

Mercado laboral y cambio tecnológico en el sector manufacturero mexicano (2005-2014)

Labor market and technological change in the mexican manufacturing sector (2005-2014)

CUAUHTÉMOC CALDERÓN-VILLARREAL*
GLORIA LIZETH OCHOA-ADAME**
LUIS HUESCA-REYNOSO***

Abstract

In this article we analyzed the impact of technological change on the labor market in the manufacturing sector. For wich, the empirical test of the hypothesis of biased technological change (HCTS) was performed. Using a panel data the average elasticity of substitution of skilled relative to unskilled in regions of Mexico for the period 2005-2014 was estimated work. Through this analysis it was found that in this sector the relative demand for labor is more sensitive to unskilled labor.

Keywords: labor market, technical change, skill premium, unskilled premium.

Resumen

En el presente artículo se analiza el impacto del cambio tecnológico en el mercado laboral del sector manufacturero; para ello, se realizó la prueba empírica de la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS). Mediante un panel de datos se estimó la elasticidad promedio de sustitución del trabajo calificado en relación con el no calificado en las regiones de México para el periodo 2005-2014. A través de este análisis se encontró que, en dicho sector, la demanda relativa del trabajo es más sensible al trabajo no calificado.

Palabras clave: mercado laboral, cambio técnico, trabajo calificado y no calificado.

* El Colegio de la Frontera Norte, profesor invitado de la Universidad Panamericana, correo-e: calderon@colef.mx

** Universidad Autónoma de Chihuahua, correo-e: gochoa@uach.mx

*** Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., correo-e: lhuesca@ciad.mx

Introducción

El cambio tecnológico es un proceso temporal y acumulativo que tiende a perfeccionar la división técnica del trabajo en el interior de las empresas donde se aplica, de acuerdo con Smith (1776: 7), “El progreso más importante en las facultades productivas del trabajo y gran parte de la aptitud, destreza y sensatez con que este se aplica o dirige, por doquier, parecen ser consecuencia de la división del trabajo”.

“La división del trabajo en cuanto puede ser aplicada ocasiona en todo arte un aumento proporcional en las facultades productivas del trabajo” Smith (1776: 9). Dicha división incrementa la fuerza productiva del trabajo, la escala de la producción y la productividad. A través de este proceso se incrementa la cantidad de bienes producidos por cada trabajador adicional contratado.

“Este aumento considerable en la cantidad de productos que un mismo número de personas puede confeccionar, como consecuencia de la división del trabajo, procede de tres circunstancias distintas: primera, de la mayor destreza de cada obrero en particular; segunda, del ahorro de tiempo que comúnmente se pierde al pasar de una ocupación a otra y, por último, de la invención de un gran número de máquinas, que facilitan y abrevian el trabajo, capacitando a un hombre para hacer la labor de muchos” Smith (1776: 11).

Por su parte, la aplicación del cambio tecnológico al proceso productivo genera un trastocamiento en la magnitud de la extensión de dicho proceso haciéndolo más intensivo, lo que lleva a que se produzca una cantidad mayor de productos o bienes en menos tiempo.

Así, en las últimas seis décadas del siglo XX, el cambio tecnológico tendió a mejorar las habilidades adquiridas de los trabajadores en los países industrializados (Acemoglu y Autor, 2011). Recientemente, se ha observado que las habilidades del trabajo basadas en las tecnologías son más redituables para las empresas transnacionales, que tienen mayores incentivos para contratar a los trabajadores más calificados. Acemoglu (2002), Autor *et al.*, (2008), Autor *et al.*, (2003), Mañe-Vernet (2001) y Gallego (2006) encontraron que en los Estados Unidos, España y Chile, la maquinaria y las nuevas tecnologías, en lugar de sustituir, complementan al trabajo calificado.

En el caso de México, existe un consenso sobre el hecho de que entre 1994 –tras la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)– y 2000 se manifestó una tendencia importante en el mercado laboral hacia el aumento de la desigualdad, derivada del incremento de las remuneraciones de los trabajadores calificados. Sin embargo, tras la crisis norteamericana del 2001-2002, se revirtió esta tendencia y los

salarios de los trabajadores calificados han tendido a caer en el periodo actual, por lo que resulta importante probar la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS) en un país en vías de desarrollo como México, donde se han reducido los salarios de los trabajadores más calificados y no existe un desarrollo tecnológico propio.

En el presente trabajo se realizó el contraste empírico de dicha hipótesis utilizando microdatos, para lo cual se estimó un modelo empírico de tipo panel con efectos aleatorios, a partir del cual se determinó la elasticidad de sustitución del trabajador promedio en México. La econometría de panel permitió estimar el efecto de sustitución de la tecnología en el mercado laboral y calcular la elasticidad de sustitución de la mano de obra menos calificada.

Se encontró que en el sector manufacturero mexicano la demanda relativa de trabajo esta sesgada hacia el trabajo no calificado, lo que se explica en parte por la simplificación extrema de los procesos productivos —que resultan de la utilización de la tecnología en los procesos de ensamble de las empresas manufactureras— de manera que la tecnología aplicada en las manufacturas es complementaria con el trabajo no calificado, que es el más abundante en nuestro país.

El artículo está organizado como sigue: en la primera parte se presenta una revisión de la literatura teórica sobre el progreso técnico y su relación con la hipótesis de cambio técnico sesgado; en la segunda parte se hace una revisión de los trabajos sobre el tema del cambio tecnológico y sus efectos sobre el mercado laboral; en la tercera se exponen los aspectos metodológicos y se hace un análisis de los datos, evaluando el periodo de estudio correspondiente a los años 2005 al 2014; en la cuarta parte se muestra la aplicación empírica y los resultados; finalmente, se presentan las conclusiones.

1. El progreso técnico exógeno, el progreso técnico endógeno y la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS)

1.1. Progreso técnico neutro no incorporado o exógeno

En el marco de los modelos tradicionales del crecimiento exógeno de tipo Solow (1956) y Swan (1956), y en ausencia de progreso técnico, el crecimiento constante está determinado por la combinación de la acumulación del capital y el crecimiento de la población. Factores que “en sí” mismos no logran explicar los largos periodos sostenidos de crecimiento constante del ingreso per cápita de los países, y donde la principal limitante es la hipótesis de los rendimientos decrecientes del capital.

Los teóricos trataron de arreglar esta deficiencia del modelo introduciendo el supuesto de la existencia de un progreso técnico exógeno, que contrarresta los efectos negativos de los rendimientos decrecientes del capital para preservar así el supuesto de competencia pura y perfecta. Solamente de esta manera lograron justificar la existencia de un crecimiento del ingreso per cápita positivo y constante en el largo plazo.

Sin embargo, esta teoría no desarrolla una explicación coherente del fenómeno del crecimiento de largo plazo, ya que las únicas variables, que explican el crecimiento positivo a una tasa constante en el largo plazo, tienen una naturaleza exógena (crecimiento de la población y el progreso técnico).

El supuesto del progreso técnico implica que es posible incrementar la producción per cápita a tasa constante en un periodo determinado, a partir de la dotación existente de factores de producción utilizados en un momento dado. El progreso técnico no incorporado o exógeno es una especie de “saber hacer” o “conocimiento técnico” que “cae como maná del cielo”, “la abundancia de este maná está en función de fuerzas socio-culturales, por lo que es correcto tratarlo como una variable exógena” (Hahn *et al.*, 1972: 78).

La teoría neoclásica lo introduce en el análisis a partir en una función de producción homogénea cuyo producto (Y) es resultado de la combinación de los factores de producción trabajo (L) y capital (K). Se supone que los factores productivos son homogéneos y la función de producción F (.) es continua y doblemente diferenciable, se introduce en ella explícitamente la variable tiempo “t”. Se utiliza una función de producción para introducir al progreso técnico exógeno, misma que adopta la forma siguiente: $Y = F(K, L, t)$.

En particular, las formas de progreso técnico que se utilizan son aquellas que desplazan, a lo largo del tiempo, a la función de producción sin romper el equilibrio existente entre los factores de producción; de modo que el progreso técnico deberá ser neutro en el sentido de que las variaciones técnicas no van a favorecer la disminución de ningún factor de la producción. Existen tres variedades o formas de progreso técnico bajo las cuales se introduce el progreso técnico no incorporado o exógeno en la función de producción F (.) y pueden garantizar la neutralidad del mismo, a saber: *Labor augmenting* de tipo Harrod, *Capital augmenting* de tipo Solow, y de tipo Hicks que afecta al capital y trabajo.

El primer caso es la forma de progreso técnico neutro de tipo Harrod, desarrollada a partir del concepto de Joan Robinson (1938: 140) de “crecimiento total de la eficacia del trabajo”; que resulta cuando la función de producción varía con el tiempo, bajo la siguiente forma:

$$Y = F(K, \alpha L) \quad (1)$$

Donde el parámetro $\alpha = \alpha(t)$ tiene las restricciones siguientes:

$$\alpha(t) = 1 \text{ cuando } t = 0, \alpha(t) > 1, \alpha'(t) > 0 \text{ cuando } t > 0$$

$$Y = F(K, \bar{L}) \quad (2)$$

De acuerdo con la ecuación (2) el trabajo se mide en unidades de eficiencia del trabajo donde $\bar{L} = \alpha L$. Por su naturaleza, esta forma de progreso técnico neutro aumenta la eficiencia de la fuerza de trabajo; así, en el tiempo "t" un hombre realiza un trabajo igual al original multiplicado por α , de modo que, al mismo tiempo, un solo hombre pueda realizar el trabajo de α hombres.

En el caso de que el progreso técnico neutro a la Harrod, y bajo el supuesto de rendimientos constante a escala, la productividad marginal del capital ($\frac{\partial Y}{\partial K}$) permanece constante en el transcurso del tiempo, cada vez que la relación producto/capital ($\frac{Y}{K}$) permanece constante. De este modo y en presencia de la concurrencia pura y perfecta, la tasa de ganancia permanece constante cada vez que la relación producto/capital es constante en el tiempo. Y esta es la única forma de progreso técnico exógeno aplicable a este tipo de modelos que mantiene los supuestos generales del modelo neoclásico.

En el segundo caso, el progreso técnico neutro de tipo Solow es del mismo tipo que el anterior, con la salvedad de que aumenta la eficiencia del capital en lugar del trabajo.

$$Y = F(\alpha K, L) \quad (3)$$

Y tiene las mismas restricciones que en el caso anterior en cuanto al parámetro $\alpha = \alpha(t)$

$$Y = F(\bar{K}, L) \quad (4)$$

La función de producción de forma fija (4) mide al capital en términos de unidades de eficiencia del capital. Las propiedades de esta variedad de progreso técnico son parecidas a las del progreso técnico a la Harrod. Sin embargo, en este caso no existe una forma apropiada de progreso técnico neutro a la Solow aplicable a los modelos donde la relación producto/capital pueda permanecer constante, a menos que la forma de progreso técnico sea endógena o incorporada.

