

# Cambio tecnológico sesgado en la industria manufacturera del Noroeste de México

*Moisés Alejandro Alarcón Osuna\**

*Martha María Carrillo Montes\*\**

Recepción: 12 de abril de 2018 / Aceptación: 20 de agosto de 2018

**Resumen** Esta investigación analiza si los cambios tecnológicos han generado un sesgo en productividad para grupos de trabajadores de micro, pequeñas, medianas (MIPYMES) y grandes empresas, utilizando como marco conceptual el modelo canónico de habilidades y tareas. El estudio se realizó en el sector de manufacturas de los estados del Noroeste de México, para los años 2006 y 2016, empleando como insumos los segundos trimestres de la tabla sociodemográfica de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (SDEM-ENOE) para ambos años. Se aplicó un análisis de diseño factorial de efectos aleatorios, en el que se encontró que ha existido un cambio tecnológico debido a las interacciones entre la asignación de tareas por parte de las empresas y la oferta de habilidades de los empleados, y que además este cambio no proviene de alguno de los factores señalados por separado. Un hecho interesante es que las habilidades medias y bajas funcionan como sustitutivas, al igual que las tareas manuales y rutinarias.

**PALABRAS CLAVE:** tareas, habilidades, cambio tecnológico sesgado.

.....

\* Profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Sinaloa, México. malarcon@uas.edu.mx

\*\* Estudiante de Maestría en Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México. marthama.carrillo@gmail.com

## *Biased technical change in the manufacturing industry of Northwest Mexico*

**Abstract** The object of the research is to study whether technological changes have generated a bias in productivity for groups of workers in Micro-SMEs and Large Enterprises, using as a conceptual framework the canonical model of skills and tasks. The analysis was limited to the manufacturing sector in the Northwestern states of Mexico, in the years 2006 and 2016, using as input the second quarters of the Service Delivery Model of the National Survey of Occupation and Employment (SDEM-ENOE) for both years. A random effects factorial design analysis was applied, which found that there was a technological change that was due to the interactions between the assignment of tasks by the companies and the offer of skills by the employees, and that this change did not come from any of the factors identified separately. An interesting fact is that middle and low skills function as substitutes, as do manual and routine tasks.

**KEYWORDS:** tasks, skills, biased technical change.

### Introducción

La industria manufacturera ha sido objeto de estudio porque se piensa en ella como un sector con un alto peso en la producción y como un reflejo de las condiciones imperantes en la organización industrial (Unger, Flores e Ibarra, 2013). En particular, se ha hecho énfasis en que en esta industria es más sencillo observar un cambio tecnológico (Chang, 2014) debido a que se generan bienes materiales y es más fácil identificar en ella la sustitución de factores de producción que en otros sectores.

Por otro lado, existe un debate sin terminar en torno a la industria manufacturera, que se finca sobre las bases de generar crecimiento a través de un sector de alto valor agregado, o bien optar por un crecimiento sostenido por rendimientos crecientes (Ocegueda, Castillo y Varela, 2009). Esta primera opción representa el auge de sectores como las industrias electrónica, aeronáutica y eléctrica, entre otras, establecidas en su mayoría en los estados de Baja California, Jalisco, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Pérez, Ceballos y Cogco, 2014), en tanto que la segunda representa sectores como el automotriz, maquilador y metalmecánico, entre otros.

Tomando como referencia los Censos Económicos 2014 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se observa que a nivel nacional el sector manufacturero representa 11.6 % de las unidades económicas, 23.5 % del personal ocupado y 48.2 % de

la producción bruta total. Por otro lado, también se observa que la mayoría de las unidades económicas se encuentran en el centro y el sur del país, pero que al mismo tiempo el personal ocupado y la producción bruta se concentran en el norte y el occidente.

Este artículo se centra en la región Noroeste de México, entre otras muchas razones, por la heterogeneidad que presenta debido a que tiene estados con una fuerte vocación agrícola como Durango, Sinaloa y Sonora, pero también ciudades con presencia del sector de servicios turísticos como Sinaloa, Baja California y Baja California Sur, así como una fuerte vocación manufacturera, principalmente en entidades fronterizas como Baja California, Sonora y Chihuahua. En términos económicos, el Noroeste aporta 12.8 % del producto interno bruto (PIB) nacional, mientras que las manufacturas representan 34.22 % de la producción del Noroeste y dan empleo al 13.2 % de la población ocupada del país (Censos Económicos 2014).

Así, el sector de las manufacturas tiene el potencial de detonar el crecimiento y desarrollo económico, con una mayoría de empresas micro, pequeñas y medianas (MIPYMES), pero superadas en producción por un pequeño conjunto de grandes empresas (Censos Económicos 2014). No obstante la gran cantidad de perspectivas que han abordado el crecimiento y desarrollo de la industria manufacturera en México, poco se ha analizado el papel que desempeñan las MIPYMES en el análisis del cambio tecnológico.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es analizar el impacto del cambio tecnológico en las ocupaciones. Específicamente, se establecen dos grupos para comparar los efectos, uno compuesto por MIPYMES y otro para las empresas de tamaño grande del Noroeste de México. Para ello se toma como referencia un modelo de análisis por habilidades y tareas que permite estimar en forma empírica el cambio tecnológico sesgado hacia el trabajo, pues los adelantos tecnológicos afectan primordialmente la productividad de los empleados y no la del capital (Acemoglu, 2002, 2007).

El artículo se estructura de la siguiente manera. Primero se muestra un marco contextual que da cuenta de la evolución histórica del sector manufacturero en México y de su relación con el cambio tecnológico, seguido de un marco teórico que justifica el estudio del cambio tecnológico, da soporte al uso de brechas tecnológicas por habilidades y asignación de tareas y, al mismo tiempo, da sentido a un comparativo entre estados. En tercer lugar, se desarrolla el modelo canónico de habilidades y cambio tecnológico basado en tareas propuesto por Acemoglu y Autor (2010), y las implicaciones de este modelo para el estudio del cambio tecnológico diferenciado entre la MIPYME y la gran empresa. En el siguiente apartado se describe la metodología de análisis estadístico, donde se detallan las

condiciones para definir si se ha generado un cambio tecnológico por habilidades y tareas en el periodo 2006-2016. La siguiente sección muestra los resultados de la metodología propuesta y, por último, se presentan las conclusiones y los comentarios finales.

### Marco contextual

Existe en el sector de manufacturas una gran heterogeneidad en los salarios, particularmente entre la gran empresa y las MIPYMES, lo cual puede significar que las empresas grandes han adoptado tecnologías que han hecho más productivos a sus empleados con respecto a los empleados de las MIPYMES. No obstante, no se tiene un marco teórico de análisis que pueda relacionar los cambios tecnológicos que se generan en la MIPYME con sesgos hacia la productividad de los empleados, y tampoco se puede analizar si existe este cambio tecnológico y cómo se pudiera reflejar en los salarios de los empleados.

Lo anterior también se debió en parte al resultado de la política neoliberal puesta en marcha en 1982, pues se emprendió el proceso de apertura comercial que incentivó la redistribución hacia estados de la frontera norte, por su cercanía con Estados Unidos, pero también debido a la desregulación de la inversión extranjera directa (IED), ya que esta se enfoca en entidades con las condiciones propicias para la industrialización, como Guanajuato y Jalisco, por señalar algunas. Finalmente, la transformación de la industria manufacturera desde 1980 se debió en parte a la crisis de deuda generada con la reducción del gasto público y el otorgamiento de subsidios (Vidal, 2014). Las consecuencias de estos procesos de redistribución y apertura comercial generaron un cambio positivo en la desconcentración, pues para 1981 los estados de México, Jalisco, Distrito Federal (hoy Ciudad de México) y Nuevo León concentraban 60 % de la industria manufacturera (Pérez *et al.*, 2014).

Se observa también una mayor concentración de las industrias de alta tecnología que obedece a encadenamientos productivos, sistemas regionales de innovación, capital humano especializado y capacitado, y la transferencia de tecnología (Pérez *et al.*, 2014); la mayor parte de estos productos es para el mercado de exportación, lo cual contribuye al desarrollo económico local.

La característica principal de este sector es que está constituido por un pequeño grupo de empresas, sobre todo grandes, que operan con tecnologías avanzadas, y un mar de MIPYMES que difícilmente incorporan nuevas tecnologías en sus procesos productivos y tienen problemas para invertir en capital fijo. Esto genera una sustitución de formación bruta de capital fijo por IED, lo cual dificulta un mayor desarrollo (Vidal, 2014) y da como

resultado la falta de progreso tecnológico generado de manera endógena. Adicionalmente, existe heterogeneidad entre sectores tradicionales de tecnología intermedia y alta tecnología (Ocegueda *et al.*, 2009), donde las fuentes de competitividad suelen ser dos: la productividad y los bajos sueldos (Unger *et al.*, 2013; Pérez *et al.*, 2014).

