar las diferencias regionales en cuanto al cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades.

El método para estimar la ocupación de trabajo en tareas abstractas, es el de mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados generalizados. Se emplea una regresión con datos en panel, siguiendo a Arellano y Bover (1990) y Johnston y Dinardo (1997). La muestra está compuesta por un panel de 32 estados en el periodo de 2005 a 2019, tomándose en cuenta grandes establecimientos del sector comercio y servicios:

$$Tabs_{it} = \beta_1 + \beta_2 Ortc_{it} + \beta_3 ExpN_{it} + \beta_4 Ingac_{it} + \beta_5 Ingbc_{it} + \alpha_i + \delta_t + u_{it} \quad (16)$$

$Tabs_{it}$  representa la participación de las tareas abstractas de la entidad federativa  $i$  con respecto al total nacional en el tiempo  $t$ .  $Ortc_{it}$  es la oferta relativa de trabajadores de alta calificación con respecto a los de baja calificación, mide la oferta de trabajo calificado.  $ExpN_{it}$  es la participación de la

fuerza de trabajo que cuenta con experiencia de trabajo, en la entidad  $i$  con respecto al total nacional, en el tiempo  $t$ .  $Ingac_{it}$  y  $Ingbc_{it}$  son los ingresos reales de los trabajadores de alta y baja calificación, en cada estado  $i$  y en el tiempo  $t$  con respecto al nacional.  $\beta_1$  es el intercepto,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$  y  $\beta_5$  son los coeficientes de las pendientes,  $\alpha_i$  es el efecto invariante en el tiempo,  $\delta_i$  es un efecto fijo no observado por entidad federativa del sector y  $u_{it}$  es el término de error.

En el modelo (16), se espera que la oferta relativa de trabajo calificado tenga un efecto positivo sobre las tareas abstractas. De acuerdo con la literatura y el modelo desarrollado en la sección anterior, esto corrobora la HCTS en el sector terciario, en el sentido, que la asignación de tareas cognitivas está correlacionada con el trabajo altamente calificado, en un sector que se supone el capital tecnológico esta sesgado hacia el trabajo con más calificación.

Por su parte, la experiencia de los trabajadores, se espera también tenga un signo positivo sobre la demanda de empleo en tareas abstractas, ya que la experiencia, al igual que el sesgo hacia las habilidades, afecta aquellas tareas que continuamente integran mayor uso de tecnología.

Por último, en un sector que invierte en innovaciones tecnológicas, se espera que los ingresos de los trabajadores de alta calificación estén relacionados de forma positiva con la asignación de tareas abstractas, ya que los empleadores, en la medida que demanden trabajo con mayores habilidades, retribuirán mayores salarios al trabajo calificado, porque de estos, esperan una mayor productividad.

### *Datos*

La información que se consulta se obtiene de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La base de datos está conformada por la tabla sociodemográfica (ENOE\_SDEMT). La información se recolecta para las 32 entidades federativas. La dimensión temporal incluye la serie del tercer trimestre del 2005 hasta el tercer trimestre del 2019.<sup>5</sup> Para la muestra, se están considerando establecimientos grandes con código "Ambito\_2", este tipo de empresas cuentan con un rango de 101 hasta 251 trabajadores. Asimismo, la muestra considera;

---

<sup>5</sup> Se considera esta dimensión temporal, porque cada tercer trimestre es un periodo que representa un máximo nivel estacional de actividad económica de una empresa antes del cierre del ciclo anual.

Empresas y negocios e instituciones “Tue1”; Empresas constituidas en sociedad y corporativas; Negocios no constituidos en sociedad y; Privadas “Tue2”. Los establecimientos grandes, al dedicar recursos en equipo de capital tecnológico se asume que es un sector innovador en México.

La información es filtrada únicamente para la población económicamente activa, con edad de entre 16 a 65 años, con código “Eda”, que son trabajadores subordinados y remunerados “Pos\_ocu”. Se analiza el sector de actividad económica terciario “Rama\_Est1”, el cual está compuesto por comercio y servicios, que constan de actividades de: Comercio; Restaurantes y servicios de alojamiento; Transportes comunicaciones y correo y almacenamiento; Servicios profesionales, financieros y corporativos y Servicios sociales.