La tercera forma –progreso técnico neutro no incorporado o exógeno de tipo Hicks– se obtiene cuando los cambios en la función de producción generan un desplazamiento uniforme de la curva hacia lo alto.

$$Y = \alpha F(K, L) \quad (5)$$

Donde el parámetro $\alpha = \alpha(t)$ mantiene las mismas restricciones que en el caso anterior. En este caso, al permanecer los factores productivos K y L sin cambios en el tiempo, tendríamos un crecimiento del producto a una tasa $\frac{d\alpha}{dt}$. Sin embargo, al igual que la forma de progreso técnico de tipo Solow, la neutralidad en el sentido de Hicks no es apropiada en los modelos donde la relación producto/capital permanece constante.

1.2. El progreso técnico incorporado y endógeno

Hemos visto que los formas de progreso técnico a la Solow y a la Hicks no son apropiados para el caso en el que la relación producto-capital permanece constante; en ese caso lo más adecuado es la introducción de una forma de progreso técnico incorporado o endógeno. Los modelos que introducen el progreso técnico incorporado o endógeno adoptan el supuesto de que los factores de producción son heterogéneos y no adaptables, por lo que abandonan la hipótesis de homogeneidad y de adaptabilidad propia de los modelos de crecimiento con progreso técnico exógeno. La forma de progreso técnico incorporado o endógeno se aplica a diferentes generaciones de *stocks* de capital y de trabajo, donde las nuevas máquinas son más productivas que las anteriores y las generaciones de los nuevos trabajadores van mejorando su productividad debido a su creciente experiencia laboral y formación educativa, porque los trabajadores de la última generación serán más productivos que aquéllos de las generaciones precedentes.

De manera que estaríamos frente a una forma de progreso técnico incorporado o endógeno que “no cae del cielo como maná” sino que está en función de la inversión y de la tasa de ganancia; de manera particular la acumulación del capital y el progreso técnico actúan uno sobre el otro, por lo que no se les puede separar. De acuerdo con Kaldor (1957: 593) “la utilización de más capital por trabajador implica la introducción inevitable de técnicas superiores que requieren un cierto don de invención”. El progreso técnico endógeno o incorporado, producto de la creciente experiencia y nivel de educación del trabajo, se objetiva en generaciones de máquinas tecnológicamente superiores e incrementa la eficiencia de las nuevas máquinas construidas.

El proceso de causación acumulativa, propio del progreso técnico endógeno, parte de una eficiencia tecnológica dada de las máquinas y del conocimiento previo, y los va mejorando generación por generación. Este proceso está estrechamente asociado al de acumulación del capital, por lo que el progreso técnico se incorpora a las nuevas máquinas y cada generación de ellas va conservando y mejorando la tecnología. Las generaciones de máquinas son diferentes y utilizan funciones de producción diferentes, de manera que la producción total es la sumatoria de la producción inter-generacional de las generaciones de máquinas.

Desde esta perspectiva, tanto el capital como el trabajo se encuentran divididos en generaciones, y las generaciones más eficientes de cada factor se encuentran ligadas unas con otras en el tiempo; cuando las máquinas son construidas e instaladas, el proceso de sustitución entre máquinas y trabajo se realiza de acuerdo con una función de producción uniforme, misma que cambia de una generación a otra.

El modelo de Arrow (1962) desarrolla su hipótesis de progreso técnico endógeno bajo la forma de *learning by doing*, en el contexto del supuesto de que la acumulación del capital provoca un aumento del conocimiento o “saber hacer de las técnicas”. El progreso técnico corresponde con la acumulación de un tipo particular “de saber hacer” o “habilidad” y considera al progreso técnico como un elemento general del aprendizaje.

Arrow (1962) establece que la experiencia es la causa de las economías a escala y que la resolución de los problemas tecnológicos prácticos desencadena el proceso de mejoras técnicas por lo que, desde su perspectiva, el conocimiento es el producto de la experiencia y, cuanto más se produce, más profundas son las posibilidades de adquisición de nuevo conocimiento y más elevada es la tasa de progreso técnico; y la escala, o la experiencia, es el resultado de la suma de todas las producciones del pasado.

Para Arrow (1962) el aprendizaje es producto de la experiencia y ésta se adquiere con la resolución de problemas específicos. El aprendizaje ligado a la resolución del mismo problema está sujeto a rendimientos decrecientes, mientras que el aprendizaje asociado a la resolución de problemas complejos está sujeto a rendimientos crecientes, por lo que la experiencia tiene un papel central en el incremento de la productividad. Así, el progreso técnico incorporado o endógeno es producto de la experiencia, ya que la producción misma al ir resolviendo los problemas que se le presentan incrementa el aprendizaje y con ello la productividad.

Los supuestos del modelo de Arrow (1962) son los siguientes: se ignora la posibilidad de sustitución entre trabajo y capital, los beneficios obtenidos son producto del progreso técnico en un sistema de competencia pura y perfecta; la tasa de inversión es inferior a la tasa de inversión óptima y la inversión bruta determina al progreso técnico incorporado. La inversión bruta acumulada (o producción acumulada de bienes de capital) es un índice de la “experiencia” tecnológica asociada.

La inversión bruta en nuevas máquinas modifica el entorno y la producción de éstas es resultado de un modo de aprendizaje que cambia continuamente con el tiempo y con los nuevos retos tecnológicos. De esta manera, el progreso técnico es objetivado en nuevos bienes de capital, y estos, a su vez, incorporan el conocimiento completo disponible de su época, por ello “una vez construidos, su eficiencia productiva no puede ser alterada por el aprendizaje posterior” Arrow (1962: 160). Así, tanto

para Arrow como para Verdoorn (1956), Haavelmo (1954) y Kaldor (1957) la inversión bruta es el agente básico del progreso técnico incorporado o endógeno.

El modelo de Arrow (1962) es un modelo de generaciones de *stocks* de capital con coeficientes fijos, en el cual la mano de obra contratada por unidad producida decrece con la aparición de nuevas máquinas. De esta manera, las máquinas son el vector del progreso técnico y la experiencia acumulada aumenta la eficiencia de las nuevas máquinas, por lo que Arrow mide la experiencia por “la integral” de la inversión bruta realizada en la economía en su conjunto. Arrow utiliza una función de la forma G^μ que define la cantidad de trabajo que utiliza la última máquina. Donde G representa el número total de máquinas producidas y el parámetro μ , toma valores entre 0 y 1. De acuerdo con Arrow (1962) solamente la inversión en máquinas nuevas, es decir, la inversión que amplía G , es la que incrementa la productividad de la fuerza de trabajo que las utiliza.

La teoría contemporánea del crecimiento económico endógeno mantiene los mismos fundamentos teóricos de la teoría neoclásica, su única diferencia con ésta es que relaja la hipótesis de los rendimientos decrecientes del capital. La evidencia empírica de la década de los ochenta mostró la existencia de la no-convergencia del ingreso per cápita entre los países pobres y ricos en la economía mundial. La teoría del crecimiento endógeno introdujo a su vez nuevos factores para relajar el supuesto de rendimientos decrecientes del capital y tratar de explicar esta nueva realidad, para lo cual introdujo la teoría del progreso técnico en el marco de la teoría neoclásica estándar.

Los primeros modelos de Lucas (1988) y Romer (1986) se basan en los trabajos de Arrow (1962), Sheshinski (1967) y Uzawa (1965). En sentido estricto, estos modelos no integran ni crean una teoría del progreso técnico original, sino introducen nuevos factores que contrarrestan los rendimientos decrecientes del capital, tales como la difusión del conocimiento entre los productores y las externalidades positivas del capital humano, o factores productivos – como el capital humano – que no tienen rendimientos decrecientes a escala.

Específicamente, Lucas (1988) amplía el concepto de capital distinguiendo entre capital físico y humano, y presupone que los rendimientos decrecientes no afectan a este tipo de capital ampliado. Lucas en su artículo se propone construir una teoría neoclásica del desarrollo económico utilizando un modelo de acumulación de capital físico con progreso técnico y acumulación de capital humano por medio del *learning by doing*. En este último modelo introduce como motor de crecimiento “al capital humano”, concepto desarrollado por Schultz (1962) y Becker (1994). Lucas (1988) define este concepto como el grado o nivel de calificación

del individuo, un trabajador con un capital humano $h(t)$ equivalente a dos trabajadores con $\frac{1}{2}h(t)$, es decir su nivel de calificación mayor le permitirá desplegar una productividad superior en la producción.

La teoría del capital humano se centra en el hecho de que la forma en que un individuo asigna su tiempo en varias actividades [...] afecta su productividad, o su nivel $h(t)$, en periodos futuros. Introducir el capital humano en el modelo implica entonces, explicar tanto la forma en que los niveles de capital humano en el modelo [...] afectan a la producción actual, como a la forma en que la asignación del tiempo actual afecta a la acumulación del capital humano (Lucas 1988: 17).

En el modelo, Lucas (1988) supone la existencia de dos efectos del capital humano, los internos y los externos; el efecto interno sería el efecto del capital humano sobre la misma productividad del trabajador individual, para considerarlo se supondría que existen $N(h)$ trabajadores con la calificación $h(t)$ cuyos niveles irían de cero al infinito:

$$N = \int_0^{\infty} N(b) db \quad (6)$$

Se supone que un trabajador con capital humano le dedica una fracción $\mu(h)$ de su tiempo libre al trabajo y $((1-\mu)(h))$ a la acumulación del capital humano. La fuerza de trabajo efectiva de horas de trabajo ocupadas en la producción está dada por la sumatoria siguiente:

$$N^e = \int_0^{\infty} \mu(b) N(b) b db \quad (7)$$

El salario por hora de un trabajador con una habilidad h sería: $[F_N(K, N^e)h]$ y los ingresos totales $[F_N(K, N^e)h \mu(h)]$.