Así, en este marco contextual se señala que existen dos fenómenos en la industria manufacturera: uno que apunta a la heterogeneidad en la asignación de salarios entre empresas grandes y MIPYMES, pero también a una heterogeneidad en las tecnologías utilizadas en estos dos grupos de empresas, una empresa grande con tecnologías que hacen más productivos a sus empleados y una MIPYME con tecnologías menos sofisticadas que paga salarios más bajos a sus empleados. No obstante, en este artículo se propone indagar sobre las posibles causas de esta heterogeneidad mediante la *hipótesis del cambio tecnológico sesgado* (HCTS), donde la introducción de nuevas tecnologías hace más productivos a los empleados más calificados.

### Enfoque teórico

Primero revisemos el concepto de cambio tecnológico. Este, junto con la organización, es responsable de aumentos en la productividad de las personas. De hecho, en la teoría económica neoclásica es entendido como «un cambio en la forma o función de producción, de tal manera que mejore la productividad de los factores» (Nicholson, 2008: 201). Siguiendo con esta corriente, se puede decir que existen dos opciones para elevar la productividad, una que apela a la relación de medios de producción por unidad de capital humano y otra que se centra en la organización en la cual se gestiona el proceso laboral (Rivera, 2005). Por eso el cambio tecnológico no solo implica herramientas más sofisticadas sino también cambios en la forma de generar productos o servicios.

Algunos de estos estudios han adquirido mayor relevancia en México, pues han mostrado la forma en que los cambios tecnológicos sesgados han generado desigualdades salariales (Huesca y Ochoa, 2016) con una concentración del empleo en ocupaciones no tecnológicas y de baja calificación laboral (Rodríguez, Huesca y Camberos, 2011), pero que también han mostrado cómo los trabajadores que mejor adecuan su calificación a las innovaciones tecnológicas son los que reciben una mejor remuneración salarial (Ochoa y Camberos, 2016).

Por otro lado, se ha establecido en algunos estudios, como los de Burgos y Mungaray (2008), Huesca, Castro y Rodríguez (2010), Rodríguez *et al.* (2011) y Rodríguez y Castro (2012), que la apertura y liberalización comercial en México desde inicios de la déca-

da de 1980 jugo en favor de la demanda de trabajadores altamente calificados, derivada de las nuevas necesidades tecnológicas provenientes del extranjero. No obstante, como señalan Calderón, Ochoa y Huesca (2017), tras los desajustes económicos y financieros de Estados Unidos en 2001, la demanda y los salarios de trabajo calificado han disminuido; específicamente en el sector manufacturero, que es el más expuesto al libre comercio.

Lo que caracteriza al actual sistema de producción es un activo incrustado dentro del capital humano llamado conocimiento, y este también implica más altos niveles de educación y calificación de la fuerza laboral (Rivera, 2005). De esta manera, existe una relación entre cambio tecnológico, productividad y recursos humanos que es difícil de separar, de lo cual se infiere que el cambio tecnológico está asociado a estos elementos de análisis.

Algunas teorías revelan que el diferencial de salarios está dado por las externalidades tecnológicas y pecuniarias, mismas que se explican a continuación. Por un lado, las externalidades tecnológicas en diferencias de productividad entre tamaños de empresas señalan que las nuevas que incursionan en el mercado, generalmente MIPYMES, aunque cuenten con nuevas tecnologías no tienen una escala de producción que les permita competir con las empresas ya existentes en términos de productividad (Leung, Meh y Terajima, 2008), por lo que la brecha entre ambos estratos se hace evidente.

Por otro lado, las externalidades pecuniarias en diferencias salariales entre tamaños de empresas suelen vincularse con las grandes, que están dispuestas a pagar un salario más alto a cambio de no pagar supervisión por el trabajo de las personas (Calvo y Wellisz, 1978). Otras teorías señalan que la escala de las empresas y la mayor productividad de las grandes hacen que estas tiendan a pagar la mayor productividad a sus empleados (Sun, 2014), o el simple hecho de ser grandes y estar ante el escrutinio público las obliga a pagar salarios más altos (Lester, 1967) que las de menor tamaño. Cualquiera que sea la teoría que se considere, es evidente que existe una brecha salarial que termina afectando la competitividad.

Por ello se propone como marco de análisis la teoría de Acemoglu y Autor (2010), quienes parten de una perspectiva neoclásica de largo plazo en la que proponen que las diferencias en productividad se deben a las diferentes tareas que realizan las personas con sus acervos de habilidades o calificaciones, de manera que las productividades pueden ser diferentes en una misma tarea en distintas empresas. Esto se explica por el cambio tecnológico sesgado hacia el factor trabajo, donde las empresas adquieren tecnologías que hacen más productivas a las personas con más habilidades en diferentes

tareas. Todo ello explica que, a largo plazo, el cambio tecnológico sesgado hacia el factor trabajo explique indirectamente las diferencias salariales en las distintas tareas que realizan las personas.

### Modelo canónico de habilidades y tareas

Para comenzar con la explicación de este modelo de cambio tecnológico es necesario aclarar que Acemoglu (2002, 2007, 2009), en diferentes espacios y momentos, ha mantenido que existe una hipótesis que sirve como guía de análisis: «el cambio tecnológico no es neutral y afecta más a algunos factores de producción que a otros». En este sentido, señala que el cambio tecnológico está sesgado hacia las habilidades de las personas,<sup>1</sup> lo que en cierta medida se debe a que los cambios tecnológicos tienen que ver principalmente con las revoluciones informáticas (Rivera, 2005; Ochoa y Camberos, 2016) y otras tecnologías que han hecho más productivas a las personas,<sup>2</sup> sobre todo a aquellas con más altos niveles de educación o mayor desarrollo de destrezas.

Como resultado de este modelo canónico, también se da por hecho que, aunque en los últimos años ha aumentado la oferta de personal con más altos niveles de educación, el salario de estas personas no ha disminuido porque la tecnología que necesitan también requiere de personas con alta calificación (Acemoglu, 2002, 2007).

Si bien lo anterior, aunque da cabida a señalar que el cambio tecnológico es sesgado hacia el factor trabajo, y que ello está ligado a un mejoramiento en el ingreso o salario del personal, no explica cómo las empresas o instituciones asignan a las personas a distintas tareas ni los efectos que tienen estas asignaciones en la productividad o el cambio tecnológico. Por ello se amplía el modelo canónico para que sea un modelo que incorpore las distintas tareas que requieren las empresas.

En este modelo se supone que el cambio tecnológico está dado como exógeno (Acemoglu y Autor, 2010). Otro supuesto importante es que existe sustitución entre emplea-

.....

<sup>1</sup> En 2002 y 2008 señaló que el cambio tecnológico es dirigido (*directed technical change*) y en 2014 afina su hipótesis y señala que es sesgado hacia las personas (*skill biased technical change*).

<sup>2</sup> Se reconoce también que existen estudios no concluyentes respecto del impacto de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la productividad y el crecimiento económico (véase Guerrero, 2009). No obstante, se da por entendido que, así como suponemos que sucede con las TIC, el resto de las tecnologías adoptadas por las empresas se enfocan en incrementar la productividad, sobre todo de aquellas personas con mayores habilidades o destrezas.

dos calificados y no calificados. Con ello intenta responder a cómo la asignación de trabajadores con distintos niveles de habilidades ha cambiado en las últimas dos décadas, de 1990 a 2010. De esta manera, el modelo hace la distinción entre las habilidades de los empleados y las tareas en las empresas, lo que lleva a asignar trabajadores con distintas habilidades a diferentes tareas.

Se define en el modelo a la *tarea* como una unidad de actividad de trabajo que genera un producto, y a la *habilidad* como una dotación de capacidades que tiene un trabajador, con las que realiza distintas tareas, por lo que esta dotación se puede adquirir por medio de estudios escolares o de otras inversiones endógenas o exógenas.<sup>3</sup> Bajo este modelo basado en tareas, las habilidades se aplican a tareas para generar productos y las habilidades no generan productos por sí mismas (Acemoglu y Autor, 2010). Se concibe que las tareas más abstractas implican la utilización de mayores conocimientos o el uso de herramientas más sofisticadas y que, por lo tanto, en ellas se observa un progreso tecnológico.