Las variables que se construyen que son importantes en este estudio con respecto a la asignación de tareas, son las variables de “tareas” abstractas”, las cuales en la encuesta tienen código “C\_ocu11c”, construcción que es propuesta por Acemoglu y Autor y (2011), para esto, se emplea la Clasificación Mexicana de Ocupaciones del INEGI (2020, 2021). Las tareas “abstractas” están representadas por las ocupaciones de: Profesionales, técnicos, y trabajadores del arte; Trabajadores de la educación; Funcionarios y directivos. Se incluye también, la variable de trabajadores con experiencia “D\_ant\_lab”, es aquel trabajo que cuenta con experiencia previa en base a sus antecedentes laborales.

Otras variables de importancia, son los niveles de habilidad de los trabajadores, que toma como referencia el código “Anios\_esc” y, cada una de las variables se realiza en base al siguiente criterio: Calificación baja, son personas con hasta 9 años de escolaridad y Calificación alta, para personas con 16 o más años de escolaridad. La variable “calificación” indica que tan “preparada” o hábil es una persona en términos laborales, como para resolver problemas cuando se asigna a un puesto laboral.

La muestra comprende las 32 entidades federativas de México, y también se toman submuestras. Para esto último, el país se divide en cuatro grandes regiones, siguiendo la regionalización propuesta por el Banco de México (2021):<sup>6</sup> Norte, Norte-Centro, Centro y Sur, esto con el propósito de observar

---

<sup>6</sup> La regionalización del Banco de México (2011) se compone: Norte (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas), Norte-Centro (Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas), Centro (Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala) y Sur (Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán).

por región, los efectos de la oferta relativa de trabajo calificado sobre las ocupaciones en tareas abstractas.

De la fuente de INEGI se obtuvieron el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) para convertir a valores reales las variables, en base al año de referencia del 2010.

### 3.2 Estadísticos descriptivos para México

En el siguiente cuadro se muestran los estadísticos descriptivos de las variables para la muestra total en México, de 2005 a 2019. Las cifras están en número de personas, y las remuneraciones de los tipos de trabajo en ingresos reales.

Cuadro 1  
Estadísticos descriptivos de las variables en las 32 entidades federativas, 2005-2019

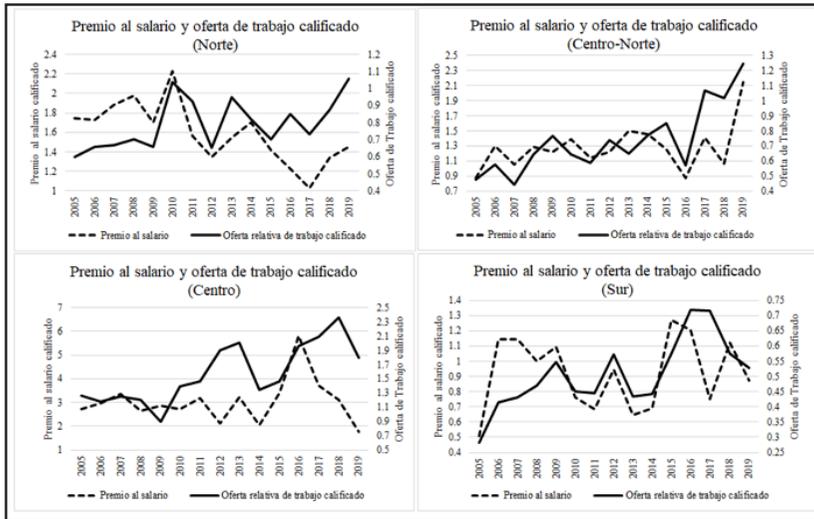
Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Tareas abstractas	465	6.905	15.426	17	95.175
Oferta relativa de trabajo calificado	465	0.97	1.3	0.05	16
Experiencia laboral	465	63.873	70.287	4.214	444.080
Ingresos de trabajo de baja calificación	465	525.294	627.826	2.973	3 478.109
Ingreso de trabajo de alta calificación	465	971.066	2 040.367	1.858	13 500.000

