



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA

**El desempleo tecnológico en la industria manufacturera
en México, 2003-2012: el efecto del cambio
técnico en el empleo**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Doctor en Economía

PRESENTA:

Brenda Murillo Villanueva

TUTOR:

Dr. Martín Carlos Puchet Anyul

Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dra. Flor Brown Grossman

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Gerardo Fujii Gambero

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Gaspar Núñez Rodríguez

Centro de Estudios Económicos, COLMEX

Dr. Leobardo de Jesús Almonte

Facultad de Economía, UAEMex

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., octubre de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Dr. Martín Carlos Puchet Anyul por su invaluable apoyo y dirección en cada una de las fases de este trabajo. Le agradezco todo el tiempo dedicado a esta investigación, los 4 años de trabajo continuo ininterrumpido y sobre todo, todos los conocimientos y opiniones transmitidas, siempre acertadas y con el mejor de los ánimos. Por último me gustaría reconocer su excelente labor como profesor del posgrado de economía de la UNAM y por mostrar siempre interés, entusiasmo y disposición para discutir cualquier idea.

Al Dr. Gerardo Fujii Gambero deseo externarle mi admiración y profundo reconocimiento por su gusto y amor a la investigación, por siempre plantear nuevas ideas y cuestionamientos originales. Le estoy infinitamente agradecida por todo su apoyo y motivación para impulsarme a presentar mis trabajos en el extranjero.

A la Dra. Flor Brown Grossman le agradezco todas sus recomendaciones para mejorar esta investigación. Sus interrogantes me hicieron darme cuenta de que todo se puede ver desde otra perspectiva.

A mi mentor el Dr. Leobardo de Jesús Almonte le agradezco por acompañarme desde el inicio en este andar, por creer en mi y por alentarme a continuar mi formación académica. Sin usted nada de esto hubiera sido posible.

Al Dr. Gaspar Núñez le agradezco sus observaciones que enriquecieron la versión final de esta tesis.

Finalmente, agradezco al CONACYT por su apoyo y patrocinio para la realización de esta investigación.

A Daniel

El desempleo tecnológico en la industria manufacturera en México, 2003-2012: el efecto del cambio técnico en el empleo

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1. Aspectos teóricos del desempleo tecnológico	21
1.1 Definición de desempleo tecnológico	22
1.2 El desempleo tecnológico	26
1.2.1 Efecto desplazamiento	26
1.2.2 Efecto compensación	29
1.3 Crítica a los supuestos que permiten el funcionamiento de los mecanismos de compensación	30
1.3.1 Crítica desde la macroeconomía	31
1.3.2 Crítica desde la microeconomía	32
1.4 Críticas a los mecanismos de compensación	39
1.4.1 Nuevas máquinas	39
1.4.2 Disminución en los precios	39
1.4.3 Nuevas inversiones	41
1.4.4 Nuevos productos	42
1.4.5 Disminución en los salarios	43
1.5 Conclusiones preliminares	45
CAPÍTULO 2. Aspectos metodológicos para la cuantificación del desempleo tecnológico	47
2.1. Metodología insumo-producto para la medición del desempleo tecnológico	48
2.1.1. Marco contable	48
2.1.2. La matriz de insumo-producto y la técnica sectorial	50
2.1.3. Fuentes de información	53
2.1.4. Homologación de la información	54
2.2. Valuación de matrices de insumo-producto y obtención de la matriz total de 2003 a precios del 2008	56
2.3. Métodos y técnicas para el diagnóstico, identificación y clasificación del cambio técnico y su efecto en el empleo	60
2.4. Conclusiones preliminares	63

CAPÍTULO 3. Productividad laboral, empleo y capacidades tecnológicas en la industria manufacturera mexicana, 2003-2012	64
3.1. Evolución del empleo en México y en la industria manufacturera	65
3.2. Definición de productividad laboral, medición y relación con el análisis estructural	73
3.3. Evolución de la productividad laboral en México y en la industria manufacturera	75
3.4. Indicadores de las capacidades tecnológicas de la industria manufacturera en México	88
3.4.1. Indicador de tecnología física: inversión fija bruta en maquinaria y equipo	89
3.4.2. Indicador de la tecnología de habilidades: nivel ocupacional y remuneraciones medias	91
3.4.3. Indicador de tecnología blanda: gasto en investigación y desarrollo	96
3.5. Conclusiones preliminares	97
CAPÍTULO 4. El cambio técnico en la industria manufacturera	104
4.1. La técnica sectorial	105
4.2. Cambio inter-temporal en los requerimientos totales, 2003, 2008 y 2012	109
4.3. Análisis de los coeficientes técnicos de la manufactura, 2003-2008, 2008-2012	112
4.4. Conclusiones preliminares	131
CAPÍTULO 5. El efecto del cambio técnico en el empleo de la industria manufacturera en México, 2003-2012	134
5.1. La descomposición estructural del empleo	135
5.2. La descomposición estructural del coeficiente de empleo	138
5.3. La descomposición estructural del valor bruto de la producción	141
5.4. La descomposición estructural total del empleo	144
5.5. Consideraciones para el caso de la manufactura en México, 2003-2008 y 2008-2012	147
5.6. El cambio técnico en la industria manufacturera entre 2003 y 2012	151
5.7. Efectos desplazamiento y compensación en los subsectores manufactureros, 2003-2008 y 2008-2012	158
5.8. Identificación de patrones, cambio técnico y su efecto en el empleo	168
5.9. Implicaciones y discusión de resultados	170
5.10. Conclusiones preliminares	174

CONCLUSIONES GENERALES	177
BIBLIOGRAFÍA	193
ANEXO 1. Información estadística para la obtención de la matriz de 2003 a precios del 2008	202
ANEXO 2. Participación de la demanda intermedia y de los componentes de la demanda final en el valor bruto de la producción de 2003	203
ANEXO 3. Subsectores manufactureros SCIAN 2007	205
APÉNDICE 1. Descomposición estructural del empleo en tasas de crecimiento	206

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1. Tipos de progreso técnico según Hicks	33
Gráfica 3.1. Producto interno bruto real base 2008 y asegurados totales al IMSS, 1995/01-2017/02 (tasa de crecimiento anualizada)	66
Gráfica 3.2. Empleo en México y en la industria manufacturera y PIB nacional, 1995/01-2017/02 (tasa de crecimiento anualizada)	68
Gráfica 3.3. Empleo y PIB en la industria manufacturera, 1995/01-2017/02	70
Gráfica 3.4. Composición sectorial del empleo en México, 2000-2017	71
Gráfica 3.5. Dendograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2003	80
Gráfica 3.6. Dendograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2008	81
Gráfica 3.7. Dendograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2012	81
Gráfica 3.8. Evolución de la composición del Valor Bruto de la Producción en 2003, 2008 y 2012	87
Gráfica 3.9. Composición del empleo manufacturero, 2003, 2008 y 2012	92
Gráfica 4.1. Distribución de las diferencias en los coeficientes técnicos de la industria manufacturera de 2003 y 2008	125
Gráfica 4.2. Distribución de las diferencias en los coeficientes técnicos de la industria manufacturera de 2008 y 2012	126
Gráfica 5.1. Coeficiente de uso de empleo y producción por trabajador	138
Gráfica 5.2. Tasa de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y de la producción por trabajador, 2003-2008	152
Gráfica 5.3. Tasa de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y de la producción por trabajador, 2008-2012	153
Gráfica 5.4. Tipos de cambio técnico	154
Gráfica 5.5. Tasa de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y del coeficiente de uso de insumos intermedios, 2003-2008	156
Gráfica 5.6. Tasa de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y del uso de insumos intermedios, 2008-2012	157

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Estructura de la matriz de insumo-producto total	50
Cuadro 2.2. Técnica de producción	51
Cuadro 2.3. Homologación SCIAN	55
Cuadro 3.1. Valor agregado, valor bruto de la producción y empleo en México y la industria manufacturera, 2003-2008 y 2008-2012	76
Cuadro 3.2. Descomposición estructural de la productividad laboral	77
Cuadro 3.3. Productividad laboral en México y la industria manufacturera, 2003-2012 (Tasas de crecimiento promedio anual y descomposición estructural)	78
Cuadro 3.4. Dinámica y composición de la productividad laboral, el valor agregado y el empleo, 2003-2008	84
Cuadro 3.5. Dinámica y composición de la productividad laboral, el valor agregado y el empleo, 2008-2012	86
Cuadro 3.6. Dinámica y composición de la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción, 2003-2008 y 2009-2012	90
Cuadro 3.7. Dinámica y composición de las remuneraciones totales medias reales, 2003-2008	94
Cuadro 3.8. Dinámica y composición de las remuneraciones totales medias reales, 2008-2012	95
Cuadro 3.9. Dinámica y composición del gasto en investigación y desarrollo, 2003-2008 y 2008-2012	97
Cuadro 4.1. Diferencias en la demanda intermedia requerida para satisfacer la demanda final de 2012 con las técnicas de 2003, 2008 y 2012	111
Cuadro 4.2. Suma por columna de los coeficientes técnicos de insumos intermedios y su variación, y variación en el coeficiente de empleo entre 2003-2008 y 2008-2012	114
Cuadro 4.3. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera, 2003-2008	117
Cuadro 4.4. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera, 2008-2012	119

Cuadro 4.5. Estadísticas de las diferencias en los coeficientes técnicos de la manufactura, 2003–2008 y 2008–2012	127
Cuadro 4.6. Media de las diferencias en los coeficientes por filas y columnas	129
Cuadro 5.1. Descomposición del empleo asociado a la producción	137
Cuadro 5.2. Descomposición del coeficiente de empleo	141
Cuadro 5.3. Descomposición de la producción de acuerdo a la demanda	144
Cuadro 5.4. Descomposición total del empleo	145
Cuadro 5.5. Efecto desplazamiento	148
Cuadro 5.6. Efecto compensación	149
Cuadro 5.7. Efecto del cambio técnico en el empleo, 2003-2008 (miles de empleos)	159
Cuadro 5.8. Efecto del cambio técnico en el empleo, 2008-2012 (miles de empleos)	164
Cuadro 5.9. Cambio total en el empleo y efecto neto del cambio técnico, 2003-2008 y 2008-2012 (miles de empleos)	166
Cuadro 5.10. Clasificación de los subsectores según tipo de cambio técnico y el efecto desplazamiento	168
Cuadro 5.11. Participación de los subsectores por tipo de cambio técnico y efecto desplazamiento en el efecto desplazamiento total	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Coeficientes a analizar	124
--	-----

INTRODUCCIÓN

Una de las hipótesis de crecimiento económico más aceptada en los últimos años es la hipótesis del crecimiento económico basado en el progreso técnico¹. Varios autores como Schumpeter (1942), Solow (1956), Arrow (1962) y Pasinetti (1983) han argumentado que a través de la adopción e incorporación de nuevas técnicas y procesos productivos una economía puede alcanzar niveles superiores de crecimiento e incluso crecimiento sostenido de largo plazo. También se ha encontrado que mediante el progreso técnico los niveles de capital humano y de calificación de la mano de obra son superiores (véase Rosenberg, 2000), lo que evita el atraso de una economía, acelera el ritmo de crecimiento económico y permite un aumento en la productividad del trabajo. Mas aún, diversos modelos de crecimiento económico como el de Solow (1956), Kaldor (1957), Arrow (1962), Nelson y Phelps (1966) entre otros, han incorporado en sus funciones de producción al progreso técnico, y en la mayoría de ellos, éste genera senderos de crecimiento mayores a aquellos sin progreso técnico.

Sin embargo, el efecto que tiene el progreso técnico y el cambio en las técnicas de producción sobre la generación de empleos parece no ser claro. La inquietud sobre este tema no es del todo nueva, de hecho, tiene su origen en la escuela clásica de pensamiento económico. Smith (1776), Ricardo (1817), Marx (1867) y Schumpeter (1911) fueron algunos economistas que plantearon la posibilidad de que el cambio técnico, a través de la incorporación de maquinaria y equipo con cualidades cada vez mejores, genere desempleo. Para algunos de ellos el desempleo generado es friccional mientras que para otros se agrava con el tiempo. El concepto de desempleo tecnológico, surge entonces en la segunda mitad del siglo XX y hace referencia al desempleo generado por el uso de medios de producción que economizan el uso del trabajo (Keynes, 1963).

¹ El progreso técnico es la consecuencia del cambio técnico y sucede cuando la productividad de los factores se incrementa. Por su parte, el cambio técnico se define como el cambio en la estructura y contenido de la producción, e implica un mejoramiento o un cambio en las dinámicas de producción existentes, en el conjunto de factores que se combinan o en las cantidades de éstos que se utilizan.

En los últimos años, la discusión al respecto se ha llevado a cabo entre dos grupos. El primero sostiene que el cambio técnico tiene efectos negativos en el nivel de empleo porque el uso de nuevas técnicas y tecnologías incrementa la productividad laboral ocasionando una reducción en los requerimientos de empleo (véase Vivarelli, 1995; Rifkin, 1997; Pianta, 2000 y Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal, 2000). Por su parte, el segundo grupo argumenta que el cambio técnico tiene efectos positivos sobre el empleo y que no existe una relación causal entre productividad y crecimiento del empleo (véase Miller y Atkinson, 2013).

De acuerdo con el enfoque del desempleo tecnológico, el efecto del cambio técnico sobre el empleo puede ser negativo o positivo y depende de dos efectos, el efecto desplazamiento y el efecto compensación (Vivarelli, 1995). El efecto desplazamiento mide el efecto negativo que el cambio técnico tiene sobre el empleo y supone que la incorporación de nuevos medios de producción incrementa la productividad del trabajo ocasionando que los requerimientos de empleo disminuyan. Por su parte, el efecto compensación mide el efecto positivo del cambio técnico en el empleo e indica que mediante mecanismos de mercado, el cambio técnico puede generar nuevos empleos (véase Kalmbach y Kurz, 1992). La suma del efecto desplazamiento y compensación indica el efecto neto del cambio técnico en el empleo.

De acuerdo con Freeman, Clark y Soete (1982) la introducción de cambio técnico vía acumulación de nuevo capital debería compensar automáticamente el desplazamiento de trabajo en una industria con la generación de empleo en otras industrias, ocasionando que el efecto desplazamiento y el efecto compensación se igualen.

Sin embargo, la posibilidad y el alcance de un efecto de compensación pleno dependerá de la flexibilidad de salarios y de la demanda de bienes. A su vez existen factores que agravan el desajuste de la economía como lo es la baja movilidad del trabajo en términos geográficos y de habilidades.

Por su parte, Pasinetti (1983) argumenta que el efecto compensación no necesariamente estará completo incluso si el empleo se mueve de sectores de

lento crecimiento a sectores de rápido crecimiento ya que puede haber situaciones en las que el pleno empleo, en presencia de diferentes tasas de cambio técnico y crecimiento de la demanda entre sectores, solo pueda ser alcanzado mediante la aplicación de políticas gubernamentales específicamente encaminadas a ese objetivo.

Como lo expresa Badhuri (2007), desde la óptica de Schumpeter, el desempleo representa meramente el aspecto destructivo de la creatividad del sistema capitalista, un punto de vista que encaja bien con la noción del desempleo friccional; si la destrucción de empleos no viene acompañada de creación de nuevas circunstancias, es muy probable que haya efectos negativos persistentes en la generación de empleo.

También es importante señalar que de acuerdo con la teoría clásica, el análisis del cambio en la técnicas de producción es un análisis con perspectiva de largo plazo, principalmente porque en el largo plazo todos los factores de producción son variables y porque si se razona en términos de paradigmas económicos (Freeman y Perez, 1988 y Dosi, 1982), es probable que las transformaciones técnicas abarquen periodos de cincuenta años. No obstante las tecnologías de cada paradigma cambian, se combinan y recombinan en lapsos cada vez menores.

Por otro lado, las diferentes capacidades de las industrias para absorber el cambio técnico genera distintos efectos en cuanto al poder de absorción y generación de empleo debido a que el cambio técnico genera diferencias en las tasas de crecimiento de la productividad entre industrias y sectores (véase Lall, 1992, 2004 y Kim, 1997), lo que a su vez trae como consecuencia el rápido crecimiento de industrias que utilizan nuevas tecnologías y la desaparición de aquellas que utilizan tecnologías viejas. Como la aparición de nuevas técnicas no es un proceso suave ni continuo, el cambio técnico puede ser extremadamente desigual a lo largo del tiempo entre industrias y sectores e incluso geográficamente entre países y regiones.

Al respecto, Coombs, Saviotti y Walsh (1987) indican que la persistente dispersión de las tasas de crecimiento de la productividad entre sectores, donde las

diferencias entre las tasas de crecimiento son el resultado de diferentes tasas de cambio técnico entre industrias, está fuertemente relacionada con la capacidad que tienen ciertas industrias de beneficiarse del cambio técnico según sus bases científicas y tecnológicas.

También existe evidencia en el trabajo de De Long y Summers (1991) de que las derramas tecnológicas son mayores en algunos sectores que en otros, por ejemplo, encuentran que en el continente americano, el sector manufacturero contabiliza el 95% de la investigación y desarrollo (I&D) del sector privado y que dentro del sector manufacturero el sector de maquinaria y equipo contabiliza más de la mitad de la investigación y desarrollo.

Considerando que existen sectores en los que la tasa de crecimiento del progreso técnico es mayor que en otros, Dowrick (1994) señala que un país podría incrementar su tasa de crecimiento conjunta si asigna recursos en los sectores en los que el progreso técnico es más rápido, ya que permiten la continua incorporación de nuevas y mejores técnicas que incrementan de manera considerable la productividad del trabajo y la producción per cápita. El desarrollo y crecimiento de estas industrias clave a su vez facilita el crecimiento del resto del sistema productivo, ya que de manera indirecta incrementa los requerimientos de insumos necesarios en su producción.

Sin embargo, en un estudio de Ruiz-Nápoles (2004) para México, se encontró que por la falta de encadenamientos productivos, el incremento de las exportaciones como consecuencia del proceso de apertura comercial no ha tenido el efecto esperado sobre el empleo. Al respecto, Cervantes y Fujii (2012) también argumentan que el efecto neto de la apertura comercial sobre el empleo aunque ha sido positivo, ha sido marginal.

Aunado a esto, a partir de la década de los noventa en países europeos de la OCDE como Alemania, Francia, Dinamarca, Finlandia, Suecia y Reino Unido se ha observado que los niveles de empleo han disminuido debido al progreso técnico (Johnson, 1995). Muy probablemente la tendencia generalizada de pérdida de empleos en los países desarrollados se observe también en economías en

desarrollo como la mexicana. Para México, el tema del desempleo tecnológico adquiere relevancia debido a la fuerte presión que ejercen en el mercado de trabajo la creciente población en edad de trabajar y el bajo crecimiento económico (véase Calderón y Sánchez, 2012, y Carbajal y de Jesús, 2017).

Además, en los últimos veinte años se ha observado una recomposición de la estructura del empleo en México, el sector manufacturero ha reducido fuertemente su capacidad para generar empleos, mientras que el sector terciario la ha aumentado. Por ejemplo, en el 2000 la participación del sector manufacturero en el empleo nacional fue de 35.4 por ciento, para el año 2010 esta cifra pasó a ser del 25.7 por ciento. Al mismo tiempo la participación del sector terciario pasó de 51.8 a 61.6 por ciento entre 2000 y 2010 (IMSS, 2017).

Esta tendencia sugiere que el sector manufacturero está experimentando un proceso de reestructuración, en el sentido de que cada vez requiere un menor número de empleos para llevar a cabo su producción, en un trabajo de Dussel-Peters y Cárdenas (2007) se argumenta que la relativa alta intensidad de capital de los sectores más modernos y productivos de la manufactura mexicana ha atenuado el efecto sobre la generación de empleo.

Se han encontrado algunos trabajos que analizan el mercado laboral y el cambio tecnológico en el sector manufacturero de México. Sin embargo, el enfoque con el que se realizan es muy distinto, Calderón, Ochoa y Huesca (2017) encontraron que el cambio tecnológico ha incrementado la demanda de trabajo no calificado, lo cual ha presionado a la baja los salarios; Rodríguez y Castro (2012) investigaron que el cambio tecnológico ha generado modificaciones en la estructura ocupacional y salarial del mercado de trabajo. Por su parte, Marroquín (2011) encontró que el impacto de la demanda de empleo atribuible a la producción y al cambio tecnológico incorporado en la industria manufacturera generó una reducción de entre el 4 y 8 por ciento en el nivel de empleo entre 1994 y 2008.

Sin embargo, no hay evidencia de trabajos que se dirijan hacia una línea de investigación que trate de aislar el efecto que el cambio técnico ha tenido sobre el nivel de empleo en la industria manufacturera.

En ese sentido, esta investigación pretende contribuir en el análisis del efecto del cambio técnico en el empleo a nivel de subsector manufacturero a partir del análisis de la estructura productiva de la manufactura con un enfoque que considera la posibilidad de que el cambio técnico tenga efectos tanto positivos como negativos sobre la generación de empleo.

La hipótesis principal de este trabajo es que el cambio técnico experimentado por las diferentes industrias del sector manufacturero en México en los periodos 2003-2008 y 2008-2012 ha generado cambios en la estructura productiva sectorial, ocasionando que el efecto desplazamiento sea considerablemente mayor al efecto compensación, es decir, generando desempleo tecnológico en la mayoría de los subsectores manufactureros. Esta hipótesis se complementa con tres hipótesis específicas: i) en periodos de cinco años se observan cambios importantes en el contenido y la estructura productiva de los subsectores manufactureros, ii) el tipo de cambio técnico que se aplica determina el efecto en el empleo, y iii) la mayoría de los subsectores manufactureros han optado por un cambio técnico que reduce el contenido de trabajo.

El objetivo general que se trazó en esta investigación es analizar el efecto que el cambio técnico ha tenido en el empleo de los veintiún subsectores de la industria manufacturera en México para los periodos 2003-2008 y 2008-2012. De manera puntual se plantean los siguientes objetivos específicos:

- i. Investigar los aspectos teóricos sobre el desempleo tecnológico con la finalidad de conocer el funcionamiento de los efectos desplazamiento y compensación.
- ii. Realizar un diagnóstico de la evolución del empleo, la productividad y las capacidades tecnológicas en el sector manufacturero y los veintiún subsectores que lo conforman, para identificar cuáles podrían estar más vinculados al cambio técnico en los dos periodos de estudio.
- iii. Obtener la matriz de insumo-producto de México de 2003 a precios básicos del 2008 con la finalidad de que las tres matrices puedan ser comparadas

en términos reales y permitan mostrar el cambio en la técnica de producción de los subsectores manufactureros.

- iv. Determinar, a través de la medición del cambio en las matrices de coeficientes técnicos de México, cuáles fueron los subsectores que mostraron mayores cambios en su estructura productiva.
- v. Desarrollar un modelo de insumo-producto que permita captar las magnitudes de los efectos desplazamiento y compensación.
- vi. Estimar la magnitud de los efectos desplazamiento y compensación para conocer el efecto neto del cambio técnico sobre el empleo de cada subsector e identificar algunas características entre grupos de subsectores.

Por el tipo de información que se desea obtener de esta investigación, se decidió que la metodología de insumo-producto es la más adecuada para responder a lo planteado en este trabajo. La principal cualidad de este método es que permite observar de manera completa y detallada la estructura productiva de un país en un determinado año.

Para el cumplimiento de los objetivos y la contrastación de las hipótesis planteadas este trabajo se desarrolla en cinco capítulos. En el primero se lleva a cabo una revisión exhaustiva sobre los aspectos teóricos del desempleo tecnológico, en específico se estudian a detalle los efectos desplazamiento y compensación. Además se presenta una crítica a los supuestos que posibilitan el funcionamiento de los mecanismos de compensación desde un enfoque macroeconómico y microeconómico; y se revisan de manera individualizada los escenarios bajo los cuáles los mecanismos de compensación pueden o no funcionar.

En el capítulo 2 se presentan los aspectos metodológicos relacionados a la medición del desempleo tecnológico. Se describe el marco contable sobre el cuál se basa el modelo que se desarrolla más adelante, se plantea la pertinencia de utilizar la matriz de insumo-producto para conocer la técnica de cada sector y se exponen las fuentes de información. También se detallan los trabajos de homologación de la información realizados entre los que se encuentran la

homologación de la clasificación industrial y el nivel de precios. Además se reportan de manera breve los trabajos realizados para la obtención de la matriz de insumo-producto de 2003 a precios del 2008. En este capítulo también se indican brevemente los ejercicios metodológicos que en los siguientes capítulos se realizarán para la contrastación de la hipótesis planteada.

En el capítulo 3 se realiza un diagnóstico de la productividad laboral, el empleo y las capacidades tecnológicas de la industria manufacturera en conjunto y de los veintiún subsectores que la conforman. Se identifican grupos de subsectores que comparten características en términos del empleo, el valor agregado y la productividad laboral. Con base en esta agrupación se analiza la evolución de las capacidades tecnológicas de tecnología física, tecnología blanda y tecnología de habilidades entre 2003 y 2012.

El capítulo 4 se dedica al análisis de la técnica sectorial de producción y de su cambio a lo largo de los dos periodos propuestos, para ello se realizan tres ejercicios distintos, en el primero se plantea un escenario hipotético para encontrar la evolución de los requerimientos de insumos de cada sector para satisfacer un mismo nivel de demanda final con la técnica de cada año. El segundo ejercicio consiste en identificar los subsectores cuyos requerimientos de insumos mostraron las variaciones más importantes; y en el tercer ejercicio se obtienen algunos indicadores estadísticos sobre todos los coeficientes técnicos de la industria manufacturera. Todo lo anterior se realiza para identificar los subsectores con mayores cambios en su técnica de producción.

En el quinto capítulo se desarrolla el modelo de empleo con el cuál se estimarán las magnitudes de los efectos desplazamiento y compensación. Para ello se utiliza el análisis de descomposición estructural, según el cuál es posible explicar la variación en una variable a través de la variación en las variables determinantes de la misma. Para lograr una descomposición del empleo que contuviera elementos del efecto desplazamiento y por lo menos dos de los cinco mecanismos de compensación que sugiere la teoría, se obtuvo de manera independiente la descomposición estructural del coeficiente de empleo y del valor bruto de la

producción, las cuáles se sustituyeron posteriormente en la descomposición del modelo de empleo.

En el quinto capítulo también se incluyen algunas consideraciones para el caso de la industria manufacturera en México, se define cuáles son los términos que identifican cada uno de los efectos y porqué. Además, a partir de la evolución del coeficiente de empleo y el coeficiente de consumo intermedio se identifican cuatro tipos de cambio técnico, de los cuales dos predominan. De igual manera, en este capítulo se presenta el análisis de los resultados de la descomposición estructural, se clasifican los subsectores según los efectos desplazamiento y neto en tres categorías principales, se encuentran algunos subsectores que muestran características persistentes en los dos periodos de estudio y otros en los que no. Los hallazgos se complementan con el diagnóstico de la productividad laboral, el empleo, el valor agregado y las capacidades tecnológicas. Se observa que los subsectores con altas capacidades tecnológicas están más inclinados a mostrar un efecto neto positivo, es decir, los resultados sugieren que el desarrollo de las capacidades tecnológicas favorece a revertir el efecto negativo que el cambio técnico puede tener sobre el empleo.

Por último se incluye un capítulo de conclusiones generales en el que se discuten los principales resultados obtenidos, los aportes de la investigación y se definen algunas líneas de investigación futuras.