La expresión matemático-estadística para proceder con el modelo canónico con integración de tareas es la siguiente función de producción Cobb-Douglas:

$$Y = \exp \left[ \int_0^1 \ln y(i) di \right]$$

Donde  $Y$  representa la producción de un único producto final, y  $y(i)$  se refiere al nivel de producción o servicio de la tarea  $i$ .

Este modelo supone, además, que todos los mercados son competitivos y el precio del bien final se asume como un numerario.

Continuando con los supuestos, el modelo nos dice que existen tres factores de producción, que se refieren a trabajadores con habilidades altas ( $A$ ), medias ( $M$ ) y bajas ( $B$ ). Existe una oferta fija de los tres tipos de trabajadores ( $A$ ,  $B$  y  $C$ ), en la que cada tarea tiene la siguiente función de producción:

$$y(i) = A_B \alpha_B(i)b(i) + A_M \alpha_M(i)m(i) + A_A \alpha_A(i)a(i)$$

Donde el término  $A$  representa el factor aumentador de tecnología, y  $\alpha_B(i)$ ,  $\alpha_M(i)$  y  $\alpha_A(i)$  son las productividades de cada tarea; por ejemplo,  $\alpha_B(i)$  es la productividad de un trabajador con habilidad media en la tarea  $i$ . Adicionalmente, para simplificar

.....

<sup>3</sup> Endógenas como cursos de capacitación que el empleado mismo puede pagar para incrementar sus habilidades, o exógenas como cursos gratuitos que ofrece el gobierno o la empresa para el mismo fin.

el análisis, se ignora el capital ( $\alpha_K(\cdot) = 0$ ), lo cual implicaría que inicialmente no existen máquinas que puedan sustituir a trabajadores en alguna tarea específica.

Para completar este modelo, se supondrá que existe algún  $I_B$  e  $I_A$  tales que todas las tareas  $i < I_B$  serán realizadas por trabajadores de baja habilidad, y todas las tareas  $i > I_A$  serán realizadas por recursos humanos de altas habilidades, en tanto que las tareas intermedias entre esos niveles serán realizadas por trabajadores de habilidades medias. Finalmente, se definen los salarios como  $w_B$ ,  $w_M$  y  $w_A$  para salarios de trabajadores con habilidades bajas, medias y altas, respectivamente.

Con este esquema, Acemoglu y Autor (2010) lograron demostrar que es estrictamente menos costoso realizar la tarea  $i < I_B$  utilizando trabajadores de bajas habilidades y, de manera similar,  $i < I_A$  costará menos utilizando trabajadores de altas habilidades, y lo mismo aplica para trabajadores de habilidades medias.

Las implicaciones de este modelo de análisis son que las fronteras entre  $I_B$  e  $I_A$  se determinan de manera endógena y responden a cambios en la oferta de habilidades y de tecnología, lo cual introduce un tipo de sustitución que desempeña un papel importante en el modelo, pues existe sustitución de habilidades entre las distintas tareas que realizar, lo cual lleva a la empresa a optimizar la elección de tareas que serán ejecutadas por los distintos grupos de habilidades. Así, dos personas con habilidades iguales pueden obtener un sueldo distinto debido a la productividad en las diferentes tareas, con lo que se logra evadir la ley de un solo precio.

Si bien es cierto que el modelo canónico trata de una sustitución entre trabajadores con distintas habilidades, en él también se señala que las tareas más abstractas implican la utilización de más altos niveles tecnológicos y, por lo tanto, están relacionadas con el progreso tecnológico. Por ello se retoman de este modelo tales implicaciones para el análisis de las estrategias que llevan a cabo MIPYMES y empresas grandes, con las cuales generan progreso tecnológico mediante la asignación de trabajadores a tareas de distintos niveles de complejidad.

La hipótesis que se propone en este artículo es que *existe un cambio tecnológico en la industria manufacturera que está dado por una estrategia mixta de asignación de tareas en empresas (cambio endógeno) y oferta de habilidades de empleados (cambio exógeno), tanto de empresas grandes como de MIPYMES*, ya que las empresas grandes tienden a dividir la estructura asignando a una sola persona una tarea específica, en tanto que las MIPYMES, que son más flexibles, asignan a las personas más de una tarea específica, lo cual determina su productividad y, por lo tanto, refleja un cambio tecnológico.

## Metodología de la investigación

### *Obtención de datos*

La fuente de datos que se consulta en esta investigación es la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), que publica el INEGI. Esta base de datos se agrupa en distintas tablas con información de diversos temas, que además están vinculadas mediante algunos campos de identificación.

Respecto a estas tablas, la información recolectada se encuentra solo en la tabla SDEM. Para ser más precisos, se tomaron solo las encuestas SDEM 206 y SDEM 216, que corresponden al segundo trimestre de 2006 y 2016, respectivamente, ya que en esta investigación se realiza un comparativo de dos periodos de los últimos años disponibles.<sup>4</sup>

En esta metodología de obtención de datos se toma como referencia solo a personas con edades entre 16 y 65 años (variable *eda*), que conforman el grueso de la población económicamente activa con empleo y es la que legalmente ya puede trabajar sin permiso especial como las personas de 14 y 15 años. De igual manera, se toma como referencia solo a personas empleadas en establecimientos de tamaño micro, pequeños, medianos y grandes,<sup>5</sup> mediante un filtro en la variable *ámbito2*, ya que debido al modelo canónico propuesto referiremos solo a empleados de empresas y no de gobierno u organizaciones no gubernamentales.

Puesto que el estudio se refiere al sector manufacturero, se toma como filtro la variable *rama\_est2* y se filtra por sector manufacturero. Además, se toma solo a personal remunerado, por lo que se filtra por la variable *pos\_ocu* para descartar empleados por cuenta propia no remunerados y no especificados, ya que el cambio tecnológico del modelo canónico se presenta solo con respecto a cambios tecnológicos exógenos, que afectan al personal empleado en las empresas. Se descartan aquellas personas que no reportan ingresos, ya que esto no permite observar el cambio tecnológico indirecto que generan los diferenciales en salarios, por lo que se filtra por la variable *ingocup* para valores mayores que cero. Por último, se toma como referencia de ponderación la variable *fac*, que representa los factores de expansión o la proyección de cada encuestado con respecto a la población total.

.....

<sup>4</sup> El trimestre más reciente disponible en la página de INEGI al momento de elaborar el artículo es el segundo de 2016.

<sup>5</sup> En las ENOE se consideran diferentes ámbitos de empresas privadas. Para los fines de la presente investigación, se aclara que las MIPYMES en estas encuestas cuentan con menos de 50 empleados.

CUADRO 1. CMO-ENOE y definición de la variable tareas

Tareas	Ocupaciones
Abstractas	Profesionales, técnicos y trabajadores del arte
	Trabajadores de la educación
	Funcionarios y directivos
Manuales	Oficinistas
	Trabajadores industriales, artesanos y ayudantes
	Comerciantes
	Operadores de transporte
Rutinarias	Trabajadores en servicios personales
	Trabajadores en protección y vigilancia
	Trabajadores agropecuarios

Fuente: Elaboración propia con base en CMO-ENOE-INEGI con base en Ochoa y Camberos (2016).

En cuanto a las variables clave de este trabajo, que se refieren a las tareas y los niveles de habilidad de los empleados, se asume como referencia la variable *anios\_esc*, que se refiere a los años de escolaridad, y se realiza una transformación arbitraria, que fue propuesta por Ochoa y Camberos (2016) con el siguiente algoritmo: calificación alta para personas con 16 o más años de escolaridad, calificación media para personas que tienen entre 10 y 15 años de estudios y calificación baja para personas con nueve o menos años de escolaridad. Así, la nueva variable *calificación* se refiere a las habilidades adquiridas por las personas mediante años de escolaridad.

Por otro lado, la variable *tareas* se construye con el mismo algoritmo propuesto por Ochoa y Camberos (2016), que sigue la lógica de tareas de la Clasificación Mexicana de Ocupaciones (CMO), publicada en 2009 por el INEGI, y que en el presente artículo solo puede tener tres valores: abstractas, manuales y rutinarias, de acuerdo con el cuadro 1.

Del cuadro 1 han hecho uso Ochoa y Camberos (2016) y Calderón *et al.* (2017). No obstante, existen otras definiciones de ocupaciones o tareas, tales como las descritas por Burgos y Mungaray (2008), con tareas definidas como categorías del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), o como otros estudios donde se señala a personas con computadora y sin ella para definir tareas abstractas y no abstractas (Huesca *et al.*, 2010). No obstante, el cuadro 1 muestra una descripción más detallada y menos general de las distintas tareas que puede realizar una persona.