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 1 muestra las tareas abstractas medida en cantidad de personas ocupadas. Por su parte, la oferta relativa de trabajo calificado es la proporción entre la cantidad de trabajadores calificados sobre los no calificados. De los ingresos por calificación, se observa que los trabajadores más calificados, en promedio, percibieron ingresos más elevados.

En la gráfica 1 se emplean datos sobre sub-muestras, para observar por región el comportamiento de la relación de la oferta relativa de trabajo calificado con el premio al salario, con el propósito de mostrar las tendencias de un sesgo del cambio tecnológico.

Gráfica 1  
Premio al salario y oferta relativa de trabajo calificado por región en México, sector servicios, 2005 a 2019



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se observa que sólo las entidades del Norte-Centro, se puede apreciar una tendencia ascendente en el cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades; el premio al salario y la oferta relativa de trabajo calificado, desde el 2005-2019 muestra una relación ascendente. Mientras que estados como los del Norte, el Centro y el Sur, muestran una oferta relativa de trabajo calificado creciente acompañado de una caída en los salarios relativos.

Es posible, que en estas regiones pudiera existir una HCTS débil de acuerdo con Acemoglu (2009), en el sentido, que los trabajadores de alta y baja calificación pudieran ser no sustitutos, esto es, en el momento de que son empleados por las empresas, la diferencia es mínima, esto implica, que cuando adhieren nuevas tecnologías en la producción, hace que no haya una compensación que corresponda a las habilidades, lo cual reduce el premio al salario.

## 4. Resultados

### 4.1 Oferta relativa de trabajo calificado y tareas abstractas en México

En este apartado se muestran los resultados del modelo empírico para México, se realizan modelos; agrupados (1), efectos fijos con variable dicótoma

(EFVD) (2), efectos fijos (EF) (3) y efectos aleatorios (EA) (4). Los resultados de la regresión (16) se presentan en el cuadro 2. El modelo (1) muestra que todos los coeficientes son constantes con respecto a las entidades federativas y el tiempo, lo cual implica, que los coeficientes de los parámetros de las variables independientes son similares para todos los estados. En la columna (1) se observa que la variable de interés; la oferta de trabajo calificado fue insignificante, la experiencia laboral fue significativa en el nivel del 1% para explicar las tareas abstractas.

Cuadro 2

Estimaciones del efecto de la oferta de trabajo calificado sobre tareas abstractas en el sector de comercio y servicios en México 2005-2019  
Variable dependiente: tareas abstractas

Variables	Agrupado (1)	EFVD (2)	EF (3)	EA (4)
Oferta relativa de trabajo calificado	0.1099 (0.0774)	0.1155 (0.0786)	0.1155* (0.0684)	0.1099* (0.0637)
Experiencia laboral	0.2977*** (0.0811)	0.2975*** (0.0828)	0.2975*** (0.0942)	0.2977*** (0.0941)
Ingreso real de trabajo de baja calificación	-0.028 (0.0647)	-0.0272 (0.0657)	-0.0272 (0.0691)	-0.0280 (0.0690)
Ingreso real de trabajo de alta calificación	0.9085*** (0.0478)	0.9080*** (0.0485)	0.9080*** (0.0354)	0.9085*** (0.0355)
Intercepto	-0.6814*** (0.1937)	-0.6748* (0.3627)	-0.6870** (0.2048)	-0.6814*** (0.2112)
No. Observaciones	465	465	465	465
R-Cuadrado	0.94	0.94		
R-Cuadrado ( <i>Within</i> )			0.94	0.94
R-Cuadrado ( <i>Between</i> )			0.90	0.91
R-Cuadrado ( <i>Overall</i> )			0.94	0.94
F	338.26	133.36	583.12	

Nota: los errores estándar robustos están entre paréntesis. Los símbolos \*, \*\*, y \*\*\* se refieren a niveles de significancia del 10%, 5% y 1% respectivamente.