Las contribuciones más relevantes de este trabajo, giran en torno a dos grandes rubros: el desarrollo metodológico y los resultados empíricos. Respecto al primero, cabe señalar que el desarrollo metodológico aquí planteado intenta contribuir a la medición de la técnica de producción y su cambio en el tiempo. Aunque el análisis de insumo-producto ha recobrado fuerza en los últimos para explicar innumerables problemas económicos, los análisis del cambio técnico con esta metodología son escasos. Más aún, con el modelo de empleo planteado, se puede identificar el efecto que distintas variables económicas de oferta y demanda han tenido sobre la generación de empleo en los periodos 2003-2008 y 2008-2012. Otra de las contribuciones metodológicas relevantes es la obtención de la matriz de insumo-

producto de 2003 a precio del 2008, ya que al originalmente estar valuada a precios del 2003 limitaba el análisis comparativo de la estructura productiva de la industria manufacturera en el tiempo.

En cuanto a las aportaciones empíricas, este trabajo da evidencia del efecto que el cambio técnico tuvo sobre el empleo en los 21 subsectores de la industria manufacturera. Para ello, se identificó el tipo de cambio técnico llevado a cabo y su evolución en el tiempo. Se registraron cuatro tipos de cambio técnico, pero los dos predominantes se caracterizan por ser ahorradores de empleo. En algunos casos, los mecanismos de compensación lograron revertir el desplazamiento de empleo pero en otros lo agravó.

CAPÍTULO 1. LOS ASPECTOS TEÓRICOS DEL DESEMPLEO TECNOLÓGICO

La preocupación acerca del efecto que tiene el progreso técnico y el cambio técnico en el empleo no es del todo nueva y ha sido estudiada por diversos autores de diferentes corrientes de pensamiento económico. La posibilidad de que la incorporación de nuevas y mejores máquinas ocasione un incremento en la productividad laboral y una reducción en los requerimientos de empleo por unidad producida, fue considerada desde el siglo XVIII. Sin embargo, en las últimas décadas, con los avances tecnológicos, la discusión sobre el tema ha retomado relevancia. Los trabajos teóricos más recientes sobre el efecto del cambio técnico en el empleo explican que éste no solo influye de manera negativa sobre el empleo, sino que es posible, que a través de ciertos mecanismos de mercado, pueda ocasionar efectos positivos sobre el empleo.

En ese sentido, este capítulo pretende mostrar los distintos argumentos teóricos que permiten entender conceptualmente la relación entre cambio técnico y empleo. Esta relación es particularmente compleja porque son diversos los canales a través de los cuáles el cambio técnico influye en las economías. Además, considerando que la estructura económica y productiva difiere entre países, el funcionamiento de dichos canales puede sugerir distintos tipos de relaciones. Este capítulo se divide en cinco apartados, el primero presenta la definición del desempleo tecnológico y hace referencia a las variables relacionadas con dicho concepto como lo es el cambio técnico, el progreso técnico y las innovaciones. En el segundo apartado, se profundiza el estudio del desempleo tecnológico, y en específico se analizan los efectos desplazamiento y compensación. En el tercer apartado, se revisan las principales críticas a los supuestos que permiten el funcionamiento de los mecanismos de compensación. En el cuarto se presentan las críticas a los mecanismos de compensación desde diferentes ópticas como la competencia imperfecta, el desarrollo económico, los tipos de innovaciones y las capacidades tecnológicas. Finalmente en el último apartado se presentan algunas conclusiones.

1.1 Definición de desempleo tecnológico

El progreso técnico es un término que se aplica para referirse a las consecuencias de la introducción de un nuevo método o sistema de trabajo, las cuales suelen ocasionar que la cantidad de producto que antes se obtenía con unas disponibilidades determinadas de factores, resulten aumentadas. Es decir, se dice que hay progreso técnico en sentido económico cuando la productividad de los factores se incrementa (Molins Codina, 1973). El progreso técnico es la consecuencia del cambio técnico; de los cambios en la estructura y contenido de la producción, el cuál implica un mejoramiento o un cambio radical en las dinámicas de producción existentes, en el conjunto de factores que se combinan o en las cantidades de éstos que se utilizan.

Si bien, como se ha demostrado en varios trabajos, el progreso técnico tiene un efecto positivo en el crecimiento económico, el impacto que éste tiene sobre el nivel de empleo parece no ser claro, la discusión relacionada a este tema se concentra principalmente en dos grupos.

El primer grupo establece que el progreso técnico tiene efectos negativos sobre el nivel de empleo debido a que a través de la incorporación de nuevas y mejores técnicas (cambio técnico), la productividad laboral se incrementa considerablemente llevando a una disminución en los requerimientos de empleo. Esta idea surge del argumento de que las presentes formas de cambio técnico han debilitado e incluso eliminado la relación positiva entre crecimiento y empleo. De la literatura contemporánea, encontramos que autores como Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal (2000), Pianta (2000), Rifkin (1997), Vivarelli (1995), entre otros, encuentran que el progreso técnico tiene efectos negativos sobre el nivel de empleo.

El segundo grupo, conformado por los que creen en el efecto positivo que el progreso técnico tiene sobre el nivel de empleo, plantean que no existe alguna relación causal entre la productividad y el crecimiento del empleo. Argumentan que el progreso técnico es esencial para la competitividad de las economías y que existen ciertos mecanismos que previenen los efectos negativos que el progreso

técnico podría tener sobre el empleo. En este grupo encontramos a Miller y Atkinson (2013), entre otros.

De acuerdo con Cahuc y Zylberberg (2004) el progreso técnico contribuye significativamente al crecimiento del producto, pero su efecto en el empleo es *a priori* ambiguo. Por un lado, a través del incremento en la productividad del trabajo, el progreso técnico aumenta las ganancias y estimula la generación de empleo. Pero por otro lado, destruye empleos donde la técnica es obsoleta y no genera ganancias, por ello, el progreso técnico conlleva un proceso de generación y destrucción de empleo, cuyo resultado no es conocido con anticipación.

De la literatura reciente relacionada con el progreso técnico y empleo, encontramos que diversos autores como Vivarelli (1995), Pianta (2000), Rifkin (1997) y Simonetti, Taylor y Vivarelli (2000) se refieren al desempleo tecnológico como al efecto negativo que el progreso técnico tiene sobre el empleo. Dicho concepto se refiere principalmente a la disminución en la generación de empleo como resultado del aumento en la productividad del trabajo por la incorporación de nuevas y mejores técnicas, es decir, por el cambio técnico

Por su parte Keynes define al desempleo tecnológico como:

El desempleo generado por los descubrimientos de medios de producción que economizan el uso del trabajo superando el ritmo al que podemos encontrar nuevos usos para el trabajo (Keynes, 1963: 361).

Sin embargo, la preocupación por el efecto negativo que el progreso técnico pudiera tener sobre el empleo no es nueva, al contrario, surge desde tiempos de la escuela clásica; autores como David Ricardo y Carlos Marx no se refirieron específicamente al concepto de desempleo tecnológico, pero sí al efecto negativo que el progreso técnico puede tener sobre el empleo. Por ejemplo, David Ricardo (1951-1973) argumenta que la construcción e introducción de máquinas mejoradas en el sistema productivo puede frecuentemente llevar al desplazamiento de trabajadores.

Carlos Marx (1959) por su parte predijo que la creciente automatización de la producción eliminaría de forma generalizada a los trabajadores; que la última

metamorfosis del trabajo sucedería cuando un sistema automático de maquinaria finalmente sustituyera a la mano de obra en los procesos económicos. Se refería a una constante progresión de máquinas cada vez más sofisticadas en sustitución del trabajo humano y argumentaba que cada innovación tecnológica transforma las operaciones de los trabajadores en operaciones cada vez más mecánicas, para que en un momento dado el mecanismo sustituya al trabajo.

Para referirnos al efecto que el progreso técnico tiene sobre el empleo es necesario comprender el cambio técnico. La técnica² es el conjunto de procedimientos puestos en práctica para producir, mientras que la tecnología³ es el catálogo de la técnicas disponibles para su aplicación. El cambio técnico sucede cuando se reemplazan algunos procedimientos por otros y depende de la modificación de rutinas, habilidades, combinaciones de insumos, maquinaria y equipo. Por su parte, el cambio tecnológico es consistente con las modificaciones en las opciones de técnicas disponibles. Por lo general, cuando nos referimos a la técnica y tecnología hablamos de un estudio que comprende el largo plazo.

El largo plazo se caracteriza por permitir cambios en la elección de la técnica, por permitir cambios en la capacidad productiva y por fomentar el progreso técnico. En este caso, el largo plazo está vinculado con la elección de la técnica y con los diferentes efectos que dichas técnicas tienen sobre el empleo, algunas pueden fomentar la generación de nuevos empleos y otras pueden disuadirla. Cuando consideramos el escenario bajo el cual existen cambios en la elección de la técnica, el capitalista decide cambiar su técnica de producción de manera que pueda elegir en qué tipo de capital invertir; existirán métodos de producción intensivos en manos de obra y otros intensivos en capital.

² Técnica se refiere propiamente a los métodos o sistemas de producción (Molins Codina, 1973).

³ Tecnología es la combinación y acumulación de un conjunto de factores teóricos y prácticos para el diseño, producción y distribución de bienes y servicios. Dosi define tecnología como: "Un conjunto de porciones de conocimientos, tanto directamente prácticos (relacionados con problemas y artefactos concretos) como teóricos (pero aplicables prácticamente, aunque no necesariamente hayan sido aplicados hasta la fecha), el saber-hacer productivo, los métodos y los procedimientos productivos, las experiencias previas de éxitos y fracasos que se acumulan y permiten el aprendizaje y también los bienes de producción y equipos físicos utilizados" (Dosi, 1982: 153).

Según Schumpeter (1911), el cambio técnico y organizacional continuamente revoluciona al sistema económico, da lugar a nuevos productos y líneas de trabajo, y elimina los obsoletos. La creación de nuevas combinaciones requiere que los recursos sean tomados de las viejas combinaciones y puestas a disposición de las nuevas. También argumenta que la transformación industrial nunca es armoniosa, sino que involucra choques aleatorios al estado de equilibrio, generando por un lado la destrucción de algunas empresas y de líneas de producción existentes, y por otro lado el auge de nuevas posibilidades, dando lugar a lo que él denomina la *destrucción creativa*. Estas nuevas combinaciones resultan en: i) innovación⁴ de productos, ii) innovación de procesos, iii) la apertura de nuevos mercados, iv) la apertura de nuevas fuentes de materias primas y bienes intermedios, v) la implementación de una reorganización, como la creación o eliminación de un monopolio.

El efecto negativo que el progreso técnico puede tener sobre el empleo, define lo que hasta ahora hemos denominado *desempleo tecnológico* y encontramos que existen tres fuerzas de mercado que intrínsecamente incitan a la utilización de técnicas ahorradoras de empleo:

- La expansión de la demanda
- El incremento relativo en los salarios
- La escasez de mano de obra

El primer argumento tiene que ver con la necesidad que enfrentan los productores de generar un mayor producto con el mismo número de trabajadores para hacer frente a un aumento en la demanda; el segundo y tercer argumentos se refieren a la necesidad que enfrentan los productores de sustituir el factor trabajo, por un lado debido al encarecimiento de dicho factor, y por otro lado debido a un déficit en la oferta de trabajo; siendo estas dos últimas fuerzas las que motivan la

⁴ Según el Manual de Oslo de la OCDE una innovación es “la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OCDE, 2005: 56). Además, de acuerdo con Schumpeter (1911) las innovaciones surgen del éxito y de la puesta en práctica de aquellos cambios o mejoramientos de combinaciones.

utilización de técnicas ahorradoras de empleo en las economías más avanzadas. Sin embargo, como veremos más adelante, es probable que el desempleo tecnológico se presente en ausencia de estas fuerzas de mercado que incitan a la sustitución de trabajo por capital.

1.2 El desempleo tecnológico

El impacto que tiene el progreso técnico sobre el empleo es un fenómeno que ha sido analizado por diversas corrientes de pensamiento económico, siendo la escuela Clásica la primera en referirse a este problema (véase Kurz, 2010). Adam Smith, David Ricardo, Carlos Marx y Joseph Schumpeter reconocieron que el progreso técnico tiene un efecto negativo sobre el nivel de empleo, al que llamaremos *efecto desplazamiento*, pero también argumentan la existencia de una serie de mecanismos que permiten que el progreso técnico tenga un efecto positivo, o *efecto compensación* sobre el nivel de empleo. Incluso creían firmemente que el efecto compensación era lo suficientemente grande como para contrarrestar en su totalidad la magnitud del efecto desplazamiento. A continuación se exponen los efectos desplazamiento y compensación así como los mecanismos que permiten dicha compensación.

1.2.1 Efecto desplazamiento

El efecto negativo que el progreso técnico tiene sobre el empleo lo podemos identificar en dos etapas. En la primera nos referimos a que el uso de bienes de capital fomentan el incremento en la productividad del trabajo. En esta primera etapa, el aumento en la productividad del trabajo no se debe solamente al papel que desempeñan las nuevas máquinas, sino al rol del trabajo. En este sentido nos referimos a Smith (1776) y el grado de especialización que surge de la continua realización de la misma tarea (como en la fábrica de alfileres). Una mayor especialización permite una mejor utilización de la maquinaria y equipo. En esta etapa el producto de una nación puede incrementarse a través de las habilidades, destreza y juicio de la mano de obra, o en otras palabras, de la división del trabajo que a su vez lleva al incremento en la productividad del trabajo. Existen a su vez

tres elementos que incrementan la productividad y que llevan a la división del trabajo: el primero está relacionado con el mejoramiento de la destreza de los trabajadores como resultado de la especialización, el segundo se refiere al tiempo ahorrado a través de la eliminación de los cambios de una actividad a otra, y el tercero, la invención de maquinaria que se hace cargo cada vez más de los procesos que realiza la mano de obra.

Bajo esta lógica es que la obtención de habilidades y destrezas lleva a un aumento en el grado de especialización del trabajo y a un aumento en la productividad de este factor y que tiene como consecuencia la realización de mayor producto con menores requerimientos de empleo, es decir, el desplazamiento de la mano de obra.

La segunda etapa está relacionada con la sustitución de mano de obra por máquinas, la introducción de bienes de capital, además de incrementar el nivel de producción, simplifica el proceso de producción y lleva a menores requerimientos de mano de obra por unidad de producto. Como la mano de obra se vuelve más productiva y las máquinas realizan parte importante del proceso productivo, cada vez menos trabajadores son requeridos por unidad de producto. La idea de la sustitución de mano de obra por máquinas se discute por Smith (1776), Ricardo (1951-1973) y Marx (1959).

Además, la introducción de maquinaria involucra la pérdida de habilidades y la degradación de gran parte de la población trabajadora que ya no están calificados para utilizar las nuevas máquinas (véase Smith, 1776), lo que a su vez genera que las oportunidades de trabajo para la mano de obra menos calificada se vean reducidas por lo menos en ese tipo de actividad.

También se argumenta que si la demanda del producto no incrementa en la misma proporción en la que aumenta la productividad del trabajo, entonces algunos trabajadores serán expulsados del mercado de trabajo (véase Ricardo, 1951-1973). Sin embargo, de acuerdo con los exponentes de la escuela clásica, este desempleo generado por la utilización de nueva maquinaria, en el peor de los casos genera desempleo friccional, pero nunca desempleo estructural.

En palabras de Marx (1959) la introducción de maquinaria involucra un ahorro de mano de obra utilizada directa e indirectamente en la producción de bienes, este ahorro de empleo implica una “sobre-población relativa” y un “ejército industrial de reserva” como consecuencia del desplazamiento de trabajadores por máquinas.

Desde la óptica de Schumpeter, el progreso técnico manifestado en innovaciones genera la ruptura del estado estacionario, en especial las innovaciones radicales llevan a un proceso de mutación industrial que revoluciona la estructura económica desde adentro, destruyendo lo antiguo y creando nuevos elementos. Este proceso de destrucción creativa es lo que constituye el dato esencial del capitalismo (véase Neffa, 2000) y aplica tanto para los mercados de bienes y servicios como para el mercado de trabajo.

Es decir, el cambio técnico y organizacional genera ganadores y perdedores. En el mercado de trabajo, los perdedores son los trabajadores cuyas habilidades se consideran obsoletas. En ese sentido, Schumpeter admite que como resultado del proceso innovador, se desencadena una destrucción creativa que genera desocupación, argumenta que la desocupación por encima de lo normal es uno de los rasgos característicos de los periodos de adaptación que siguen a la fase de prosperidad de cada una de las revoluciones (Schumpeter, 1911). Para Schumpeter el gran problema no es la desocupación en sí, sino la desocupación agravada con la imposibilidad de hacer frente, de modo adecuado, a las necesidades de los desocupados sin empeorar las condiciones del desarrollo económico futuro.

En el marco de la escuela clásica pensaríamos que debido a que la mano de obra y la maquinaria están en constante competencia, un incremento en la maquinaria llevará a una mayor división del trabajo y a la disminución del empleo dentro de la industria; pero además podemos pensar que la constante especialización de la mano de obra también llevará a la división del trabajo entre firmas. Es decir, como el grado de especialización no ocurre al mismo tiempo y velocidad en todas las industrias, la división del trabajo llevará a disparidades en la productividad del

trabajo entre industrias y por lo tanto a una distribución desigual de los medios de producción.

1.2.2 Efecto compensación

Como vimos en el apartado anterior, los economistas clásicos creían en el efecto negativo que la incorporación de nuevas técnicas tiene sobre el nivel de empleo, pero la mayoría de ellos, a excepción de Marx, creían que ese desequilibrio generado en el mercado de trabajo, era meramente temporal e irregular y que el progreso técnico traía consigo una serie de mecanismos compensatorios que generaban que a largo plazo, los desequilibrios en el mercado de trabajo desaparecieran, de manera que el desplazamiento de mano de obra generado en algunas industrias sería contrarrestado con la absorción y generación de empleo en esa o en otras industrias, y así el efecto neto entre desplazamiento y compensación sería nulo o positivo pero nunca negativo. Según los economistas clásicos, estos mecanismos trabajan de manera eficiente y aseguran la completa reabsorción. Los mecanismos de compensación son los siguientes (véase Kalmbach y Kurz, 1992):

- a) Vía nuevas máquinas: el proceso de cambio técnico que desplaza empleo genera nuevos empleos en el sector de bienes de capital donde las nuevas máquinas son producidas.
- b) Vía disminución en los precios: el cambio técnico genera desplazamiento de mano de obra pero al mismo tiempo ocasiona una disminución en los costos laborales y por ende en los costos totales. En el mundo competitivo de los clásicos y neoclásicos, este hecho implica una reducción en los precios, un aumento en la demanda y por lo tanto un aumento en la producción y el empleo.
- c) Vía nuevas inversiones: en este mecanismo, durante la brecha competitiva entre la disminución de los costos y la consecuente disminución en los precios, se acumulan ganancias adicionales las cuales son invertidas de manera que nuevas producciones y nuevos empleos son creados.

- d) **Vía nuevos productos:** el cambio técnico también se traduce en la comercialización de nuevos productos y en la creación de nuevos mercados. En este caso, nuevas ramas surgen en el sistema económico y empleos totalmente nuevos son creados. Schumpeter en particular era muy optimista en que a largo plazo las innovaciones de producto podrían compensar los efectos negativos del progreso tecnológico sobre el empleo.
- e) **Vía disminución en los salarios:** el cambio técnico genera un aumento en la oferta de trabajo, lo que ocasiona la disminución en los salarios. De manera que debido al abaratamiento del factor trabajo, la demanda de trabajo aumentará.

Cabe resaltar que el pleno funcionamiento de estos mecanismos de compensación se basa en la existencia de fuertes supuestos básicos de la competencia como lo es la libre competencia, la ausencia de barreras al libre funcionamiento de la entrada al mercado y precios flexibles. Con base a ello, existe un profundo cuestionamiento respecto al desempeño de los mecanismos de compensación. En el siguiente apartado, se revisan los diferentes contextos y situaciones bajo los cuales los mecanismos de compensación no funcionan.

1.3 Crítica a los supuestos que permiten el funcionamiento de los mecanismos de compensación

Hasta ahora se ha enfatizado en los mecanismos que permiten la compensación de los efectos negativos que el progreso técnico y el cambio técnico generan sobre el nivel de empleo. Sin embargo, como veremos en este apartado, se han encontrado trabajos que rechazan los supuestos sobre los cuales los efectos compensatorios están contruidos y que por lo tanto invalidan su funcionamiento. Las críticas se basan principalmente en cuatro fallas teóricas a nivel macroeconómico (véase Vivarelli, 1995) y en tres conceptos microeconómicos relevantes que impiden que los mecanismos de compensación se concreten.

1.3.1 Crítica desde la macroeconomía

El pleno funcionamiento de los mecanismos de compensación recae en una serie de supuestos macroeconómicos que se resumen a continuación:

- a) Se supone una estructura de mercado congruente con la de competencia que permite el ajuste en el nivel de precios, o en otras palabras, se asumen precios flexibles.
- b) Se asume que el ingreso se convierte en demanda efectiva.
- c) Las nuevas inversiones se llevan a cabo en técnicas intensivas en mano de obra.
- d) Las economías cuentan con composiciones sectoriales idénticas, de manera que los mecanismos de compensación funcionan de manera eficiente en todas las economías.

Con base en estos supuestos se identifican una serie de fallas macroeconómicas que se pueden puntualizar de la siguiente forma (véase Vivarelli, 1995):

- a) El efecto Pigou: la asumida disminución en los precios recae en la hipótesis cuestionable de la libre competencia. Pero incluso si se acepta la disminución en los precios, esto traería consigo un aumento en la demanda, y por tanto un aumento en la producción y un estímulo a las inversiones. Sin embargo, esto favorecerá sólo parcialmente al empleo, ya que considerando la naturaleza de las inversiones, encontraremos que de hecho las nuevas inversiones representan la manera de incorporar técnicas ahorradoras de empleo.
- b) El efecto ingreso: el efecto de las técnicas ahorradoras de empleo es una disminución en el consumo debido a la reducción en el poder de compra de los trabajadores desplazados. Además, como la propensión a consumir es menor a uno, el ingreso no se traduce inmediatamente en demanda efectiva. Por otro lado, si parte de las ganancias originadas por el progreso técnico son distribuidas a través del incremento en los salarios, entonces la compensación vía nuevas inversiones se debilita. En general, la

recuperación del poder de compra puede ser insuficiente para garantizar la reabsorción de los trabajadores desplazados.

- c) El efecto Schumpeter: una tasa acelerada de inversión genera un aumento en la demanda pero también la introducción más rápida de nuevas técnicas.
- d) El grado de desarrollo de las economías: economías con composiciones sectoriales diferentes por lo general terminan con consecuencias diferentes ante una tasa de innovación similar. Es decir, dado que las economías se especializan en la producción de ciertos bienes, toda innovación que surja en una economía, por lo general, estará relacionada con los bienes que se produzcan en ella, de manera que aunque la tasa de innovación de dos economías sea similar, los resultados serán diferentes, alguna podrá realizar combinaciones mucho más tecnificadas o con mayor contenido tecnológico, mientras que otras economías harán innovaciones en ramas referentes a actividades tradicionales o menos tecnificadas. Además, los sectores tienen diferentes requerimientos de inversión; el crecimiento del empleo tiende a ser menor donde la intensidad de capital es mayor y donde prevalecen las inversiones ahorradoras de empleo (Pianta, 2000). Las economías en desarrollo no tienen los mismos niveles de población, de capacidad productiva, ni cuentan con las mismas materias primas, por lo tanto, el impacto del progreso técnico en el empleo puede ser diferente dependiendo del desarrollo tecnológico del país.

Como veremos más adelante, estas fallas teóricas macroeconómicas influyen en que los mecanismos de compensación no se concreten bajo situaciones más realistas.

1.3.2 Crítica desde la microeconomía

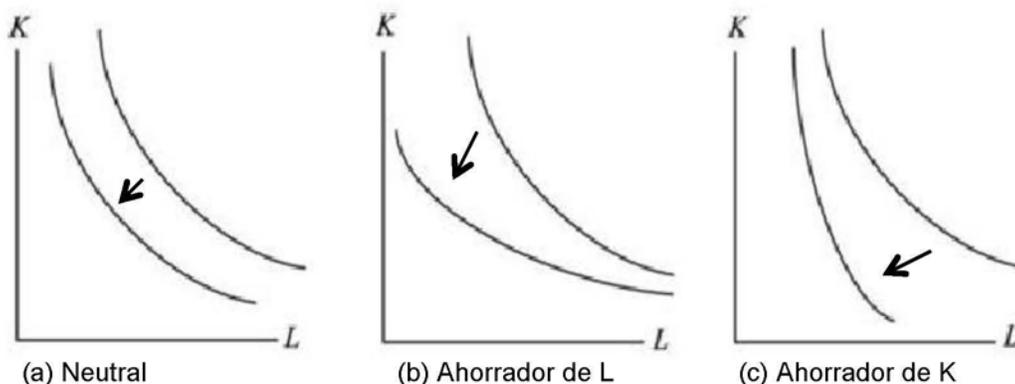
A su vez, el funcionamiento de los mecanismos de compensación depende de una serie de aspectos que hemos llamado microeconómicos y que delimitan aún más las situaciones bajo las cuales los mecanismos de compensación funcionan plenamente. Esta crítica se basa principalmente en todos aquellos aspectos microeconómicos que fueron definidos por la escuela clásica pero que no fueron

incorporados en el planteamiento de los mecanismos de compensación y que tienen que ver con el tipo de progreso técnico que se aplica, el tipo de innovaciones y la heterogeneidad de capacidades tecnológicas.

a) Tipo de progreso técnico

De acuerdo con Hicks (1932), el progreso técnico se clasifica en dos tipos, el primero llamado *neutral o insesgado* se refiere a aquel que, dada una razón capital-trabajo, permite que la razón de productividades marginales se mantenga constante; es decir, es aquel progreso que no sustituye algún factor por otro, sino que mejora la productividad de los dos o de todos los factores en la misma proporción (véase panel (a) de la gráfica 1.1). El segundo llamado *sesgado* es aquel en el que el progreso técnico incrementa las productividades del capital y del trabajo de manera no proporcional, de esta forma de progreso se derivan las tecnologías ahorradoras de mano de obra –que permiten obtener el mismo nivel de producto con menos empleo (véase panel (b) de la gráfica 1.1)- y las tecnologías ahorradoras de capital –o intensivas en mano de obra (véase panel (c) de la gráfica 1.1)-. Gráficamente podemos identificar los tipos de cambio tecnológico como a continuación:

Gráfica 1.1. Tipos de progreso técnico según Hicks



Fuente: Vivarelli (1995:16)

En cada uno de los tipos de progreso técnico representados en la gráfica 1.1, éste desplaza la isocuanta⁵ hacia abajo, es decir, permite lograr un nivel de producción dado utilizando menos insumos. Dependiendo del tipo de progreso tecnológico del que se trate, podemos observar que (Hicks, 1932):

- Cuando el progreso técnico es neutral, los requerimientos de trabajo y capital disminuyen en la misma proporción -panel (a)-, es decir, el producto marginal de ambos insumos se incrementa en la misma proporción.
- Cuando el progreso técnico es ahorrador de mano de obra, el nivel de trabajo requerido disminuirá más que el del capital -panel (b)-, es decir, el producto marginal del capital se incrementa más que el producto marginal del empleo.
- Cuando el progreso técnico es ahorrador de capital, el nivel de capital requerido disminuirá más que el del empleo -panel (c)-, es decir, el producto marginal del empleo se incrementa más que el del capital.