A partir de las definiciones del cuadro 1 se puede establecer que las tareas abstractas son las de mayor complejidad en términos de los procedimientos que se deben realizar, es

decir, que no pueden ser codificadas paso a paso; por ello son más abstractas y se requiere un nivel más alto de calificación y creatividad para llevarlas a cabo. A las tareas manuales se les puede codificar en alguna medida, pero requieren del empleado un cierto nivel de calificación para realizarlas cuando surge alguna contingencia o cambio de empleado. Por último, las tareas rutinarias son aquellas que se pueden codificar paso a paso y que, sin importar el nivel de instrucción del empleado, pueden ser realizadas por personas que no tengan mucha experiencia o conocimiento sobre ellas.

### *Método de contrastación de hipótesis*

Se propone como método de contrastación un diseño factorial de efectos aleatorios, con el que se puedan establecer los efectos de interacción en las MIPYMES y las grandes empresas. Esto permite observar el cambio tecnológico debido a las calificaciones o habilidades y las tareas asignadas por la empresa, así como los efectos de interacción que se presentan en las distintas entidades federativas del Noroeste de México: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Durango.

Los experimentos factoriales y sus correspondientes cálculos de análisis de varianza son diseños útiles cuando se necesita llegar a conclusiones simultáneas acerca de dos o más factores. En este caso se utiliza el término factorial, ya que las condiciones experimentales incluyen todas las combinaciones posibles de los factores (calificación, tareas y entidades) en que un efecto de un factor, como las tareas, puede cambiar según los niveles de las habilidades o viceversa, lo que permite una interacción entre estas dos variables. Diferenciando entre los grupos de MIPYMES y empresas grandes.

La metodología del diseño factorial de efectos aleatorios se elige sobre otros diseños bifactoriales pues suponemos que existe una relación entre el cambio tecnológico y los salarios, y que, a su vez, los cambios en los salarios están dados por las variables tareas y la calificación, pero que los diferentes niveles de cada una de ellas debería reflejar una interacción.

El modelo supone que los  $a$  niveles del factor  $A$  y los  $b$  niveles del factor  $B$  son una muestra aleatoria de poblaciones de niveles. De esta manera, se puede extrapolar esta inferencia a todos los posibles niveles mediante el cálculo sobre la muestra anterior. Donde el modelo que se aplica es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para  $i = 1, \dots, a; j = 1, \dots, b; k = 1, \dots, n$ , donde los parámetros del modelo son variables aleatorias independientes entre sí, tales que:

$$\begin{aligned}\alpha_i &\sim N(0, \sigma_\alpha) \\ \beta_j &\sim N(0, \sigma_\beta) \\ (\alpha\beta)_{ij} &\sim N(0, \sigma_{\alpha\beta}) \\ \varepsilon_{ijk} &\sim N(0, \sigma)\end{aligned}$$

De esta manera, la varianza de cada observación es:

$$Var(y_{ijk}) = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_{\alpha\beta}^2 + \sigma^2$$

Que son los componentes de la varianza, y se puede demostrar que los cuadrados medios (CM) del error (E) y de los factores A y B, tomando en cuenta las sumas de cuadrados (SC), tienen las siguientes esperanzas:

$$E(MC_A) = E\left(\frac{SC_A}{\alpha-1}\right) = \beta n \sigma_\alpha^2 + n \sigma_{\alpha\beta}^2 + \sigma^2$$

$$E(MC_B) = E\left(\frac{SC_B}{b-1}\right) = \alpha n \sigma_\beta^2 + n \sigma_{\alpha\beta}^2 + \sigma^2$$

$$E(MC_{AB}) = E\left(\frac{SC_{AB}}{(\alpha-1)(b-1)}\right) = n \sigma_{\alpha\beta}^2 + \sigma^2$$

$$E(MCE) = E\left(\frac{SCE}{\alpha b(n-1)}\right) = \sigma^2$$

Utilizando las expresiones anteriores, e igualando las medias de cuadrados, se obtienen las siguientes estimaciones de las varianzas:

$$est(\sigma^2) = MCE$$

$$est(\sigma_{\alpha\beta}^2) = \frac{MC_{AB} - MCE}{n}$$

$$est(\sigma_\alpha^2) = \frac{MC_A - MC_{AB}}{bn}$$

$$est(\sigma_\beta^2) = \frac{MC_B - MC_{AB}}{an}$$

Con lo que se pueden contrastar los siguientes conjuntos de hipótesis:

$$\begin{cases} H_0: est(\sigma_\alpha^2) = 0 \\ H_1: est(\sigma_\alpha^2) > 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_0: est(\sigma_\beta^2) = 0 \\ H_1: est(\sigma_\beta^2) > 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_0: est(\sigma_{\alpha\beta}^2) = 0 \\ H_1: est(\sigma_{\alpha\beta}^2) > 0 \end{cases}$$

Para contrastar las hipótesis se procede con el cálculo de estadísticos  $F$  como normalmente se prueba en los análisis de varianzas (ANOVA), donde para probar una interacción entre los factores  $A$  y  $B$  se calcula el estadístico  $F$  como:

$$F_0 = \frac{MC_{AB}}{MCE}$$

Con  $(a-1)(b-1)GL$  en el numerador y  $ab(n-1)GL$  en el denominador.

En comparación con el estadístico  $F$  para probar la significancia de los factores  $A$  y  $B$  por separado como sigue:

$$F_0 = \frac{MC_A}{MC_{AB}} \quad \text{con } (a-1)GL \text{ en el numerador y } (a-1)GL (b-1)GL \text{ en el denominador}$$

$$F_0 = \frac{MC_B}{MC_{AB}} \quad \text{con } (b-1)GL \text{ en el numerador y } (a-1)(b-1)GL \text{ en el denominador}$$

Por lo tanto, se pueden contrastar dos cuestiones distintas: si las calificaciones y tareas han impactado por separado en el cambio tecnológico visto por medio de los cambios en salarios o si estos factores han determinado el cambio tecnológico, analizados de manera conjunta mediante efectos de interacción. Todo ello se resume en un cuadro ANOVA.

## Estadística descriptiva y análisis del diseño factorial

### *Estadística descriptiva*

Tomando en cuenta el manejo de datos descrito en la sección anterior, se pueden observar algunos hechos que confirman las implicaciones del modelo canónico con tareas donde existe una transitividad de salarios de la siguiente forma: *abstractas* > *manuales* > *rutinarias*, lo que es un resultado esperado, pues se supone que son más escasas las personas que realizan tareas más abstractas y, por lo tanto, el pago debe ser mayor; no obstante, se observa una sola excepción con el estado de Baja California (en 2006). También se observa que las personas con más altos niveles de educación tienden a ganar salarios más altos. Estos resultados se muestran en el cuadro 2 para 2006 y el cuadro 3 para 2016. Las cifras fueron deflactadas para realizar comparativos.

En el cuadro 2 destaca que los empleados mejor pagados del sector manufacturero están en los estados de Baja California Sur y Baja California. Por otro lado, un hecho que

CUADRO 2. Sueldos de empleados del sector de manufacturas, estados seleccionados, 2006-2

Entidad	Valores deflactados						Total
	Tareas			Calificación			
	Abstracta	Manual	Rutinaria	Alta	Media	Baja	
Baja California	13 174	6 071	6 104	14 191	7 231	5 615	6 706
Baja California Sur	16 133	6 559	5 520	20 393	7 679	6 361	7 153
Chihuahua	10 013	5 179	3 899	13 881	6 786	4 452	5 657
Durango	8 700	4 518	3 789	8 511	5 715	4 127	4 736
Sinaloa	8 920	5 375	4 082	11 511	5 537	4 644	5 470
Sonora	16 368	5 377	4 262	12 734	6 083	5 052	5 872
Total	11 679	5 446	4 574	13 113	6 526	4 901	5 910

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 206, cifras deflactadas con el INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor) base diciembre 2010 = 100; se promedió el INPC de abril, mayo y junio para deflactar las cifras.

CUADRO 3. Sueldos de empleados del sector de manufacturas, estados seleccionados 2016-2

Entidad	Valores deflactados						Total
	Tareas			Calificación			
	Abstracta	Manual	Rutinaria	Alta	Media	Baja	
Baja California	10 258	4 901	4 265	11 074	5 352	4 636	5 308
Baja California Sur	17 041	5 383	5 170	11 825	5 790	4 949	6 000
Chihuahua	11 182	4 494	4 310	13 472	4 861	4 031	5 383
Durango	6 340	4 091	2 874	6 781	4 664	3 715	4 150
Sinaloa	8 094	4 358	5 992	7 445	4 417	4 055	4 528
Sonora	10 395	4 448	3 379	9 139	4 631	4 062	4 712
Total	10 612	4 565	4 352	11 240	4 907	4 193	5 069

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 216, cifras deflactadas con el INPC base diciembre 2010 = 100; se promedió el INPC de abril, mayo y junio para deflactar las cifras.

se cumple según la teoría es que los empleados de calificaciones altas, así como aquellos que tienen ocupaciones abstractas, son los que reciben mayores salarios.