Los resultados arrojan que, los ingresos de trabajadores de alta calificación que son personas con estudios universitarios de 16 años en adelante,

afectaron positiva y significativamente la asignación de empleados en tareas abstractas. Mientras que el ingreso de trabajadores de baja calificación no fue significativo.

El modelo (2) incluye efectos temporales, que hace que el intercepto pueda variar ante la dinámica del sector terciario durante el periodo analizado, se toma como año base el tercer trimestre del 2005 y se introducen variables dummies temporales. En (2) los resultados indican que el nivel de experiencia de la mano de obra sigue siendo determinante para explicar las tareas abstractas. No obstante, la oferta relativa de trabajo calificado fue insignificante para explicar la asignación de tareas abstractas. Los resultados en (1) y (2) constatan que el país presenta un mercado laboral de ocupaciones de tareas complejas que depende del nivel de experiencia de la mano de obra y no de un cambio tecnológico sesgado, por lo tanto, aquél es el que contribuye a los cambios en la productividad de las empresas.

En el modelo (3) de efectos fijos, la oferta de habilidades, en promedio, si afectó las tareas abstractas, de igual forma en el modelo de efectos aleatorios, con un nivel de significancia de 10%. En (1) y (2) la  $R^2$  es 0.94, indica que las variables explican parcialmente bien al modelo.

Se hicieron pruebas de restricción para seleccionar el modelo apropiado a los datos para México. Al hacer la prueba  $F$  restrictiva entre (1) y (2), no se rechaza la hipótesis nula, se confirma que el modelo (1) es mejor ( $F=0<1.72$  al nivel del 5% de significancia).

En el mismo cuadro 2 se reportan los resultados del modelo (3) de efectos fijos dentro de grupos, el cual es contrastado con el de efectos aleatorios. Al hacer la prueba de *Hausman*, se obtiene que  $\text{Chi}^2$  es bajo, ( $\chi^2=0.08$ ,  $p\text{-value}=0.9999$ ) por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, los efectos aleatorios se prefieren sobre los efectos fijos dentro de grupos.

De la prueba de *Breusch-Pagan* para elegir entre los modelos agrupados y efectos aleatorios se obtiene que  $\text{Chi}^2$  es muy bajo, ( $\chi^2=0.00$ ,  $p\text{-value}=1.000$ ) no rechazándose la hipótesis nula, de modo que el modelo agrupado es apropiado y se ajusta mejor a los datos del sector de servicios.

Al realizar la prueba de *White* se encuentra que hay heteroscedasticidad en los modelos, por tanto, los resultados que se muestran, se corrigen con errores estándar robustos. Adicionalmente, en la regresión (1) en el cuadro 2, señala que dos de los coeficientes en lo individual son significativos. Al realizar una prueba  $F$  de significancia conjunta, se encuentra que el estadístico es alto, significa que en conjunto las variables explicativas son determinantes en las tareas abstractas del sector comercio y servicios.

Los resultados en (1) muestran en México, la experiencia laboral y no los trabajadores calificados en relación con los no calificados, es determinante para explicar la asignación laboral en tareas abstractas. Además, los resultados constatan que no es evidente la heterogeneidad entre los estados. Esto obedece a que, en general, las empresas se comportan de manera similar en el país, los establecimientos grandes, locales y extranjeros, ofrecen servicios empleando personas que han tenido experiencia en puestos de trabajo previos, sin que necesariamente cuenten con altos niveles de estudios, por lo que en cierta manera los empleos asignados a tareas abstractas podría estar asociado a una fuerza laboral que a pesar de que no están calificados pueden desempeñar actividades en donde el manejo de ciertas tecnologías como equipo de cómputo y ciertas máquinas, les permite alcanzar estándares de productividad necesarios que las empresas requieren para ser competitivas en el ámbito nacional, por ello, pagan a los empleados ingresos que compensan la experiencia adquirida.