El esfuerzo que se dedica a la acumulación del capital humano sería el siguiente:

$$N^h = \int_0^{\infty} (1-\mu)(b) N(b) b db \quad (8)$$

El efecto externo, h_p , se considera porque, a pesar de que el capital humano beneficia en promedio la productividad de todos los factores de producción, ningún individuo lo integra en su decisión individual de asignar tiempo para acumular capital humano. Sus decisiones individuales se dan al margen de la productividad promedio y no afectan al nivel promedio de habilidad o del capital humano, que se define del modo siguiente:

$$h_p = \frac{\int_0^{\infty} b N(b) db}{\int_0^{\infty} N(b) db} \quad (9)$$

Por otro lado, para determinar la senda del proceso de acumulación del capital humano, Lucas adaptó la formulación de Uzawa (1965) y Rosen (1976) que supone la existencia de una relación lineal, a partir de una ecuación diferencial que determinaría la ley de la acumulación de capital humano.

$$\dot{h}(t) = b(t)\delta[1 - \mu] \quad (10)$$

De acuerdo con esta ecuación, si no se dedica ningún esfuerzo a la acumulación del capital tendríamos que $\mu(t)=1$ y si se dedicara todo el esfuerzo a la acumulación del capital humano $\mu(t)=0$ y $h(t)$ crecería a su tasa máxima; y, por último, si el valor de $\mu(t)$ cae dentro del intervalo 0 y 1, significaría que los rendimientos del capital humano, o *stock* de $h(t)$, no son decrecientes. Por lo que en este caso el capital humano no tiene rendimientos decrecientes como el capital físico.

Romer (1986) relaja el supuesto de rendimientos decrecientes del capital para lo cual desarrolla un modelo de crecimiento completo, en donde el conocimiento es un insumo en la producción y tiene una productividad marginal creciente. Romer desarrolla un modelo de equilibrio competitivo con cambio técnico endógeno donde la tasa de crecimiento puede ser creciente en el largo plazo. En este caso, Romer abandona el supuesto de rendimientos decrecientes, lo que se traduce en un crecimiento sin límite del ingreso per cápita y la tasa de inversión y retorno del capital aumenta con el *stock* del capital, por lo que el ingreso per cápita entre países no necesita converger.

En el modelo de Romer el crecimiento económico está determinado por la acumulación de conocimientos de los agentes que maximizan sus beneficios. Este modelo se aparta del de Ramsey (1928), Cass (1965) y Arrow, asumiendo que el conocimiento es un bien de capital con un producto marginal creciente, individualmente considerado; supone que la producción del bien de consumo es globalmente convexa en presencia de un óptimo social de valor finito. En este caso las pequeñas perturbaciones asociadas a las decisiones de los agentes privados se traducirán en efectos amplificados.

Una segunda oleada de trabajos incluye la competencia imperfecta. En este marco, Romer (1990) desarrolló un modelo de competencia monopolística con actividades de investigación diseño y desarrollo, donde el crecimiento está determinado por el progreso técnico endógeno. En este modelo, la tecnología es un bien no rival y parcialmente excluible, lo que introduce una no convexidad, y el equilibrio es propio de la competencia monopolística; se considera también que el *stock* del capital humano determina la tasa de crecimiento.

El modelo se fundamenta en tres premisas: 1. El progreso técnico endógeno determina al crecimiento, lo que significa que el progreso técnico genera el incentivo para garantizar la acumulación continua del capital, este crecimiento es impulsado fundamentalmente por la acumulación de un insumo no excluyente pero parcialmente excluible; 2. El cambio técnico es consecuencia de las decisiones que toman los agentes privados con base en los incentivos del mercado que buscan maximizar sus ganancias, lo que supone que las mejoras técnicas deberán conferir beneficios, por lo que es un bien parcialmente excluible. 3. La tecnología utilizada es un tipo de bien cuyas características se pueden utilizar una y otra vez sin un costo adicional, por lo que el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías equivale a incurrir en un costo fijo. Las empresas incurrir en costos fijos derivados de su investigación, diseño y desarrollo, por lo que la tecnología es un insumo no rival.

1.3. La hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS)

En el marco de la teoría de crecimiento endógeno con progreso técnico endógeno e innovación y desarrollo (I+D) el análisis de Acemoglu (2002) se orienta a determinar si el progreso técnico endógeno tiende a aumentar el uso del capital o del trabajo. En ese contexto desarrolla la hipótesis del cambio tecnológico sesgado (HCTS), que es una extensión de los modelos de crecimiento endógeno de Aghion y Howitt (1992) y Grossman y Helpman (1991).

Acemoglu (2002) desarrolló este modelo para tratar de explicar por qué los salarios de los graduados universitarios y trabajadores calificados aumentaron de manera significativa en las últimas décadas; para este autor, esto es la consecuencia directa de la aparición de nuevas tecnologías complementarias a las habilidades de los trabajadores; de acuerdo con su modelo, la dirección del cambio tecnológico está determinada por el tamaño del mercado para las diferentes invenciones, con lo cual comparte una de las tesis centrales del modelo de Romer (1990), según el cual las mejoras técnicas son parcialmente excluibles. Así, cuando se incrementa la oferta de trabajadores calificados, el mercado de las tecnologías complementarias correspondientes se incrementa también, por lo que se inventarán más y nuevas tecnologías que serán complementarias a las habilidades.

De manera que la Investigación y el Desarrollo, (I+D), orientará la mejora de este tipo de tecnologías. Acemoglu toma como ejemplo las computadoras, que considera son más complementarias de los trabajadores calificados y formados, que de los no calificados. En sentido estricto, este autor considera que las nuevas tecnologías, como las computadoras, son

complementarias de las habilidades (o capital humano) por su diseño y no por su naturaleza. Este modelo presupone la existencia de un progreso técnico endógeno que está determinado por los incentivos del mercado, la manera cómo concibe al progreso técnico es cercana a la del modelo de Romer (1990). En sus trabajos Acemoglu (1998) define el progreso técnico de la manera siguiente:

$$\frac{A_h}{A_l} = f\left(p, \frac{H}{L}\right) \quad (11)$$

Donde A_h y A_l representan respectivamente a las productividades del trabajo calificado y no calificado. Así, el progreso técnico estaría determinado por el precio relativo de la mano de obra de los trabajadores calificados, h , en relación con los no calificados, l , es decir $p = \frac{p_h}{p_l}$ y la oferta relativa de los trabajadores calificados: $\frac{H}{L}$. En las secciones siguientes se dará una explicación más detallada del modelo de Acemoglu.

2. Cambio tecnológico y empleo

Estudios recientes en países desarrollados sobre el impacto del cambio tecnológico en el mercado laboral han demostrado que el cambio técnico favorece a los trabajadores más calificados, ya que reemplaza tareas antes realizadas por los trabajadores no calificados y, por tanto, incrementa la desigualdad salarial entre ambos grupos. En la última década, el uso generalizado de equipos de cómputo en los centros de trabajo trajo consigo el incremento de la desigualdad salarial entre los trabajadores calificados y no calificados; un ejemplo de esto es lo sucedido en los Estados Unidos entre 1979 y 1995, según un estudio –realizado por Acemoglu (2002)– la prima salarial de los trabajadores con mayor grado de escolaridad se incrementó 25%, lo que contribuyó al aumento considerable de la desigualdad de ingresos en ese país.

Resulta congruente que la introducción de este tipo de tecnologías genere una demanda creciente de trabajadores mayormente calificados, ya que sus tareas son complementarias con dicha tecnología, lo que incrementa sus salarios. De acuerdo con la evidencia aportada por las investigaciones realizadas, el cambio tecnológico en los países desarrollados provocó que la demanda laboral esté sesgada hacia los trabajadores calificados (Autor *et al.*, 2003; 2008; Acemoglu *et al.*, 2011).

Marroquín-Castillo (2011) menciona que “el cambio tecnológico” es producto de alguno de los siguientes factores: 1. Innovación pura: es decir, producción de nuevos productos y servicios, sustitución de tecnologías y de sistemas productivos existentes, 2. La aparición de nuevos procesos de innovación y de maquinarias, con el consecutivo incremento

de la capacidad de producción, el mejoramiento de la calidad y la reducción de costos; así como mejoras en la calidad laboral tal como la salud, la seguridad y la ergonomía, 3. La innovación en los sistemas de gestión de la producción, la formación de capital humano y la mejora de actitudes y habilidades de los trabajadores.

Alarcón y McKinley (1997) y Legovini *et al.*, (2005) consideran que las explicaciones relacionadas con el cambio de la demanda laboral a favor del trabajo calificado se concentran en tres cuestiones centrales: 1. Los efectos de la apertura económica y la competencia; 2. Los cambios institucionales tales como la menor presencia de la protección social, la disminución del empleo público y 3. Los efectos del cambio tecnológico sobre el mercado laboral, que favorecen al empleo y los salarios de los trabajadores mejor capacitados y educados en los países desarrollados.

En el caso de México, país en vías de desarrollo, existe un consenso sobre el hecho de que entre 1994 y el 2000, a raíz de la firma del TLCAN y la entrada de flujos de capital extranjero, se observó una tendencia hacia el aumento de la desigualdad salarial debido a la presencia de empresas extranjeras que demandaban más mano de obra calificada.

De acuerdo con Aguilar (1998) y Esquivel y Rodríguez-López (2003), tras la firma del TLCAN, se establecieron en distintos puntos del país empresas transnacionales, en su mayoría manufacturas ensambladoras (o maquiladoras) que utilizaban maquinaria y equipos sofisticados, y que orientaban su demanda laboral relativa hacia el trabajo calificado.

En este sentido, la industria maquiladora de exportación tiene su fundamento en el viejo principio de la división manufacturera del trabajo y es un fenómeno interrelacionado estrechamente con la división técnica del trabajo; es la expresión moderna de la segmentación espacio temporal de la división técnica internacional del trabajo.

Para Huesca-Reynoso *et al.*, (2010), el caso mexicano no está exento de la presencia de algunas de las formas de cambio tecnológico; el marco del TLCAN ha facilitado la localización en México de empresas extranjeras que tienen mayores requerimientos de mano de obra calificada; los autores explican que en los ochenta los salarios en México se estancaron y su dispersión aumentó, pero en los noventa, con la firma del TLCAN, el cambio tecnológico exógeno, es decir la aparición de nuevos procesos de innovación, maquinarias y equipos de cómputo favoreció la demanda trabajo calificado.

Tras la observación de dicho comportamiento de la desigualdad salarial los autores sugieren dos hipótesis alternativas a la HCTS para explicar el incremento en la desigualdad salarial en México:

- a) La incapacidad de los sectores formales de la economía para absorber una oferta creciente de mano de obra, lo que afecta a trabajadores con diferentes niveles de calificación y cuya consecuencia es un aumento en los niveles de desempleo y de informalidad.
- b) Una proporción importante de la estructura industrial que en determinados casos responde a un esquema maquilador, donde la reducción de costos laborales asociado a la ventaja de localización han compuesto su razón de ser, así como un aumento de los costos laborales puede no necesariamente incentivar la introducción de tecnología, sino sólo la relocalización de los procesos productivos en otros países (Huesca-Reynoso *et al.* 2010: 722).