De acuerdo con Vivarelli (1995) el cambio técnico, lejos de ser la respuesta a las fuerzas presentes del mercado, puede ser intrínsecamente “ahorrador de trabajo” y relativamente insensible a señales de mercado en el corto plazo. En ese sentido, el tipo de progreso técnico que se aplique determinará hasta cierto punto la funcionalidad de los mecanismos de compensación, ya que si se aplican técnicas ahorradoras de mano de obra, la posibilidad de revertir la trayectoria ahorradora de trabajo y de regresar a aplicar tecnologías previas a éstas, se vuelve cada vez menor.

b) Tipo de innovación

Adicionalmente, podemos encontrar que el efecto del cambio técnico en el empleo varía según el tipo de innovación que se realice, por ejemplo, la innovación de procesos, generalmente reduce el empleo ya que reduce la cantidad de factores de producción requeridos, especialmente si se trata de una innovación ahorradora

⁵Curva que representa todas las combinaciones de los insumos trabajo y capital, y a lo largo de la cual se produce un mismo nivel de producto (véase Jehle y Reny, 2011)

de mano de obra. Por su parte, la innovación de producto genera más empleo ya que no requiere de cambios sustanciales en la estructura productiva, no requiere de nuevos bienes de capital y por lo tanto no implementa nuevas tecnologías ahorradoras de mano de obra, al contrario, requiere de trabajo extra para producir nuevos productos. Más aún, existen economías en las que prevalecen las innovaciones de producto que fomentan el empleo, mientras que en otras pueden dominar la innovación de procesos ahorradores de mano de obra. Estos patrones tecnológicos son de gran importancia en determinar las diferentes tendencias del empleo y desempleo (Vivarelli y Pianta, 2000).

Pianta (2000) argumenta que la distinción entre innovaciones de producto y de proceso es crucial cuando consideramos sus consecuencias en el empleo. Las innovaciones de procesos llevan a un mejoramiento en la eficiencia de la producción de bienes y servicios. Mientras que las innovaciones de producto incrementan la variedad de productos y probablemente abren nuevos mercados cuando el reemplazo de viejos productos por nuevos no domina. Por otro lado, las innovaciones de proceso aumentan la productividad y reemplazan el empleo, mientras que las innovaciones de producto crean nuevos mercados, producciones y empleo.

El impacto de las actividades de innovación en producto y procesos difieren en su fuente y en el tipo de actividades que requieren. La innovación de producto se basa en investigación y desarrollo interno, esfuerzos de diseño e ingeniería, mientras que la innovación de procesos se introduce principalmente mediante nuevas inversiones. Respecto al efecto en el empleo, Cahuc y Zylberberg (2004) argumentan que el progreso técnico no aplica a todos los empleos de manera uniforme, y que los empleos basados en tecnologías obsoletas son destruidos, mientras que sólo aquellos capaces de incorporar las últimas innovaciones sobreviven.

Las innovaciones de proceso incrementan la productividad y sustituyen al empleo de manera que producen el mismo nivel de producto con menos trabajadores, si adicionalmente presentan una base ahorradora de empleo, la sustitución de

empleo podría agravarse. Por su parte, las innovaciones de producto generan más empleo ya que empleo extra es requerido para producir nuevos productos (véase Freeman, Clark y Soete, 1982; Freeman y Soete, 1987; Katsoulacos, 1986; Evangelista, 1999; Petit, 1995; Vivarelli, 1995).

Más aún, en un estudio sobre el impacto en el empleo de las innovaciones en producto y en proceso realizado por Pianta (2000) se encontró que efectivamente en países basados en industrias que tienen más innovaciones en producto, como Japón y Estados Unidos, registraron los más altos niveles de crecimiento de la demanda, respaldados por la creación de nuevos mercados y de nuevos empleos en los sectores innovadores. En la mayoría de los países europeos se encontró que el efecto predominante de nuevas innovaciones en el empleo, fue un efecto que desplazó a la mano de obra.

En ese sentido, Pianta (2000) argumenta que los sectores capaces de producir su propia tecnología tienden a introducir más innovaciones de producto que pueden generar nuevos empleos, mientras que los sectores que adquieren las innovaciones desde afuera, están dominados por las innovaciones de proceso, cuyos efectos en el empleo son negativos.

c) Capacidades tecnológicas

Otro aspecto que se vuelve relevante en este análisis es el efecto que tiene el cambio técnico según las diferentes industrias. En algunas industrias (manufactureras y de servicios), las innovaciones son generalmente producidas de manera endógena mediante investigación y desarrollo, diseño y actividades de ingeniería, mientras que en otras (industrias tradicionales), las innovaciones son generalmente suministradas por otros sectores, e incorporadas en nueva maquinaria, equipo e insumos intermedios.

El enfoque de las capacidades tecnológicas parte del supuesto de que existe heterogeneidad en la industria de los países en vías de desarrollo. Considera que los países en desarrollo no innovan en el sentido de crear nuevos productos y procesos, sino que invierten en esfuerzos tecnológicos para adquirir, dominar y hacer mejoras en la tecnología ya existente (Lall, 2004).

De acuerdo con Kim (1997: 86) las capacidades tecnológicas son: “las habilidades efectivas para el uso, la asimilación, adaptación y, eventualmente para el cambio en las técnicas existentes mediante el uso de conocimientos tecnológicos adquiridos”. Los recursos que se utilizan en la producción industrial como el equipo, las habilidades laborales y la combinación de insumos, constituyen las capacidades productivas de las empresas y economías, y sirven para generar y gestionar el cambio técnico (Bell y Pavitt, 1995).

A medida que las capacidades tecnológicas de una empresa, sector o economía se vean incrementadas, la capacidad para llevar a cabo el cambio técnico aumentará. De acuerdo con Domínguez y Brown (2004) el desarrollo tecnológico de las industrias no debe verse como un proceso que sólo se promueve a través de la inversión en nuevos equipos, y en la adquisición de tecnología importada, sino que su asimilación y buena operación depende de la inversión y acciones que fomenten el aprendizaje tecnológico. Las capacidades tecnológicas permiten, en un primer momento, la adopción y utilización de tecnología; en el segundo, modifican la tecnología para elevar la eficiencia inicial y en el tercer momento, las empresas pueden basarse en el conocimiento, experiencia y destrezas adquiridas para introducir un cambio técnico más sustancial.

De acuerdo con Lall (1992), las capacidades tecnológicas a nivel de un país se ordenan en tres categorías: tecnología dura (inversión física), tecnología blanda (gasto en Investigación y Desarrollo, innovaciones) y tecnología de habilidades (capital humano, remuneraciones). Además, argumenta que si el capital físico se acumula sin habilidades o sin la tecnología necesaria para operarlo de modo eficiente, las capacidades tecnológicas nacionales no se desarrollarán de modo adecuado.

La inversión física es una capacidad básica o fundamental en el sentido de que la planta y el equipo son naturalmente necesarios para que la industria exista; sin embargo, es la eficiencia con la que se utiliza el capital lo que resulta de mayor interés. Dicha eficiencia, sin duda alguna, depende de la destreza y habilidades de la mano de obra, que constituyen al capital humano.

El término capital humano incluye no solo las habilidades generadas o adquiridas a través de la educación formal y la capacitación, también incluye aquellas adquiridas en el trabajo y en la experiencia en la actividad tecnológica, son implantadas por habilidades heredadas o transmitidas así como por las habilidades que asisten el desarrollo industrial. Mientras más sofisticadas sean las tecnologías adoptadas, mayor será el requerimiento de trabajo cada vez más especializado, con habilidades específicas y avanzadas (Lall, 1992).

Por su parte, el trabajo calificado y el capital físico solo son productivos si se combinan con esfuerzos para asimilar y mejorar la tecnología relevante. Dichos esfuerzos tecnológicos son imposibles de medir, pero existen una serie de variables como el personal capacitado para tareas tecnológicas, el gasto en investigación y desarrollo (I+D), o innovaciones y patentes que permiten conocer de manera aproximada este tipo de esfuerzos. La variable que se considera en este trabajo para medir la tecnología blanda de la industria manufacturera en México es el gasto en I+D.

El estado de las capacidades tecnológicas determinará por un lado el tipo de cambio técnico y de innovaciones que se generen y apliquen, y por otro lado, las posibilidades de que los mecanismos de compensación funcionen.

Si las capacidades tecnológicas solo permiten la adquisición de nueva tecnología importada, entonces los efectos positivos de la producción de la nueva tecnología serán exportados a los países productores de éstos. Por otro lado, la tecnología de habilidades y blanda debe ser consistente con la idea de adoptar y utilizar la nueva técnica y tecnología.

Con base en todos estos factores que generan disparidades en los resultados de la aplicación de una innovación de producto o de proceso, y según la industria en las que se apliquen, se llega a la formulación de una de las críticas a los mecanismos de compensación que ejercen mayor fuerza sobre el objetivo de esta investigación, nos referimos al funcionamiento de los mecanismos de compensación en las economías en desarrollo en las que los resultados de las innovaciones son diferentes respecto a los de las economías avanzadas.

1.4 Críticas a los mecanismos de compensación

Considerando las críticas que se han realizado a los supuestos macroeconómicos y tomando en cuenta aquellos aspectos microeconómicos que no han sido incorporados a los mecanismos de compensación, se realizan las siguientes críticas a cada mecanismo:

1.4.1 Nuevas máquinas

Este mecanismo se basa en el hecho de que nuevos empleos son generados en las industrias donde las nuevas máquinas son producidas, sin embargo, de acuerdo con el efecto Pigou un escenario más real es el de estructuras de mercado oligopólicas o incluso monopólicas, en donde las empresas tienden a invertir sólo en innovaciones menores que no incrementan el costo total y que pueden ser financiadas por fondos de depreciación, de manera que el sector de bienes de capital no genere nuevos empleos y el desempleo se tienda a incrementar (Sylos Labini, 1969).

Además este efecto de compensación no se concreta en economías en desarrollo porque casi siempre importan sus tecnologías de países avanzados. Por lo general, las economías en desarrollo no cuentan con empresas de base científica y tecnológica cuyos productos se basen en descubrimientos científicos y tecnológicos. En su lugar se basan en industrias de transformación y manufactura donde se realizan otro tipo de innovaciones. Por ello, las economías en desarrollo experimentan solo efectos negativos en el empleo como países usuarios de tecnologías (Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal, 2000).

1.4.2 Disminución en los precios

Continuando con el efecto Pigou como punto de partida, si se asume rigidez de precios como en las estructuras de competencia imperfecta, el mecanismo de compensación se mantiene inactivo. En este caso retomamos a Kalecki (1956) quien enfatiza que en las diferentes industrias, la fijación de precios no sólo responde a cambios en los costos de producción y a cambios en la demanda, sino que también depende de la fijación de precios de las demás empresas. Argumenta

que los precios se fijan considerando los costos unitarios y el precio medio ponderado por las demás empresas, de manera que el nivel de ventas está condicionado a la fijación de precios de la empresa respecto al precio de las demás empresas. Por ejemplo argumenta que:

Las empresas necesitan asegurarse de que su precio no resulte demasiado elevado con relación a los fijados por otras empresas, ya que entonces se reducirán fuertemente sus ventas; pero también de que su precio no resulte demasiado bajo en relación con su costo primo medio, pues ello disminuiría enormemente el grado de utilidad. (Kalecki, 1956: 12)

De acuerdo con Kalecki (1956) las empresas fijan sus precios considerando los costos unitarios y el precio medio ponderado. En donde los coeficientes de las variables de costos unitarios y precio medio ponderado, constituyen el *grado de monopolio* de la empresa. Entre mayor sea el grado de monopolio de una empresa, mayor será la facilidad de dicha empresa para hacer variar el precio sin ver reducida su cantidad demandada, de aquí se derivan las empresas fijadoras de precios y las seguidoras de precios. El proceso de concentración de la industria conduce a la formación de empresas agigantadas, que representan una gran parte de la producción de la industria. Una empresa de este tipo sabe que su precio influye de manera importante en el precio medio y que las otras empresas se verán obligadas a seguir el mismo camino debido a que su determinación del precio depende del precio medio. Además, Kalecki reconoce la influencia de la promoción de ventas por medio de la publicidad, el marketing, agentes vendedores, etc., lo que hará que el grado de monopolio aumente (Kalecki, 1956).

Por ello, una disminución en los costos laborales como consecuencia del desplazamiento de mano de obra no se verá reflejada en una disminución en los precios, lo que imposibilita un aumento en la producción y el empleo.

En un ejercicio empírico realizado por Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal (2000) para la economía turca, se encontró que la disminución en el empleo generado por la incorporación de nuevas tecnologías no necesariamente lleva a una disminución en los precios, sino que la incorporación de las nuevas técnicas lleva al

incremento en la calidad de los nuevos productos lo que resulta en un aumento en los precios de los productos.

1.4.3 Nuevas inversiones

En este caso, nos remitimos al efecto Schumpeter y el tipo de progreso técnico que se aplique, es decir, este mecanismo supone que las nuevas inversiones que se realicen no ocasionarán cambios en los coeficientes de los factores de producción, por lo que se supone que las nuevas inversiones se canalizan en tecnologías no ahorradoras de mano de obra, ya sean neutrales o ahorradoras de capital. Sin embargo, si las nuevas inversiones se focalizan en tecnologías ahorradoras de mano de obra, el problema del desempleo puede agravarse. La incorporación de cambio técnico de tipo ahorrador de mano de obra se vuelve cada vez más común.

Este mecanismo prevé una tendencia hacia mayores inversiones, particularmente en tecnologías intensivas en mano de obra que reabsorberán a los trabajadores desplazados. Esta expectativa tiene dos lados: por un lado, las nuevas tecnologías incrementarán los salarios debido al incremento en la productividad, acompañado con un incremento en el consumo y en el empleo. Por otro lado, se espera que las empresas inviertan sus ganancias de las mejoras tecnológicas en tecnologías intensivas en mano de obra, de manera que el desplazamiento de trabajadores sea compensado con la generación de nuevos empleos. Sin embargo, esta expectativa no considera que las ganancias pueden también dirigirse al consumo de bienes de lujo o a inversiones especulativas. Más aún, cuando hay re-inversión, ésta puede darse nuevamente en tecnologías ahorradoras de mano de obra, ya que la introducción de nuevas tecnologías se vuelve imperativa en las empresas que realizan esfuerzos por ganar competitividad internacional, porque la introducción de nuevas tecnologías permite una mejora en la calidad, en la precisión de los productos y en la productividad del trabajo; lo que posibilita competir en mercados internacionales. Por lo tanto nuevas inversiones pueden empeorar el problema de desempleo en lugar de resolverlo.

1.4.4 Nuevos productos

El funcionamiento de este mecanismo recae en el supuesto de que el progreso técnico genera nuevos productos que permiten la creación de nuevos mercados, sin embargo, existen tres aspectos que pueden imposibilitar el funcionamiento de este mecanismo de compensación. El primero tiene que ver con la posibilidad de que el nuevo producto sea un producto sustituto que reemplace al viejo producto y que por lo tanto no genere nuevos mercados ni nuevos empleos. Productos verdaderamente nuevos inducen a nuevos procesos productivos y a la generación de empleo, pero este tipo de compensación raramente ocurre en el sector afectado por los cambios técnicos ahorradores de empleo. Generalmente, nuevos productos son producidos en otros sectores y un mecanismo de compensación intersectorial se vuelve necesario; de manera que los trabajadores desplazados por una industria debido a la adopción de nuevas técnicas deberán ser reabsorbidos en otras industrias, ya sea en las que proveen de los insumos necesarios o en alguna otra que utilice de manera intensiva el factor trabajo (Pasinetti, 1981).

El segundo aspecto que puede imposibilitar el funcionamiento de este mecanismo se refiere al tipo de innovación que se realice, como vimos, las innovaciones de producto son las que pueden generar efectos positivos sobre el nivel de empleo, mientras que las innovaciones de proceso por lo general desplazan a la mano de obra. En ese sentido, es posible que las innovaciones de producto jueguen el rol de innovaciones de proceso, es decir, una máquina nueva puede ser considerada innovación de producto para el productor de las máquinas, pero para el que utiliza dicha máquina la incorporación de éstas en su proceso productivo tendrá como consecuencia una innovación de proceso y por tanto generará el desplazamiento de mano de obra.

El tercer aspecto que se debe considerar es el tipo de empresas que se encuentren establecidas en una economía. Las empresas de algunas industrias, como la química, están construidas sobre las licencias que restringen el desarrollo de tecnologías de producto independientes en las economías en desarrollo. Las

economías en desarrollo son, en general, imitadoras y no creadoras de nuevas tecnologías de producto, pocas son las empresas en los países no desarrollados que gastan en investigación y desarrollo. Por lo tanto las innovaciones de producto están destinadas a ser limitadas, lo que a su vez limita el efecto positivo en el empleo que resulta de las innovaciones de producto (Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal, 2000).

Es por ello, que el tipo de empresas que se encuentran en una economía resultan importantes para la generación de empleo. En economías en las que predominan las empresas de base científica y tecnológica, las innovaciones de producto se vuelven más comunes y por tanto la compensación vía nuevos productos tiene más posibilidades de concretarse. En economías en las que prevalecen empresas de producción intensiva y de explotación de recursos naturales, las innovaciones de producto son menores que las de proceso como en el caso de México (véase Dutrenit y Capdevielle, 1993), generando que el mecanismo de compensación no ocurra en todas las economías.

1.4.5 Disminución en los salarios

Este mecanismo de compensación se basa en el hecho de que el aumento en la oferta de trabajo generado por el progreso técnico lleva a una disminución de los salarios que a su vez fomenta la demanda de trabajo. Sin embargo, la naturaleza acumulativa e irreversible del cambio técnico lleva a una situación de coeficientes fijos, donde la disminución de los salarios no afecta la elección de la técnica. Además como se mencionó anteriormente, la elección de la técnica y por ende la elección de los coeficientes se da en el largo plazo, de manera que pasar de una tecnología ahorradora de mano de obra a una ahorradora de capital se vuelve imposible en el corto plazo, es decir, si la hipótesis de coeficientes fijos se implementa, este mecanismo de compensación falla.

Por otro lado, este mecanismo de compensación indica que bajos salarios generarán demanda de nuevos productos incluyendo una reabsorción de los trabajadores desplazados. Esto puede ser verdad en los países avanzados donde los salarios son altos. Sin embargo, en los países en desarrollo, es más probable

que la disminución en los salarios tenga un impacto no significativo en la demanda de mano de obra de las empresas que ya tienen salarios significativamente bajos. Es decir, los salarios son ya tan bajos que una disminución adicional en el nivel de salario, no generará grandes efectos positivos en el nivel de empleo (Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal, 2000).

Incluso es muy probable que las economías en desarrollo que registran salarios significativamente bajos, ya utilicen técnicas intensivas en mano de obra, de manera que ya no hay mayor estímulo a la utilización de técnicas intensivas en mano de obra. Por lo tanto, la expectativa de que el desempleo y la reducción en los salarios facilitará un incremento en la demanda de trabajo, no es significativa para el caso de los países en desarrollo. En ese sentido, Freeman, Clark y Soete (1982) argumentan que el efecto del cambio tecnológico en el empleo depende no sólo del tipo de progreso técnico involucrado, sino que también de la situación económica en conjunto.

Como hemos analizado a lo largo de este apartado, y a manera de conclusión podemos entonces argumentar que el impacto que tiene la aplicación de tecnología en el empleo en las diferentes economías, depende de tres factores importantes (véase Ansal (1998) y Çetindamar-Karaömerlioglu y Ansal (2000)):

- Las condiciones macroeconómicas de los países: como la tasa de innovación, el grado de desarrollo económico, la estructura de mercado en términos de competencia, la tasa de crecimiento económico, la oferta de trabajo, el ambiente generado por las políticas de industrialización, etc.
- La estructura industrial: el tipo de progreso técnico que se aplica, el tipo de innovaciones que se realizan y el nivel de inversiones tecnológicas influyen en la aplicación de tecnologías.
- Las capacidades tecnológicas: los esfuerzos de inversión, investigación y desarrollo (I+D) y de desarrollo del capital humano influyen de manera importante en el impacto que la innovación tiene sobre el empleo.

Con base en ello, el efecto del progreso técnico sobre el nivel de empleo será diferente en cada economía dependiendo de las características y especificidades

de cada una de ellas. En ese sentido, en este trabajo se pretende conocer el efecto del progreso tecnológico sobre el empleo en la economía mexicana.

1.5 Conclusiones preliminares

El desempleo tecnológico se define como el desempleo generado por la incorporación de nuevos medios de producción que disminuyen los requerimientos de trabajo. El cambio técnico trae consigo progreso técnico, que ocasiona efectos negativos sobre el nivel de empleo pero también positivos. El efecto desplazamiento contabiliza el efecto negativo que es el resultado del incremento en la productividad laboral ocasionada por el cambio técnico. El efecto compensación comprende la generación de empleo ocasionada por el cambio técnico.

Encontramos que el problema del desempleo tecnológico fue estudiado desde tiempos de la economía clásica, cuyos exponentes más importantes argumentaron que aunque es posible que el cambio técnico genere efectos negativos sobre el empleo, existen una serie de mecanismos compensatorios a través de los cuales es posible revertir el desempleo generado por el cambio técnico.

Sin embargo, de la literatura disponible sobre el tema se pudieron identificar diversas fallas en los supuestos macroeconómicos y algunos aspectos microeconómicos que pueden contribuir a que el funcionamiento de los mecanismos de compensación no se concreten.

Entre las fallas teóricas macroeconómicas identificamos al efecto Pigou (que critica el supuesto de competencia perfecta y flexibilidad en los precios), el efecto ingreso (que tiene que ver con la capacidad para que el ingreso se convierta en demanda efectiva), el efecto Schumpeter (referido al tipo de progreso técnico incorporado en las nuevas inversiones) y el grado de desarrollo económico de la economía en cuestión.

Dentro de los aspectos microeconómicos que merece la pena considerar para el análisis del desempleo tecnológico encontramos a los tipos de progreso técnico,

los tipos de innovación y las capacidades tecnológicas que predominan en una economía.

A partir de estos argumentos y de las críticas realizadas a cada mecanismo de compensación se concluye que aunque la posibilidad de que los mecanismos de compensación se concreten depende de las características y especificidades de cada economía, la mayoría de los mecanismos de compensación no funcionan en las economías en desarrollo, en ese sentido, el panorama para la economía mexicana parece orientarse a que el cambio técnico tenga como consecuencia un efecto neto negativo sobre el nivel de empleo, sin embargo, dicha aseveración debe ser probada empíricamente.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL DESEMPLEO TECNOLÓGICO

Debido a que la matriz de insumo-producto permite observar la estructura productiva de una economía, se decidió que el análisis de insumo-producto es una herramienta adecuada para medir e identificar el cambio técnico de los subsectores de la industria manufacturera en México en los periodos 2003-2008 y 2008-2012. Según el grado de desagregación con el que se utilicen las matrices, la evolución de la estructura productiva permite identificar los cambios en las relaciones entre sectores, los cambios en los requerimientos de insumos de cada sector y los cambios en la distribución de sus productos al resto del aparato productivo. Todo esto, permite obtener conclusiones sobre el tipo de cambio técnico que aplica cada subsector y la evolución en los productos que ofrece.

Sin embargo, además del análisis de insumo-producto son diversos los ejercicios y las técnicas utilizadas para, gradualmente y por etapas, diagnosticar el cambio técnico mediante el análisis de la productividad laboral, encontrar características similares entre grupos de subsectores en términos de productividad laboral y capacidades tecnológicas, analizar los cambios en los requerimientos de insumos y cuantificar las diferencias entre las matrices de coeficientes técnicos.

En ese sentido, este capítulo muestra el aparato metodológico en el que se basa la contrastación de la hipótesis planteada en esta investigación. El capítulo se divide en cuatro apartados, en el primero se muestra el marco contable de esta investigación, se define la utilización del análisis de insumo-producto para identificar la técnica de producción, se definen las fuentes de información y las actividades realizadas para homologar la información. En el segundo apartado, se expone la obtención de la matriz de insumo-producto de 2003 a precios de 2008 a través del método RAS. En el tercer apartado se realiza una reconstrucción metodológica en la que se nombran las técnicas que se utilizarán en los siguientes capítulos para investigar el cambio técnico. Por último en el cuarto apartado se muestran las conclusiones de este capítulo.

2.1. Metodología de insumo-producto para la medición del desempleo tecnológico

Este apartado presenta los aspectos metodológicos bajo los cuales se realiza esta investigación. Se presenta el marco contable que define las cuentas que se utilizan, los aspectos del análisis de insumo-producto a través de los cuáles se podrá cuantificar el efecto del cambio técnico en el empleo, así como las fuentes de información para la realización del ejercicio para el caso de México.

2.1.1. Marco contable

Las matrices de insumo-producto son tablas de doble entrada que registran las relaciones entre los distintos sectores de una economía para la producción de bienes y servicios. Dichas relaciones de interdependencia se expresan en una serie de identidades contables, de las cuales aquí se destacan las dos más importantes (véase Schuschny, 2005, cap. 1) y las cuales se utilizan en esta investigación para probar la hipótesis planteada.

$$DG = VBP_i = X_i = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + C_i + I_i + G_i + H_i + E_i \quad (1)$$

$$OG = VBP_j = X_j = X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{nj} + M_{1j} + M_{2j} + \dots + M_{nj} + W_j + P_j + NT_j \quad (2)$$

La ecuación (1) muestra que la producción de cada sector puede venderse en los mercados de productos intermedios o como producto final. Así el destino de la producción del sector i (VBP_i) se encuentra en otras industrias ($X_{ij}; j = 1, \dots, n$), en el consumo de los hogares (C_i), la formación de capital fijo de las empresas (I_i), el consumo del gobierno (G_i), la variación de los inventarios (H_i) o las exportaciones al resto del mundo (E_i). Por su parte la ecuación (2) muestra que el valor de la producción de cada sector j se utiliza para comprar todos aquellos factores productivos necesarios para que cada sector realice su producción; da cuenta de la adquisición de insumos intermedios de origen interno (X_{nj}) e importado (M_{nj}) y de los insumos primarios de trabajo (W_j) y de capital (P_j), y del pago de impuestos netos a la producción (NT_j).

Las identidades contables (1) y (2) definen las relaciones de interdependencia del análisis de insumo-producto, así como la condición de equilibrio (demanda=oferta)

a nivel agregado y desagregado. La ecuación (1) es la ecuación de la demanda global de la economía y también puede verse como la suma de la demanda intermedia interna ($\sum_{j=1}^n X_{ij}$) y la demanda final interna y externa (Y_i) (véase ecuación 3).

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i, \quad \text{donde } Y_i = C_i + I_i + G_i + H_i + E_i \quad (3)$$

Mientras que la ecuación (2) es la ecuación de la oferta global y resulta de la suma de la compra de insumos intermedios o consumo intermedio interno e importado ($\sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{i=1}^n M_{ij}$) y del valor agregado (VA_j) (véase ecuación 4).