#### *4.2. Oferta relativa de trabajo calificado y tareas abstractas por región*

En el cuadro 3 se muestran los resultados clasificando al sector de comercio y servicios por región: Norte, Norte-Centro, Centro y Sur. El propósito de clasificar el sector por región es para verificar si existe cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades por región, y de paso observar cuales son las diferencias en cuanto a los determinantes que explican las tareas abstractas, puesto que cada región puede tener una dinámica laboral distinta.

Cuadro 3

Estimaciones del efecto de la oferta de trabajo calificado sobre tareas abstractas en el sector de comercio y servicios por regiones 2005-2019

Variable dependiente: tareas abstractas

Variabes	Norte (EF)	Norte-Centro (agrupado)	Centro (agrupado)	Sur (agrupado)
Oferta de trabajo calificado	2.2060** (0.7139)	-0.0066 (0.0330)	1.1853 (0.7803)	-0.0205** (0.0094)
Experiencia laboral	0.1304 (0.2249)	0.3897** (0.0949)	0.1180 (0.1803)	0.1519** (0.0656)
Ingresos real laboral de baja calificación	0.5771*** (0.1194)	0.0685 (0.0549)	0.2203 (0.2248)	0.0868** (0.0369)
Ingreso real laboral de alta calificación	0.4213*** (0.0835)	0.5104*** (0.0725)	0.8616*** (0.0726)	0.4631*** (0.0893)
Intercepto	-2.8565*** (0.8042)	-0.4163** (0.1098)	-1.3590* (0.7021)	-0.0652 (0.1044)
No. Observaciones	90	150	113	112
R-Cuadrado		0.86	0.95	0.85
R-Cuadrado ( <i>Within</i> )	0.94			
R-Cuadrado ( <i>Between</i> )	0.30			
R-Cuadrado ( <i>Overall</i> )	0.90			
F	213.7	69.4	355.7	169.3

Fuente: elaboración propia. Nota: Los errores estándar robustos están entre paréntesis. Los símbolos \*, \*\*, y \*\*\* se refieren a niveles de significancia del 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Los resultados que se muestran se realizaron en base a pruebas *F* restrictivas entre los modelos, agrupados, efectos fijos (EF) y aleatorios (EA), las pruebas rechazan la hipótesis nula al nivel de 5% de significancia, eligiendo los modelos ajustados a los datos, también se realizaron pruebas de *Hausman* y *Breusch-Pagan* para elegir el modelo apropiado.

En la primera columna se rechaza la hipótesis nula de *Hausman* y se prefiere utilizar efectos fijos ( $\chi^2=13.34$ ,  $p\text{-value}=0.0097$ ). Mientras en la segunda, tercera y cuarta columna no fue el caso, de entre los modelos; agrupados y EF, se prefieren los primeros, y al realizar la prueba de *Breusch-Pagan* para las tres regresiones, se obtiene que no se rechaza la hipótesis nula, el  $p\text{-value}$  no es menor que el 5%, de manera que los modelos agrupados se prefieren sobre los efectos aleatorios para estimar los efectos de la oferta relativa de trabajo calificado sobre la asignación de empleo en tareas abstractas.

Los resultados arrojan que los estados que componen la región Norte, que son frontera con los Estados Unidos, en promedio, la oferta relativa de trabajo calificado aumentó las ocupaciones de tareas abstractas durante este periodo, en un nivel de significancia del 1%. Mientras que en las entidades que componen las regiones Norte-Centro y Centro, la oferta de habilidades fue insignificante. En el Sur, siendo el coeficiente de la oferta de trabajo calificado significativo en el nivel de significancia del 5%, el signo fue negativo, esto pudiera indicar que el sector servicios en esta región se especializa en trabajo de baja calificación. Se observa también, que la mano de obra que cuenta con experiencia laboral afectó significativamente la demanda de trabajo en tareas cognitivas.