Caselli (2014) también intentó probar la HCTS y señaló que en el periodo de 1984-1990 la disminución en los precios de la maquinaria y el equipo importado favoreció la demanda empresarial de trabajadores más calificados, ya que el trabajo y el equipo devinieron complementarios; este fenómeno se dio específicamente en las plantas más grandes y provocó un incremento temporal de la demanda de trabajo calificado por parte de estas empresas.

Análisis posteriores mostraron que entre el 2000 y el 2014 aparecieron tendencias opuestas en el mercado laboral mexicano, tal vez asociadas con la recesión norteamericana del 2001-2002 y la emergencia de China en el mercado de América del norte. La industria maquiladora y la inversión extranjera fueron las más afectadas por la recesión, lo que contribuyó a la reversión de los flujos de inversión extranjera en nuestro país.

Entre estudios que prueban la HCTS en México para sectores distintos a la industria maquiladora, se encuentran los trabajos de Camberos *et al.* (2013), quienes analizan mediante información de censos económicos el impacto del cambio tecnológico para el sector servicios en México del año 2008; el modelo que utilizan tiene como variable proxy del cambio tecnológico el equipo de cómputo per cápita, sus resultados muestran que el salario tiene una relación positiva en con dicha variable en el sector terciario.

Por su parte Germán-Soto *et al.* (2016) realizan una estimación del premio a la escolaridad por áreas de educación científica en México, mediante un panel dinámico encuentran una elasticidad de sustitución de trabajo calificado de 2.21, sin embargo, los autores aseguran que la demanda de dichos trabajadores no ha sido consistente con la oferta.

Se observa que los resultados son distintos por sectores, por tal motivo, es objetivo de este documento de investigación analizar uno de los sectores con mayor dinamismo en México y con mayores requerimientos de tecnología.

En lo que respecta al comportamiento de la desigualdad salarial, en un estudio realizado por Huesca-Reynoso y Rodríguez-Pérez (2008) se analizó el comportamiento de los salarios en las regiones de México. En

este se comprobó que, incluso cuando la demanda laboral favorecía a los trabajadores con mayores niveles de calificación, a partir del año 2000, se observó una tendencia importante hacia la reducción de la brecha salarial nacional entre los trabajadores calificados y no calificados, derivada de la disminución de los salarios de los trabajadores más calificados.

Por su parte Campos-Vázquez *et al.* (2014) analizan el auge y caída de la desigualdad salarial en México entre 1989-2010 y argumentan que, durante los últimos veinte años, la desigualdad en México siguió dos patrones distintos. Primeramente, la desigualdad se incrementó entre 1989 y mediados de la década de 1990; posteriormente, entre mediados de los años 1990 y el 2010, se redujo. Los valores para el coeficiente de Gini se incrementaron de 0.548 a 0.571 entre 1989 y 1994 y se redujeron a 0.510 en el año 2010. Los resultados de esta investigación sugieren que la desigualdad salarial disminuyó debido a que la oferta de trabajadores calificados superó la demanda; a su vez, la tendencia ligeramente ascendente de la desigualdad salarial durante 2006 y 2010 se explica por el debilitamiento de la demanda de trabajadores poco calificados.

Lustig *et al.*, (2013) analizan la desigualdad en América Latina tomando los casos específicos de México, Argentina y Brasil; señalan que el coeficiente de Gini se redujo entre el año 2000 y 2010, con lo cual la desigualdad del ingreso laboral y no laboral disminuyó debido, principalmente, a dos fenómenos: 1. La caída de la prima salarial de los trabajadores calificados que, además, se puede atribuir a los cambios en la composición de la oferta y demanda, así como a factores institucionales, y 2. Las transferencias otorgadas por los gobiernos a la población más vulnerable. En los tres países el ingreso se incrementó en promedio en todos los deciles, aunque el incremento más rápido se dio en los deciles de la población más pobre, también aumentó el promedio de los años de escolaridad, de manera más notable en Brasil y México.

El estudio muestra que el rendimiento de la educación está determinado por la demanda y la oferta de trabajadores con diferentes habilidades (formación y experiencia) y por factores institucionales, como el salario mínimo y la influencia de los sindicatos. La demanda de trabajo calificado, a su vez, está determinada principalmente por las características del cambio técnico y el comercio internacional. La composición de la oferta de trabajo se determina, en gran medida, por las características de mejora educativa y factores demográficos. En los resultados para México se muestra que los factores institucionales no presentaron diferencias importantes, sin embargo, la caída del rendimiento por educación se atribuye a una expansión de la oferta de trabajadores calificados.

De acuerdo con Calderón y Ochoa (2015), en México se da un proceso diferente al de los países desarrollados en relación a los efectos del

cambio tecnológico. En México se observa una reducción del premio salarial de la mano de obra más calificada, la razón principal de esto es que existe un exceso de oferta de mano de obra con más educación, donde los trabajadores no encuentran empleos acordes con su formación.

Con la evidencia presentada es posible demostrar que a lo largo de las últimas décadas, el país ha presentado de forma recurrente desajustes en su mercado laboral que imposibilitan el desarrollo de los agentes que en él se desarrollan, muy a pesar de las habilidades de los trabajadores o de la introducción de nuevas tecnologías a los procesos de producción, es evidente que la oferta no ha sido absorbida por la demanda debido a que los sectores productivos de la economía mexicana son incapaces de aprovechar todo exceso de mano de obra. En México, a partir de la segunda década de los noventa, los salarios del trabajo calificado tendieron a caer con respecto al de los trabajadores no calificados.

En las décadas recientes, la generación de empleo precario en México ha sido una constante, de modo que la presencia de remuneraciones reducidas, contratos eventuales, desempleo y jornadas laborales fuera de ley han caracterizado el comportamiento del mercado de trabajo mexicano en el siglo XXI. Estas características del mercado manifiestan, por parte de la economía mexicana, una imposibilidad estructural del mercado laboral para absorber a la oferta creciente de trabajo (Zabala, 1997; y Huesca y Calderón, 2010).

3. El modelo de sustitución

Acemoglu (2002) y Acemoglu y Autor (2011) presentan un modelo en el que analizan dos tipos de trabajadores calificados (H) y no calificados (L) con baja educación. Los trabajadores son sustitutos imperfectos en el proceso productivo. La función de producción de la economía agregada es de tipo CES (Elasticidad Constante de Sustitución) por lo que tiene la forma siguiente:

$$Y = [(A_L L)^{\sigma-1} + (A_H H)^{\sigma-1}]^{\sigma/\sigma-1} \quad (12)$$

Donde $\sigma \in [0, \infty)$ es la elasticidad de sustitución entre trabajo calificado y no calificado, y A_L y A_H son los factores que potencian el uso de la tecnología. La función de producción tiene rendimientos constantes a escala.

La elasticidad de sustitución entre trabajo calificado y no calificado, ($\rho = 1/(1-\sigma)$), es fundamental en la interpretación del efecto del cambio tecnológico en este modelo. El modelo se refiere a que los trabajadores calificados y no calificados son sustitutos "brutos" cuando la elasticidad de sustitución es $\sigma > 1$ (o $\rho < 0$) y son complementarios cuando $\sigma < 1$ (o $\rho > 0$).

En este sentido, las tecnologías son el factor de aumento de la productividad del trabajo tanto calificado como no calificado, lo que significa que el cambio tecnológico sirve para aumentar la productividad de los trabajadores de calificación alta o baja (o ambos). El grado de sustitución depende del valor de la elasticidad, por lo que un aumento en A_H o A_L puede complementar o sustituir a los trabajadores con educación alta o baja.

El modelo supone que los mercados laborales son competitivos y que el valor del producto marginal del trabajo, calificado y no calificado, determina su remuneración; por lo que esta se obtiene diferenciando la ecuación (12); primero, con respecto al trabajo no calificado y obtenemos la ecuación (13); y segundo, con respecto al trabajo calificado y se obtiene la ecuación (14) de la forma siguiente:

$$\omega_L = \frac{\partial Y}{\partial L} = A_L^{\sigma-1/\sigma} \left[A_L^{\sigma-1/\sigma} + A_H^{\sigma-1/\sigma} (H/L)^{\sigma-1/\sigma} \right]^{1/\sigma-1} \quad (13)$$

$$\omega_H = \frac{\partial Y}{\partial H} = A_H^{\sigma-1/\sigma} \left[A_L^{\sigma-1/\sigma} (H/L)^{-\sigma-1/\sigma} + A_H^{\sigma-1/\sigma} \right]^{1/\sigma-1} \quad (14)$$

La ecuación (2) implica que, en la medida que el número de trabajadores calificados crece, el salario de los trabajadores no calificados deberá de aumentar. En la ecuación (14) se da un caso similar, en la medida que los trabajadores calificados devienen más abundantes su salario deberá de caer.

Después se combinan las ecuaciones (13) y (14), dividiendo la ecuación del salario del trabajo calificado (3) entre el salario del trabajo no calificado (13), por lo que se obtiene la ecuación (15) que define los determinantes que explican el comportamiento de “la prima por el grado de calificación” del trabajo calificado con respecto al no calificado.

$$w = \frac{W_H}{W_L} = \left(\frac{A_H}{A_L} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \left(\frac{H}{L} \right)^{-\frac{1}{\sigma}} \quad (15)$$

Se realiza la transformación logarítmica de (15) y se obtiene una relación lineal logarítmica entre el salario relativo y sus determinantes, definida por la ecuación (16), ésta última nos indica que “la prima por el grado de calificación” está determinada positivamente por el rendimiento de la educación y negativamente por la oferta relativa de las habilidades; en este caso, las habilidades están medidas de manera equivalente por H/L ya que es la misma unidad de medida, por lo que se deduce la ecuación (5) que es la función de demanda relativa de las habilidades, misma que tiene una pendiente negativa:

$$\ln W = \frac{\sigma-1}{\sigma} \ln \left(\frac{A_H}{A_L} \right) - \frac{1}{\sigma} \ln \left(\frac{H}{L} \right) \quad (16)$$

$$\left(\frac{\partial \ln w}{\partial \ln H/L} \right) = -\frac{1}{\sigma} < 0 \quad (17)$$

La habilidad del trabajo para el uso de la tecnología es capturada por (A_H/A_L) que es el cociente de las productividades del trabajo calificado, A_H , entre el no calificado, A_L y que representa al progreso técnico endógeno; la relación (17) también nos indica que “la prima por el grado de calificación” aumenta en la medida que los trabajadores calificados sean más escasos, con una elasticidad de sustitución $\frac{1}{\sigma} < 0$. La ecuación (17) evidencia el efecto de sustitución usual y muestra como las preferencias de la tecnología están sesgadas hacia el trabajo calificado, la curva de demanda relativa de habilidades tiene una pendiente negativa con una elasticidad $1/\sigma$.