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{i=1}^n M_{ij} + VA_j, \quad \text{donde } VA_j = W_j + P_j + NT_j \quad (4)$$

La información sobre las relaciones de interdependencia se representa mediante dos formas, una es a través de la matriz interna de insumo-producto y otra de la matriz total. La diferencia entre ellas reside en el tratamiento que se da a las importaciones; mientras que cuando se trabaja con la matriz interna las importaciones se registran mediante un vector fila que muestra la adquisición de insumos intermedios importados, cuando se usa la matriz total, las importaciones de insumos intermedios y de bienes finales se suman a los componentes de cada una de las identidades contables de la siguiente manera:

$$VBP_i = X_i = X_{i1} + M_{i1} + X_{i2} + M_{i2} + \dots + X_{in} + M_{in} + C_i + C_i^m + I_i + I_i^m + G_i + G_i^m + H_i + H_i^m + E_i + E_i^m - M_i \quad (5)$$

$$VBP_j = X_j = X_{1j} + \dots + X_{nj} + M_{1j} + \dots + M_{nj} + W_j + P_j + NT_j \quad (6)$$

donde $M_i = M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{in} + C_i^m + I_i^m + G_i^m + H_i^m + E_i^m$. Dicho de otro modo, la matriz total de insumo-producto resulta de la suma de la matriz interna y la matriz de importaciones. Esta última registra los bienes intermedios importados así como los bienes importados que se destinan a satisfacer la demanda final. La decisión de usar la matriz interna o la total dependerá de los objetivos del investigador⁶. Sin embargo, como el núcleo de esta investigación es conocer la

⁶ Por ejemplo, si el investigador desea conocer el impacto del cambio en alguna de las variables exógenas sobre la economía interna, se recomienda hacer uso de las matrices internas. Pero si el

técnica de producción a nivel sectorial, este trabajo hace uso de las matrices totales de insumo-producto ya que las industrias producen con bienes nacionales e importados, además la información sobre demanda final y valor agregado permitirá conocer la magnitud de los efectos desplazamiento y compensación, los cuáles tienen sus causas en las relaciones tanto de demanda como de oferta.

2.1.2. La matriz de insumo-producto y la técnica sectorial

El marco contable descrito en el apartado anterior se representa mediante una matriz de insumo-producto, la cual es un instrumento que tiene como objetivo principal examinar la interdependencia de las ramas de actividad económica que conforman el aparato productivo de un país en un determinado año. Sus características se derivan del aparato conceptual-metodológico de un sistema de cuentas nacionales (León y Marconi, 1999). Como se mencionó, el marco contable se puede representar de dos maneras, a través de una matriz de insumo-producto interna y de una matriz total, siendo la última la más adecuada para cumplir con los objetivos de este trabajo.

Cuadro 2.1. Estructura de la matriz de insumo-producto total

		Sectores					Demanda intermedia	Demanda final	Valor bruto de la producción
		1	2	3	...	n			
Sectores	1	Z_{ij}					$\sum_{j=1}^n Z_{ij}$	F_i	X_i
	2								
	3								
	⋮								
	n								
Consumo intermedio		$\sum_{i=1}^n Z_{ij}$							
Insumos primarios (VA)		Y_j							
Valor bruto de la producción		X_j							

Fuente: elaboración propia con base en las matrices de insumo-producto (INEGI, 2017).

investigador desea conocer las técnicas de producción de los distintos sectores será mejor utilizar las matrices totales ya que también consideran los insumos importados utilizados.

Una matriz de insumo-producto total se conforma por los siguientes elementos (véase cuadro 2.1): por el lado de la demanda global se conforma por la matriz de relaciones intersectoriales Z_{ij} que tiene dimensión $n \times n$ y que registra las transacciones de bienes intermedios tanto de origen interno como importado ($Z_{ij} = X_{ij} + M_{ij}$), el vector de demanda intermedia que resulta de la suma por fila de la matriz Z_{ij} (con dimensión $n \times 1$), el vector de la demanda final $F_i = C_i + C_i^m + I_i + I_i^m + G_i + G_i^m + H_i + H_i^m + E_i + E_i^m - M_i$ ($n \times 1$) y el vector del valor bruto de la producción que resulta de la suma de la demanda intermedia y la demanda final.

Por el lado de la oferta global, la matriz de insumo-producto total se conforma por el vector del consumo intermedio que registra todos los bienes y servicios utilizados para la producción de cada sector, de dimensión $1 \times n$ y que se obtiene de la suma por columna de la matriz Z_{ij} , el vector de insumos primarios o valor agregado ($1 \times n$) ($VA_j = W_j + P_j + NT_j$) y el vector de valor bruto de la producción que resulta de la suma del consumo intermedio y el valor agregado.

Cuadro 2.2. Técnica de producción

		Sectores				
		1	2	3	...	n
Sectores	1	$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_i}$				
	2					
	3					
	...					
	n					
Consumo intermedio		$cn_i = \frac{\sum_{j=1}^n Z_{ij}}{x_i}$				
Insumos primarios (VA)		$va_i = \frac{y_j}{x_i}$				
Valor bruto de la producción		i'				

Fuente: elaboración propia.

La matriz de insumo-producto permite observar la estructura productiva de una economía y la técnica de producción de cada industria. La técnica con la que producen las industrias se conoce a partir de la obtención de los coeficientes

directos de insumos intermedios (también llamados coeficientes técnicos) y de insumos primarios, los cuales surgen de dividir las celdas de cada columna por el total de la misma, por ello el valor bruto de la producción se convierte en un vector fila i' conformado por unos (véase cuadro 2.2).

En la metodología de insumo-producto, uno de los supuestos fundamentales es que la técnica de producción en el año analizado se representa mediante una función de producción tipo Leontief, la cual considera que los coeficientes son constantes en ese periodo, dicho de otro modo, considera que el nivel de producción que el sector i vende al j , es una proporción constante del nivel de producción del sector j y que la función de producción tiene rendimientos constantes a escala (véase Miller y Blair, 2009 y Schuschny, 2005).

Si se cuenta con más de una matriz de insumo-producto es posible medir el cambio en la técnica de producción. Para ello es necesario comparar la técnica de producción de cada sector en el tiempo t_0 y t_1 . Para hacer el análisis de las matrices de insumo-producto en distintos momentos del tiempo se requiere: a) que los flujos que registran los intercambios entre unidades económicas se descompongan en la cantidad intercambiada y su precio, y b) que los valores de los intercambios estén a los mismos precios para cada año analizado. De no ser así, la evolución de una variable se explicaría, por un lado, por el cambio en los determinantes de la cantidad misma y, por el otro, debido al cambio en el precio sin poder discriminar las respectivas magnitudes. Por ello, lo más recomendable es trabajar con información valuada a los mismos precios (Schuschny, 2005).

De los cambios que se logren observar en los coeficientes se pueden obtener algunos resultados. Primero, si el cambio en cn_i entre t_0 y t_1 es positivo, entonces el uso del trabajo y el capital se redujo relativamente en comparación con el uso de los insumos intermedios, ocasionando mayor especialización. Segundo, si el cambio observado en los coeficientes a_{ij} es positivo, entonces, la intensidad con la que se usa dicho insumo aumentó, lo cuál puede ser resultado de la sustitución entre insumos, ya que el aumento en un coeficiente forzosamente se refleja en la disminución de otro (Carter, 1970). El cambio en valor de los coeficientes técnicos

también puede sugerir cambios tecnológicos, los cuales se observan cada vez que hay un cambio (adición o eliminación) en los componentes que participan en la técnica de producción.

Es importante señalar, que para obtener conclusiones certeras sobre el cambio en la técnica de producción de los diferentes sectores, es necesario que las matrices de los años a comparar estén construidas bajo un mismo sistema de clasificación industrial y que el nivel de precios al que estén valuadas también sea el mismo.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el tercer capítulo de este trabajo se analiza el cambio técnico observado en los subsectores de la industria manufacturera mexicana entre los años 2003-2008 y 2008-2012. Para ello, fue necesario realizar algunos trabajos de homologación de las matrices de insumo-producto totales de México, que se explican en el siguiente apartado.

2.1.3. Fuentes de información

En México, actualmente, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) calcula y publica las matrices de insumo-producto con base en la información del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM). A la fecha, México dispone de diez matrices de insumo-producto referidas a los años: 1950, 1960, 1970, 1975, 1978, 1980, 2003, 2008 2012 y 2013. Las primeras dos fueron elaboradas por el Banco de México, se desagregaron en 32 y 45 subsectores respectivamente, y permitieron integrar el primer conjunto de cuentas consolidadas del país; las siguientes cuatro fueron realizadas por la Dirección General de Estadística (DGE) del hoy INEGI. La matriz de 1970, que fue la primera elaborada por la DGE, presentó diferencias sustanciales con relación a las anteriores, tanto por el marco conceptual y el tratamiento de la información, como por el nivel de desglose con el que se integró (73 subsectores) (SSP, 1981). Las matrices correspondientes a 1975 y 1978, fueron parte de una actualización de la de 1970, en tanto que la matriz de 1980 presentó características innovadoras con relación a las precedentes; estas tres últimas están integradas también por 73 subsectores (INEGI, 2017). Estas primeras seis matrices (1950, 1960, 1970, 1975, 1978, 1980) fueron calculadas a precios de productor y en millones de pesos corrientes.

Después de casi un cuarto de siglo sin la estimación ni publicación de alguna matriz de insumo-producto, el INEGI calcula y publica la matriz de 2003 valuada a precios básicos, en millones de pesos de 2003 y desagregada en 79 subsectores. Las matrices de 2008 y 2012 se calculan a precios básicos, en miles de millones de pesos a precios de 2008 y se encuentran desagregadas también en 79 subsectores⁷. La última matriz de 2013 está valuada también a precios básicos, pero en miles de millones de precios de 2013 y está desagregada en 79 subsectores.

Para cumplir con el objetivo de este trabajo, se utilizan tres matrices totales de insumo-producto de México realizadas por el INEGI, las de 2003, 2008 y 2012. La razón por la cuál se utilizan estas tres matrices y no otras, reside en que las diferencias entre ellas pueden ser superadas razonablemente. Por un lado, las tres fueron elaboradas considerando el sistema de clasificación de América del Norte (2003 y 2007), y por el otro, el hecho de que las de 2008 y 2012 están valuadas al mismo nivel de precios posibilita la comparación entre matrices; por ello, con la finalidad de abarcar un periodo de tiempo más amplio se decidió incluir la matriz de 2003 teniendo en cuenta que requiere ser deflactada.

2.1.4. Homologación de la información

a. Homologación del sistema de clasificación industrial SCIAN

Las matrices de insumo-producto de 2003, 2008 y 2012 fueron todas construidas bajo el sistema de clasificación industrial de América del Norte (SCIAN), sin embargo, la primera matriz se basa en el SCIAN de 2003 mientras que las dos últimas en el SCIAN de 2007. Aunque el número de subsectores en ambas ediciones del SCIAN es el mismo (79 subsectores), éstos no son los mismos. El cuadro 2.3 resume la diferencia entre las ediciones del SCIAN y la homologación realizada.

En el SCIAN-2003 el subsector 931 contiene a los subsectores SCIAN-2007 931 y 932. De igual forma en el SCIAN-2007 el subsector 517 contiene a los subsectores

⁷ Aunque el número de subsectores en las matrices de 2003, 2008 y 2012 es el mismo, los subsectores incluidos en la matriz de 2003 difiere de aquellos incluidos en las matrices de 2008 y 2012.

SCIAN-2003 516 y 517. La homologación consistió en, por un lado, crear el subsector 517 que contiene a los subsectores 516 y 517 del SCIAN-2003 pero que se mantiene en el caso del SCIAN-2007 y por otro lado, crear el subsector 931 que contiene a los subsectores 931 y 932 del SCIAN 2007 pero que se mantiene en el caso del SCIAN-2003. El cambio realizado tuvo como resultado que las tres matrices utilizadas estuvieran desagregadas en 78 subsectores en lugar de 79.

Cuadro 2.3. Homologación SCIAN

SCIAN 2003	SCIAN 2007	Homologación
<p>516 Creación y difusión de contenido exclusivamente a través de internet</p> <p>517 Otras telecomunicaciones</p>	<p>517 Otras telecomunicaciones</p>	<p>517 Otras telecomunicaciones</p>
<p>931 Actividades del gobierno</p>	<p>931 Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia</p> <p>932 Organismos internacionales y extraterritoriales</p>	<p>931 Actividades del gobierno y organismos internacionales</p>

Fuente: Elaboración propia con base en las matrices de insumo producto 2003, 2008 y 2012.

Por último, también se encontró una diferencia en las unidades monetarias en las que la matriz 2003 está valuada, ya que mientras las matrices de 2008 y 2012 se reportan en miles de millones de pesos, la de 2003 se reporta en millones de pesos. Para solucionar esta diferencia, se dividió cada celda de la matriz de 2003 entre mil.

b. Deflación de la matriz de insumo-producto 2003.

La deflación de cualquier variable, en este caso de las transacciones que componen las matrices de insumo-producto, se realiza mediante la aplicación de un índice implícito de precios, cuyo objetivo principal es separar los cambios en las cantidades producidas de aquellos que experimentan los precios unitarios (véase Díaz-Calleja, 2003). Por lo tanto, al comparar variables valuadas a un mismo nivel de precios el investigador se asegura de captar únicamente los cambios en las cantidades producidas. Los métodos más utilizados para deflactar matrices son el

método de doble deflación y el método RAS. El primero utiliza índices implícitos de precios, mientras que el segundo los estima.

Como se puede ver, el hecho de que la matriz de 2003 esté valuada a precios básicos de 2003 limita el análisis comparativo. En ese sentido, y con el objetivo de analizar la evolución de la estructura productiva en México de 2003 a 2012, en este trabajo se estima la matriz de insumo producto de 2003 a precios básicos de 2008. Para ello se deflactó la matriz de insumo-producto de 2003.

La deflación de la matriz de insumo-producto puede realizarse de distintas maneras (véase Jackson and Murray, 2004). En este trabajo se llevó a cabo la deflación de la matriz total de 2003 por dos métodos: el método de la doble deflación y el método RAS. El primero se retomó debido a su simplicidad y validez teórica, mientras que el segundo, muy usado en la bibliografía de análisis de insumo-producto, tiene hoy la facilidad de instrumentarse gracias a la alta disponibilidad en los datos que requiere.

Aunque en este trabajo no se presentan a detalle la comparación de los resultados obtenidos de la deflación por ambos métodos, se llegó a la conclusión de que la matriz mejor estimada fue la obtenida por RAS. El análisis en este trabajo se basa en la matriz total de 2003 a precios del 2008 obtenida por RAS y las matrices totales originales de 2008 y 2012 obtenidas de INEGI, ambas a precios del 2008.

2.2. Valuación de matrices de insumo-producto y obtención de la matriz total de 2003 a precios del 2008

Las matrices de insumo-producto pueden valorarse de distintas maneras, a precios de comprador⁸, de productor⁹ o a precios básicos¹⁰; la diferencia entre ellas se encuentra en el tratamiento que se da a los impuestos, subsidios, gastos de transporte y márgenes de comercio.

⁸ *precio de comprador = precio de mercado – IVA*

⁹ *precio de productor = precio de comprador – márgenes comerciales y de transporte y fletes*

¹⁰ *Precio básico = Precio de productor – Impuestos indirectos, a las ventas o IVA no deducible + Subvenciones de productos*

Las entradas de una matriz valuada a precios de comprador contienen parte del producto del comercio, es decir, incluyen los márgenes de comercialización y transporte y, en esta matriz, no existe una rama o sector que represente a la actividad comercial y su producto. Por su parte, una valuación a precios de productor elimina los márgenes de comercio y distribución en las relaciones interindustriales pero no la tributación indirecta de las mercancías; en una matriz valuada a estos precios sí aparece el sector comercio y se registran los costos de este servicio para cada una de las ramas. Finalmente, la valuación a precios básicos elimina el efecto de los márgenes de comercio y distribución y el efecto de los impuestos. En el análisis de insumo-producto conviene trabajar con precios básicos ya que así se miden las transacciones sin incluir impuestos, subvenciones, costos de transporte, ni márgenes de comercialización. Las tres matrices que se utilizan en este documento están valuadas a precios básicos aunque de diferentes años.

La mejor estimación fue obtenida por el método RAS; por ello, en este apartado sólo se explica cómo se llevó a cabo la deflación de la matriz total de insumo-producto de 2003 a precios del 2008.

Al revalorizar matrices de insumo-producto a precios de otro año es probable que sucedan dos cosas: por un lado, el valor de las entradas de la matriz puede cambiar significativamente (Wiebe y Lenzen, 2017) y, por el otro, la magnitud del valor agregado se puede modificar. Diversos autores argumentan que los resultados de deflactar una matriz mediante el procedimiento RAS son mejores en ambas categorías que los obtenidos por el método de la doble deflación (ver Durand, 1994, Dietzenbacher y Hoen, 1998 y 1999, Jackson y Murray, 2004, , Rajakumar y Shetty, 2015)

El método RAS es una técnica de ajuste bi-proporcional aplicada a las matrices de insumo-producto. Fue introducido por Stone (1961), Stone y Brown (1962) y Bacharach (1970) y se le cataloga como un método muy eficiente, ya que solo utilizando parcialmente información censal o de encuestas actualiza matrices de insumo-producto sin la necesidad de generar un conjunto completamente nuevo

de datos inter-industriales, es decir, es capaz de estimar n^2 datos usando únicamente $3n$ datos (Jackson y Murray, 2004).

Sean $a_{ij} \in A$ los coeficientes técnicos de la matriz de insumo-producto conocida y $q_{ij} \in Q$ los coeficientes de la matriz que se desea encontrar. Los $3n$ datos requeridos son los siguientes: a) el vector columna de la demanda intermedia del año objetivo (dn_i^{obj}), b) el vector fila de consumo intermedio del año objetivo (cn_j^{obj}) y c) el vector columna del valor bruto de la producción del año objetivo (x_i^{obj}). El método consiste en¹¹:

- Obtener la demanda intermedia que se observa si la estructura de insumo producto $dn^1 = Ax$ no experimenta ningún cambio. Los cambios que ocurrieron en el periodo explican las diferencias entre dn^{obj} y dn^1 , si:

$$r_1 = \widehat{dn}^{obj}(\widehat{dn}^1)^{-1}, \text{ entonces } Q^1 = r_1 A \quad (8)$$

Esta es la primera estimación de la nueva estructura de insumo-producto. Las sumas por fila de $Q^1 x$ ahora igualan los valores conocidos de dn^{obj} . Sin embargo, las sumas por columna no serán iguales a los valores conocidos de consumo intermedio de las industrias, cn_j^{obj} .

- Calcular $cn^1 = i'Q^1 \hat{x}$ donde $i' = (1, \dots, 1)$ es el vector suma. Sea:

$$s_1 = \widehat{cn}^{obj}(\widehat{cn}^1)^{-1}, \text{ entonces } Q^2 = Q^1 s_1 \quad (9)$$

Esta es la matriz cuya suma por columna es igual a cn_j^{obj} pero cuya suma por fila ya es diferente a dn_i^{obj} .

- Calcular estimaciones sucesivas de r_i y s_i , hasta que la diferencia entre las estimaciones de dn_i^{obj} y cn_j^{obj} con sus respectivas estimaciones (r_i y s_i), sea la menor posible, lo cual sucede cuando la suma por columna es igual a la suma por fila. Normalmente, el procedimiento converge hacia una estimación estable de Q después de un número relativamente pequeño de iteraciones.

¹¹ Para mayor detalle ver Jackson y Murray (2004) o Miller y Blair (2009, cap. 7.4).

El problema que resuelve el método RAS también puede plantearse como un problema de minimización de pérdida de la información, es decir, como un problema de optimización (Bacharach, 1970) en el que la matriz estimada Q se obtiene a partir de la matriz A alcanzando los valores dn y c .

Este método, a diferencia del de doble deflación, no tiene como finalidad proveer un valor estimado de los respectivos componentes de la demanda intermedia, de la demanda final, del consumo intermedio, del valor agregado ni del valor bruto de la producción. Más bien supone que los valores de dichas variables se encuentran de manera exógena en las instituciones de estadística de cada país.

Los datos disponibles en el BIE (2016) para esta estimación fueron: el consumo intermedio, el valor agregado, el valor bruto de la producción y las importaciones, todos para el 2003 a precios básicos de 2008 desagregados en 78 subsectores (información disponible en el anexo 1). Haciendo uso del método RAS la matriz de insumo-producto se obtuvo de la siguiente manera:

- Con datos disponibles de las cuatro variables arriba mencionadas (ver anexo 1) y haciendo uso de las identidades contables¹² del modelo de insumo-producto se obtuvo el monto de la suma de la demanda intermedia y la demanda final.
- De los cuadros de oferta y utilización de 2003 del SCNM se obtuvo la participación de la demanda intermedia y de cada componente de la demanda final en el total del valor bruto de la producción (información disponible en el anexo 2). Los porcentajes de participación se aplicaron al monto obtenido en el inciso anterior y se obtuvo la demanda intermedia y la demanda final de 2003 a precios constantes del 2008.
- La condición para que el método RAS converja es que el monto total de la demanda intermedia dn debe ser idéntico al monto total del consumo intermedio cn . En este caso los valores dn y cn discreparon en 5%. El valor total de dn se ajustó para que fuera idéntico al de cn . Con dn , cn de 2003 a precios de 2008 y la matriz A de 2003 a precios del 2003 se estimó

¹² $consumo\ intermedio + valor\ agregado + importaciones = demanda\ intermedia + demanda\ final$

mediante el método RAS la matriz Q que corresponde a la matriz de 2003 a precios del 2008.

Es importante recordar que para obtener la técnica de producción que utilizan las manufacturas en México, se requiere hacer uso de las matrices de insumo-producto totales, las cuáles resultan de la suma de las matrices interna y de importaciones. Esto, porque en la actualidad los requerimientos de insumos importados en algunos subsectores manufactureros mexicanos tienden a ser elevados. Por ello si excluyéramos los insumos importados no se obtendría la técnica de producción completa de los subsectores de la manufactura.

2.3. Métodos y técnicas para el diagnóstico, identificación y clasificación del cambio técnico y su efecto en el empleo

El análisis del cambio técnico en la industria manufacturera en México se llevó a cabo a distintos niveles, con diferentes técnicas y parte de un análisis general para terminar en uno particular. El punto de inicio en términos teóricos y metodológicos se encuentra en el análisis de la evolución de la productividad laboral en la industria manufacturera en México de manera agregada, y aterriza en el análisis del cambio técnico en los 21 subsectores de la industria manufacturera mexicana y su efecto en el empleo. Para ello se realizaron diversos ejercicios que complementan y fungen como instrumentos para indagar y profundizar en el análisis del cambio técnico y su efecto.

Primero, con la finalidad de conocer la evolución y el comportamiento del empleo y el crecimiento del producto a nivel nacional y en la industria manufacturera, se analiza la evolución de las tasas de crecimiento de ambas variables de los últimos veinte años. Este ejercicio permitirá conocer en términos generales la situación de la economía y la manufactura mexicana en los años a analizar. En cuanto al empleo, también se presenta la evolución de su composición sectorial, lo que podrá dar señales sobre la capacidad de la industria manufacturera para generar nuevos empleos.

El segundo ejercicio consiste en investigar en términos generales el crecimiento de la productividad laboral en México y en la industria manufacturera, para ello se

emplea el análisis de la descomposición aplicado a la productividad laboral. Esta herramienta nos permite identificar las fuentes del crecimiento en la productividad laboral, las cuales pueden ser el valor agregado, el empleo o ambos. Específicamente se podrá observar que en algún periodo la productividad laboral crece a causa de un aumento en el valor agregado, pero otros en los que crece por una reducción en el empleo. En ambos casos, el crecimiento de la productividad laboral puede sugerir mejoras en la técnica de producción, es decir, cambio técnico.

A partir de este diagnóstico se analiza la evolución de la productividad laboral, el empleo y el valor bruto de la producción de los 21 subsectores manufactureros, la información muestra que hay una marcada heterogeneidad entre subsectores, por ello, se utiliza la conglomeración mediante la técnica de Ward con la finalidad de encontrar agrupaciones de subsectores que muestren características similares en los tres años analizados y considerando la evolución de las tres variables. Después para cada conglomerado, se analiza la evolución de la productividad laboral a partir del análisis de descomposición estructural, nuevamente esto nos permitirá identificar para cada *cluster* las fuentes del crecimiento de la productividad laboral.

Además, se considera que son diversos los factores que influyen en el crecimiento de la productividad laboral, el enfoque de las capacidades tecnológicas indica que también contribuye la inversión en capital físico, las habilidades del trabajo y las actividades de investigación y desarrollo. Por ello para cada grupo de subsectores se realiza un diagnóstico sobre la evolución de estos indicadores, el cual se realiza nuevamente utilizando la técnica de descomposición que permite identificar la fuente de crecimiento de cada indicador.

Por otro lado, para lograr cuantificar de manera desagregada el cambio técnico de cada uno de los 21 subsectores manufactureros, se utilizaron tres técnicas del análisis del insumo-producto y que hacen uso de las matrices de insumo-producto de 2003, 2008 y 2012. La primera técnica identifica el cambio en los requerimientos de insumos intermedios considerando tres diferentes técnicas de

producción expresadas cada una por la matriz de cada año, 2003, 2008 y 2012. Este ejercicio permite observar los subsectores que tienden a reducir o incrementar sus requerimientos de insumos intermedios y que pueden acompañarse por cambios en los requerimientos de insumos primarios. Por eso, la segunda técnica se basa en la revisión de la evolución del coeficiente de consumo intermedio y del coeficiente de empleo, esto posibilita identificar aquellos subsectores en los que el cambio técnico se ha caracterizado por reducir el uso de empleo, reducir el uso de los insumos intermedios o reducir el uso de ambos. A partir de aquí, y con la finalidad de conocer específicamente las causas de estos cambios, se aplicó la tercera técnica.

La tercera técnica se centra en identificar los cambios en las relaciones intersectoriales de los subsectores manufactureros, y consiste en comparar las matrices de coeficientes técnicos en el tiempo, lo cuál resulta en la obtención de matrices de diferencias que mediante un análisis estadístico nos permiten rastrear los cambios más importantes en los coeficientes técnicos y que ocasionaron la reducción o el aumento en el coeficiente de consumo intermedio.

Por último, para la cuantificación del efecto que el cambio técnico tuvo en el empleo de los 21 subsectores manufactureros, se planteó un modelo de empleo que considera y vincula las identidades contables de la oferta y demanda globales por sectores, el modelo de insumo-producto y la descomposición estructural del empleo en sus determinantes conjuntos por la oferta y la demanda. Este modelo muestra la aportación de los componentes de oferta y de demanda al empleo manufacturero.

Una vez formulado y aplicado el modelo de empleo, se lograron cuantificar las magnitudes del efecto desplazamiento y el efecto compensación, éste último conformado por los mecanismos de compensación. Lo cuál a su vez nos permitirá categorizar a los 21 subsectores manufactureros de acuerdo al tipo de cambio técnico aplicado y su efecto en el empleo.

2.4. Conclusiones preliminares

Este capítulo presentó el marco contable y la metodología que permitirá conocer el efecto que el cambio técnico tiene sobre el empleo. Se señaló que la metodología se basa en las identidades contables de oferta global y demanda global y que la técnica de producción es observable mediante los coeficientes técnicos directos del modelo de insumo-producto. Por lo tanto, el cambio técnico se podrá observar comparando la técnica en diferentes años.