Un hecho interesante de los cuadros 2 y 3 es que, con excepción de las tareas abstractas en Baja California Sur y Chihuahua, así como las tareas rutinarias en Chihuahua, ha ocurrido una disminución en el sueldo real de las personas que trabajan en el ramo de las manufacturas del periodo 2006-2002 al periodo 2016-2002. Si bien es cierto que, bajo el esquema de análisis de un modelo canónico, los cambios en sueldos están asociados

CUADRO 4. Empleados en el sector manufacturero del Noroeste de México, 2006-2 (porcentajes)

Entidad	Tareas			Calificación			Total
	Abstracta	Manual	Rutinaria	Alta	Media	Baja	
Baja California	2.5	24.6	0.9	2.4	6.4	19.3	28.0
Baja California Sur	0.1	1.0	0.1	0.0	0.4	0.8	1.2
Chihuahua	3.4	27.2	0.9	2.3	6.8	22.3	31.5
Durango	0.5	7.9	0.4	0.6	1.8	6.4	8.8
Sinaloa	0.5	9.5	0.6	0.9	2.6	7.1	10.6
Sonora	1.0	18.4	0.5	1.3	5.9	12.7	19.9
Total	7.9	88.7	3.4	7.5	23.9	68.5	963 242

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 2006.

a un cambio tecnológico, también lo es que estos resultados no nos dicen algo sobre las interacciones entre las variables de habilidades o calificaciones y asignación de tareas, y tampoco se ha abordado el tema de la proporción de empleados que tienen calificaciones altas o bajas. Por otro lado, no se aborda la manera en que los empleados son asignados a tareas abstractas, manuales o rutinarias, ya que esta proporción es importante en términos de implicaciones para el modelo canónico con inclusión de tareas de Acemoglu y Autor (2010).

Comenzando por la proporción de personas, en México para 2006 había 963 242 personas empleadas en manufacturas con ingresos reportados, que habían aumentado a 1 146 774 para el segundo trimestre de 2016. En los cuadros 4 y 5 se puede observar la distribución por tareas y calificaciones para ambos periodos.

En el cuadro 4 se observa que alrededor de 50 % del empleo manufacturero en 2006 se encontraba en los estados de Chihuahua y Baja California. Adicionalmente, la mayor parte del empleo manufacturero era de calificaciones bajas (68 %) o estaba asignado a tareas manuales (88.7 %).

Se pueden extraer tres conclusiones importantes a partir de los cuadros 4 y 5. En primer lugar, la mayor parte del empleo manufacturero se encuentra en los estados de Chihuahua, Baja California y Sonora, con alguna pérdida de participación de Sonora y una ganancia de Chihuahua si se comparan los periodos 2006-2 y 2016-2. En segundo lugar, destaca que la mayoría de los empleados de este sector realizan tareas manuales (entre 88.7 % y 89.1 %), con escasa participación en tareas abstractas (entre 7.9 % y 8.4 %) y relativamente nula participación en tareas rutinarias (entre 3.4 % y 2.5 %). Por último, se

CUADRO 5. Empleados en el sector manufacturero del Noroeste de México, 2016-2 (porcentajes)

<i>Entidad</i>	<i>Tareas</i>			<i>Calificación</i>			<i>Total</i>
	<i>Abstracta</i>	<i>Manual</i>	<i>Rutinaria</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	
Baja California	2.2	25.2	0.5	1.9	8.8	17.1	27.9
Baja California Sur	0.1	1.4	0.2	0.2	0.6	0.9	1.7
Chihuahua	4.7	30.4	0.4	4.2	10.4	20.9	35.5
Durango	0.5	8.3	0.4	0.6	2.3	6.3	9.1
Sinaloa	0.2	8.4	0.6	0.9	3.5	4.7	9.2
Sonora	0.8	15.4	0.5	1.4	6.2	9.0	16.7
Total	8.4	89.1	2.5	9.2	31.9	58.9	1 146 774

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 216.

aprecia que ha habido una redistribución en las calificaciones de los empleados, pues los de calificación baja pasaron de 68.5 % a 58.9 %, y hubo un aumento de empleados con calificación media, ya que pasaron de 23.9 % a 31.9 % del total en el sector de manufacturas. De ello se infiere la introducción de tecnologías que pueden ser utilizadas por empleados con calificación media y alta, pero no por empleados de calificación baja.

Un aspecto adicional es el que relaciona estos cambios con los estratos de MIPYMES y grandes empresas, mismos que se presentan en los cuadros 6 y 7. En estos se muestra que en las MIPYMES ha aumentado un poco la proporción de empleados en tareas manuales, pues pasaron de 88 % a 91.4 %; y se ha incrementado un poco la proporción de empleados con calificación media, de 24.8 % a 28.7 %, disminuyeron los de calificación alta y baja y se confirmó un cambio tecnológico en el mismo sentido que en el total general. En cuanto a la gran empresa, se puede decir que está creciendo en empleo en Baja California y Chihuahua. Asimismo, en la proporción de personas que trabajan en tareas abstractas, pues pasó de 7.5 % a 11 %; pero también han crecido en proporción en empleos de calificación alta y media; las primeras pasaron de 7.2 % a 10.2 % y las segundas de 23.1 % a 33.7 %. Esto genera un contraste, pues las MIPYMES aumentan un poco su proporción de empleados en tareas manuales y de calificación media, en tanto que la gran empresa crece en tareas abstractas y en calificación alta y media. De ello se podría inferir que el cambio o progreso tecnológico está dado principalmente por cambios exógenos y endógenos generados por la empresa manufacturera grande.

Un hecho interesante que se observa en el cuadro 6 es que Baja California y Sonora tienen una participación de alrededor de 50 % del empleo manufacturero de MIPYMES.

**CUADRO 6. Empleados en el sector manufacturero del Noroeste de México 2006-2 por estrato de empresa (porcentajes)**

Entidad	MIPYMES						Total
	Tareas			Calificación			
	Abstracta	Manual	Rutinaria	Alta	Media	Baja	
Baja California	3.00	25.30	0.90	2.40	7.70	19.10	29.20
Baja California Sur	0.10	2.00	0.10	0.10	0.70	1.50	2.20
Chihuahua	2.40	16.10	0.60	1.20	4.60	13.30	19.10
Durango	0.70	10.10	0.40	1.00	2.00	8.20	11.20
Sinaloa	1.00	15.60	0.90	1.50	4.30	11.70	17.50
Sonora	1.10	19.00	0.70	1.80	5.50	13.50	20.90
Total	8.30	88.00	3.70	7.90	24.80	67.30	495 871
	Empresas grandes						
Baja California	2.00	24.00	0.80	2.30	5.00	19.40	26.80
Baja California Sur	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chihuahua	4.30	39.10	1.30	3.60	9.20	31.90	44.70
Durango	0.30	5.70	0.30	0.10	1.70	4.60	6.40
Sinaloa	0.00	2.80	0.30	0.30	0.80	2.00	3.10
Sonora	0.80	17.80	0.40	0.80	6.30	11.80	18.90
Total	7.50	89.30	3.10	7.20	23.10	69.70	466 514

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 2006.

No obstante, los empleos de calificación baja y de tareas manuales siguen siendo los más numerosos, con 67.3 % y 88 %, respectivamente.

Por otro lado, en el cuadro 7 se aprecia que el cambio tecnológico debió de impactar con mayor fuerza a Chihuahua y Baja California, ya que estos dos estados muestran el mayor impacto de crecimiento en el número de empleados, principalmente de empresas grandes.