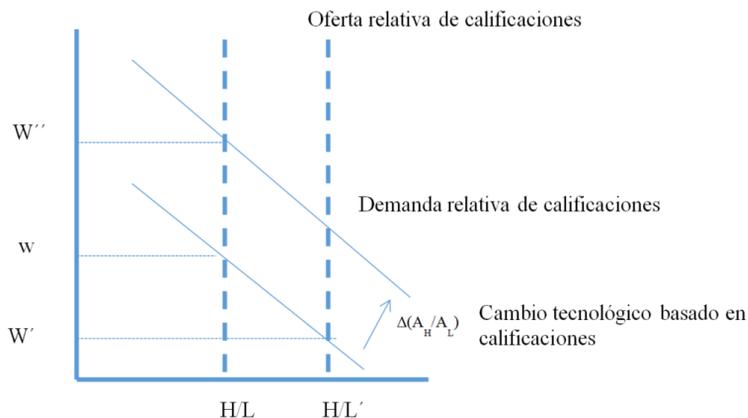
Acemoglu y Autor (2011) apuntan que un aumento en H/L genera dos tipos diferentes de efecto sustitución: en primer lugar, suponiendo que los trabajadores calificados y no calificados producen diferentes bienes, un aumento de los trabajadores calificados incrementaría la producción de los bienes intensivos en este tipo de trabajo, dando lugar a la sustitución en el consumo por este tipo de bienes. Esta sustitución afecta a los ingresos relativos de los trabajadores calificados, ya que reduce la utilidad marginal relativa del consumo, y por lo tanto al precio real de este tipo de bienes. En segundo lugar, suponiendo que los trabajadores calificados y no calificados producen el mismo bien, pero realizan diferentes funciones en el proceso, todo incremento en el número de trabajadores calificados llevará a que estos desplacen a los trabajadores no calificados y realicen sus tareas.

Formalmente, al diferenciar la ecuación (5), con respecto a A_H/A_L obtenemos la ecuación siguiente:

$$\frac{\partial \ln}{\partial \ln \left(\frac{W}{A_L} \right)} = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \quad (18)$$

Para saber de qué manera la prima por el grado de educación responde a la tecnología, la derivada (13) nos muestra de manera clara como el resultado depende de la elasticidad de sustitución. En la gráfica 1 se representa la función de demanda relativa por habilidades, dada por la ecuación 5 y la oferta relativa H/L por las habilidades de los trabajadores calificados y no calificados que es inelástica.

Gráfica 1 Demanda relativa y oferta relativa por habilidades



Fuente: Acemoglu, 2002.

En el gráfico 1 y cuadro 1 se muestran los casos cuando la elasticidad $\frac{\sigma-1}{\sigma}$ es mayor a 1:

- Ceteris paribus*, sin cambio tecnológico, todo incremento de la oferta relativa de calificaciones de H/L a H'/L' , producto del cambio ocupacional, produce un desplazamiento a lo largo de la curva de demanda que hace que el equilibrio pase del punto “a” al “b” y “la prima por el grado de educación” caiga de W a W' .
- Ceteris paribus*, con la oferta de habilidades constante (H/L), es decir sin cambio ocupacional; el cambio tecnológico fundado en habilidades ($\Delta(A_H/A_L)$) incrementa “la prima por el grado de educación”, lo que implica un desplazamiento de la curva de demanda relativa hacia arriba, y el equilibrio pasa de “a” a “c” y la prima se incrementa de W a W'' . En este caso tendríamos tecnologías que son complementarias con el trabajo calificado.
- Ceteris paribus*, ahora bien, si en un primer momento aumenta la oferta relativa de habilidades de H/L a H'/L' como resultado del cambio ocupacional se produce un desplazamiento a lo largo de la curva de demanda y el equilibrio pasa de “a” a “b” y “la prima por el grado de educación” cae de W a W' como ya lo habíamos visto. Pero en un segundo momento, *ceteris paribus*, y en presencia de un cambio tecnológico, que potencia las habilidades tecnológicas del trabajo, ($\Delta(A_H/A_L)$), se daría el desplazamiento de la curva de demanda relativa hacia arriba y el equilibrio pasaría de “b” a “d” con el consecutivo incremento de la prima de W' a W'' . En este caso

tendríamos también tecnologías complementarias con el trabajo calificado y sería el resultado de la combinación del cambio ocupacional y el cambio tecnológico; en este caso el incremento de la prima, W''' será inferior que en el caso anterior (b) por lo que tendríamos que: $W < W''' < W''$

Cuadro 1 Casos cuando la elasticidad es superior a la unidad

<i>Cuando la elasticidad $\frac{\sigma-1}{\sigma}$ es superior a la unidad</i>					
<i>Casos</i>	$(\Delta(A_H/A_L))$	<i>Cambio tecnológico</i>	$(\Delta(H/L))$	<i>Cambio ocupacional</i>	<i>Prima por el grado de educación</i>
(a)	$(\Delta(H/L))$ Cambio Ocupacional	no		sí	$\Delta W'$
(b)	$(\Delta(A_H/A_L))$ Cambio Tecnológico	sí		no	$\Delta W''$
(c)	$(\Delta(H/L))$ Cambio Ocupacional	sí		sí	$\Delta W''' < \Delta W''$

Fuente: elaboración propia con información de Acemoglu (2002).

Cuando la elasticidad $\frac{\sigma-1}{\sigma} < 1$, es decir la elasticidad es inferior a la unidad, tendríamos que:

- Si se produce una mejora en la productividad de los trabajadores calificados, A_H , con respecto a los trabajadores no calificados, A_L , la curva de demanda se desplaza a la izquierda y se reduce el premio.
- En presencia de una función de producción de tipo Leontief (o de proporciones fijas) todo incremento de A_H hace que los trabajadores calificados sean más productivos, y que la demanda de trabajadores no calificados aumente en una proporción mayor a la de los trabajadores calificados. En este caso, el aumento de la A_H significa creación de un exceso de oferta de trabajadores calificados, lo que provoca el aumento del salario relativo de los trabajadores no calificados, en relación con los calificados.
- Cuando la elasticidad es inferior a la unidad, todo aumento de A_H en relación con A_L va a tender siempre a desplazar al trabajo calificado.

A partir de la revisión teórica de los efectos del cambio técnico sobre el mercado laboral es posible establecer tres elementos que permiten captar esta relación: 1. Cambios en la estructura ocupa-

cional entre trabajadores calificados y no calificados en favor de los primeros; 2. Modificaciones en las primas por el grado de educación nuevamente favoreciendo a los primeros e incrementando la desigualdad salarial, y 3. Crecimiento en la productividad laboral. Como consecuencia de lo anterior, esperaríamos modificaciones en las primas.

4. Metodología, datos empleados y análisis de la información

Utilizamos la regionalización del territorio mexicano sugerida por Hanson (2003) que divide al país en seis regiones: Frontera, Norte, Capital, Centro, Sur y Península de Yucatán¹. Esta regionalización intenta captar los impactos de la liberalización del comercio, los flujos migratorios, la estructura de la inversión extranjera directa, los salarios y la demanda de trabajo calificado y no calificado. La citada regionalización permite examinar: 1) el crecimiento de las industrias manufactureras y el efecto que tiene este fenómeno en la demanda laboral con énfasis en la franja fronteriza de México; 2) las diferencias salariales; y 3) la convergencia o divergencia salarial entre México y los Estados Unidos de América.

El análisis se realiza para el sector manufacturero, considera la posibilidad de heterogeneidad al interior del mismo; se aplica una desagregación a nivel de cuatro subsectores de la industria manufacturera de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN): 1) Industria textil; 2) Industria del plástico y del hule; 3) Industria automotriz; 4) Industrias de los muebles y los zapatos y otras industrias manufactureras por región. Esto nos permite disponer de una mayor cantidad de datos para la estimación y explorar diferencias espaciales que, sin duda, constituyen un elemento relevante en el caso mexicano, dada la dispar dinámica que se ha mostrado en las últimas décadas.

4.1. Datos utilizados

Las bases de datos empleadas en este trabajo corresponden a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (Inegi, 2005-2014), emitida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi); dicha encuesta fue modificada a partir del año 2005 con el objetivo de mejorar la información de los aspectos laborales del país, por tal motivo en esta investigación

¹ Las regiones se conforman de la siguiente manera: Frontera (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas), Norte (Aguascalientes, Baja California Sur, Durango, Nayarit, SLP, Sinaloa, Zacatecas), Centro (Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz), Capital (Distrito Federal, ahora Ciudad de México, Estado de México), Sur (Chiapas, Guerrero, Oaxaca), Yucatán (Campeche, Tabasco, Quintana Roo, Yucatán).

consideramos que dicho periodo proporciona información más reciente y homogénea de las variables a analizar.

Para un análisis descriptivo que permita explorar el mercado laboral y el uso de tecnología en el trabajo, se clasificó a los trabajadores en ocupaciones que involucran el manejo de maquinaria y equipo sofisticado, investigación y desarrollo, software, redes y telecomunicaciones en áreas tecnológicas. Respecto al área no tecnológica, se encuentran los que desempeñan ocupaciones en actividades tradicionales como la agricultura, ganadería, pesca, comerciantes, empleados de comercio y agentes de ventas, trabajadores del arte, espectáculos y deportes, vigilancia, fuerzas armadas y servicios domésticos, la clasificación se muestra en el cuadro número 2.

Cuadro 2
Clasificación en ocupaciones tecnológicas y no tecnológicas

<i>Ocupación tecnológica</i>	<i>Ocupación no tecnológica</i>
Profesionistas	Trabajadores de la educación.
Técnicos	Trabajadores del arte, espectáculos y deportes
Artesanos y trabajadores fabriles en la industria de la transformación y trabajadores en actividades de reparación y mantenimiento	Funcionarios directivos de los sectores público, privado y social
Operadores de maquinaria fija de movimiento continuo y equipos en el proceso de fabricación industrial	Trabajadores en apoyo en actividades administrativas
Jefes, supervisores y otros trabajadores de control en la fabricación artesanal e industrial y en actividades de reparación y mantenimiento	Trabajadores en actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y de caza y pesca
Ayudantes, peones y similares en el proceso de fabricación artesanal e industrial en actividades de reparación y mantenimiento.	Jefes de departamento, coordinadores y supervisores en actividades administrativas y de servicios
Conductores y ayudantes de conductores de maquinaria móvil y medios de transporte	Comerciantes, empleados de comercio y agentes de ventas
	Vendedores ambulantes y trabajadores ambulantes en servicios
	Trabajadores en servicios personales en establecimientos y Trabajadores en servicios domésticos
	Trabajadores en servicios de protección y vigilancia y fuerzas armadas

Fuente: Clasificación Mexicana de Ocupaciones (CMO) (Inegi, 2011).