En la región Norte, la experiencia de la mano de obra no fue significativa como para afectar las ocupaciones en tareas cognitivas, mientras que en el Norte-Centro la experiencia afectó, en promedio, las tareas abstractas de manera significativa en el nivel del 1%, no siendo este el caso para la región de los estados que componen el Centro del país.

Con respecto a la variable de ingresos de empleados de calificación alta, en las cuatro regiones, afectó en el nivel de significancia del 1% la demanda de trabajo en tareas abstractas. Esto último implica, que la asignación de tareas abstractas por las empresas está fuertemente asociada con el incremento en los ingresos de los trabajadores profesionales que llegan a ser altamente productivos, es decir una empresa va asignar trabajo a tareas complejas retribuyendo a los empleados altos ingresos, en la medida que estos sean altamente productivos, en este sentido, la productividad laboral debería estar relacionada con el mayor pago de sueldos a sus empleados, y esto se observa en la región del Centro, donde el valor del coeficiente es mayor que en el resto de las regiones.

En general, las estimaciones señalan que las grandes empresas en México son demandantes de trabajo calificado y no calificado indistintamente para ocupar tareas que requieren habilidades, lo cual muestra un contraste con el modelo de control óptimo del apartado previo, el cual, describe un equilibrio eficiente de mercado laboral entre habilidades y tareas, en el sentido que el trabajo calificado tiene una relación con las tareas abstractas. Sin embargo, es la experiencia de la mano de obra, la que tiene efectos positivos y significativos sobre la demanda laboral en las tareas abstractas. Así, en la medida que los trabajadores adquieran mayor entrenamiento, capacitación y destrezas asociados con el cambio tecnológico, se emplearan en ocupaciones relacionadas con los trabajadores profesionales y técnicos, trabajadores de la educación, funcionarios y directivos.

A nivel regional, los resultados muestran, que la región Norte presenta un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades en el sector terciario de acuerdo con Acemoglu y Autor (2010). Esto puede explicarse, por la cercanía que tienen las grandes empresas locales y extranjeras con los Estados Unidos, ya que el trabajo calificado les trae un mayor beneficio por las cadenas de valor comercial que llevan a cabo con las empresas de aquel país.

Para la regiones Norte-Centro y Sur la experiencia laboral determinó de manera significativa la asignación de tareas abstractas, esto puede estar vinculado con el premio a la experiencia propuesto por Aghion *et al.* (2002), en el sentido que los trabajadores viejos llegan a ganar un premio a la experiencia a través del tiempo, en la medida que se incrementa la generalidad de conocimientos tecnológicos, lo cual eleva las habilidades y amplía la experiencia adaptada a los trabajadores sin tener mayor nivel de educación.

## 5. Conclusión

En este trabajo se presentaron los enfoques del progreso tecnológico y los impactos que tiene sobre el empleo. La teoría del cambio tecnológico endógeno a diferencia del neutral, da mayor relevancia a la producción y difusión de las tecnologías, debido a que estas variables son importantes para entender el mercado laboral en la actualidad, sobre todo en aquellas grandes empresas o industrias que emplean nuevas tecnologías para producir bienes y servicios, las cuales dependen del trabajo especializado.

Los estudios para México que utilizaron como marco de referencia la HCTS, muestran que ha existido una HCTS débil. Esto es, observan que ha habido una oferta relativa de trabajo calificado ascendente en relación con una disminución de los salarios relativos. A nivel regional, los estudios muestran que los estados de la frontera la HCTS se sostiene, inclusive los del centro, mientras que los estados del sur, no corroboran la hipótesis.

El desarrollo del modelo dinámico de control óptimo en la sección dos tuvo como objetivo analizar la trayectoria del cambio tecnológico, y mostrar cómo éste se difunde por el sector servicios. Los resultados de este modelo explican que el aumento en la oferta de trabajo de baja y alta calificación indistintamente aumentan la demanda de ocupaciones en tareas abstractas, por otro lado, el modelo también prevé que la experiencia laboral es un factor determinante para incrementar las tareas. En base a estos resultados, se continuó con el desarrollo de un modelo de datos de panel que nos permitiera

determinar ahora las tareas abstractas en términos de significancia estadística para México y a nivel regional.