#### *Análisis de resultados del diseño factorial*

Para realizar el diseño factorial con efectos aleatorios se debe presentar primero el orden entre lo que será considerado como factor A (tareas) y lo que se considerará factor B (calificación), ya que estos, en su conjunto, suponemos que determinan el nivel de salarios de los empleados. Por un lado, las tareas que se determinan de manera endógena se

**CUADRO 7. Empleados en el sector manufacturero del Noroeste de México 2016-2 por estrato de empresa (porcentajes)**

<i>Entidad</i>	<i>MIPYMES</i>						<i>Total</i>
	<i>Tareas</i>			<i>Calificación</i>			
	<i>Abstracta</i>	<i>Manual</i>	<i>Rutinaria</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	
Baja California	1.40	22.40	0.30	1.30	6.30	16.40	24.10
Baja California Sur	0.20	3.40	0.30	0.30	1.60	2.00	3.90
Chihuahua	0.70	13.60	0.80	1.20	4.20	9.60	15.10
Durango	0.90	13.90	0.90	1.20	3.00	11.40	15.60
Sinaloa	0.40	20.00	1.20	1.90	8.20	11.50	21.60
Sonora	0.50	18.10	1.10	1.20	5.40	13.10	19.70
<b>Total</b>	<b>4.10</b>	<b>91.40</b>	<b>4.50</b>	<b>7.20</b>	<b>28.70</b>	<b>64.10</b>	<b>399 469</b>
	<i>Empresas grandes</i>						
Baja California	2.60	27.10	0.60	2.20	10.30	17.80	30.40
Baja California Sur	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.30
Chihuahua	7.10	40.10	0.20	5.90	14.10	27.40	47.40
Durango	0.20	5.40	0.10	0.30	1.90	3.60	5.70
Sinaloa	0.00	1.80	0.20	0.40	0.70	0.90	2.00
Sonora	1.00	13.20	0.10	1.40	6.60	6.40	14.30
<b>Total</b>	<b>11.00</b>	<b>87.70</b>	<b>1.30</b>	<b>10.20</b>	<b>33.70</b>	<b>56.10</b>	<b>722 533</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 216.

colocarán en las filas y, por otro, las calificaciones que se determinan exógenamente a la empresa se colocarán en las columnas, y las celdas se completarán con información sobre sueldos en las diferentes entidades federativas, tal como lo muestran los cuadros 8 y 9, con cambios porcentuales en salarios deflactados.

El cuadro 8 muestra los sueldos deflactados para los niveles entidad-tareas y entidad-calificación, donde se observa que solo Baja California y Sinaloa emplean personal de calificación alta para realizar tareas rutinarias en 2016, y únicamente Sinaloa, Baja California y Chihuahua emplean personal de calificación alta en tareas rutinarias en 2006. En el cuadro 9 se muestran los cambios porcentuales de los salarios.

Una cuestión clave del cuadro 9, recordando que los cambios en salarios están vinculados al cambio tecnológico, es que solo se muestran incrementos en salarios de empleados que realizan tareas rutinarias de todos los niveles de calificación. Para los anteriores

CUADRO 8. Sueldos por tareas y calificaciones en 2006-2 y 2016-2, valores deflactados

Tareas	Estado	Calificación					
		2006-2			2016-2		
		Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Abstractas	Baja California	15 392	11 402	10 625	13 659	7 288	5 831
	Baja California Sur	27 858	14 922	7 953	24 303	8 573	5 421
	Chihuahua	16 346	8 178	5 506	15 214	6 499	5 515
	Durango	8 168	9 496	6 111	6 489	6 383	5 389
	Sinaloa	9 377	6 760	6 839	8 582	6 651	5 421
	Sonora	15 624	19 957	14 126	12 168	6 594	11 050
Manuales	Baja California	12 832	6 587	5 506	7 822	5 176	4 625
	Baja California Sur	10 601	6 845	6 360	6 952	5 523	5 024
	Chihuahua	11 879	6 564	4 430	10 592	4 540	3 997
	Durango	8 817	5 158	4 140	7 000	4 543	3 759
	Sinaloa	13 357	5 610	4 669	6 501	4 398	4 019
	Sonora	10 926	5 512	4 933	7 595	4 589	4 002
Rutinarias	Baja California	14 852	8 484	5 003	6 143	4 087	4 210
	Baja California Sur	--	4 918	5 721	--	6 218	4 344
	Chihuahua	7 078	4 381	3 559	--	8 578	4 012
	Durango	--	3 193	3 800	--	4 336	2 781
	Sinaloa	7 426	3 241	4 210	10 925	4 437	4 584
	Sonora	--	5 212	4 189	--	2 551	3 627

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 206 y de la ENOE-SDEM 216, cifras deflactadas con el INPC base diciembre 2010 = 100; se promedió el INPC de abril, mayo y junio de 2006 y 2016 para deflactar las cifras.

cambios porcentuales en salarios podemos ejecutar el diseño factorial de efectos aleatorios propuesto en el apartado previo, el cual arroja los resultados que se resumen en un cuadro de análisis de varianzas (el cuadro 10), con la inclusión de niveles de significancia para los estadísticos *F*.

Como se observa en el cuadro 10, existen diferencias significativas que están dadas por los factores tareas y calificaciones, pero con una interacción entre ellas, ya que el coeficiente de interacción muestra un estadístico significativo a 0.8 %, según datos del *P*-

CUADRO 9. Relación de cambio porcentual 2006-2016 en salarios por tareas y calificaciones

Tareas	Estado	Calificación		
		Alta	Media	Baja
Abstractas	Baja California	-11.3	-36.1	-45.1
	Baja California Sur	-12.8	-42.6	-31.8
	Chihuahua	-6.9	-20.5	0.2
	Durango	-20.6	-32.8	-11.8
	Sinaloa	-8.5	-1.6	-20.7
	Sonora	-22.1	-67.0	-21.8
Manuales	Baja California	-39.0	-21.4	-16.0
	Baja California Sur	-34.4	-19.3	-21.0
	Chihuahua	-10.8	-30.8	-9.8
	Durango	-20.6	-11.9	-9.2
	Sinaloa	-51.3	-21.6	-13.9
	Sonora	-30.5	-16.8	-18.9
Rutinarias	Baja California	-58.6	-51.8	-15.9
	Baja California Sur	--	26.4	-24.1
	Chihuahua	-100.0	95.8	12.7
	Durango	--	35.8	-26.8
	Sinaloa	47.1	36.9	8.9
	Sonora	--	-51.1	-13.4

Fuente: Elaboración propia con datos deflactados tomados del cuadro 8.

CUADRO 10. Resumen ANOVA para el diseño factorial sin distinguir por tamaños de empresa

FV	SC	GL	CM	F	P-value
Tareas	1397.797	2	698.899	1.038	0.370
Calificaciones	1745.334	2	872.667	1.296	0.293
Interacción	11920.976	4	2980.244	4.426	0.008
Error	30303.810	45	673.418	--	--
Total	45367.917	53	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del cuadro 9.

*value*. Con esto se concluye que existe un cambio tecnológico dado en los salarios, pero este cambio tecnológico se debe estrictamente a combinaciones de factores exógenos como los niveles de calificación de los empleados y a factores endógenos como la asigna-

CUADRO 11. Sueldos por tareas y calificaciones en 2006-2 y 2016-2, valores deflactados.

Solo empresas grandes

Tareas	Estado	Calificación					
		Año 2006			Año 2016		
		Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Abstractas	Baja California	15 723	9 725	9 425	15 717	6 916	5 626
	Baja California Sur	--	3 961	3 961	21 210	--	--
	Chihuahua	16 066	8 606	5 489	15 798	6 497	5 232
	Durango	9 429	8 963	7 808	10 312	7 510	3 897
	Sinaloa	14 757	--	--	--	6 315	--
	Sonora	19 594	8 066	--	12 151	6 167	5 421
Manuales	Baja California	14 057	6 138	5 029	8 193	5 280	4 365
	Baja California Sur	7 426	6 760	7 038	10 608	3 541	6 258
	Chihuahua	12 128	6 245	4 246	10 837	4 422	3 843
	Durango	14 451	5 097	4 310	8 049	4 597	3 813
	Sinaloa	18 177	5 814	4 968	4 741	4 841	4 269
	Sonora	9 783	5 656	4 876	8 171	4 571	4 021
Rutinarias	Baja California	14 852	5 746	5 081	--	4 087	4 189
	Baja California Sur	--	6 931	6 931	--	9 034	3 910
	Chihuahua	7 078	4 296	3 190	--	8 578	4 058
	Durango	--	--	4 118	--	--	2 892
	Sinaloa	--	3 193	4 123	13 760	5 059	--
	Sonora	--	--	4 573	--	2 917	--

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 206 y de la ENOE-SDEM 216, cifras deflactadas con el INPC base diciembre 2010 = 100; se promedió el INPC de abril, mayo y junio de 2006 y 2016 para deflactar las cifras.

ción de empleados a distintas tareas. Es decir, existe dependencia entre la forma como se asignan tareas y el nivel de calificación que encuentran las empresas manufactureras en su entorno. En cuanto a las empresas grandes, los resultados del diseño factorial fueron tomados del cuadro 11 y se describen en el cuadro 12.