Respecto del trabajo calificado, de acuerdo con Acemoglu y Autor (2011), se seleccionan como calificados a aquellos individuos con al menos 16 años de escolaridad terminada (universitarios) y los no calificados con un nivel de estudios inferior a 16, que tengan entre 16 y 65 años de edad, y sean parte de la población que legalmente ya puede trabajar.

Los datos de los salarios de los trabajadores son mensuales en pesos constantes del 2005. Para analizar el cambio de la ocupación en áreas tecnológicas y no tecnológicas se elaboró un índice con base en el año 2005.

El cuadro 3 muestra cómo ha evolucionado la ocupación de trabajadores calificados y no calificados en el sector manufacturero mexicano, si bien la cantidad de trabajo no calificado es mayor, la variación entre ambos grupos es muy similar. Respecto a los salarios mensuales se observa una modificación mínima entre ambos grupos de trabajadores.

Cuadro 3
Cantidad de trabajadores por tipo de calificación

<i>Años</i>	<i>Cantidad de empleados</i>		<i>Salarios</i>	
	<i>Calificados</i>	<i>No calificados</i>	<i>Calificados</i>	<i>No calificados</i>
2005	253,980	5,409,539	10,781.46	3,496.15
2006	257,831	5,450,753	10,321.14	3,807.39
2007	270,791	5,389,926	10,796.98	4,226.17
2008	247,165	5,415,945	10,413.71	4,590.33
2009	203,122	4,701,712	12,642.27	4,888.48
2010	220,793	5,107,117	14,748.35	5,015.43
2011	366,396	6,563,190	9,384.10	4,218.85
2012	228,768	5,275,091	14,313.93	5,927.27
2013	209,944	4,910,757	16,448.45	6,078.42
2014	200,606	4,985,381	13,540.67	6,335.51

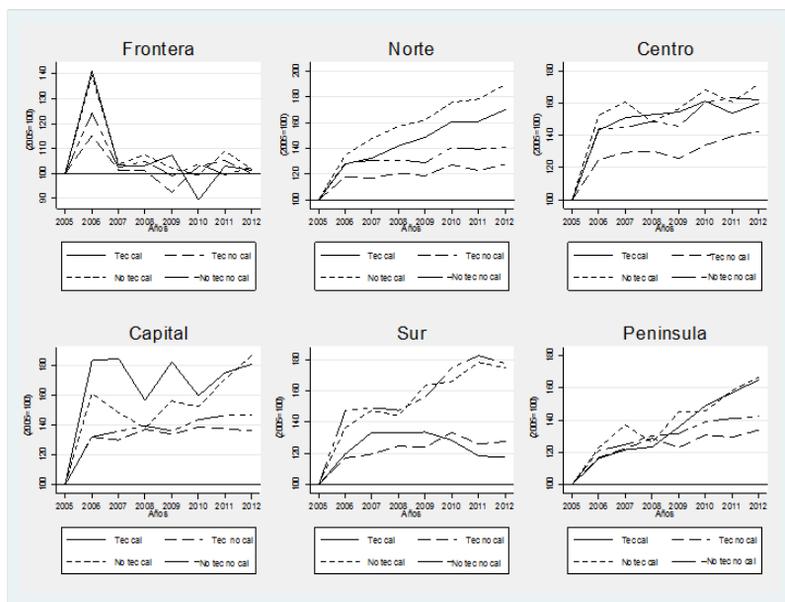
Fuente: elaboración propia con datos de ENOE (Inegi, 2005-2014).

En un estudio realizado por Calderón y Ochoa (2015), en el que se analizaron los tipos de ocupación en áreas tecnológicas para el periodo 1998-2010, se encontró una mayor demanda de trabajo calificado en áreas tecnológicas del sector manufacturero en regiones como la Frontera, Capital y Centro.

Para realizar un análisis reciente bajo esta clasificación se cruza la información de áreas tecnológicas y calificación laboral; la gráfica 2 muestra resultados distintos para el periodo de estudio, se puede observar un incremento de la demanda de trabajo calificado en áreas no tecnológicas

para la región Frontera, Norte y Centro, mientras que para las regiones Capital y Península se observa un aumento en la demanda de trabajo calificado en ambas áreas; por su parte, la región sur demandó durante el periodo sólo trabajo no calificado y, en menor medida, trabajo calificado.

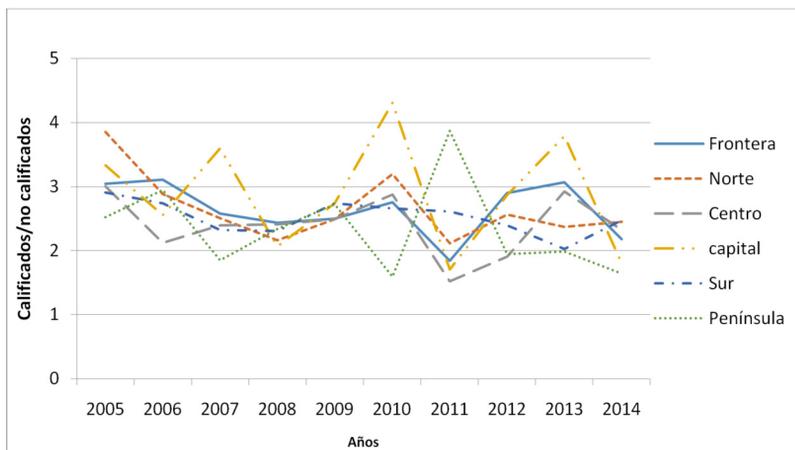
Gráfica 2
Trabajo calificado y no calificado por áreas tecnológicas en las regiones de México



Fuente: elaboración propia con datos de ENOE, (Inegi, 2005-2014).

Los cambios en las remuneraciones se observan, a partir del comportamiento de las razones salariales de los grupos de trabajadores calificados y no calificados por regiones, en la gráfica 3. Se combinan las razones salariales empleando el promedio de remuneraciones para trabajo calificado con respecto del no calificado para cada una de las regiones del país. Los resultados muestran una ligera tendencia a la baja de las razones en todo el país, la región Centro cuenta con los valores más altos mientras que la región Península, para el año 2014, es la línea más baja. Lo anterior es explicado ciertamente por la crisis de la economía norteamericana de 2008, que tuvo un impacto directo en los niveles de empleo calificado de nuestro país, seguramente con un exceso de oferta del mismo.

Gráfica 3
Razones salariales por tipo de trabajo en las regiones de México



Fuente: elaboración propia con datos de ENOE, (Inegi, 2005-2014).

De acuerdo con la teoría del cambio técnico esta evidencia es señal de un posible abaratamiento del trabajo calificado debido a un exceso de oferta laboral en dicho colectivo (Acemoglu y Autor, 2011); sin embargo, en la parte siguiente del estudio realizaremos las estimaciones respectivas para calcular su premio de habilidad así como elasticidad respectiva de sustitución.

4.2. Formación de panel de datos

Para formar la base de datos se replicó el proceso en cada encuesta, asegurando que cada colectivo cumpliera con los atributos seleccionados agrupándolos por región, obteniendo la media de sus salarios, el total de trabajadores y el promedio de años de escolaridad. Cada tabulación que muestra la información por año se fusionó hacia el año consecutivo hasta formar la nueva base de datos en forma de panel. El total de las observaciones del modelo general quedó conformado de la siguiente manera con 10 años por cada encuesta, regiones y 4 subsectores del sector manufacturero= 240.

5. Aplicación empírica

5.1. Variables del modelo

Las variables utilizadas para probar la hipótesis de cambio técnico en el contexto mexicano se describen en el cuadro 4. Utilizamos un modelo de panel con efectos aleatorios para analizar los factores que determinan el comportamiento del salario relativo de los trabajadores calificados con respecto a aquel de los no calificados del sector manufacturero total.

Cuadro 4
Variables utilizadas

<i>Variables</i>	<i>Explicación</i>
Lwcal	Logaritmo del salario relativo ($\log(W_h/W_l)$) de los trabajadores calificados en relación con los no calificados.
Scal	Logaritmo del nivel medio de escolaridad del trabajo calificado.
Llabor	Log de la demanda relativa del trabajo calificado en relación con el no calificado $\log(N_h/N_l)$.

Fuente: elaboración propia.

Se estimó la relación de “la prima por mayor educación” siguiente:

$$\log W_{call} = \beta_0 + \beta_1 \log(\text{Scal}) + \beta_2 \log(\text{Llabor}) + v_i \quad (19)$$

Donde W_{call} es “la prima por una mayor educación”, dada por el cociente del salario del trabajo calificado respecto al no calificado; $\log(\text{Scal})$: log de la escolaridad de trabajadores calificados y $\text{Llabor} = N_h/N_l$ como la relación de trabajo calificado sobre no calificado.

5.2. Resultados empíricos de sustitución

El cuadro 5 muestra los resultados de los modelos estimados por panel para el sector manufacturero de México; se seleccionaron los resultados derivados de la estimación por panel con efectos aleatorios.

Cuadro 5
Resultados de los modelos estimados

<i>Variable</i>	<i>MCO</i>	<i>Efectos fijos</i>	<i>Efectos Aleatorios</i>
scal	0.9673**	0.93681**	0.93952**
llabor	0.06839**	0.08584**	0.08030**
_cons	-0.7410**	-0.66584**	-0.6895**
N	240	240	240
r2	0.07		
R2 ajustada	0.0621		
White	15.13		
Prob>chi2	0.0098		
Wald Chi2			19.72
Prob>chi2			0.0001
F(2,228)	10		
Prov>F	0.0001		
F(9,228)	3.34		
Prob>F	0.0007		
r2_o		0.069	0.0695
r2_b		0.0014	0.0003
r2_w		0.0806	0.0805
sigma_u		0.06275	0.05118
sigma_e		0.1673	0.16729
rho		0.12334	0.08557

**p-value es < del 0.05.

Hausman test Chi2(2)=2.64, Prov>Chi2:0.2674

Fuente: estimación propia, panel 2005-2014.

Todas las pruebas y regresiones se implementaron con el programa Stata versión 12. Se aplicó la prueba de White al modelo estimado y se encontró que era heterocedástico². Además se observa que los estimadores derivados del MCO son sesgados por lo que se escoge un modelo de panel anidado con efectos individuales, como lo muestra la prueba F, donde $F(2,237)=8.91$, con un $p\text{-value}=0.0002 < 0.05$.