Se indica que la información utilizada para probar la hipótesis planteada proviene en su gran mayoría de las matrices de insumo-producto de México de 2003, 2008 y 2012. Todas desagregadas a nivel de subsector y a precios básicos del 2008. Considerando que la información de la fuente primaria (INEGI) mostraba diferencias importantes, se realizaron algunos trabajos de homologación de la información; por un lado, se compatibilizó el sistema de clasificación industrial (SCIAN) de 2003 y 2007, lo que resultó en 78 subsectores manufactureros; por otro lado, se obtuvo la matriz de insumo-producto de 2003 a precios de 2008 para que las tres matrices a estudiar pudieran ser comparables.

La deflación de la matriz se realizó por el método RAS haciendo uso de información del consumo intermedio, el valor agregado, las exportaciones e importaciones a nivel de subsector obtenida de cuentas nacionales del INEGI (2017).

Por último, se mencionaron los distintos ejercicios metodológicos que se llevarán a cabo en los siguientes capítulos para conocer el efecto del cambio técnico en el empleo. Estos ejercicios parten del análisis de la productividad laboral y el empleo a nivel nacional y de la industria manufacturera y terminan en el análisis del cambio en la estructura productiva de los 21 subsectores manufactureros y su efecto en el empleo.

CAPÍTULO 3. PRODUCTIVIDAD LABORAL, EMPLEO Y CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA, 2003-2012

El efecto que el cambio técnico ha tenido sobre el empleo en México y en la industria manufacturera mexicana se puede diagnosticar a través de la evolución de algunas variables e indicadores relacionados con el empleo como son la productividad laboral y las capacidades tecnológicas de los diferentes subsectores manufactureros que muestran la concreción del cambio técnico.

En este capítulo se analiza a partir de una visión macroeconómica y mesoeconómica la evolución del empleo y de las variables que pueden influir en su evolución. Este trabajo retoma la idea de que las variaciones en la productividad están relacionadas con el cambio técnico. Las nuevas formas de producción generalmente tornan más eficiente el uso de los factores productivos. Por lo tanto, cuando la productividad laboral aumenta, se experimenta un uso más eficiente del trabajo, el cuál se puede explicar por dos razones, por la incorporación de nuevos métodos de producción (cambio técnico) o por un aumento en la especialización, destreza y habilidades de la mano de obra.

Ambas razones son medibles a través de distintos indicadores y variables, y conforman las habilidades para el uso, asimilación y adaptación de las tecnologías existentes, y eventualmente para su cambio mediante los conocimientos adquiridos. Dicho de otra forma, el aumento en la productividad laboral (y de los demás factores productivos) depende de las capacidades tecnológicas.

Por un lado, la incorporación de nuevos métodos de producción es medible a través de indicadores de la tecnología física (inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción). Por otro lado, el aumento en la especialización, destreza y habilidades de la mano de obra son medibles mediante indicadores de tecnología blanda (gasto en investigación y desarrollo) y de la tecnología de habilidades (nivel ocupacional y remuneraciones).

Por último, en este capítulo se realiza un análisis de las capacidades tecnológicas de las diferentes industrias o subsectores manufactureros, lo cual permitirá conocer las habilidades necesarias para generar y administrar el cambio técnico como las destrezas y conocimientos necesarios para operar sistemas técnicos. Como veremos a lo largo de este capítulo, las capacidades tecnológicas tienden a ser heterogéneas entre industrias y subsectores del aparato productivo de la economía mexicana. Mientras existen industrias que realizan grandes esfuerzos tecnológicos y muestran cada vez mayor productividad laboral, existen otras que aún hacen un uso intensivo de la mano de obra.

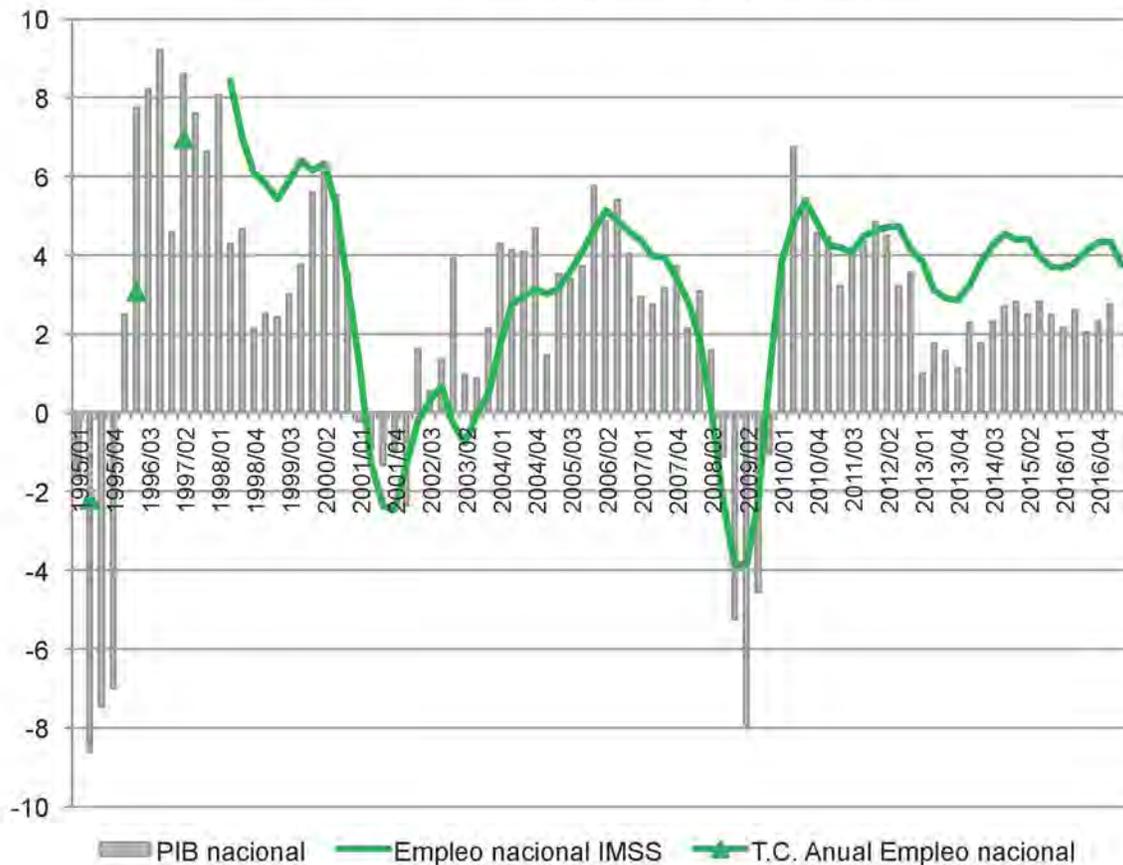
A lo largo de este capítulo se estudian la evolución de las variables antes mencionadas en la industria manufacturera agregada y desagregada en 21 subsectores manufactureros de acuerdo con la clasificación SCIAN 2007. La información mostrada a lo largo de este capítulo se obtuvo en su gran mayoría de las matrices de insumo-producto de 2003, 2008 y 2012, pero también se utilizaron algunos datos de la Encuesta Industrial Mensual (2008), Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (2017), IMSS (2017), Encuesta Industrial Anual (2008), Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (2017) y OCDE (2013).

3.1. Evolución del empleo en México y en la industria manufacturera

En las dos últimas décadas, de 1998 al 2017, el empleo en la economía mexicana ha crecido a una tasa anualizada promedio del 3.07 por ciento mientras que la actividad económica creció en promedio al 2.47 por ciento. La evolución de estos dos agregados tiende a ser similar a lo largo del tiempo aunque a diferentes ritmos de crecimiento (véase gráfica 3.1). Cuando la economía experimenta altas tasas de crecimiento, el nivel de empleo también tiende a crecer y viceversa. Por ejemplo, en el segundo trimestre de 2009, el fondo de la última crisis de la economía mexicana, el producto decreció 7.94 por ciento respecto al mismo periodo del 2008 lo que trajo consigo, para el mismo periodo, que el empleo decreciera a una tasa del 3.86 por ciento. En la gráfica 3.1 también se puede observar que en algunos años, el empleo tiende a crecer por encima del producto, y en otros, crece por debajo de éste, pero siempre en el mismo sentido.

Destaca la evolución de los dos agregados en los últimos cinco años ya que a partir del primer trimestre de 2012 el empleo creció a tasas significativamente más elevadas que el producto, hecho que sugiere generación de empleos sin crecimiento económico. Al respecto, Loría (2017) argumenta que a partir del 2013 la elasticidad producto del empleo ha sido del 2 por ciento, cuatro veces mayor a la elasticidad promedio observada en casi dos décadas anteriores a ese año, de acuerdo con el autor este fenómeno se explica por la entrada en vigor del programa Crezcamos Juntos, el cuál, a través de estímulos¹³, fomenta la incorporación de un mayor número de unidades económicas a la formalidad.

Gráfica 3.1. Producto interno bruto real base 2008 y asegurados totales del IMSS, 1995/01-2017/02 (tasa de crecimiento anualizada)



Fuente: Elaboración propia con datos del BIE (2017) e IMSS (2017).

¹³ Seguridad social mediante el IMSS, cotización en el Infonavit, créditos en Fonacot, financiamiento para mejorar sus negocios en Nacional Financiera, exención en el pago del ISR durante el primer año, entre otros.

Lo anterior quiere decir que las altas tasas de crecimiento en el empleo experimentadas en los últimos tres años no representan la generación de nuevos empleos sino la formalización de empleos ya existentes. Por ello, según datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2017), al segundo trimestre del 2017, la tasa de desocupación nacional fue de solo 3.46 por ciento, una de las más bajas registradas en el siglo XXI.

A su vez, Quintana (2018) argumenta que a partir del 2013 se ha observado un intenso proceso de formalización del empleo que ha llevado a que el ritmo al que crece el empleo formal supere el ritmo al que crece el empleo total; esto se debe a tres factores: i) la reforma laboral que ha permitido nuevas figuras de contratación junto con bajos costos de contratación y que ha incentivado a las empresas a ampliar su personal asegurado, ii) la fiscalización ha incentivado la formalización de empleados que no tenían afiliación al seguro (algunos empleados por *outsourcing* ahora cuentan con seguro social), y iii) la generación de empleos de bajos niveles salariales.

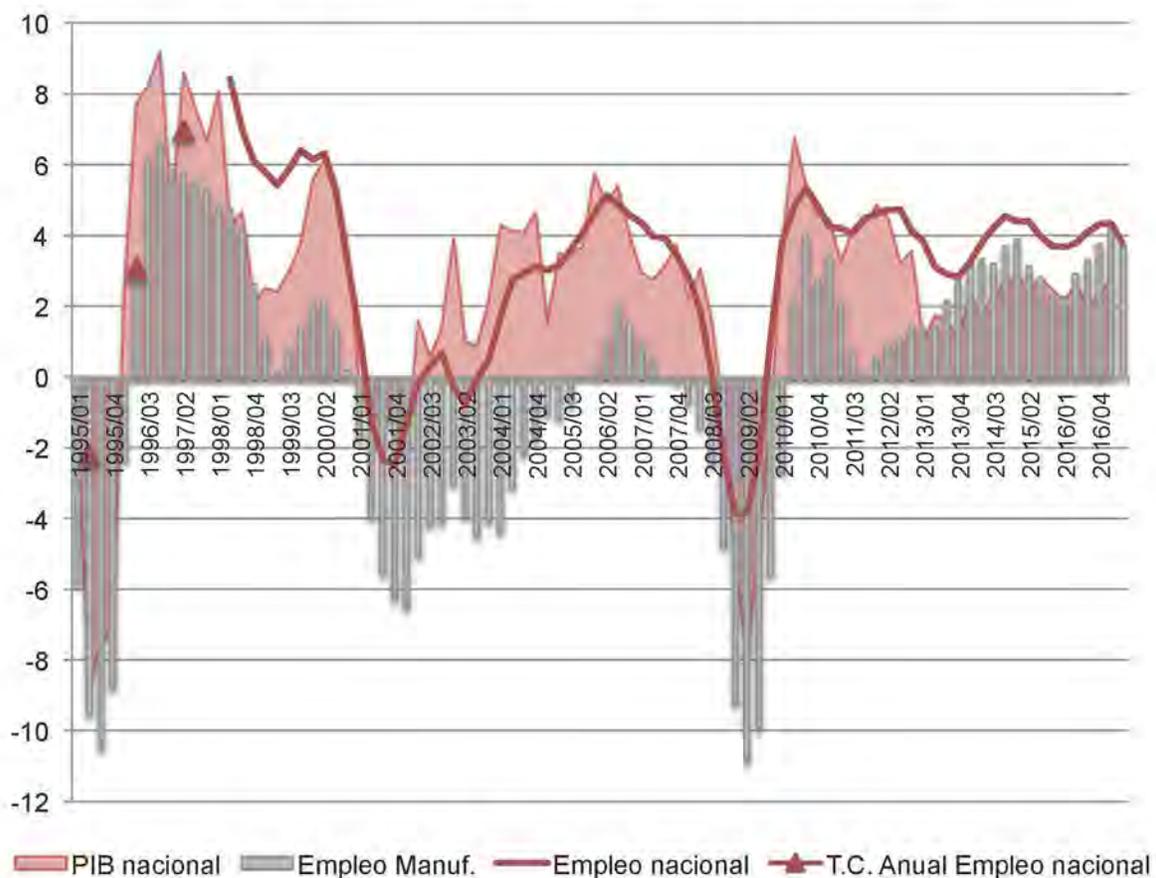
Respecto al tercer punto encontramos que a partir del 2013 se observa una aceleración en la creación de empleos de bajo rango salarial. Específicamente, los empleos de más de 1 salario mínimo y hasta 2 han crecido de manera muy acelerada, al igual que los empleos con un rango salarial de entre 2 y 3 salarios mínimos. Sin embargo, este fenómeno ha estado acompañado por una fuerte reducción en los empleos de más de 5 salarios mínimos y por una reducción moderada en los empleos de entre 3 y 5 salarios mínimos (ver Juvera, Pérez y Boni, 2018).

Por otro lado, retomando la relación de largo plazo entre crecimiento económico y empleo en México, en algunos trabajos (Calderón y Sánchez, 2012, Carbajal y de Jesús, 2017) se demuestra que entre 1970 y 2010 la capacidad de la economía mexicana para generar empleos se ha visto mermada aún en periodos de alto crecimiento económico, y que el lento crecimiento económico experimentado a partir de 1982 ha traído consigo un crecimiento del empleo muy cercano al cero por ciento. Calderón y Sánchez (2012) argumentan que entre 1982 y 2008 se

generaron en promedio al año solo 354,306 empleos en el sector formal de la economía. Este panorama sugiere revisar la estructura sectorial de la producción y del empleo.

Diversos autores han destacado la importancia de la dinámica sectorial en la actividad económica; en específico, Kaldor (1966) y Prebisch (1949), entre otros, argumentan que el desempeño del sector manufacturero influye de manera importante en la evolución del producto y del empleo nacional. En México, Calderón y Sánchez (2012) y Dussel Peters (2003) encuentran que existe una fuerte correlación entre el crecimiento del producto manufacturero y del producto nacional y por tanto, entre empleo manufacturero y nacional.

Gráfica 3.2. Empleo en México y en la industria manufacturera y PIB nacional, 1995/01-2017/02 (tasas de crecimiento anualizadas)



Fuente: elaboración propia con datos de la EIM (2008), EMIM (2017) e IMSS (2017).

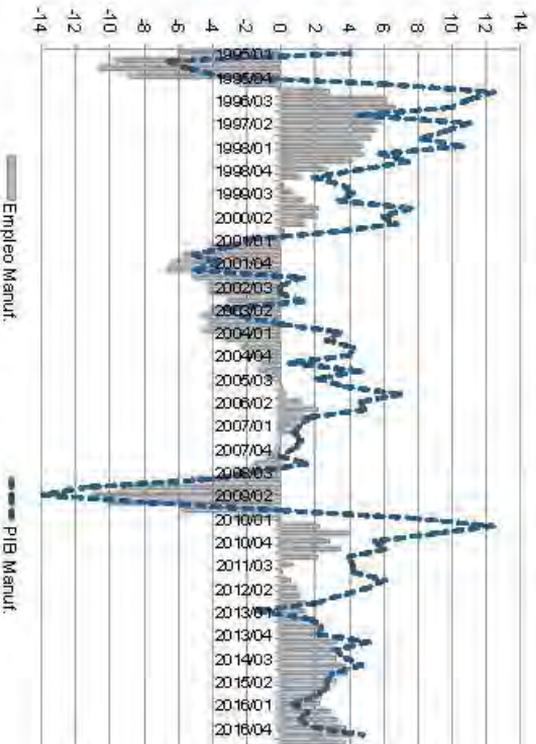
La gráfica 3.2 presenta el crecimiento del empleo nacional y manufacturero y sugiere dos relaciones importantes. Por un lado, se observa que en los periodos en los que la actividad económica decrece, el empleo manufacturero tiende a disminuir en mayor magnitud que el empleo nacional, mientras que en periodos de crecimiento de la actividad económica, el empleo manufacturero crece por debajo del nacional; este hecho sugiere que el empleo manufacturero puede ser más sensible a las crisis económicas nacionales e incluso internacionales.

Por otro lado, desde el cuarto trimestre de 2013, la brecha entre el crecimiento del empleo manufacturero y el nacional se ha reducido. Al respecto se puede argumentar que cuando el empleo nacional crece por encima del manufacturero, la brecha entre ellos surge debido a una recomposición del empleo sectorial, de forma que el crecimiento del empleo nacional se explica en mayor medida por el crecimiento del empleo en otros sectores diferentes al manufacturero.

En cuanto a la actividad de la industria manufacturera y su capacidad para generar empleos, al igual que a nivel nacional, se observa que en la mayoría de los periodos en los que la actividad manufacturera decreció, el empleo decreció en menor magnitud (ver gráfica 3.3). La última crisis económica (2008-2009) fue la única en la que el producto decreció a tasas mayores que el empleo.

También es evidente que hasta finales del 2012 las tasas de crecimiento del producto manufacturero fueron superiores a las del empleo del sector. Al respecto, en estudios que analizan la evolución del empleo manufacturero en México hasta la primera década del siglo XXI (véase Dussel Peters, 2003, Dussel Peters y Cárdenas, 2007) se destaca que el sector manufacturero mexicano no ha sido capaz de generar la cantidad de empleos esperada. Este punto se ha explicado por dos ideas. La primera es que los pocos y débiles encadenamientos productivos de la industria manufacturera de exportación han ocasionado que los efectos positivos del crecimiento de las exportaciones sobre el empleo se exporten a los países que suministran las materias primas a la industria mexicana (véase Fujii y Cervantes, 2010 y Ruiz-Nápoles, 2004).

Gráfica 3.3. Empleo y PIB en la industria manufacturera, 1995:01-2017:02
(tasas de crecimiento anualizadas)



Fuente: elaboración propia con datos de la EIM (2008), EMIM (2017).

La segunda idea sugiere que la relativa alta intensidad de capital, particularmente en los sectores más modernos y productivos de la manufactura mexicana, ha atenuado o reducido el efecto sobre la generación de empleo (véase Dussel Peters y Cárdenas, 2007). Este segundo argumento hace referencia a la hipótesis planteada en este trabajo, la cual considera que el cambio técnico tiende a reducir los requerimientos de empleo en la industria manufacturera, ocasionando el efecto *desplazamiento*, el cual contabiliza el número de empleos perdidos por el mejoramiento de la técnica de producción. Este trabajo considera que el cambio técnico, a través de la introducción de bienes de capital y mediante las destrezas y habilidades adquiridas por la fuerza de trabajo, ocasionan un incremento en la productividad laboral. En ese sentido, es probable, que en algunos sectores o industrias, la cantidad de empleos se haya visto reducida, hecho que a su vez

puede contribuir de manera importante a la recomposición sectorial del empleo nacional.

Por último, también se puede notar que a partir del primer trimestre del 2013 (ver gráfica 3.3), la brecha entre el crecimiento del producto y del empleo manufactureros se ha visto fuertemente reducida; esto sugiere que la elasticidad producto del empleo de la industria manufacturera también se ha visto alterada desde el 2013 y que podría explicarse por los mismos tres factores que a nivel nacional.

Gráfica 3.4. Composición sectorial del empleo en México, 2000-2017
(porcentaje de participación)



Fuente: Elaboración propia con datos del IMSS (2017).

La gráfica 3.4 muestra la evolución de la composición sectorial del empleo en México. El empleo nacional se clasifica en 4 sectores: primario, terciario y secundario, este último dividido a su vez en dos categorías, la primera considera a los sectores de la construcción, industria eléctrica y suministro de agua, y la

segunda contabiliza únicamente a la industria manufacturera. Al respecto, se observa que la composición sectorial del empleo en México ha sufrido algunos cambios importantes en los últimos años. Por un lado se observa que la participación del sector primario y de los subsectores de construcción, industria eléctrica y suministro de agua se ha mantenido constante en los últimos veinte años. Pero por otro lado, se observa que la capacidad del sector terciario para generar empleos aumentó de manera considerable en la primera década del siglo XXI y en detrimento de la capacidad de la industria manufacturera para generar empleos.

Entre el 2000 y 2010 la participación del sector terciario en el empleo nacional aumentó en 9.8 puntos porcentuales, pasando del 51.8 por ciento en el 2000 al 61.6 por ciento en el 2010, mismos puntos que perdió la industria manufacturera. Lo anterior implica la terciarización de la economía nacional que puede tener implicaciones importantes respecto a la calidad del empleo. Considerando la heterogeneidad en la calidad de los servicios que se contienen en el sector terciario, el dinamismo en sus niveles de empleo puede ser producto de la expansión de subsectores modernos liderados por el desarrollo y la innovación tecnológica, o de ámbitos laborales de escaso valor agregado, bajo capital humano y vinculados al autoempleo o pequeño comercio (Ariza y Oliveira, 2014).

Por otro lado, la recomposición del empleo puede sugerir que la industria manufacturera ha sufrido una reducción en sus niveles de producción o un aumento en la productividad laboral, ocasionando que sus requerimientos de empleo respecto al empleo nacional se hayan visto reducidos.

En el año 2000, del total de empleos, el 4.1 por ciento de ellos se registró en el sector primario, el 44.2 por ciento en el sector secundario (35.4 por ciento en el subsector manufacturero) y el 51.8 por ciento en el sector terciario. Para el 2017, los datos fueron 4.1, 36 (27) y 59.9 por ciento respectivamente. En los últimos siete años, la estructura sectorial del empleo nacional se ha mantenido relativamente constante.

3.2. Definición de productividad laboral, medición y relación con el análisis estructural

Con la finalidad de explicar las causas de los cambios en el empleo manufacturero y su composición, es necesario conocer la evolución de las variables que pueden influir sobre él. Este trabajo plantea que una de las razones por las cuales es posible observar una reducción en los niveles de empleo manufacturero está relacionada con la incorporación de nuevas técnicas de producción y el cambio técnico. Por ello, el primer indicador que se debe analizar es la productividad laboral, ya que la utilización de bienes de capital, el mejoramiento de éstos y el proceso de aprendizaje y obtención de habilidades por parte de la mano de obra propicia el cambio técnico y por ende, un aumento en la productividad laboral.

La productividad es una medida de la relación entre insumos y factores productivos utilizados y los bienes y servicios obtenidos. Por lo tanto, la productividad laboral mide el volumen físico de producción que se obtiene haciendo uso de una unidad de trabajo, unidad que se mide en términos del personal ocupado o del número de horas trabajadas. En este caso la productividad laboral se determina a partir del valor agregado por personal ocupado. La productividad laboral tiende a crecer cuando el producto obtenido aumenta sin que haya cambios en las unidades de trabajo utilizadas, o cuando se consigue el mismo producto con menor uso del factor trabajo (OIT, 2005).

El análisis realizado a lo largo de este trabajo se basa en la metodología de insumo-producto, la cuál no solo considera a los agregados macroeconómicos como el producto interno bruto (PIB), la demanda final (DF) o el valor agregado (VA), sino que también considera variables como la demanda intermedia (DN) y el consumo intermedio (CN), así como las relaciones de oferta y demanda existentes entre los sectores e industrias que conforman al aparato productivo de una economía. Las variables y relaciones que incorpora el análisis de insumo-producto permiten enriquecer el análisis económico al permitir conocer la estructura productiva y la técnica de producción de cada uno de los sectores así como identificar los de mayor importancia para la economía en cuestión. Por ello, en

este apartado, se muestra cómo se relaciona el valor agregado con el análisis estructural y su participación en la producción.

En el análisis estructural, el Valor Bruto de la Producción (VBP) es la variable de referencia que se utiliza para medir la intensidad con la que se utilizan los factores productivos. El VBP es la suma total del valor de los bienes y servicios producidos por una economía, independientemente de que se trate de insumos o de bienes que se destinan al usuario final, es decir, incluye el valor de todos los bienes sin considerar si son de demanda intermedia o de demanda final.

$$VBP_i = DN_i + Y_i \quad (1)$$

A su vez, el VBP se obtiene de sumar el valor de todos los insumos utilizados para llevar a cabo la producción, el valor de los impuestos netos sobre bienes y servicios y el valor agregado (el cuál contiene los pagos a los factores de la producción, es decir, las remuneraciones a empleados, el consumo de capital fijo, el excedente de operación y los impuestos netos sobre la producción). La ecuación 2 resume esta definición:

$$VBP_j = CN_j + NTbs_j + VA_j \quad (2)$$

donde VBP_j es el valor bruto de la producción, CN_j es el consumo intermedio, $NTbs_j$ son los impuestos netos sobre bienes y servicios y VA_j es el valor agregado.

Dado que la productividad laboral mide el producto obtenido por unidad de trabajo utilizado, la variable que se utiliza para medirla es el VA por trabajador. La razón por la que se utiliza el VA en lugar del VBP se encuentra en que el VBP contabiliza los insumos requeridos para la producción, siendo que esos insumos no representan producción realizada por el sector analizado. En cambio, el VA contabiliza el valor obtenido de transformar los bienes y servicios utilizados en el proceso productivo.

El VBP por trabajador muestra el consumo intermedio por trabajador, los impuestos netos sobre bienes y servicios por trabajador y el valor agregado por trabajador utilizados por cada sector para llevar a cabo su producción y se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{VBP_j}{L_j} = \frac{CN_j}{L_j} + \frac{NTbs_j}{L_j} + \frac{VA_j}{L_j} \quad (3)$$

donde L_j representa el número de trabajadores. La razón VBP por trabajador permite identificar la intensidad con la se hace uso de las materias primas o insumos (consumo intermedio), del trabajo (remuneración a empleados) y capital (excedente bruto de operación que comprende el consumo de capital fijo).

Como se puede ver, la diferencia entre el VBP y el VA consiste en que para calcular el VA de un sector, se le restan al VBP las compras que ese sector hizo a otros productores de bienes o servicios para llevar a cabo su proceso productivo (CN), en sentido estricto el valor agregado contabiliza la suma de los valores añadidos en cada fase productiva y a nivel macroeconómico su valor es idéntico al del PIB.

3.3. Evolución de la productividad laboral en México y en la industria manufacturera

De acuerdo con la teoría del desempleo tecnológico, la incorporación de bienes de capital acompañada del cambio tecnológico materializado a través de la aparición de productos y procesos innovadores probablemente ocasiona efectos negativos en la generación de empleos principalmente porque fomentan el incremento en la productividad laboral.