Los resultados muestran para México, considerando que no hay heterogeneidad entre los estados, que la experiencia laboral, y no el cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades es lo que determina las ocupaciones en tareas abstractas. Esto es, aun así, aunque hubo un crecimiento en la oferta relativa de trabajo calificado, no se correlaciona con las tareas. Este resultado es concluyente, debido a que, una proporción importante de empresas grandes que operan en el país, no se especializan en la demanda de trabajo de alta calificación, sino su productividad se debe a los conocimientos tecnológicos previos que un trabajador viejo puede realizar en el puesto laboral al que es asignado, lo que finalmente determina las tareas abstractas.

Al realizar las estimaciones por región, se ha constatado que la región Norte, es la que presenta un cambio tecnológico sesgado hacia las calificaciones, es decir, hay evidencia estadística significativa que la oferta de trabajo calificado incrementa la demanda de tareas abstractas. Y esto pudiera deberse a la cercanía que tienen las empresas de comercio y servicios locales con las extranjeras, lo que hace que tengan un mayor tamaño del mercado y realicen cambios tecnológicos, en el sentido que las empresas tienen mayores efectos de arrastre por estar posicionadas en frontera. Por su parte, en las regiones Norte-Centro y Sur, fue la experiencia de la mano de obra lo que explica las ocupaciones laborales cognitivas significativamente. Sobra decir, que es el ingreso de los trabajadores con mayor habilidad que se asocian de manera importante con las tareas abstractas en las cuatro regiones.

En general, los resultados arrojan evidencia que hay una tendencia en el sector de comercio y servicios en México, que efectivamente, existe una asignación de oferta de trabajo calificado hacia tareas abstractas en entidades federativas, que cuentan con empresas que tienen tamaño del mercado grande como es el caso de la frontera, así dada la abundancia de trabajo calificado, desarrollan cambios tecnológicos que incrementan los beneficios por hacer mejoras en el comercio y los servicios que en esa región realizan. No obstante, esto muestra que sigue habiendo una polarización regional en el mercado laboral calificado.

La contribución de este trabajo a los estudios de cambio tecnológico y empleo en México, fue haber probado que si existe un cambio tecnológico sesgado pero acotado en el sector, debido a las divergencias económicas que existen entre las regiones, que hace que el mercado laboral en el país este polarizado, es decir, por un lado hay una región Norte, en el que las

tareas abstractas dependen de trabajo calificado, mientras que en el Sur, las tareas están asociadas con trabajo poco calificado que cuentan con experiencia. Esto tiene como consecuencia, que las ocupaciones consideradas de mayor especialización estén correlacionadas con la experiencia laboral, que explica la caída en los retornos a la educación.

Una limitación del trabajo, es que no se cuenta con otras variables de importancia para el análisis empírico, como el gasto en investigación y desarrollo y equipo de capital, relevantes para asociarlas con variables de empleo, debido a que la ENOE no captura esta información, por lo que, la inclusión de variables adicionales se deja para futuras investigaciones.

## Referencia

- Acemoglu, D. (1998). Why do new technologies complements skills? Directed technical changes and wages inequality. *The Quarterly Journal Economics*. 113(4), 1055-1089.
- \_\_\_ (2002). Directed technical change. *Review of Economic Studies*. 69(4), 781-809.
- \_\_\_ (2009). Introduction to modern economic growth. Princeton University Press.
- Acemoglu, D. y D. Autor (2010). Skill, tasks and technologies: Implications for employment and earnings.
- \_\_\_ (2011). Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. *Handbook of Labor Economics*. 4b, 1044-1116. DOI 10.1016/S0169-7218(11)02410-5.
- \_\_\_ (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. Recuperado de: <http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/jel.50.2.426>.
- Acemoglu, D. y P. Restrepo (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*. 108(6), 1488-1542. Recuperado de: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20160696>.
- Aghion, P. y P. Howitt (2009). The economics of growth. Massachusetts Institute of Technology. 169-188.