Se ejecutó el Test de Hausman, 1983, con el objetivo de detectar si el modelo a elegir es un panel de Efectos Fijos o un panel de Efectos Aleatorios. De acuerdo con la prueba, si no se rechaza la hipótesis nula según la cual las estimaciones son ortogonalmente iguales se deberá de escoger

² La prueba se incluye como anexo.

la estimación más eficiente, es decir, la de efectos aleatorios. Por lo que, como en este caso, dado el p -valor $0.2674 > 0.05$ no rechazamos la hipótesis nula y se seleccionó el estimador derivado del modelo de efectos aleatorios.

El modelo de efectos aleatorios considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, es decir, están distribuidos aleatoriamente. Por su parte, al utilizar el modelo de efectos fijos se considera que el término constante es diferente para cada individuo, por lo tanto, después de realizar la prueba correspondiente se concluye que el modelo de efectos aleatorios es más eficiente con los datos utilizados.

Una vez que se ha seleccionado el modelo de efectos aleatorios como el más eficiente, mostramos los resultados derivados de la estimación de modelo de sustitución de trabajo dentro del sector manufacturero para las regiones mexicanas. Los resultados se presentan en el cuadro 6 y son los siguientes:

- Los valores de las z de los coeficientes tienen alta significación estadística: Los valores de las variables independientes son superiores a 1.96 (superiores a un 95% de confianza); el valor de la elasticidad de la variable *scalcon* respecto a la prima por el grado de educación es igual a 0.93; el valor de la elasticidad de la variable *Llabor* fue 0.0803 y el intervalo tiene un valor de 0.68. Todos los valores *p-values* de las $z < 0.05$, lo que ratifica que las variables tienen una fuerte influencia sobre la variable dependiente.
- El estadístico de *rho* nos indica que el 8.03% de la varianza se debe a las diferencias entre las regiones de la muestra en el panel y que la correlación entre ellas es baja. Lo que sugiere que sólo 8.03% de las variaciones de la variable dependiente (*Wh/Wl*) están relacionados con las diferencias entre las regiones.
- Según el valor del *sigma_u* (0.0511), la desviación estándar de los efectos individuales es más baja que la desviación estándar del error idiosincrático medido por *epsilon* (0.1672).
- Según *R2* el estimador dentro (*within*) que explica la variación de las regiones con respecto al tiempo (0.0805) es muy bajo.
- El valor del coeficiente de la variable *scal* nos indica que la “prima por mayor educación” para el periodo fue del 93.95%, valor excesivamente alto con respecto a lo obtenido en otros trabajos para países más desarrollados que presentaron valores de entre 5 y 6%.
- El valor del coeficiente elasticidad, de la relación entre el trabajo calificado en relación con el salario del trabajo no calificado y la prima por grado de educación fue de 0.0803017, para obtener la elasticidad de la demanda relativa tendríamos $-(1/0.0803017) = -12.45$, es decir, la evidencia muestra que la demanda relativa de

trabajo de la manufactura es en mayor medida hacia el trabajo de menor calificación y con salarios más bajos.

- El valor de la constante nos indica que existe un decremento del 68% anual por la demanda de habilidades del trabajo calificado en la economía mexicana.

Cuadro 6 Estimación del modelo por efectos aleatorios

Random-effects GLS regression		Numero de obs	240		
Group variable: anio		Numero de grupos	10		
R-sq:	within	= 0.0805	Obs por grupo: min	24	
	between	= 0.0003	promedio	24	
	overall	= 0.0695	max	24	
corr (u_i, X)	=	0 (assumed)	wald chi2 (2)	19.72	
			Prob>chi2	0.001	
<i>Lwcal</i>	<i>Coef.</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>z</i>	<i>P> z </i>	<i>[95% Conf. Interval]</i>
Scal	0.9395188	0.249215	3.77	0	0.4510663 1.427971
Llabor	0.0803017	0.0336856	2.38	0.017	0.014279 0.1463243
_cons	-0.689499	0.3161388	-2.18	0.029	-1.30912 -0.0698783
sigma_u	0.05117589				
sigma_e	0.16729468				
rho	0.0855692				

Fuente: estimación propia, panel 2005-2014.

En el cuadro 7 se muestran los principales resultados en cuanto a los valores específicos de las elasticidades para determinar los efectos derivados del cambio tecnológico exógeno sobre el mercado laboral manufacturero mexicano. En la primera fila se registra el efecto sobre el cambio ocupacional medido por las elasticidades de sustitución entre el trabajo calificado y no calificado del sector manufacturero (σ y ρ), cuyos valores respectivos nos indican que $\rho > 0$ es positivo (1.0873) y $\sigma < 1$ inferior a la unidad (0.08731309).

Con esto podemos concluir que ambos factores son complementarios según el modelo de base de Acemoglu (2002) y Acemoglu y Autor (2011). La fila 2 nos indicaría el efecto del cambio tecnológico sobre las habilidades, medido por la elasticidad respectiva, que para el caso que nos ocupa es inferior a la unidad con un valor de -11.45303649, lo que revelaría que

cualquier aumento de la productividad aumenta el salario de los no calificados, finalmente, en la fila 3, tendríamos que la elasticidad de la demanda relativa de habilidades respecto al “premio por el grado de calificación”, tiene una pendiente negativa con lo cual se plantearía que conforme aumenta el “premio por el grado de calificación” disminuye la demanda de trabajo calificado y aumenta aquélla de trabajo sin habilidades.

Cuadro 7
Principales resultados de sustitución

<i>Cambio</i>	<i>Elasticidad</i>	<i>Formula</i>	<i>Valor si $\sigma=0.0803017$</i>	<i>Efecto</i>
Cambio Ocupacional ($\Delta(H/L)$)	Elasticidad de sustitución entre el trabajo calificado y no calificado	$\hat{p} = \frac{1}{1-\sigma}$	1.08731309	Ambos tipos de trabajo son complementarios dado que $\sigma < 1$, y $\rho > 0$
Cambio Tecnológico ($\Delta(A_H/A_L)$)	Elasticidad de las habilidades	$\frac{\sigma-1}{\sigma}$	-11.453036	Dado $(\sigma-1)/\sigma < 1$: cualquier aumento de la productividad, aumenta el salario de los no calificados y desplaza a los calificados
Demanda Relativa	La elasticidad de la demanda relativa es respecto al premio por el grado de educación.	$\frac{1}{\sigma} < 0$	-12.45	Pendiente negativa

Fuente: elaboración propia con datos estimados por efectos aleatorios, panel 2005-2014.

Conclusiones

Este artículo tiene por objetivo hacer una exploración del impacto del progreso técnico exógeno en el mercado laboral, específicamente del sector manufacturero mexicano por regiones para el periodo 2005-2014, por lo que procedimos a estudiarlo empíricamente para el caso de México y sus regiones utilizando los microdatos de la encuesta ENOE. Al tomar en cuenta que este progreso técnico proviene de los países desarrollados se observa que en el sector manufacturero de México no hubo los efectos esperados de sustitución sino de complementariedad según el parámetro $\sigma < 1$ que tiene un valor inferior a la unidad (0.08731309).

Los resultados econométricos revelan que no existe sustitución en favor del trabajo calificado como se esperaría de acuerdo con Acemoglu y Autor (2011), sino de complementariedad y que, por el contrario, se ha incre-

mentado la demanda relativa de trabajo no calificado por parte del sector manufacturero mexicano, dada que la elasticidad es negativa: -12.45.

En dicho sector predominan las estructuras oligopólicas y empresas transnacionales que se instalan en las diversas regiones del país en busca de trabajo no calificado y bajos salarios, lo que a su vez presiona hacia la baja los salarios del trabajo calificado; asimismo, las diferencias y la desigualdad entre ellos tienden a disminuir, contrariamente a lo que sucede en países como los Estados Unidos de América donde sí se observa una sustitución del trabajo no calificado por el calificado como resultado del impacto del progreso técnico en el mercado laboral.

En síntesis, en México se presenta un proceso muy distinto al de los países desarrollados; se observa un aumento en la demanda relativa de mano de obra menos calificada, ligado a la caída de los salarios de dicho colectivo de trabajadores. Se encontró que en el sector manufacturero la demanda relativa del trabajo es más sensible al trabajo no calificado, lo cual se explica en parte por la simplificación extrema de los procesos productivos de ensamble en las empresas que conforman al sector.

Se observa un círculo vicioso inducido por el tipo de tecnología que se aplica en el seno de los procesos productivos de la industria manufacturera, que tiende a simplificar los procesos de trabajo y a favorecer la demanda de trabajo poco calificado en detrimento del calificado; de hecho, se destaca una tasa alta de decremento en la demanda de habilidades (68%), así como una tasa alta de rentabilidad media de escolaridad, por lo que existe un fuerte incentivo para que los individuos tiendan a formarse y calificarse, pero la realidad del mercado laboral del sector manufacturero es otra, ya que el trabajo calificado no encuentra empleos acordes con su formación, por lo que estos trabajadores tienden a engrosar las filas del desempleo y del sector informal permanente; dicho sector aglutina a una proporción nada despreciable de la fuerza activa laboral remunerada, inclusive con mayor nivel de escolaridad, lo que fortalece la naturaleza dual del mercado laboral mexicano.

Anexo

White's test for H_0 : homoskedasticity
against H_a : unrestricted heteroskedasticity

chi2(5) = 15.3
Prob > chi2 = 0.0098

Cameron and Trivedi's decomposition on IM-test

<i>Source</i>	<i>chi2</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Heteroskedasticity	15.13	5	0.0098
Skewness	0.82	2	0.6644
Kurtosis	4.94	1	0.0263
Total	20.89	8	0.0075

Fuentes consultadas

- Acemoglu, Daron (2002), "Technical change, inequality, and the labor market", *Journal of Economic Literature*, 40 (1), Pittsburgh American Economic Association Publications, Pittsburgh, Estados Unidos de América, pp. 7-72.
- Acemoglu, Daron y David Autor (2011), "Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings", Elsevier, *Handbook of Labor Economics*, vol. 4b, Amsterdam, Países Bajos, pp. 1043-1171.
- Aguilar, Ismael (1998), "Competitividad y precarización del empleo: el caso de la industria del televisor en color en la frontera norte de México", *Papeles de población*, 4 (18), Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, pp. 99-121.
- Alarcón, Diana y Terry McKinley (1997), "The paradox of narrowing wage differentials and widening wage inequality in Mexico", *Development and Change*, 28 (3), Institute of Social Studies, Oxford, Reino Unido, pp. 505-530.
- Aghion, Philippe y Peter Howitt (1992), "A model of growth through creative destruction" *Econometrica*, 60 (2), New York University, New York, Estados Unidos de América, pp. 323-351.