Para la economía nacional los datos del cuadro 3.1 dejan ver algunas características importantes; primero, se observa que a nivel nacional, las tasas de crecimiento del valor agregado (VA) y del valor bruto de la producción (VBP) tienden a ser muy similares, lo mismo que para la industria manufacturera, lo cuál reafirma que no hay cambios importantes en la composición del VBP. Segundo, tanto a nivel nacional como en la manufactura, el VA y el VBP crecieron a tasas más elevadas en el segundo sub-periodo (2008-2012) que en el primero (2003-2008). Tercero, el empleo ha decrecido más en la industria manufacturera que a nivel nacional pero, a nivel nacional, la reducción ha sido más importante en el segundo sub-periodo, mientras que en la manufactura lo fue en el primer sub-periodo.

Cuadro 3.1. Tasas de crecimiento promedio anual de valor agregado, valor bruto de la producción y empleo en México y en la industria manufacturera y aportación de la industria manufacturera al total nacional de los respectivos crecimientos, 2003-2008 y 2008-2012

Variable Periodo	2003-2008	2008-2012
VA nal	3.60	6.62
VBP nal.	3.66	6.80
L nal.	2.42	-2.76
VA manuf.	2.22	7.75
VBP manuf.	2.92	7.17
L manuf.	-4.67	-0.96
Aportación ^{a)} de la tc VA manuf. en la tc VA nal.	0.40	1.31
Aportación de la tc VBP manuf. en la tc VBP nal.	1.02	2.43
Aportación de la tc L manuf. en la tc L nal.	-0.82	-0.12

Fuente: Elaboración propia con datos de las Matrices de Insumo Producto 2003, 2008 y 2012.

a) La tasa de crecimiento de cualquier variable x se puede descomponer en las aportaciones al crecimiento de x de cada uno de sus componentes. Por ejemplo si $x = x^I + x^{II}$, entonces la tasa de crecimiento de x es: $\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} = \left(\frac{x_t^I - x_{t-1}^I}{x_{t-1}^I} * \frac{x_{t-1}^I}{x_{t-1}} \right) + \left(\frac{x_t^{II} - x_{t-1}^{II}}{x_{t-1}^{II}} * \frac{x_{t-1}^{II}}{x_{t-1}} \right)$, donde el primer termino indica la aportación del sector I al crecimiento de la variable x ; el segundo termino indica la aportación del sector II. En este ejercicio $x = VA, VBP$ y L y $tc(x)$ respresenta la tasa de crecimiento de la variable x .

La información por sub-periodos muestra diferencias sustanciales, en el periodo 2003-2008, el VA creció a una tasa promedio anual de 3.60 por ciento y el empleo a una tasa de 2.42 por ciento, en el periodo 2008-2012, el VA creció a una tasa del 6.62 por ciento y el empleo descendió a una tasa del -2.76 por ciento. Lo anterior muestra que, a nivel nacional, el periodo 2008-2012 fue más productivo en términos de que se obtuvo mayor producción con menor cantidad de empleados.

Por su parte, la información de la industria manufacturera muestra que entre 2003 y 2008 tanto el VA manufacturero como el empleo crecieron a tasas más bajas. Por el contrario, entre 2008 y 2012 se observa que las altas tasas de crecimiento del VA de la industria manufacturera (7.75 por ciento) estuvieron acompañadas de un decrecimiento en sus niveles de empleo casi del 1 por ciento en promedio anual.

El cuadro 3.1 permite observar también que de los 3.60 puntos de crecimiento del VA nacional observados en el periodo 2003-2008, solo 0.40 de ellos se debieron al crecimiento del VA de la industria manufacturera, lo que significa que en términos

de VA la manufactura aportó poco al crecimiento nacional del periodo. En cuanto al empleo, la industria manufacturera contribuyó de forma muy importante pero negativa al nivel de empleo nacional, de los 2.42 puntos de crecimiento nacional, -0.82 de ellos se debieron a la manufactura. En el segundo sub-periodo, la industria manufacturera aportó únicamente 1.31 de los 6.62 puntos en los que creció el VA nacional, en el empleo aportó -0.12 de los -2.76 puntos porcentuales en que decreció el empleo nacional.

La productividad laboral crece cuando el producto obtenido aumenta sin que haya cambios en las unidades de trabajo utilizadas, o cuando se consigue el mismo producto con menor uso del factor trabajo (OIT, 2005). A través de la descomposición estructural podemos conocer cuál de las dos fuentes de crecimiento de la productividad laboral es la que domina o determina el comportamiento de la variable. En ese sentido el crecimiento de la productividad laboral se descompone como en el cuadro 3.2¹⁴.

Cuadro 3.2. Descomposición estructural de la productividad laboral

$tc\left(\frac{VA}{L}\right) =$	tasa de crecimiento (tc) de la productividad del empleo
$tc(VA)$	tasa de crecimiento del valor agregado
$+ tc\left(\frac{1}{L}\right)$	tasa de crecimiento del inverso del empleo (aportación de cada empleado a una unidad de producción)
$+ tc(VA) * tc\left(\frac{1}{L}\right)$	tasa de crecimiento generada por la interacción de las dos variables

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 3.3 muestra que efectivamente tanto a nivel nacional como a nivel de la industria manufacturera, el sub-periodo 2008-2012 fue en el que la productividad laboral nacional creció a tasas superiores. Otro dato interesante resulta de observar que en el primer sub-periodo la productividad laboral manufacturera

¹⁴ La descomposición estructural se presenta a detalle en el capítulo 4 de este trabajo.

creció por encima de la nacional y que en el segundo sub-periodo las tasas de crecimiento de la productividad además de ser elevadas, son muy semejantes.

Por otro lado, el cuadro 3.3 muestra que las fuentes de crecimiento de la productividad laboral han sido diferentes. Entre 2003 y 2008 a nivel nacional la baja tasa de crecimiento promedio anual de la productividad laboral se debió en gran medida al incremento de los niveles de empleo (la tasa de crecimiento del recíproco del empleo (1/L) fue negativa: -2.16). En cambio, en la industria manufacturera el crecimiento de la productividad observado (9.01) se debió en gran medida a la reducción en los niveles de empleo del sector (la tasa de crecimiento del recíproco del empleo (1/L) fue de 6.11).

Cuadro 3.3. Productividad laboral en México y la industria manufacturera, 2003-2012 (Tasas de crecimiento promedio anual y descomposición estructural)

Variable Periodo	2003-2008	2008-2012
Descomposición productividad laboral nal.^{a)}		
tc (Productividad laboral) de t_0 a t_1 =	1.05	10.56
tc (Valor agregado) +	3.60	6.63
tc (Recíproco del empleo) +	-2.16	3.11
tc (Valor agregado) * tc (Recíproco del empleo)	-0.39	0.82
Descomposición productividad laboral manuf.^{a)}		
tc (Productividad laboral) de t_0 a t_1 =	9.01	9.06
tc (Valor agregado) +	2.22	7.75
tc (Recíproco del empleo) +	6.11	1.00
tc (Valor agregado) * tc (Recíproco del empleo)	0.68	0.31

Fuente: Elaboración propia con datos de las Matrices de Insumo Producto 2003, 2008 y 2012.

^{a)} La tasa de crecimiento de la productividad laboral se descompone de la siguiente manera: de t_0 a t_1 , $tc (VA/L) = tc (VA) + tc (1/L) + [tc (VA) * tc (1/L)]$, donde: $tc (VA/L)$ es la tasa de crecimiento de la productividad laboral, $tc (VA)$ es la tasa de crecimiento del valor agregado, $tc (1/L)$ es la tasa de crecimiento del recíproco del empleo y $[tc (VA) * tc (1/L)]$ es el producto de la tasa de crecimiento del valor agregado y de la tasa de crecimiento recíproco del empleo.

En cambio, entre 2008 y 2012 a nivel nacional la productividad laboral creció 10.56 por ciento en promedio anual debido al crecimiento del valor agregado (VA) que estuvo acompañado de una reducción en el empleo. Por su parte, en la industria manufacturera el crecimiento observado en la productividad laboral se debió en gran medida al crecimiento del valor agregado (VA).

Además, la información contenida en los cuadros 3.1 y 3.3 hace posible observar que, dado que la productividad laboral nacional creció a tasas más elevadas en el segundo sub-periodo que en el primero, el cambio técnico fue más importante en el segundo. En la industria manufacturera, el cambio técnico probablemente fue similar.

Como veremos en el capítulo siguiente, el cambio técnico además de observarse en términos de la tecnología física, blanda y de habilidades, es observable a través de la cantidad y tipo de insumos que requiere cierta industria para su producción. Por ello, el análisis desagregado de la industria manufacturera se convierte en el principal objetivo de estudio.

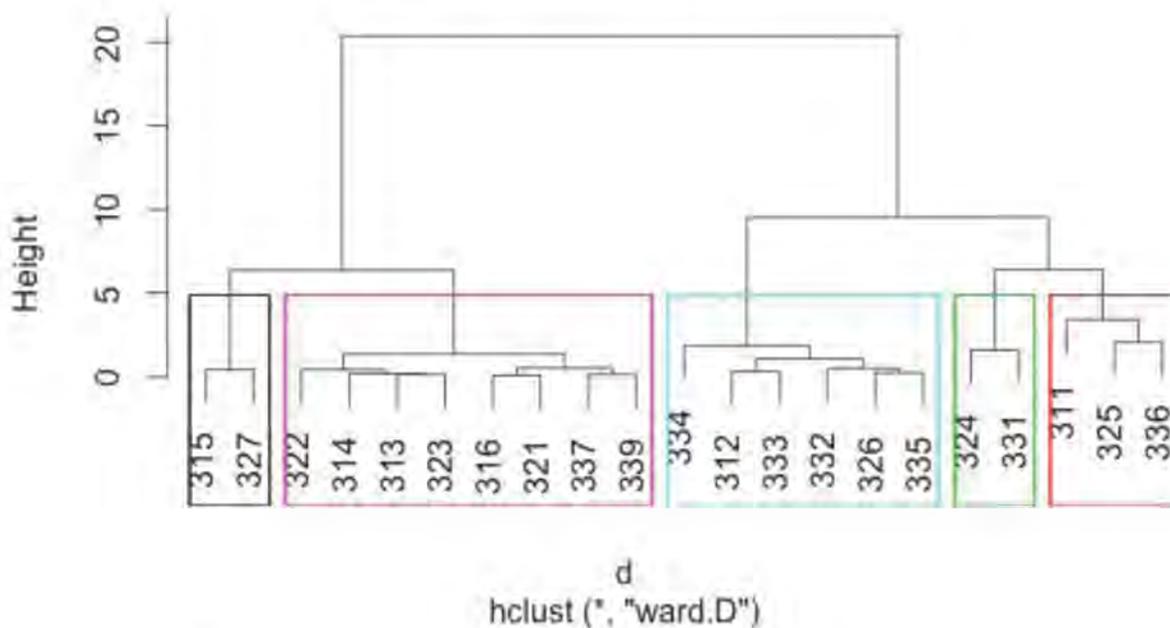
Analizando la evolución de la productividad laboral en los 21 subsectores manufactureros durante el periodo que nos interesa (2003-2012) encontramos que existen ciertas agrupaciones de subsectores que comparten características en términos de la magnitud en la que crece la productividad laboral así como en la que lo hacen el valor agregado y el empleo. Las agrupaciones se definen a través del método Ward, un método de agrupación (clusterización) que se basa en la minimización de la varianza entre observaciones de un mismo grupo y en la unión de grupos cuando la varianza entre ellos es mínima. El método Ward es uno de los métodos de clusterización más potentes y eficientes ya que es más discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación y se acerca más a la clasificación óptima que otros métodos.

Las gráficas 3.5, 3.6 y 3.7 muestran los dendogramas o representaciones gráficas de la ordenación de los subsectores manufactureros de acuerdo a sus similitudes en el crecimiento de la productividad laboral, el valor agregado y el empleo, su lectura comienza de abajo hacia arriba. El eje vertical de cada dendograma muestra el nivel de similitud, medido por la distancia de los respectivos vectores, que hay entre cada una de las observaciones. Las líneas principales del árbol van ordenando por pares las observaciones más similares entre sí, mientras más corta sea la línea horizontal que une a dos observaciones (líneas verticales que comienzan en cero) menor será la distancia entre observaciones y más similares

serán la una a la otra, los conglomerados se forman cuando los pares de observaciones se unen a otras observaciones o pares, mostrando similitudes entre sí aunque de menor grado. En este caso, las variables que se tomaron en consideración para la categorización fueron la productividad laboral (valor agregado por trabajador), el valor bruto de la producción y el empleo.

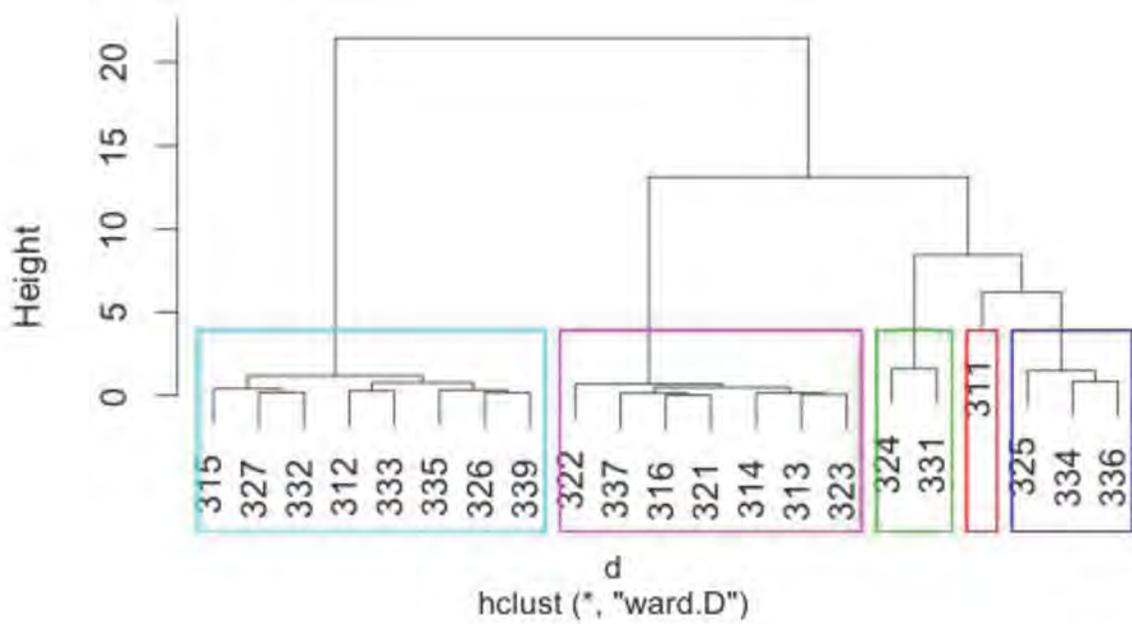
A partir de las gráficas 3.5, 3.6 y 3.7 se identifican cinco grupos de subsectores los cuáles han mostrado algunos cambios a lo largo del periodo analizado. El *cluster* señalado con color rojo ha estado conformado, en los tres años de referencia, por el subsector de la industria alimentaria (311) y en dos años también por el subsector de fabricación de equipo de transporte (336). Esto quiere que decir que desde el 2003 estos dos subsectores muestran características similares; en 2012 ambos reportan los niveles más altos tanto de empleo (representan de manera conjunta el 36 por ciento del empleo manufacturero) como de VBP y muestran niveles promedio de productividad laboral.

Gráfica 3.5. Dendograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2003



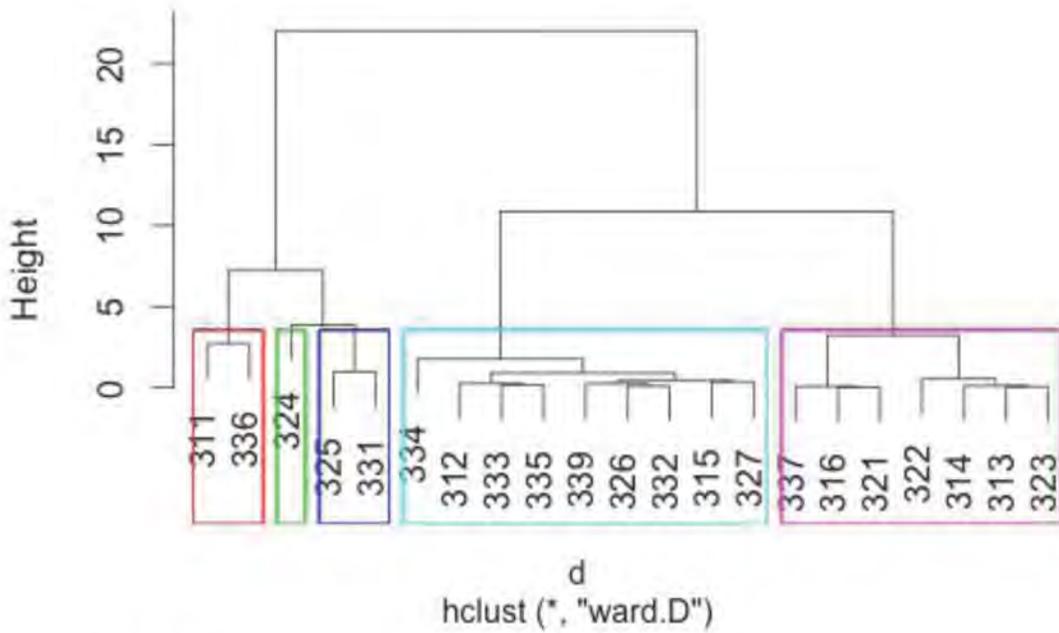
Fuente: Elaboración propia con R Studio

Gráfica 3.6. Dendrograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2008



Fuente: Elaboración propia con R Studio

Gráfica 3.7. Dendrograma: Productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo subsectorial, 2012



Fuente: Elaboración propia con R Studio

De manera similar, las gráficas dejan ver la evolución de otro *cluster* (identificado en verde) que en el 2003 y 2008 estaba conformado por los subsectores de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y de industrias metálicas básicas (331) pero que, en 2012, se conforma solo por el (324).

La característica principal de este *cluster* es que muestra los niveles de productividad laboral más altos dentro de la manufactura, que se corresponde con los niveles relativos de empleo más bajos. El otro subsector que en 2003 y 2008 formó parte de este *cluster*, registró en esos años niveles de productividad laboral similares a los del subsector (324) pero para 2012 ya no fue así.

Por otro lado, se observa que el tercer *cluster* (identificado en azul marino) se fue conformando por los movimientos en los *clusters* rojo y verde, es decir, para el 2012 los dos subsectores que lo forman provienen, uno del *cluster* rojo, industria química (325) y, otro del verde, industrias metálicas básicas (331). Las características que comparten estos dos subsectores son altos niveles tanto de productividad laboral como de VBP.

A través de las líneas principales de los dendogramas se observa que en los tres años de análisis, los tres *cluster* hasta aquí revisados registran las mayores similitudes respecto al resto de los conglomerados, es decir, la distancia entre estos tres *cluster* es menor comparada con la distancia respecto de los otros dos.

Los últimos dos *clusters*, aunque han mostrado algunos cambios a lo largo de los años de estudio, están conformados por casi los mismos subsectores desde 2008. El *cluster* identificado en color azul claro concentra a los subsectores cuyos niveles de productividad laboral se encuentran muy cercanos a la media y tienen niveles de empleo medio-alto. Los subsectores que de manera regular se encuentran en este *cluster* son: industria de bebidas y tabaco (312), fabricación de prendas de vestir (315), industria del plástico y el hule (326), productos a base de minerales no metálicos (327), fabricación productos metálicos (332), fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación de aparatos eléctricos (335) y otras industrias manufactureras (339).

El *cluster* marcado en color rosa se conforma por el grupo de subsectores que por lo general muestran bajos niveles de las tres variables: productividad laboral, valor bruto de la producción y empleo. Los subsectores que lo conforman son fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos de cuero, piel, etc. (316), industria de la madera (321), industria del papel (322), impresión y conexas (323) y muebles, colchones, etc. (337).

Por último, es importante señalar, que en 2012 la disimilitud entre los *clusters* azul claro y rosa se redujo de manera importante ya que este último amplió su distancia respecto de los otros tres *cluster* (verde, rojo y azul), lo que quiere decir, que los *cluster* rosa y agua son menos similares al resto de conglomerados pero más cercanos entre sí. Además en conjunto estos dos *cluster* contienen a 16 de los 21 subsectores manufactureros.

Tomando en cuenta que la agrupación en *clusters* realizada en este apartado presenta pocos cambios a lo largo de los nueve años, para el análisis de las capacidades tecnológicas se tomará como referencia la agrupación obtenida para 2012.

Los cuadros 3.4 y 3.5 muestran la dinámica y la composición de la productividad laboral, el valor agregado y el empleo de la industria manufacturera y sus subsectores clasificados de acuerdo a los conglomerados obtenidos para 2012. La primera, segunda y sexta columnas de cada cuadro muestran la tasas crecimiento promedio anual de las variables: productividad laboral, VA y empleo, las columnas tres y siete muestran la aportación de cada *cluster* a la tasa de crecimiento de la industria manufacturera. Las columnas 4, 5, 8 y 9 denotan la participación de cada agrupación en el valor de la variable analizada en el periodo $t=0$ o $t=1$, según sea el caso.

En el cuadro 3.4 se observa que entre 2003 y 2008 la tasa de crecimiento promedio anual de la productividad laboral en la industria manufacturera fue mucho más elevada que la de la economía nacional, hecho que se explica por el crecimiento en el valor agregado de la industria manufacturera en 2.22 por ciento y

un decrecimiento en los niveles de empleo de 4.68 por ciento. También podemos ver que el aporte de la industria manufacturera a la tasa de crecimiento del VA nacional fue baja durante el periodo ya que de los 3.60 puntos porcentuales en que creció el VA nacional, la manufactura solo aportó 0.40 puntos, más aún, la participación de la manufactura en el VA nacional ha sido solo del 18 y 17 por ciento en 2003 y 2008 respectivamente.

Cuadro 3.4. Dinámica y composición de la productividad laboral (VA/L), el valor agregado (VA) y el empleo (L), 2003-2008

Nivel	tc (VA/L)	tc (VA)	atc(t)	P ₀ VA	P ₁ VA	tc (L)	atc(t)	P ₀ L	P ₁ L
Nacional	1.05	3.60	3.60	100	100	2.42	2.42	100	100
Industria	9.01	2.22	0.40	18	17	-4.68	-0.82	18	12
C.1	5.07	3.93	1.12	33	35	0.32	0.53	26	38
C.2	16.55	-0.19	-0.01	5	4	-9.16	-0.08	1	1
C.3	12.59	1.45	0.32	21	20	-6.49	-0.35	6	6
C.4	10.72	2.22	0.73	33	33	-3.65	-3.10	47	42
C.5	16.46	0.67	0.07	8	7	-8.10	-1.67	19	14
Σ Industria	-	-	2.22	100	100	-	-4.68	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos de las Matrices de Insumo Producto 2003, 2008 y 2012.

En cuanto al empleo, la reducción en el empleo manufacturero ocasionó que su aportación a la tasa de crecimiento del empleo nacional fuera negativa y que su participación en el empleo nacional se viera fuertemente reducida, pasando de generar el 18 por ciento de los empleos nacionales en 2003 a generar solo el 12 por ciento en 2008.

De manera desagregada y de acuerdo a la agrupación en *clusters* de 2012, se observa que el *cluster* que más aportó a la tasa de crecimiento del VA manufacturero fue el *cluster* 1 (rojo) con una contribución de 1.12 puntos porcentuales de los 2.22 en los que creció el VA manufacturero. Asimismo, el *cluster* rojo fue el único que contribuyó positivamente al crecimiento del empleo; la reducción observada en el empleo manufacturero se debió en gran medida al *cluster* 4 (rosa), ya que de los 4.68 puntos porcentuales en que se redujo el empleo manufacturero, 3.10 puntos fueron aportados por el *cluster* 4, esto tuvo

como consecuencia que la participación de este *cluster* en el empleo manufacturero pasara de 47 a 42 por ciento entre 2003 y 2008. Otra característica relevante del *cluster* rosa además de los altos niveles de participación en el empleo manufacturero, es que aunque sus niveles de productividad laboral no son tan elevados, genera el 33 por ciento del VA total de la industria manufacturera.

Por su parte, en el cuadro 3.4 se observa que en el periodo 2003-2008 la productividad laboral creció en los cinco *cluster*, sin embargo en los *cluster* verde y azul claro las tasas de crecimiento promedio anuales de la productividad laboral fueron considerablemente mayores. En el *cluster* verde la productividad creció 16.55 por ciento anual porque sus niveles de empleo decrecieron a tasas muy elevadas mientras que el VA se mantuvo relativamente constante. El *cluster* azul claro presenta un comportamiento muy similar al verde, muestra decrecimiento del empleo mayor al crecimiento del VA.

La situación del *cluster* uno (rojo) conformado por los subsectores (311) y (336) es totalmente opuesta a la de los *cluster* verde y agua; muestra los niveles de productividad laboral más bajos en comparación con el resto de *clusters*, lo cual se debe a que es el único grupo en el que los requerimientos de empleo crecieron positivamente entre 2003 y 2008, hecho que a su vez ocasionó que su participación en el empleo total manufacturero aumentara sustancialmente, para 2008 el empleo del *cluster* rojo representó el 38 por ciento del empleo manufacturero, 12 puntos por encima de la participación reportada en 2003.

El cuadro 3.5 muestra la misma información para el periodo 2008-2012, el cuál se caracteriza por presentar tasas de crecimiento de la productividad laboral manufacturera muy similares a las observadas en el periodo 2003-2008. Sin embargo, las causas difieren sustancialmente; en este periodo el crecimiento de la productividad laboral manufacturera se debió a un crecimiento notable en el VA, el cuál estuvo acompañado de una ligera reducción en el empleo.

A nivel desagregado el comportamiento de los *clusters* en este periodo cambió sustancialmente, el *cluster* 1 presenta en esta ocasión la tasa de crecimiento de la productividad laboral más elevada respecto a los demás grupos, lo cuál se explica

por un alto crecimiento en el VA de estos subsectores y un bajo crecimiento en el empleo. Este *cluster* por si solo aportó 3.93 puntos porcentuales a la tasa de crecimiento del VA manufacturero (7.75 por ciento) observada en el periodo y para 2012 representó el 39 por ciento del valor agregado y el 36 por ciento del empleo manufacturero.

Cuadro 3.5. Dinámica y composición de la productividad laboral (VA/L), el valor agregado (VA) y el empleo (L), 2008-2012

Nivel	tc (VA/L)	tc (VA)	atc(t)	P ₀ VA	P _t VA	tc (L)	atc(t)	P ₀ L	P _t L
Nacional	10.56	6.63	6.63	100	100	-2.76	-2.76	100	100
Industria	9.06	7.75	1.31	17	18	-0.96	-0.12	12	13
C.1	11.85	11.87	3.93	35	39	0.94	-0.84	38	36
C.2	7.02	9.34	0.40	4	4	1.82	0.01	1	1
C.3	-1.65	3.60	0.72	20	18	5.87	0.25	6	7
C.4	6.80	7.20	2.22	33	32	1.08	-0.26	42	42
C.5	7.63	6.67	0.47	7	7	-0.63	-0.13	14	14
∑ Industria	-	-	7.75	100	100	-	-0.96	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos de las Matrices de Insumo Producto 2003, 2008 y 2012.