En el cuadro 11 se puede apreciar que Baja California Sur muestra un contraste interesante, pues en 2006 para realizar tareas abstractas solo utilizaba personal de calificación media y baja, en tanto que en 2016 únicamente emplea para las mismas tareas personal

CUADRO 12. Resumen ANOVA para el diseño factorial para tamaños de empresas grandes

FV	SC	GL	CM	F	P-value
Tareas	1442.148	2	721.074	0.276	0.762
Calificaciones	9114.817	2	4557.409	1.744	0.197
Interacción	25754.377	4	6438.594	2.464	0.073
Error	117597.994	45	2613.289	--	--
Total	153909.336	53	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del cuadro 11.

CUADRO 13. Sueldos por tareas y calificaciones en 2006-2 y 2016-2, valores deflactados. Solo MIPYMES

Tareas	Estado	Calificación					
		Año 2006			Año 2006		
		Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Abstractas	Baja California	15 148	12 481	11 173	7 230	8 549	6 435
	Baja California Sur	27 858	14 922	8 848	26 592	8 573	5 421
	Chihuahua	16 719	7 323	5 538	7 024	6 528	15 968
	Durango	8 060	10 115	2 661	5 704	5 062	5 893
	Sinaloa	9 126	6 760	6 839	8 850	7 227	5 421
	Sonora	12 076	35 240	14 126	13 472	8,539	16 835
Manuales	Baja California	11 536	6 859	5 976	7 326	4 911	5 132
	Baja California Sur	10 601	6 828	6 356	4 892	5 416	4 907
	Chihuahua	10 045	7 137	4 859	9 688	5 170	4 806
	Durango	7 875	5 204	4 053	6 442	4 512	3 740
	Sinaloa	11 580	5 570	4 624	7 047	4 271	3 983
	Sonora	11 216	5 357	4 981	8 319	4 616	3 974
Rutinarias	Baja California	--	10 036	4 951	6 143	--	4 232
	Baja California Sur	--	4 918	5 634	--	5 494	4 309
	Chihuahua	--	4 772	4 170	--	--	3 996
	Durango	--	3 193	3 546	--	4 336	2 746
	Sinaloa	7 426	3 245	4 243	6 505	4 555	4 584
	Sonora	--	5 212	3 985	--	2 101	3 555

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-SDEM 206 y de la ENOE-SDEM 216, cifras deflactadas con el INPC base diciembre 2010 = 100; se promedió el INPC de abril, mayo y junio de 2006 y 2016 para deflactar las cifras.

**CUADRO 14. Resumen ANOVA para el diseño factorial para tamaños de MIPYMES**

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>
Tareas	526.803	2	263.401	0.154	0.859
Calificaciones	6131.892	2	3065.946	1.787	0.190
Interacción	29686.968	4	7421.742	4.326	0.009
Error	77196.695	45	1715.482	--	--
Total	113542.358	53	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del cuadro 13.

de calificación alta. Caso opuesto al de Sinaloa, estado que para realizar tareas abstractas pasó de utilizar a personal con alta calificación a personal con calificación media.

A partir del cuadro 12 se concluye que en el caso de las empresas grandes no es claro que exista alguna combinación de factores endógenos (asignación de tareas) o exógenos (calificaciones de empleados), ya que la significancia en el coeficiente de interacción es de 7.3 % (más alto que el nivel estándar de 5 %), por lo que el cambio tecnológico y sus efectos en las ocupaciones no son tan claros en este estrato de empresas. Por último, en lo referente al estrato de MIPYMES se toman datos del cuadro 13 y se muestran resultados en el cuadro 14.

En el cuadro 13 se puede notar que los sueldos más altos para personal con calificación alta se pagan en Baja California Sur y Sinaloa. No obstante, ha habido una disminución en estos sueldos si se compara 2006-2 con 2016-2.

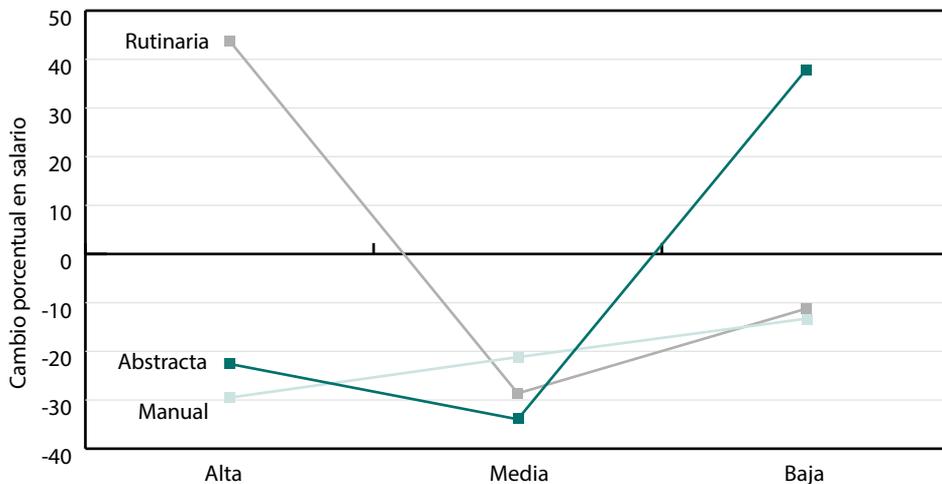
Con base en el cuadro 14 se puede decir que el cambio tecnológico está dado en forma de interacción entre los factores endógenos y exógenos (tareas y calificaciones, respectivamente), lo que indica que ha ocurrido un cambio en la estrategia de asignación de mano de obra en las MIPYMES, pues su oferta con distintas calificaciones tal vez haya cambiado la estrategia seguida por las empresas ubicadas en estratos más pequeños, ya que en general en 2016 existe una mano de obra con mayores calificaciones y se asigna a más personas en tareas abstractas y manuales que en 2006.

En un nivel medio de calificación se puede observar que no existen diferencias significativas en los cambios porcentuales de las tareas manuales y rutinarias (2.05 % en el cuadro 13), lo que se puede confirmar con una prueba de diferencia de medias.<sup>6</sup> Por otro

.....

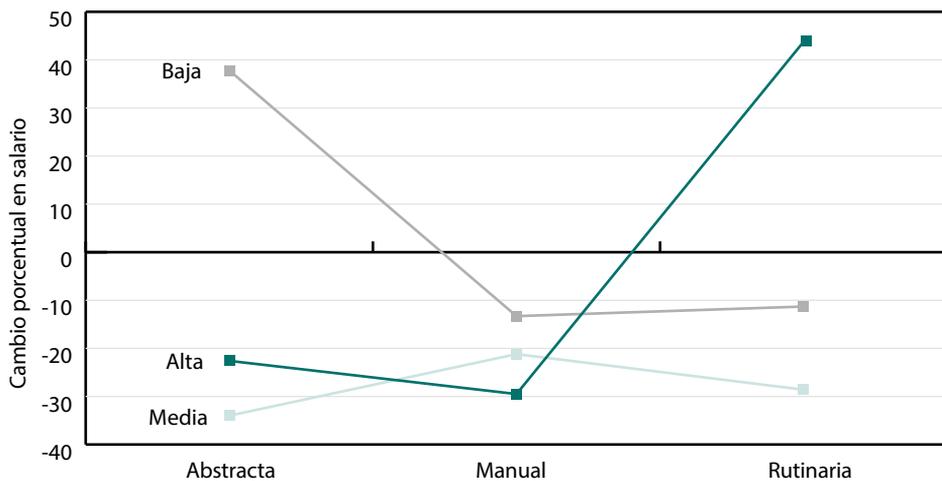
<sup>6</sup> No es el objetivo del presente análisis, pero el lector puede calcular con una prueba de Bonferroni con un nivel de significancia del 2 %, que da como resultado un estadístico *t* de 59.12 para el estrato de

GRÁFICA 1. Interacción de tareas con respecto al nivel de calificaciones en MIPYMES



Fuente: Elaboración propia con medias de cambio porcentual, tomado del cuadro 13.

GRÁFICA 2. Interacción de calificaciones con respecto a la clasificación de tareas en MIPYMES



Fuente: Elaboración propia con medias de cambio porcentual, tomadas del cuadro 13.

.....  
 MIPYMES, cercano a la diferencia entre empleados de calificación media-manuales y media-rutinarios, que no rechaza la igualdad de medias entre cambios porcentuales en estos salarios.

lado, tan solo realizando un análisis de interacciones entre tareas abstractas y rutinarias para el grupo de las MIPYMES, ya que estas conforman al grueso del empleo y fue el estrato que mostró coeficientes de interacción significativos, obtenemos una idea de la interacción entre ambas variables. Esto se muestra en las gráficas 1 y 2.