- Arrow, Joseph-Kenneth. (1962), “The economic implications of learning by doing”, *The Review of Economic Studies*, 29 (3), Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, pp. 155-173.
- Autor, David, Frank Levy y Richard Murnane (2003), “The skill content of recent technological change: an empirical exploration”, *Quarterly Journal of Economics*, 118 (4), Harvard University’s Department of Economics, Cambridge, Reino Unido, pp. 1279-1333.
- Autor, David, Lawrence Katz y Melissa Kearney (2008), “Trends in U.S. wage inequality: revising the revisionists”, *The Review of Economic and Statistics*, 90 (2), MIT Press Journal, Cambridge, Reino Unido, pp. 300-323.
- Becker, Gary (1994), *Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*, The University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América.
- Calderón, Cuauhtémoc y Gloria Ochoa (2015), “Cambio tecnológico exógeno en el sector manufacturero de México”, en Luis Huesca-Reynoso y Mario Camberos-Castro (coords.), *Mercado laboral y cambio tecnológico en México: tendencias, sectores y regiones*, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.-LiberMex, Ciudad de México, México pp. 97-108.
- Camberos, Mario, Luis Huesca, y David Castro (2013), “Cambio tecnológico y diferencial salarial en las regiones de México: un análisis de datos de panel para el sector servicios”, *Estudios fronterizos*, 14 (28), Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México, pp. 187-211.
- Campos-Vázquez, Raymundo, Gerardo Esquivel y Nora Lustig (2014), “The rise and fall of income inequality in México, 1989-2010”, en Giovanni Andrea Cornia (ed.), *Falling inequality in Latin America: Policy changes and lessons*, Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, pp. 140-163.
- Caselli, Mauro (2014), “Trade, skill-biased technical change and wages in Mexican manufacturing”, *Applied Economics*, 46 (3), University of Warwick, London, Reino Unido, pp. 336-348.

- Cass, David (1965), "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation", *Review of Economic Studies*, 32 (3), Stockholm University, Estocolmo, Suecia, pp.233-240.
- Inegi (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) (2005-2014), Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), Inegi, Aguascalientes, México, <<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enoe/>>, 13 de marzo 2016.
- Inegi (Instituto Nacional de Geografía y Estadística) (2011), Clasificación Mexicana de Ocupaciones (CMO), Inegi, Aguascalientes, México, <<http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/clasificadores/CMO%20Vol%20II.pdf>>, 1 de enero de 2011.
- Esquivel, Gerardo y José Antonio Rodríguez-López (2003), "Technology, trade, and wage inequality in México before and after NAFTA", *Journal of Development Economics*, 72 (2), Brown University, Providence, Rhode Island, Estados Unidos de América, pp. 543-565.
- Gallego, Francisco (2006), "Skill premium in Chile: studying the skill bias technical change hypothesis in the south", documento de trabajo 363, Banco Central de Chile, Santiago de Chile, <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2112261.pdf>>, 1 de enero de 2006.
- Germán-Soto, Vicente, Edgar Sánchez-Carrera y Leonardo Tenorio-Martínez (2016), "On the skill premium hypothesis in Mexico: an analysis by scientific area", *Estudios de Economía Aplicada*, 34 (2), Universidad de Valladolid, Valladolid, España, pp. 353-378.
- Grossman, Gene y Elhanan Helpman (1991), *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Cambridge, Reino Unido.
- Haavelmo, Trygve (1954), *A study in the theory of economic evolution*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, Países Bajos.
- Hahn, Horace, Frank y Robert Charles Matews (1972), *Théorie de la croissance économique*, Ed. Económica, París, Francia.
- Hanson, Gordon (2003), "What has happened to wages in Mexico since NAFTA? Implications for hemispheric free trade", working paper series 9563, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Reino Unido.

- Huesca-Reynoso, Luis Castro-Lugo y David Rodríguez-Pérez (2010), “Cambio tecnológico y sus efectos en el mercado de trabajo: una revisión analítica”, *Economía, Sociedad y Territorio*, 10 (34), El Colegio Mexiquense, A. C., Toluca, México, pp. 749-779.
- Huesca-Reynoso, Luis y Reyna Rodríguez-Pérez (2008), “Salarios y calificación laboral en México. Problemas del desarrollo”, *Revista Latino Americana de Economía*, 39 (154), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, pp. 61-86.
- Kaldor, Nicolas (1957), “Model of economic growth”, *The Economic Journal*, 67 (268), Blackwell Publishing, Oxford, Reino Unido, pp. 591-624.
- Lucas, Robert (1988), “On the mechanics of economic developmet”, *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), London School of Economics, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, Países Bajos, pp. 3-42.
- Lustig, Nora, Luis Calva-López y Eduardo Ortiz-Juárez (2013), Deconstructing the decline in inequality in Latin America, working paper 6552, World Bank Policy Research, New York, Estados Unidos de América.
- Legovini, Arianna, César Bouillon y Nora Lustig (2005), “Can education explain changes in income inequality in Mexico? the microeconomics of income distribution dynamics in East Asia and Latin America”, en Francisco Ferreira y Nora Lustig (coords.), *François Bourguignon*, World Bank-Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos de América, pp. 275-313.
- Marroquín-Castillo, Mario (2011), “Impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo (caso sector manufacturero mexicano 1994-2008)”, *Economía informa*, 367, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, pp. 77-97.
- Mañe-Vernet, Ferran (2001), “Cambio tecnológico y calificaciones en la industria española: una aproximación estructural”, tesis doctoral, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

- Ramsey, Frank (1928), "A mathematical theory of saving", *Economic Journal*, 37 (145), Blackwell Publishing, Oxford, Reino Unido, pp. 543-559.
- Robinson, Joan (1938), "The classification of inventions", *Review of Economic Studies*, 5 (2), Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, pp. 139-142, doi: 10.2307/2967528.
- Rosen, Sherwin (1976), "A theory of life earnings", *Journal of Political Economy*, 84 (4), The University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América, pp. 545-567.
- Romer, Paul M. (1986), "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94 (5), The University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América, pp. 1002-1037.
- Romer, Paul M. (1990), "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, 98 (5) The University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América, pp. 71-102.
- Sheshinski, Eytan (1967), "Optimal accumulation with learning by doing", en Karl Shell (ed.), *Essays on the theory of optimal economic growth*, Cambridge, MIT Press, Estados Unidos de América, pp. 67-85.
- Schultz, Theodore (1962), *Investment in human beings*, University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América.
- Solow, Robert (1956), "A contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), Oxford University Press, Oxford, Estados Unidos de América, pp. 65-94.
- Smith, Adam (1776) (2010), *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, México.
- Swan, Trevor W. (1956), "Economic growth and capital accumulation", *Economic Record*, 32 (2), University of Sidney, Sidney, Australia, pp. 334-361.
- Uzawa, Hirofumi (1965), "Optimal technical change in a aggregative model of economic growth" *International Economic review*, 6 (1),

University of Pennsylvania, Pennsylvania, Estados Unidos de América, pp.18-31.

Verdoorn, P. J. (1956), "Complementarity and long-range projections", *Econometrica*, 24 (4), New York University, New York, Estados Unidos de América, pp. 429-450.

Zabala, María (1997), "Cambios demográficos y sociales en la frontera Norte de México: familia y mercados de trabajo", *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 30, Université de Paris X-Nanterre, CREDAL, París, pp. 93-120.

Recibido: 12 de agosto de 2016.

Corregido: 21 de diciembre de 2016.

*Aceptado:*12 de enero de 2017.

Cuauhtémoc Calderón-Villarreal. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad de Niza-Sophia Antípolis en Francia; investigador del Departamento de Estudios Económicos (DEE) de El Colegio de la frontera Norte (COLEF), profesor invitado de la Escuela de Gobierno y Economía de la Universidad Panamericana, miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III, fue miembro de la Comisión Dictaminadora del Área V del Sistema Nacional de Investigadores (2014-2016) y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Entre sus publicaciones más recientes destacan: "La geografía y la economía en sus vínculos actuales: Una antología comentada del debate contemporáneo", *Frontera norte*, 27(54), El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México, pp. 211-214 (2015); en coautoría: "Análisis de los vínculos económicos de México con China: ¿Es posible pasar de la larga marcha de enfrentamientos al gran salto adelante en la nueva relación?", *México y la cuenca del pacífico*, 4(12), Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, pp. 39-63 (2015); en coautoría: "Cambio tecnológico exógeno en el sector manufacturero de México", en Luis Huesca-Reynoso y Mario Camberos-Castro (coords.), *Mercado laboral y cambio tecnológico en México: tendencias, sectores y regiones*, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.-LiberMex, Ciudad de México, México pp. 97-108 (2015).

Gloria Lizeth Ochoa-Adame. Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), es profesora-investigadora de la Facultad de Economía Internacional de la Universidad Autónoma de Chihuahua, sus líneas de investigación son:

desigualdad salarial, cambio tecnológico, discriminación salarial. Entre sus últimas publicaciones destacan, en coautoría: “Desigualdad salarial y cambio tecnológico en la Frontera Norte de México”, *Problemas del Desarrollo*, 47(187), UNAM, Ciudad de México, México, pp. 165-188 (2016); en coautoría: “Descomposición de la desigualdad salarial en los Estados de la Frontera Norte de México”, *Economía Informa*, (393), UNAM, Ciudad de México, México, pp. 3-20 (2015); en coautoría, “Especialización productiva regional y crecimiento poblacional en México: un análisis para las diez zonas metropolitanas demográficamente más dinámicas en el periodo 2000-2010”, *Revista Contraste Regional*, 4 (7-8), CIISDER, Tlaxcala, México, pp. 97-118(2017).

Luis Huesca-Reynoso. Doctor en Economía por la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente es Investigador Titular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) adscrito a su Departamento de Economía. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Entre sus publicaciones destacan; en coautoría: “Impuestos ambientales al Carbono en México y su progresividad: una revisión analítica”, *Economía Informa*, (398), UNAM, Ciudad de México, México, pp. 23-39 (2016); en coautoría: “Comparison of fiscal system progressivity over time: theory and application in Mexico”, *Estudios Económicos*, 31(1), El Colegio de México, Ciudad de México, México, pp. 3-45 (2016) y en coautoría: “Programa Oportunidades y bienestar económico de los hogares beneficiarios de San Bartolomé Quialana, Oaxaca”, *Región y sociedad*, 28(66), El Colegio de Sonora, Hermosillo, México, pp. 5-22 (2016).