El *cluster* azul marino fue el único que presentó una tasa de crecimiento de la productividad laboral negativa, la cuál se explica por que sus niveles de empleo crecieron a tasas superiores que el VA y que podría sugerir que los subsectores de este *cluster* no hayan experimentado desempleo tecnológico en el periodo 2008-2012.

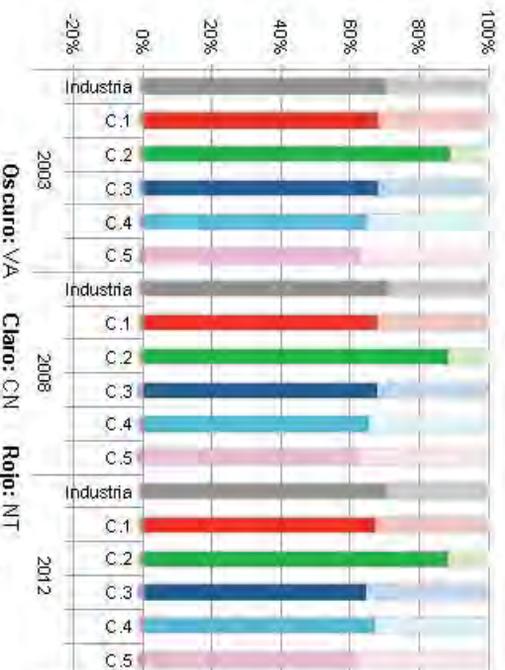
Por otro lado, los *cluster* verde y agua presentaron tasas de crecimiento de la productividad laboral cercanas a las de la industria manufacturera; en el caso del *cluster* verde esto se debió a tasas de crecimiento del VA superiores a las del empleo, y en el caso del *cluster* azul claro al crecimiento en el VA acompañado de un decrecimiento en sus niveles de empleo.

Al comparar los datos de los cuadros 3.4 y 3.5 se observa que los factores que originaron crecimiento en la productividad laboral son diferentes entre periodos. En el periodo 2003-2008, el crecimiento en la productividad laboral se debió principalmente al decrecimiento del empleo; en el segundo periodo, el crecimiento

de ésta se explica por las altas tasas de crecimiento del VA. No obstante, en ambos casos el crecimiento de la productividad laboral sugiere que en el mayor número de subsectores, el producto por trabajador ha aumentado en los últimos años, lo que a su vez indica que la técnica de producción en la industria manufacturera ha cambiado de forma tal que el número de empleos necesarios para la producción se ha mantenido constante o incluso se ha reducido en los últimos años dando lugar al desempleo tecnológico.

De hecho, analizando la evolución de la composición del VBP de la industria manufacturera y de los subsectores manufactureros en 2003, 2008 y 2012 (ver gráfica 3.8) se observa que aunque la composición del VBP se ha mantenido constante en los 3 años analizados, existen algunas diferencias en la forma de producir entre *clusters*.

Gráfica 3.8. Evolución de la composición del Valor Bruto de la Producción en 2003, 2008 y 2012



Fuente: elaboración propia con datos de las Matrices de Insumo Producto 2003, 2008 y 2012.

Por ejemplo, la industria manufacturera tiene una estructura productiva en la que el 70 por ciento del VBP está determinado por el consumo de insumos intermedios para la producción (CN) y el 30 por ciento es el valor que se añade al llevar a cabo la producción. Existen subsectores como el del *cluster 2* que tiene una estructura productiva donde el valor agregado es mucho menos y oscila entre el 11 por ciento, lo que quiere decir que este clúster utiliza intensivamente los insumos intermedios para la producción. Por el contrario, los subsectores del *cluster 5* son aquellos en los que el valor agregado generado por las actividades de producción es mayor y ronda los 37 puntos porcentuales; los subsectores de este clúster son los que mayor valor añaden en su proceso productivo, los que hacen uso intensivo de los insumos primarios y por lo tanto los que mayor producto generan en relación con los insumos utilizados.

3.4. Indicadores de las capacidades tecnológicas de la industria manufacturera

El desempeño de la productividad laboral depende en gran medida de las capacidades tecnológicas y esfuerzos en materia de ciencia y tecnología que la industria manufacturera y cada una de sus subsectores realice. La medición de las capacidades tecnológicas se puede realizar a través de distintos indicadores como la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción, el nivel ocupacional y la escala de las remuneraciones al trabajo, y el gasto en investigación y desarrollo (I+D).

En México, pocos son los trabajos que analizan las capacidades tecnológicas de la industria manufacturera mexicana. En el trabajo realizado por Domínguez y Brown (2004) se identificó que hay una asociación positiva entre las capacidades tecnológicas y el desempeño del margen de ganancia, la productividad laboral y el cambio técnico. Por otro lado, en el trabajo de Pérez-Escatel y Pérez (2009) se encuentra que en la industria manufacturera mexicana la presencia de capital extranjero es significativa y tiene una relación positiva con la acumulación de capacidades tecnológicas. Y que la acumulación de capacidades tecnológicas es una variable que explica la competitividad de las empresas manufactureras en su conjunto. Finalmente, el trabajo de Brown y Guzmán (2014) deja ver que las

variables innovación, remuneraciones e intensidad de capital tienen un efecto sustancial en la productividad laboral. El mismo trabajo identifica que entre 2004 y 2006, 4 de las 9 divisiones manufactureras concentran el 80 por ciento de los establecimientos innovadores, de los cuales entre 50 y 60 por ciento son establecimientos grandes, las 4 divisiones son: a) la industria química y de productos químicos, b) los productos metálicos, maquinaria y equipo, c) otras industrias manufactureras y d) alimentos, bebidas y tabaco.

3.4.1. Indicador de tecnología física: inversión fija bruta en maquinaria y equipo

De 2003 a 2008 el INEGI levantó la Encuesta Industrial Anual (EIA, 2008) y de 2009 a 2016 la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM, 2017), a partir de la información obtenida de dichas encuestas se encontró que la tasa de crecimiento de la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción de la industria manufacturera fue mayor durante el segundo sub-periodo comparado con el primero. El cuadro 3.6 permite observar la dinámica y composición de la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción (IFBm) de los 21 subsectores manufactureros clasificados en los cinco *clusters*. La primer columna muestra la tasa de crecimiento promedio de la inversión en maquinaria y equipo, la segunda, la aportación a la tasa de crecimiento del total nacional y la tercera y cuarta la participación del monto de inversión de cada *cluster* en el total manufacturero, todo esto para el periodo 2003-2008, las columnas de la quinta a la octava muestran la misma información para el periodo 2009-2012.

En términos generales, el periodo 2003-2008 fue de escaso crecimiento para la IFBm manufacturera, creció a una tasa promedio anual del 1.31 por ciento. A nivel desagregado, los *cluster* 2 (conformado por el subsector 324) y 5 (subsectores 313, 314, 316, 321, 322, 323 y 337) fueron los que más aportaron a dicha tasa de crecimiento; de manera conjunta generaron 4.65 puntos porcentuales de los 1.31 registrados, y para el 2008 representaron en total el 47 por ciento del total de la IFBm realizada. Por su parte, los *cluster* 1 (311, 336), 3 (325, 331) y 4 (312, 315, 326, 327, 332, 333, 334, 335, 339) presentaron tasas de crecimiento negativas ocasionando que su aportación a la tasa de crecimiento de la IFBm manufacturera

fuera de -3.34. En el mismo periodo, la participación en la IFBm del *cluster 1* se vio reducida de manera importante pero aún así logró participar con el 29 por ciento de la IFM manufacturera.

Cuadro 3.6. Dinámica y composición de la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción, 2003-2008 y 2009-2012.

	tc (IFBm) 2003-2008		P ₀ IFB	P _t IFB	tc (IFBm) 2009-2012		P ₀ IFB	P _t IFB
	atc(t)				atc(t)			
Industria	1.31				3.78			
C.1	-2.07	-1.71	40	29	26.34	4.63	17	27
C.2	108.76	2.15	2	12	-8.24	-4.15	50	34
C.3	-3.29	-1.12	25	18	13.45	2.41	14	19
C.4	-3.47	-0.51	9	6	12.72	0.07	3	3
C.5	14.23	2.50	25	35	6.65	0.83	16	16
Σ Industria	-		100	100	-		100	100

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Industrial Anual (2008) y la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (2017).

Durante el periodo 2009-2012 la IFBm manufacturera creció en promedio 3.78 por ciento cada año; en este periodo únicamente el *cluster 2* presentó tasas promedio de crecimiento negativas, sin embargo, dada su participación en el total manufacturero, su aportación fue de -4.15 puntos porcentuales de los 3.78 observados. Destaca el caso del *cluster 1* que mostró una tasa de crecimiento promedio anual de 26 por ciento, la cuál le permitió aportar 4.63 puntos porcentuales al crecimiento total manufacturero y aumentar su participación pasando de 17 a 27 por ciento entre 2009 y 2012. Vale la pena mencionar que por si solo el *cluster 3* (conformado por los subsectores 325, 336) representó en el 2012 el 19 por ciento del total de la IFBm manufacturera.

Los datos anteriores podrían sugerir que durante el segundo periodo, la industria manufacturera (dada su mayor tasa de crecimiento promedio anual en la IFBm) pudo haber presentado mayor desempleo tecnológico, es decir, considerando que en ese periodo el empleo manufacturero creció a tasas de -0.12 por ciento (véase cuadro 3.5), es probable que la adquisición de maquinaria y equipo para la producción responda a mayores necesidades de producción mediante menor uso del factor trabajo.

De manera desagregada, nuestro indicador de tecnología física (IFBm) deja ver que para los *clusters* 1, 3 y 4 (con altas tasas de crecimiento de IFBm) vio incrementada su capacidad productiva en el segundo periodo; hecho que se puede traducir en mayores capacidades para llevar a cabo el cambio técnico, de manera específica mayor inversión en maquinaria y equipo para la producción permite la adopción y utilización de tecnología, actividades que representan las condiciones básicas para el cambio técnico.

Por ende, probablemente estos tres *clusters* presentaron cambio técnico durante el periodo 2008-2012. Por el contrario, podemos decir que durante el primer periodo la adopción y utilización de tecnología fue mayor que en el segundo en los subsectores pertenecientes a los *clusters* 2 y 5.

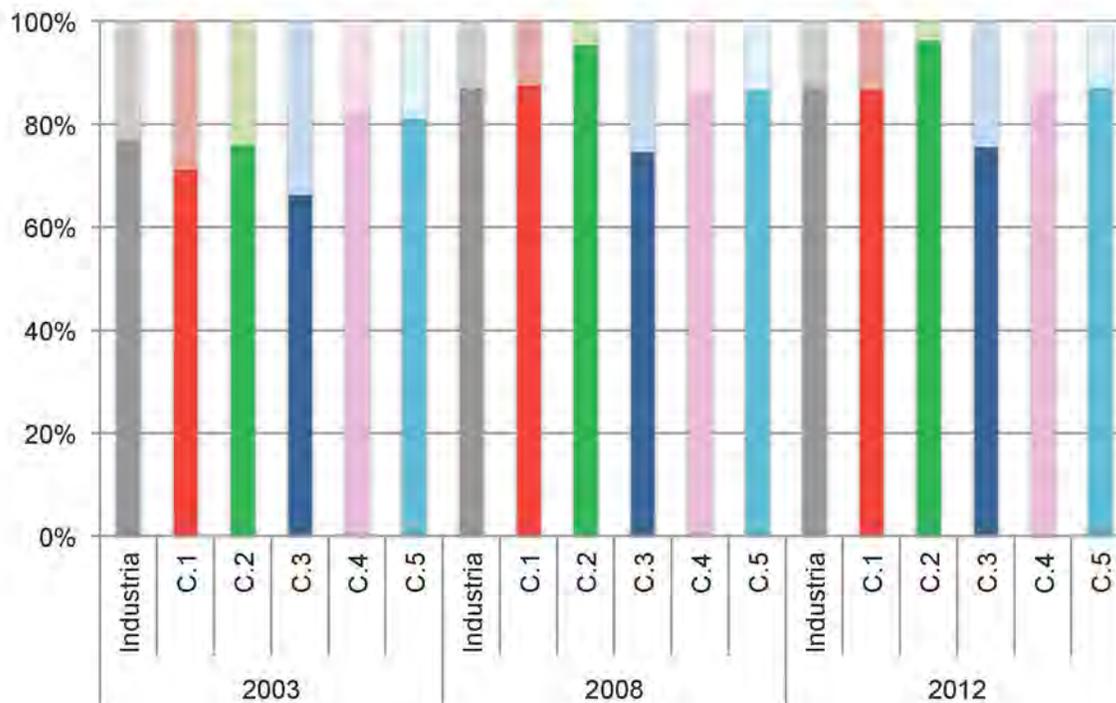
3.4.2. Indicador de la tecnología de habilidades: nivel ocupacional y remuneraciones medias.

De acuerdo con la información contenida en las MIP de 2003, 2008 y 2012 el personal ocupado se clasifica en obreros y/o técnicos, y empleados, lo que permite observar los niveles que conforman la estructura organizacional y jerárquica de los trabajadores de la manufactura. Esta clasificación considera que en el grupo de obreros y técnicos se encuentra el personal del área de producción que cuenta tanto con elevado como con bajo dominio de su oficio e instrumentos de trabajo pero que están relacionados directamente con el proceso productivo. Por su parte, el grupo de empleados incluye a todo el personal que no está relacionado directamente con las operaciones básicas de producción, tales como profesionistas (abogados, químicos, ingenieros, contadores, etc.) y personal que toma decisiones asociadas a actividades de planeación, dirección, producción, financiamiento, comercialización y organización.

En la gráfica 3.9 se muestra la evolución de la composición del empleo manufacturero en los cinco *clusters* manufactureros según el nivel ocupacional de obreros y/o técnicos y empleados en 2003, 2008 y 2012. Cada barra representa un *cluster* en el año en cuestión, la parte oscura de cada barra muestra el porcentaje de obreros y técnicos respecto al total, mientras que la parte clara

muestra el porcentaje que corresponde a empleados. El color y número para identificar a cada *cluster* se mantienen iguales a los de los apartados anteriores.

Gráfica 3.9. Composición del empleo manufacturero, 2003, 2008 y 2012



Oscuro: Obreros y técnicos **Claro:** Empleados

Fuente: Elaboración propia con información de las MIP 2003, 2008 y 2012

Entre los puntos a destacar se encuentran los siguientes: 2003 es el año en el que el número de obreros y/o técnicos tuvo la menor participación en el total de la industria manufacturera (77 por ciento). En los siguientes años el mismo dato toma un valor de 87 por ciento. En 2003 casi 3 de cada 10 trabajadores del *cluster* 1 (subsectores 311 y 336) tuvo un empleo con nivel ocupacional de empleado, una de las proporciones más altas en comparación con el resto de *clusters*. Para 2008 y 2012 esta tendencia se revirtió de forma que el *cluster* 1 comenzó a tener una de las composiciones de empleo más altas en obreros y/o técnicos con el 88 y 87 por ciento de sus trabajadores en este rubro. Lo anterior significa que el *cluster* 1 sufrió una de las reconversiones más drásticas en su composición del trabajo a favor de los obreros y/o técnicos (*cluster* que en ambos periodos aumentó su demanda de empleo).

Otro punto a destacar es el referente a la evolución en la composición del empleo del *cluster* 2, para 2003 la proporción de trabajadores con nivel de obreros y/o técnicos fue de 76 por ciento y estuvo muy cercano a la media, sin embargo, desde 2008 este porcentaje se incrementó de manera importante y pasó a ser de 95 por ciento, lo que quiere decir, que en el subsector fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) solo el 5 por ciento de los trabajadores son empleados.

Para 2012 el único *cluster* en el que más del 20 por ciento de sus trabajadores tiene nivel ocupacional de empleado es el *cluster* 3 (subsectores 325 y 331), en el cuál domina el subsector industria química (325). En estos dos subsectores el 76 por ciento de sus trabajadores son obreros y/o técnicos.

En 2008 y 2012 el *cluster* 3 se caracteriza por tener el porcentaje más alto de trabajadores con nivel ocupacional de empleado, el cual toma un valor de 25 y 24 por ciento en cada año. Por el contrario, el *cluster* 2 tiene únicamente el 4 y 5 por ciento de sus trabajadores en el nivel ocupacional de empleado. La evolución de la composición de los *cluster* 4 y 5 en general se ha mantenido muy cercana a la de la media y en 2008 y 2012 ambos han registrado una participación de los empleados del 13 por ciento.

Si consideramos que las remuneraciones totales de los obreros y/o técnicos tienden a ser menores que las de los empleados, entonces los puntos anteriores podrían sugerir una reducción en las remuneraciones totales medias de los diferentes subsectores manufactureros principalmente entre los años 2003 y 2008. El cuadro 3.7 muestra que efectivamente las remuneraciones totales medias decrecieron en el periodo 2003-2008 en la industria manufacturera, sucedió lo mismo en los *cluster* 1, 2, 3 y 5, mientras que en el 4 las remuneraciones totales medias crecieron. Por el contrario, en el periodo 2008-2012 hubo un crecimiento generalizado de las remuneraciones totales medias de 5.40 por ciento en promedio (véase cuadro 3.8).

Por otro lado, el cuadro 3.7 deja ver que la reducción en las remuneraciones totales medias se debió a la reducción de -6.00 por ciento en las remuneraciones

totales y a una menor reducción en el empleo (-4.68), y que existen algunos *clusters* como el 5 cuya participación porcentual en las remuneraciones totales de la industria manufacturera es muy elevada (44 por ciento en 2008), pero el porcentaje de trabajadores que representa es bajo (14 por ciento en 2008).

Cuadro 3.7. Dinámica y composición de las remuneraciones totales medias reales (RT/L), 2003-2008

Nivel	tc (RT/L)	tc (RT)	atc(t)	P ₀ RT	P ₁ RT	tc (L)	atc(t)	P ₀ L	P ₁ L
Industria	-3.64	-6.00	-	-	-	-4.68	-	-	-
C.1	-1.03	-4.60	-1.23	26	28	0.32	0.53	26	38
C.2	-1.82	-10.49	-0.61	6	4	-9.16	-0.08	1	1
C.3	-4.96	-11.02	-1.95	19	13	-6.49	-0.35	6	6
C.4	0.49	-2.66	-0.24	9	11	-3.65	-3.10	47	42
C.5	-2.76	-4.61	-1.96	40	44	-8.10	-1.67	19	14
∑ Industria	-	-	-6.00	100	100	-	-4.68	100	100

Fuente: Elaboración propia con información de las MIP 2003, 2008 y 2012

En caso contrario, encontramos al *cluster* 4, el cuál representa únicamente el 11 por ciento de las remuneraciones totales pero genera el 44 por ciento de los empleos totales de la industria manufacturera, estos subsectores tienen las remuneraciones medias más bajas.

Respecto al segundo periodo, el cuadro 3.8 indica que las remuneraciones medias en la industria manufacturera crecieron en promedio anual a una tasa de 5.40 por ciento, hecho que se explica por un crecimiento promedio anual de las remuneraciones totales de 6.88 por ciento y un decrecimiento del empleo de -0.96 por ciento. A nivel de los *clusters*, se observa que tanto las remuneraciones medias como las totales crecieron a tasas positivas en los cinco *clusters*, también podemos ver que el *cluster* 2 mostró la tasa de crecimiento promedio más elevada y que sucedió por un alto crecimiento en las remuneraciones y un crecimiento menor en el empleo. El *cluster* 1 a pesar de haber mostrado las tasas más altas de crecimiento en las remuneraciones totales, el crecimiento en el empleo de 0.94 por ciento anual ocasionó que las remuneraciones medias crecieran a una tasa del 5.78 por ciento promedio anual.

Cuadro 3.8. Dinámica y composición de las remuneraciones totales medias reales (RT/L), 2008-2012

Nivel	tc (RT/L)	tc (RT)	atc(t)	P ₀ RT	P _t RT	tc (L)	atc(t)	P ₀ L	P _t L
Industria	5.40	6.88	-	-	-	-0.96	-	-	-
C.1	5.78	9.39	2.62	28	30	0.94	-0.84	38	36
C.2	9.09	8.62	0.34	4	4	1.82	0.01	1	1
C.3	0.80	3.99	0.50	13	12	5.87	0.25	6	7
C.4	4.80	5.98	0.63	11	11	1.08	-0.26	42	42
C.5	5.58	6.88	2.79	44	43	-0.63	-0.13	14	14
∑ Industria	-	-	6.88	100	100	-	-0.96	100	100

Fuente: Elaboración propia con información de las MIP 2003, 2008 y 2012

En este segundo periodo sigue llamando la atención el caso de los *clusters* 4 y 5. En el primero las remuneraciones medias son las más bajas de la industria manufacturera ya que este *cluster* da empleo al 42 por ciento de los trabajadores de la industria manufacturera pero solo genera el 11 por ciento del total de las remuneraciones del sector. En situación contraria se encuentra el *cluster* 5 el cual reporta una de las remuneraciones más altas de la industria manufacturera, ya que solo genera el 14 por ciento de los empleos manufactureros pero reporta el 43 por ciento de las remuneraciones totales del sector.

La información mostrada en este apartado, da evidencia sobre algunos hechos, por un lado, resulta evidente que en todos los subsectores manufactureros la proporción del total de trabajadores que son empleados y que realizan actividades administrativas o que no están relacionados directamente con las actividades de producción es cada vez menor. Como en este rubro se encuentran los ingenieros, químicos y físicos que realizan actividades de investigación, es probable que los esfuerzos de mejora tecnológica se hayan visto reducidos entre 2003 y 2008.

Por otro lado, si la mayoría de los obreros y/o técnicos no estuvieran capacitados, nos encontraríamos en un escenario en el que desde 2008 las capacidades de la tecnología de habilidades se vieran reducidas en la industria manufacturera. Además, el cambio en la composición ocupacional del empleo manufacturero observado principalmente entre 2003 y 2008, podría explicar el deterioro en las

remuneraciones totales medias (las cuáles decrecieron cada año 3.64 por ciento). Aunado a esto, es importante señalar que en todos los procesos productivos deben existir algunas fases que requieran de trabajo más calificado y especializado que otras y en ese sentido cierta proporción de los obreros y técnicos debe estar calificado.

Por último, comparando los niveles de remuneraciones medias observados en 2003, 2008 y 2012 mientras que las remuneraciones medias de la industria manufacturera de 2012 lograron ser iguales a las de 2003, en algunos subsectores, el nivel de las remuneraciones medias de 2003 continúa siendo mayor que el de 2012.

Si bien la teoría de las capacidades tecnológicas explica que para adoptar, usar, asimilar y cambiar las tecnologías existentes se requiere no solo de inversión en maquinaria, equipo, investigación y desarrollo, sino que también se requiere de capital humano, entonces es probable que durante el primer periodo de estudio las capacidades tecnológicas de habilidades se hayan visto reducidas, mientras que en el segundo hayan incrementado.

3.4.3. Indicador de tecnología blanda: gasto en investigación y desarrollo

La información contenida en el cuadro 3.9 muestra que el periodo 2003-2008 fue el de mayor gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE). Por el contrario, se observa que en el periodo 2008-2012 el GIDE de todos los *clusters* creció en promedio a tasas anuales negativas. Entre 2003 y 2008 el GIDE de la manufactura creció a una tasa promedio anual de casi 18 por ciento, entre 2008 y 2012, decreció en promedio anual a una tasa de casi el 8 por ciento.

Los *clusters* que de manera reiterada han mostrado las participaciones más altas en el GIDE de la industria manufacturera son el *cluster* 1 (conformado por 311 y 336), el *cluster* 3 (325 y 331) y el *cluster* 5 (313, 314, 316, 321, 322, 323 y 337), y en ambos periodos sus aportaciones a la tasa de crecimiento promedio anual del GIDE ha sido alta. Los conglomerados que han tenido baja participación en el gasto en investigación y desarrollo son el 2 (324) y el 4 (312, 315, 326, 327, 332, 333, 334, 335 y 339).

Cuadro 3.9. Dinámica y composición del gasto en investigación y desarrollo, 2003-2008 y 2008-2012

Nivel	tc (GIDE) 2003-2008	atc(t)	P ₀ GIDE	P _t GIDE	tc (GIDE) 2008-2012	atc(t)	P ₀ GIDE	P _t GIDE
Nacional	18.27	18.27	100	100	3.86	3.86	100	100
Industria	17.95	13.96	78	77	-7.99	-6.16	77	45
C.1	2.41	1.28	53	31	-4.43	-1.39	31	38
C.2	-14.99	-0.54	4	1	-1.13	-0.01	1	1
C.3	60.56	9.66	16	34	-14.74	-4.99	34	20
C.4	53.03	1.17	2	4	-9.97	-0.42	4	4
C.5	25.41	6.38	25	30	-3.93	-1.18	30	37
∑ Industria	-	17.95	100	100	-	-7.99	100	100

Fuente: elaboración propia con datos de OECD (2013), *Business enterprise R-D expenditure by industry (ISIC Rev. 4)*

Otro dato relevante es que a diferencia de 2003 y 2008, la participación de la industria manufacturera en el GIDE nacional se redujo dramáticamente en el 2012; en los primeros años su participación fue de 78 y 77 por ciento respectivamente y para 2012 fue de 45 por ciento. Esto quiere decir que en 2012 más de la mitad del gasto realizado en investigación y desarrollo se realizó en los sectores primario y de servicios. Lo anterior podría suponer que entre 2008 y 2012 la capacidad de tecnología blanda se redujo de manera importante en la manufactura mexicana, hecho que podría asociarse a una menor capacidad para la asimilación, adaptación y cambio de las tecnologías existentes.

3.5. Conclusiones preliminares

Es evidente, que durante los últimos veinte años, en la economía mexicana se observa una relación positiva entre empleo y producto. Sin embargo, a partir de 2012 se observa que a nivel nacional el empleo total ha crecido a tasas más elevadas que el producto. Dentro de las principales razones de este fenómeno se encuentran la reforma laboral, la fiscalización y la generación de empleos de bajos salarios. A nivel de la industria manufacturera, también se observa que a partir de 2013 el empleo y el producto han crecido a tasas muy similares, hecho que contrasta con la tendencia experimentada en las dos décadas anteriores donde el empleo manufacturero crecía a tasas menores a las del producto.

Además, a partir del 2000 se observó un cambio en la composición del empleo nacional a favor del sector servicios y en detrimento del sector manufacturero, desde el 2010 esta composición se ha mantenido constante e indica que el 60 por ciento del total de la población mexicana se ocupa en el sector servicios, el 27 por ciento en la industria manufacturera, el 9 en la construcción, industria eléctrica y agua y el 4 por ciento en el sector primario.

Considerando la relevancia del sector manufacturero para la dinámica de la generación de empleos y de producto a nivel nacional, la información mostrada en este capítulo deja ver que de 1995 a 2012 la brecha entre las tasas de crecimiento del empleo nacional y manufacturero era amplia, y desde el 2012 se ha reducido.

La productividad laboral es la variable que permite diagnosticar el efecto que el cambio técnico ha tenido sobre el empleo, cada vez que en una industria la producción que se obtiene por unidad de trabajo se incrementa, es probable que en esa industria se haya llevado a cabo una mejora en su técnica de producción. En este trabajo se utiliza el valor agregado (VA) por trabajador (L) para medir la productividad laboral. Sin embargo, como se ha mencionado con anterioridad, este trabajo se desarrolla bajo el enfoque del análisis estructural, en el cual el VA representa solo una parte del valor bruto de la producción (VBP), variable que se utiliza para conocer la estructura productiva de un sector. El VBP es la suma de todos los insumos utilizados para llevar a cabo la producción (consumo intermedio CN), los impuestos netos sobre bienes y servicios y el valor agregado (VA).