- Aghion, P.; P. Howitt y G. Violante (2002). *Journal of Economic Growth*. (7), 315-345.
- Alarcón, M. y A. Ruiz (2020). Cambio tecnológico en corporaciones multinacionales del noroeste de México (2005-2014). *Nova Scientia*. 12(24), 1-34. doi.org/10.21640/ns.v12i24.2045.
- Arellano y Bover (1990). La econometría de datos de panel. *Investigaciones Económicas*. 14(1), 3-45.
- Autor, D. (2011). La polarización de las oportunidades de trabajo en el Mercado laboral de EU. Implicaciones para el desempleo y los salarios. *Centro de Iniciativas Culturales*. 67(1), 29-38.
- Autor, D.; A. Krueger y L. Katz (1998). Computing inequality: Have computers changed the labor market? *The Quarterly Journal of Economics*. 1169-1213.
- Autor, D.; F. Levy y R. Murnane (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*. 1279-1333.
- Banxico (2021). *Reporte Sobre las Economías Regionales: abril-junio 2021*. 1-79.
- Becker, G. (1962). Investment in human capital: A theoretical analysis. *The Journal of Political Economy*. 70(5), 9-49.
- Calderon, C.; G. Ochoa y L. Huesca (2017). Mercado laboral y cambio tecnológico en el sector manufacturero mexicano (2005-2014). *Economía, Sociedad y Territorio*. 17(54), 523-260. DOI: <http://dx.doi.org/10.22136/est002017958>.
- Dussel E. (2004). Pequeña y mediana empresa en México: Condiciones, relevancia en la economía y retos de política. *Economía UNAM*. 1(002), 64-84.
- Gelfand, I. y S. Fomin (1963). *Calculus of variations*. Prentice Hall.
- Greenwood, J.; Z. Hercowitz y P. Krusell (1997). Long-run implications of investment-specific technological change. *The American Economic Association*. 87(3), 342-362.
- Hernández, L. (2004). Panorama del mercado laboral de profesionistas en México. *Economía UNAM* 1(2), 98-109.
- Hicks, J. R. (1963). *The theory of wages* (2da ed.). Palgrave MacMillan.
- Huesca, L; D. Castro y M. Camberos (2014). Cambio tecnológico y empleo en el sector manufacturero de las regiones mexicanas. En D. Castro Lugo & R. E. Rodríguez Pérez (Eds.). *El mercado laboral frente a las transformaciones económicas en México*, pp. 235-286. Plaza y Valdés Editores.
- INEGI (2020). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Estructura de la base de datos, pp. 1-92.
- \_\_\_ (2021). Clasificación Mexicana de Ocupaciones (CMO) histórica, 1, 1-207.
- Johnston, J. y J. Dinardo (1997). *Econometric methods*, 4 ed., McGraw Hill.
- Krusell, P.; L. Ohanian; J. Ríos-Rull & G. Violante (2000). Capital-skill complementary and inequality: A macroeconomic analysis. *Econometrica*, 68(5), pp. 1029-1053.

- Lustig, N.; F. López, y E. Ortiz (2014). Los determinantes de la disminución de la desigualdad en América Latina. *Banco de Desarrollo de América Latina*. 265-281.
- Nicholson, W. (1997). *Teoría Microeconómica. Principios básicos y aplicaciones*. (6 ed.). McGraw Hill.
- Ricardo, D. (1959). *Principios de economía política y tributación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Robinson, J. (1976). *La acumulación de capital*. Fondo de Cultura Económica.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. The University of Chicago Press. *The Journal of Political Economy*. 98(5), 71-102.
- Ros, J. (2013). *Rethinking economic development, growth & institutions*. Oxford University Press.
- Samuelson, P. y W. Nordhaus (1999). *Economía*. (16 ed). McGraw Hill.
- Smith A. (2009). *Una investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, México: Editorial Tecnos.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1). 65-94.