A partir de ambas gráficas se concluye que existe interacción tanto en la asignación de tareas que eligen las empresas manufactureras como en el nivel de calificación del recurso humano que encuentran en las distintas localidades. La gráfica 1 muestra que en los niveles altos de calificación existe antagonismo entre las tareas manuales y el resto de las tareas (abstractas y rutinarias), pero también que en niveles medio y bajo de calificación hay sinergias y sustituciones en tareas manuales y rutinarias. La gráfica 2 muestra que existe antagonismo entre los empleados de calificación media y baja, pues siempre cambian en direcciones opuestas; pero este antagonismo también se presenta entre empleados con calificación alta y media en tareas abstractas, de lo cual se infiere que empleados con calificación alta y media funcionan a manera de sustitutos en este tipo de tareas, tomando en cuenta que solo se graficó para el estrato de MIPYMES.

### Conclusiones

Se ha propuesto un marco de análisis para el cambio tecnológico generado de manera endógena y exógena, por asignación de tareas y provisión de habilidades, respectivamente, donde se puede contrastar que el cambio tecnológico debe estar más sesgado hacia la productividad de los empleados que sobre las máquinas o el capital.

Una de las principales conclusiones en cuanto al cambio tecnológico sesgado hacia el trabajo es una redistribución de personal calificado, ya que las personas con bajas calificaciones pasan de una participación de 68 % al 58 % en el periodo 2006-2016. Esto representa un cambio tecnológico exógeno de una mayor oferta de habilidades medias y altas, con impactos más fuertes en Baja California y Chihuahua.

La segunda conclusión es que hay un cambio en la estructura salarial debido a que disminuyen los salarios en casi todas las calificaciones y tareas cuando se deflactan a precios de 2010. Este es un fenómeno que concuerda con los encontrados en otros estudios, como los realizados en el Centro de Análisis Multidisciplinario de la UNAM (Reporte de investigación 126), donde se da cuenta de las caídas salariales de los últimos años, especialmente para la población menos preparada o la que trabaja en ocupaciones menos tecnificadas. Esto constituye un cambio tecnológico que pudo deberse a una combinación de cambios endógenos y exógenos.

Cuando se realiza un análisis más específico y se combinan datos de tareas y calificaciones, se aprecia que en realidad disminuyó el salario real de las personas asignadas a tareas manuales y abstractas en todas sus calificaciones, a diferencia de lo que ocurrió con las tareas rutinarias, que tuvieron un incremento en los salarios reales. Esto ofrece una interpretación contraria a la del modelo canónico, dado que el cambio tecnológico benefició a los grupos de menores niveles tecnológicos; se sustituyeron tareas sencillas (como las ocupaciones rutinarias), pero sin poder reponer tareas no rutinarias, lo cual genera un aumento de los salarios en ocupaciones rutinarias.

Una cuestión importante es que con el diseño factorial se logra probar que existe una interacción en la forma como las empresas asignan tareas y la oferta de habilidades por parte de los empleados de las MIPYMES, por lo que el cambio tecnológico que se ha vivido en la industria manufacturera se presentó debido a la combinación de estos factores, pero solo para MIPYMES.

Se puede concluir que el cambio tecnológico en la industria manufacturera, además de que es mayor en los estratos de empresas pequeñas, presenta una interacción o antagonismo entre la asignación de tareas rutinarias y manuales y entre calificación media y baja, por no decir que son cada una de las categorías sustitutivas naturales en este sector, puesto que tanto las tareas abstractas como las habilidades altas siguen una lógica totalmente distinta. Por último, se observa que solo existe complementariedad entre tareas manuales y rutinarias para niveles de calificación bajos, ya que estos se mueven en la misma dirección.

Una limitación importante del estudio tiene que ver con la gran cantidad de información, pues cada una de las tablas SDEM-ENOE contiene miles de registros. Por ello solo se eligieron dos puntos de comparación en el tiempo, 2006-2 y 2016-2, ya que el segundo trimestre de 2016 era el más actual del que se disponía en la página del INEGI. Futuras líneas de investigación podrían sugerir la aplicación o construcción de un pseudopanel que pueda darle seguimiento a una cohorte de personas en el tiempo, con lo que se podrían estimar métodos más precisos de herramientas econométricas, como el análisis de regresión y el análisis multivariado ◊

## Referencias

- Acemoglu, D. (2002). Directed technical change. *The Review of Economic Studies*, 69(4), 781-809.
- Acemoglu, D. (2007). Equilibrium bias of technology. *Econometrica*, 75(5), 1371-1409.

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to modern economic growth*. Princeton: Princeton University Press.
- Acemoglu, D. y Autor, D. (2010). Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. NBER Working Paper Series, Working Paper 16082. [www.nber.org](http://www.nber.org)
- Burgos, B. y Mungaray, A. (2008). Apertura externa, inequidad salarial y calificación laboral en México, 1984-2002. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 39(152), 87-111.
- Calderon, C., Ochoa, G. y Huesca, L. (2017). Mercado laboral y cambio tecnológico en el sector manufacturero mexicano (2005-2014). *Economía, Sociedad y Territorio*, xvii(54), 523-560.
- Calvo, G. y Wellisz, S. (1978). Supervision, loss of control and the optimal size of the firm. *Journal of Political Economy*, 86, 943-952.
- Chang, H.-J. (2014). *Economics: the user's guide*. London: Bloomsbury Publishing.
- Guerrero, C. (2009). Contribution of the information and communication technology sector to Mexican economic growth from 1999 to 2004. *Econoquantum*, 6(1), 11-30.
- Hisch, B. (2008). Wage gaps large and small. Discussion Paper Series 1ZA DP No. 3375. Documento en PDF. [citeseerx.ist.psu.edu](http://citeseerx.ist.psu.edu)
- Huesca, L., Castro, D. y Rodríguez, R. (2010). Cambio tecnológico y sus efectos en el mercado de trabajo: una revisión analítica. *Economía, Sociedad y Territorio*, x(34), 749-779.
- Huesca, L. y Ochoa, G. (2016). Desigualdad salarial y cambio tecnológico en la frontera norte de México. *Problemas del Desarrollo*, 47(187), 165-188.
- Lester, R. (1967). Pay differentials by establishment size. *Industrial Relations*, 7, 57-67.
- Leung, D., Meh, C. y Terajima, Y. (2008). Firm size and productivity. *Working Paper Bank of Canada*. Documento en PDF. [www.bankofcanada.ca](http://www.bankofcanada.ca)
- Nicholson, W. (2008). *Teoría microeconómica: principios básicos y ampliaciones*. México: Cengage Learning.
- Ocegueda, J., Castillo, R. y Varela, R. (2009). Crecimiento regional en México: especialización y sectores clave. *Problemas del Desarrollo*, 40(159), 61-84.
- Ochoa, G. y Camberos, M. (2016). Cambio tecnológico e innovación en la Frontera Norte de México: un análisis por tareas. En Gutiérrez Flores, L. y Germán Soto, V. (eds.), *Perspectivas y retos actuales de la innovación en México*. [researchgate.net](http://researchgate.net)
- Pérez, J., Ceballos, G. y Cogco, A. (2014). Los factores que explican la mayor aglomeración de la industria de alta tecnología en la frontera norte de México: el caso de Matamoros y Reynosa. *Estudios Fronterizos*, 15(29), 173-206.

- Rivera, M. (2005). Cambio histórico mundial, capitalismo informático y economía del conocimiento. *Problemas del Desarrollo*, 36(141), 27-58.
- Rodríguez, R. y Castro, D. (2012). Efectos del cambio tecnológico en los mercados de trabajo regionales en México. *Estudios Fronterizos*, 13(26), 141-174.
- Rodríguez, R., Huesca, L. y Camberos, M. (2011). Mercado laboral, inequidad salarial y cambio tecnológico regional. *Frontera Norte*, 23(45), 7-34.
- Sun, H. (2014). Longitudinal evidence of firm size effect on wage premium and wage differential in Korean labor market. *International Journal of Economic Sciences*, 111(3), 66-85.
- Unger, K., Flores, D. e Ibarra, J. (2013). Productividad y capital humano: fuentes complementarias de la competitividad de los estados mexicanos. Documento de trabajo CIDE, No. 554.
- Vidal, G. (2014). Manufacturing, industry and growth in México. *International Journal of Political Economy*, 43(4), 63-81.