Desde el año 2003 y hasta el 2012 la estructura productiva de la industria manufacturera se ha mantenido constante: entre el 70 y 71 por ciento del VBP corresponde al consumo de insumos intermedios (CN), entre el 30 y 29 por ciento es de valor agregado (VA) y entre el 0.5 y el -0.5 por ciento corresponde a los impuestos netos de subsidios.

En términos de los agregados macroeconómicos, se observa que el periodo 2003-2008 se caracteriza por ser de menor crecimiento en el VA, VBP y L, tanto a nivel nacional como en la manufactura. También se muestra que la manufactura ha presentado tasas de crecimiento negativas en el empleo tanto en el periodo 2003-

2008 como en el 2008-2012, mientras que a nivel nacional este solo decreció en el segundo periodo.

Dado que un indicador de cambio técnico es la productividad laboral, la información de este capítulo sugiere que aunque las tasas de crecimiento promedio de la productividad laboral manufacturera han sido muy similares en los dos periodos, muestran diferencias sustanciales en sus causas; en el primer periodo el aumento en la productividad laboral se explica por una fuerte reducción en los niveles de empleo de la manufactura, mientras que en el segundo se explica por el aumento en el valor agregado. Por ello, mediante el análisis de *clusters* y considerando las variables de productividad laboral (VA/L), el valor bruto de la producción (VBP) y el empleo (L), los 21 subsectores de la industria manufacturera, se agruparon en cinco *clusters*.

En cuanto a las capacidades tecnológicas, durante el primer periodo la tecnología blanda creció a tasas más elevadas y durante el segundo periodo, los indicadores de tecnología física y de habilidades crecieron a tasas más elevadas.

La productividad laboral y las capacidades tecnológicas de cada *cluster* se resumen de la siguiente manera:

- *Cluster 1* (rojo): se conforma por los subsectores 311 y 336 que tienen los niveles de L y VBP más elevados de la manufactura pero niveles promedio de VA/L. En el periodo 2003-2008 mostró la tasa de crecimiento de la productividad laboral más baja de la manufactura lo cuál se explica por el incremento en sus niveles de empleo. Aumentó su participación en el empleo manufacturero hasta representar el 38 por ciento. En este periodo sus capacidades tecnológicas se comportaron de la siguiente manera: su inversión en maquinaria y equipo decreció 2.07 por ciento al año y aún así representa el 29 por ciento de la inversión del sector manufacturero. Es uno de los *clusters* en los que la participación de los obreros y técnicos fue relativamente baja (70 por ciento) en 2003 pero para 2008 creció sustancialmente hasta representar el 88 por ciento. Tiene remuneraciones medias ligeramente por debajo de la media. Su gasto en investigación y

desarrollo (GIDE) representa el 31 por ciento del total, creció a tasas positivas aunque debajo de la media.

Entre 2008 y 2012 este *cluster* mostró una mejora en el crecimiento de su productividad laboral, fue la más elevada. Su tasa de crecimiento de la IFBm también fue la más elevada y participó en 2012 con el 27 por ciento del total de la IFBm de la industria. El 88 por ciento de sus trabajadores tienen nivel ocupacional de obreros y técnicos, y sus remuneraciones medias siguen estando ligeramente por debajo de las de la media. Su GIDE decreció menos que en la industria y representó en 2012 el 38 del GIDE manufacturero. En resumen, sus capacidades tecnológicas fueron más elevadas entre 2008 y 2012, ya que tuvo mayores niveles de productividad laboral, IFBm y GIDE.

- *Cluster 2* (verde): se integra solo por el subsector 324 y tiene la característica de mostrar los niveles de VA/L más elevados y de L más bajos. En el periodo 2003-2008 el crecimiento de su productividad laboral fue superior al de la media, tuvo un crecimiento en la IFBm descomunal, creciendo en estos cinco años a una tasa promedio del 108 por ciento. Mostró una reconversión en su estructura de trabajadores a favor de los obreros y técnicos, para 2008 el 95 por ciento de sus trabajadores fueron obreros. Mostró un decrecimiento en sus remuneraciones cercana a la media y continúa teniendo remuneraciones medias mayores a las de la media. Su GIDE decreció a tasas muy elevadas, con el 1 por ciento, es el *cluster* que menos aporta al GIDE.

Entre 2008 y 2012, el crecimiento de VA/L fue cercano al de la media, fue el único en el que la IFBm decreció, el 95 por ciento de sus empleados tiene nivel ocupacional de obrero y técnico, sus remuneraciones medias siguen estando por encima de la media y su GIDE continuó decreciendo y siendo el 1 por ciento respecto al manufacturero.

En resumen, este *cluster* aunque muestra niveles de productividad superiores a la media, sus capacidades tecnológicas parecen reducirse en los últimos años. Esto porque su IFBm al igual que su GIDE ha decrecido

desde el 2008 o incluso en el caso del GIDE desde el 2003. La participación de sus remuneraciones medias se han mantenido constantes pero el nivel ocupacional de sus trabajadores se ha visto fuertemente reducido.

- *Cluster 3* (azul): está formado por los subsectores 325 y 331, tienen altos niveles de productividad laboral y de VBP pero bajos niveles de L. Durante el primer periodo analizado la productividad laboral de este *cluster* creció a tasas superiores a la media, mostró tasas de crecimiento negativas en su IFBm, tiene el porcentaje de trabajadores con nivel ocupacional de empleado más elevado de la industria, entre el 24 y 25 por ciento son empleados. Tiene remuneraciones medias por encima de las de la industria manufacturera y su GIDE creció a tasas muy elevadas, representa el 30 por ciento del GIDE manufacturero.

En el segundo periodo, su productividad laboral creció a tasas negativas principalmente porque sus niveles de empleo crecieron por encima del valor agregado. A diferencia del primer periodo mostró crecimiento elevado en su IFBm. En cuanto al empleo, este subsector continuó registrando el porcentaje más elevado de trabajadores con nivel ocupacional de empleados y sus remuneraciones medias siguen siendo superiores a las de la media. Sin embargo, en cuanto al GIDE, la tasa a la que decreció durante este periodo fue superior a la de la industria; pero aún así sus niveles de GIDE representaron el 20 por ciento del GIDE manufacturero. En resumen, este *cluster* tiene tasas de crecimiento elevadas en la productividad laboral y sus capacidades tecnológicas son elevadas ya que su participación en la IFBm y en el GIDE manufactureros son altas y sus remuneraciones medias se encuentran por encima de la media.

- *Cluster 4* (rosa): formado por los subsectores 313, 314, 316, 321, 322, 323 y 337, este *cluster* muestra bajos niveles de productividad laboral, VBP y L. En el periodo 2003-2008 su productividad laboral creció a tasas similares a las de la manufactura. En cuanto a sus capacidades tecnológicas, se encontró que durante el primer periodo la IFBm decreció en promedio -3.47 por ciento cada año, del total de trabajadores que requiere, el 13 por ciento

de ellos tiene nivel ocupacional de empleado. Las remuneraciones a sus trabajadores son las más bajas de toda la industria manufacturera principalmente porque genera el 42 por ciento de los empleos de la industria pero solo el 11 por ciento de las remuneraciones totales. El crecimiento de su GIDE fue similar al de la media aunque solo representa el 4 por ciento del realizado en la manufactura.

En el periodo 2008-2012 su productividad laboral nuevamente creció a tasas similares comparado con el crecimiento de la manufactura, su IFBm creció a tasas superiores a la media pero solo representa el 3 por ciento de la IFBm manufacturera. La participación de los obreros y empleados se mantuvo constante y sus remuneraciones medias continuaron siendo las más bajas de toda la manufactura. Su GIDE se comportó de manera muy similar al de la manufactura y sigue representando el 4 por ciento. En resumen, el *cluster* 4 se caracteriza por su baja aportación tanto a la IFBm como al GIDE, además de que tiene las remuneraciones medias más bajas de la industria y la tasa de crecimiento más baja de productividad, esto quiere decir que las capacidades tecnológicas de estos subsectores son bajas, estos subsectores son poco innovadores y sus capacidades para adoptar y administrar el cambio técnico son reducidas.

- *Cluster* 5 (azul claro): se conforma por los subsectores 312, 315, 326, 327, 332, 333, 334, 335 y 339, tiene productividad laboral cercana a la media y niveles de L entre medios y altos. Durante el primer periodo su productividad laboral creció a tasas mayores a las de la industria, lo mismo que su IFBm. Para el 2008 el 35 por ciento de la IFBm manufacturera fue generada por este *cluster*. La composición del empleo es muy similar a la de la industria manufacturera, donde el 13 por ciento de sus trabajadores tienen nivel ocupacional de empleado. Sus remuneraciones medias fueron las más altas de la manufactura, ya que participa con el 14 por ciento del empleo manufacturero, pero con el 44 por ciento de las remuneraciones totales. En cuanto al GIDE, durante este periodo creció a tasas muy elevadas y representa el 30 por ciento del GIDE manufacturero.

En el segundo periodo, la situación de este *cluster* presentó las mismas características, productividad laboral con tasas de crecimiento similares a la media, crecimiento en la IFBm superior a la media, la composición del nivel ocupacional del empleo se mantuvo constante, sus remuneraciones medias siguieron siendo las más altas de la manufactura y su GIDE decreció menos que en la industria. En resumen, los subsectores que se encuentran en este *cluster*, dadas sus capacidades tecnológicas tienen potencial para administrar y generar el cambio técnico ya que su aportación a la IFBm y al GIDE manufacturero es elevada.

CAPÍTULO 4. EL CAMBIO TÉCNICO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

El análisis de la tecnología y del cambio técnico de los 21 subsectores de la industria manufacturera en México está basado en las matrices de insumo-producto totales de México de 2003, 2008 y 2012. El objetivo de este capítulo es analizar el cambio en la técnica de producción de la industria manufacturera, el cuál se puede observar en el cambio en los coeficientes técnicos totales. Este tipo de coeficientes indican los insumos requeridos por cada industria, tanto de origen nacional como importado, para llevar a cabo su producción y permiten conocer la intensidad con la que se usan cada uno de ellos. Por ello, si los coeficientes técnicos indican la técnica empleada por cada industria, el cambio en ellos, determinará el cambio técnico. Éste último, puede observarse en el incremento o reducción del uso de cada insumo por unidad de producto.

Por un lado, al utilizar los coeficientes técnicos totales es posible estimar el nivel de producción requerido en cada año, si se fija un nivel de demanda final y se supone que la técnica de producción cambia en el tiempo. A su vez, al estimar el nivel de producción requerido, es posible obtener los insumos intermedios totales y con esto conocer el cambio relativo en el uso de insumos primarios e intermedios.

Por otro lado, mediante el uso de los coeficientes técnicos directos podremos adentrarnos en el análisis del cambio técnico exclusivo de la industria manufacturera y que se realiza a través de la comparación de cada uno de los coeficientes con su análogo de un periodo anterior.

Este capítulo se divide en cuatro apartados. En el primero se presenta la definición de técnica sectorial y cambio técnico. En el segundo y tercer apartado se realizan algunos ejercicios que nos permiten conocer el sentido del cambio técnico manufacturero así como los subsectores que más se modificaron. El último apartado presenta las conclusiones preliminares de este capítulo.

4.1. La técnica sectorial

Las industrias y sectores productivos hacen uso de dos tipos de insumos para llevar a cabo su producción, los insumos intermedios y los insumos primarios. Los primeros se conforman por las materias primas y los productos auxiliares, es decir, representan el capital circulante de las industrias y son los insumos que se consumen mientras dura el proceso productivo y que se incorporan al producto que resulta de la producción. Los segundos, son los acervos de mano de obra y de capital fijo cuyos flujos son usados para la producción, en el caso del capital fijo, su característica es que con el uso tiende a desgastarse.

La técnica de producción de una industria o sector se puede conocer a través del análisis de insumo-producto, específicamente, de los coeficientes técnicos que sirven para medir la proporción en la que se utiliza cada insumo, ya sea intermedio o primario, para producir una unidad del bien en cuestión. La forma más adecuada de obtener los coeficientes técnicos es mediante la razón entre la cantidad de insumo y la cantidad producida de un bien o servicio, para ello se requieren matrices de insumo-producto en unidades físicas. Sin embargo, la elaboración de dichas matrices resulta demasiado compleja para economías donde el número de empresas que conforman a una industria o sector es elevado. Por ello, las matrices de insumo-producto que se utilizan en la actualidad representan el valor monetario de las transacciones.

En consecuencia, la estructura de costos, permitirá conocer de manera aproximada la técnica de producción de los subsectores, muestra la proporción del gasto en cada insumo respecto al ingreso total y para el caso de los insumos intermedios se obtienen de la siguiente división:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} = \frac{\text{el valor del insumo } i \text{ comprado por la industria } j}{\text{valor de la producción de la industria } j} \quad (3)$$

Es relevante mencionar que dado que las matrices actuales están valuadas en unidades monetarias, para medir el cambio técnico en el tiempo, es de suma importancia obtener los gastos de insumos intermedios a precios constantes. En otras palabras, se requiere que las matrices de insumo-producto a comparar estén

valuadas todas a un mismo nivel de precios, de manera que se puedan aislar los cambios en los precios e interpretar el cambio en los coeficientes técnicos como el cambio en las cantidades requeridas de cada insumo para producir una cantidad de producto, o como el cambio en la técnica de producción.

De igual forma se pueden obtener los coeficientes de los requerimientos primarios, los cuáles muestran la proporción en la que se utiliza el empleo o el capital, por ejemplo, para el caso del empleo, el coeficiente técnico sería como el de la ecuación (4), que muestra el número de trabajadores utilizado por unidad de producto.

$$\lambda_j = \frac{l_j}{x_j} = \frac{\text{número de trabajadores de la industria } j}{\text{valor de la producción de la industria } j} \quad (4)$$

El valor de los coeficientes técnicos representa el valor de cada insumo requerido para producir una unidad de valor del producto en cuestión. Por ello, la suma de los coeficientes técnicos de los insumos intermedios y primarios es igual a uno.

En el caso de las ganancias del capital, éstas resultan de la multiplicación de la cantidad de capital utilizado por la tasa de ganancia real. Hay que señalar que en las matrices de insumo-producto de México, se conoce la cantidad de empleo utilizado por cada sector j pero no la cantidad de capital utilizado.

La teoría clásica introduce la idea de que la técnica de producción se expresa mediante un conjunto de parámetros constantes (en nuestro caso los coeficientes técnicos) en la determinación de los precios relativos. Los cambios en dichos parámetros constituyen el cambio técnico, el cual ocurre después de que se han generado modificaciones en la tecnología y que se instrumentan mediante nuevos medios de producción inducidos por los capitales circulante y fijo.

El periodo que dista entre una técnica y su sustituta se ha ido acortando históricamente. Si se razona en términos de paradigmas y revoluciones tecnológicas, es probable que dichas transformaciones abarquen periodos de cincuenta años (Kondratieff, 1935). No obstante las tecnologías de cada paradigma cambian, se combinan y se recombinan en lapsos menores y los cambios técnicos se observan, dentro de un paradigma, en plazos más breves.

Esto conduce a pensar que si se observan los coeficientes técnicos en intervalos de cinco años éste es un plazo largo en el sentido de que se habrán adoptado otras técnicas que modifican la determinación de los precios relativos referidos a bienes producidos por un conjunto de industrias. Quizás la técnicas actuales asociadas a las tecnologías de la información y la comunicación duren meses o apenas un año.

La tecnología de *Leontief* incorporada en el modelo de insumo-producto comúnmente se representa mediante una función de producción de coeficientes fijos como la de la ecuación (5), donde el operador *min* pide elegir el menor del conjunto de los números y muestra que cantidades adicionales del insumo 1, 2 o n son inservibles siempre que, al mismo tiempo, no se incrementan las cantidades de todos los insumos en las proporciones en las que se requieren.

$$x_j = \min \left\{ \frac{z_{1j}}{a_{1j}}, \frac{z_{2j}}{a_{2j}}, \dots, \frac{z_{nj}}{a_{nj}} \right\} \quad (5)$$

En ese sentido, el cambio técnico se observa cuando se experimentan cambios en la manera en que el conjunto de los factores de producción son combinados, es decir cuando la proporción en la que participan los componentes de la técnica de producción se ve alterada o cuando la intensidad con la que se usan los insumos cambia. Este efecto también es resultado del aumento en la gama de materiales y procesos productivos que tiene como consecuencia la sustitución de viejos insumos por nuevos de mejor calidad o con mejores cualidades.

El cambio técnico se hará observable en la manufactura mexicana cuando el total de insumos intermedios requeridos para satisfacer la demanda final se vea alterado, o lo que es igual cuando la cantidad de insumos primarios cambie.

El cambio técnico, por tanto, es observable en dos etapas; en la primera se debe medir la intensidad con que se usan los insumos intermedios en comparación con los insumos primarios y la sustitución entre ellos, es decir, el primer cambio en la técnica es el que sucede entre, por un lado, mano de obra y capital fijo utilizado y, por el otro, los insumos intermedios. Por ejemplo, puede suceder un cambio

técnico que sustituya trabajo por insumos intermedios o, por el contrario, que cada vez haga mayor uso de empleo en comparación con los insumos intermedios.

En la segunda etapa, se observan los cambios específicos entre insumos intermedios que ocasionaron ya sea el uso intensivo de los insumos intermedios o de los primarios. Por ejemplo, si el uso de insumos intermedios se intensificó respecto a los insumos primarios, éste fenómeno debe tener sus causas en el mayor uso de algún producto o material. Por el contrario, si el uso de los insumos intermedios disminuyó en relación a los primarios, es muy probable que esto se deba al uso más eficiente de algún insumo o material. En esta segunda etapa se identifica la sustitución entre los productos que usa un sector y son proveídos por los distintos sectores y se puede analizar midiendo la diferencia en la magnitud de los coeficientes técnicos entre dos matrices de diferentes años.

La reducción en los coeficientes técnicos implica ya sea un ahorro en la cantidad de insumos intermedios que se utilizan en comparación con los insumos primarios o la sustitución de ciertos insumos por otros. De acuerdo con Östblom (1989), cuando el cambio técnico genera progreso técnico neutral, se espera una disminución en la magnitud de todos los coeficientes técnicos, por su parte, cuando se genera progreso técnico sesgado, por lo menos algunos de los coeficientes se verán reducidos. Esta lógica se fundamenta en el argumento de que la consecuencia de los cambios en la estructura de producción suele ocasionar que la cantidad de producto que antes se obtenía con unas disponibilidades determinadas de factores, resulta aumentada (véase Molins Codina, 1973), es decir, cuando la productividad de todos los factores aumenta, los requerimientos de éstos por unidad producida se verán disminuidos.

Sin embargo, dado el alto número de insumos considerado en las matrices de insumo-producto de México y que se utilizan para producir, es difícil conocer el tipo de progreso técnico que los cambios en la técnica han ocasionado. Además, por los ejercicios realizados, se puede argumentar que es poco común observar una reducción en el uso de todos los insumos y es mucho más inusual observar una reducción en la misma magnitud.

Por ello, en este caso se dice que hay cambio técnico cuando se observe una variación positiva o negativa en los coeficientes técnicos. Al conocer el sentido de la variación promedio conoceremos el sentido del cambio técnico que ocurre en cada subsector. Aquellos subsectores que en promedio hayan mostrado una disminución en el valor de sus coeficientes técnicos, reflejarán aumentos en la productividad, ya que ahora se consigue el mismo volumen de producción haciendo menor uso del insumo en cuestión, también puede reflejar la sustitución de insumos. Por otro lado, el aumento promedio en los coeficientes técnicos, indica un aumento en la intensidad con la que la industria j hace uso del insumo i .

4.2. Cambio inter-temporal en los requerimientos totales, 2003, 2008 y 2012

En este apartado, se considera que el cambio técnico en la manufactura es el resultado de los cambios en los coeficientes técnicos. Una vez aislados los efectos de los diferentes niveles de precios mediante la deflación de la matriz de insumo-producto de 2003, entonces los cambios en los coeficientes serán interpretados como cambio técnico. En un primer ejercicio, lo que nos interesa conocer es el efecto global del cambio en todos los coeficientes, es decir, las repercusiones que tiene el cambio en el grado de interdependencia sobre el valor bruto de la producción.

De acuerdo con Carter (1970), Vaccara (1970) y Stäglin y Wessels (1972), una forma de cuantificar de manera global los efectos del cambio en los coeficientes de insumo-producto es comparando la producción total que sería requerida para satisfacer un nivel dado de demanda final utilizando las técnicas de producción de distintos años a partir de la matriz de Leontief. Por ejemplo, para explicar los cambios en la producción sectorial entre 2003, 2008 y 2012 podemos suponer que la demanda final permanece fija en su valor de 2012 pero que la estructura productiva a considerar es la de cada año, es decir, multiplicamos la demanda final de 2012 por la inversa de Leontief de cada año. Esto nos permitiría estimar la producción bruta requerida si la tecnología de cada año prevaleciera. Cuando el nivel de producción bruta estimada es comparada con la producción observada en 2012, es posible encontrar el monto del cambio en el valor bruto de la producción

que es atribuible al cambio en los coeficientes técnicos (véase Stäglin y Wessels, 1972). En este caso, para medir el efecto del cambio inter-temporal en la técnica de los 78 subsectores de la economía mexicana en el periodo 2003–2012, usamos la técnica de 2003, 2008 y 2012 respectivamente con el nivel de la demanda final de 2012 como a continuación:

$$\begin{aligned}
 x(2012/2003) &= L(2003)f(2012) \\
 x(2012/2008) &= L(2008)f(2012) \\
 x(2012/2012) &= L(2012)f(2012)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

las diferencias entre, por un lado, las demandas intermedias estimadas para cada año mediante la técnica respectiva si se requiriera satisfacer la demanda final de 2012 y, por el otro, la demanda intermedia correspondiente a 2012 muestran la modificación de la producción asociada al cambio inter-temporal en la técnica intermedia (ecuaciones 7).

$$\begin{aligned}
 dn(2012/2003) &= x(2012/2003) - f(2012) \\
 dn(2012/2008) &= x(2012/2008) - f(2012) \\
 dn(2012/2012) &= x(2012/2012) - f(2012)
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

El cuadro 4.1 muestra los resultados para los 21 subsectores manufactureros, la industria manufacturera y la economía nacional. Las columnas 2, 3 y 4 muestran las diferencias en la demanda intermedia de 2012 estimada para satisfacer la demanda final de 2012. A nivel nacional este enfoque respeta el principio de doble contabilidad, las diferencias en la demanda intermedia también pueden leerse como las diferencias en el consumo intermedio. Por ello, el cambio en la técnica de producción ha sido tal que la demanda (consumo) intermedia(o) total requerida(o) para satisfacer la demanda final de 2012 tiende a ser mayor con las técnicas más recientes que con la más antigua. Esta tendencia se mantiene para el total de la industria manufacturera y en la mayoría de los subsectores manufactureros.

Las implicaciones son que, a lo largo del tiempo, los requerimientos directos e indirectos de insumos intermedios son relativamente estables. Sin embargo, se puede observar que para satisfacer un mismo nivel de demanda final, existen

subsectores que a lo largo del tiempo han visto aumentados sus requerimientos de demanda intermedia, es decir, se pueden observar subsectores que han cobrado relevancia como abastecedores de los insumos que otros subsectores requieren, pero también los que han perdido relevancia. Indica si el producto de un subsector ha sido reemplazado por los productos de otros subsectores o si ha sido usado como sustituto de otro.

Cuadro 4.1. Diferencias en la demanda intermedia total requerida para satisfacer la demanda final de 2012 con las técnicas de 2003, 2008 y 2012
(en mmdp a precios de 2008)

SCIAN	Demanda intermedia de 2012 estimada con:			Cambio en la demanda intermedia	
	L 2003	L 2008	L 2012	2008-2003	2012-2008
311	319,287	355,304	395,661	36,017	40,357
312	8,922	18,417	18,632	9,495	215
313	116,951	98,162	103,694	-18,789	5,532
314	16,756	17,354	18,173	597	820
315	19,185	19,539	23,134	354	3,595
316	23,001	25,827	30,679	2,826	4,852
321	81,487	67,963	72,810	-13,525	4,847
322	183,392	191,118	194,741	7,726	3,623
323	48,445	49,353	45,787	908	-3,566
324	841,681	878,816	1,039,231	37,135	160,415
325	780,462	896,385	831,547	115,922	-64,838
326	300,734	287,131	342,439	-13,603	55,308
327	208,924	203,097	198,176	-5,827	-4,921
331	582,381	610,978	595,783	28,596	-15,194
332	296,180	311,747	338,455	15,568	26,708
333	153,457	264,285	312,110	110,828	47,825
334	324,545	469,715	692,407	145,170	222,693
335	235,341	266,434	288,242	31,093	21,808
336	367,664	430,729	539,587	63,066	108,857
337	11,973	13,644	12,470	1,671	-1,174
339	71,040	74,282	105,156	3,243	30,874
Manuf.				558,471	648,637
Nacional	10,286,490	10,860,104	11,356,473	573,614	496,369

Fuente: elaboración propia

Se observa que los productos de los subsectores: fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) son los que han experimentado un mayor incremento en su demanda por parte del resto del aparato productivo y representarían los productos que han sido usados como sustitutos de otros. En cambio vemos casos como el del subsector fabricación a base de minerales no metálicos (327) que en los dos periodos ha experimentado una reducción en la demanda de sus productos por parte del resto de subsectores, este sería un subsector cuyos productos han sido reemplazados por otros. Destaca también el caso del subsector industria química (325) que en el primer periodo registró un fuerte incremento en su demanda intermedia pero que en el segundo se contrajo de manera importante.

A nivel nacional los datos indican que la demanda intermedia ha incrementado en los dos periodos, lo cual se traduce en un incremento en el consumo intermedio y que se relaciona con un uso cada vez más intensivo de los insumos intermedios, los cuales podrían ser nacionales o importados (véase Fujii y Cervantes, 2010 y Ruiz-Nápoles, 2004).

4.3. Análisis de los coeficientes técnicos de la manufactura, 2003-2008 y 2008-2012.

De acuerdo con Carter (1970) y Vaccara (1970), la variación de los coeficientes técnicos de matrices de insumo-producto valuadas a precios constantes tienden a ser menores que los de aquellas valuadas a precios corrientes, esto debido a que los coeficientes a precios constantes, que son más estables en el tiempo, representan meramente las relaciones técnicas básicas entre la cantidad física de insumos intermedios requeridos y la cantidad producida.

El cambio en los coeficientes técnicos se debe a diversas razones: cambios tecnológicos, en la calidad de los insumos, en el precio relativo de los insumos intermedios y primarios, economías de escala, entre otros (Vaccara, 1970). Por ello, en la práctica, indicar la razón específica de la variación en el coeficiente, resulta extremadamente difícil. Sin embargo, Carter (1970) encuentra que una

porción importante del cambio en la estructura se debe a la asimilación de nuevas técnicas en comparación con la sustitución clásica.

Como se mencionó anteriormente, el análisis del cambio en los coeficientes técnicos se puede realizar en dos etapas, en la primera, se propone observar los cambios en el uso de los insumos intermedios en relación con los insumos primarios y una vez que se defina el sentido de dicho cambio, en la segunda etapa se podrá investigar cuáles fueron las relaciones entre insumos intermedios que más influyeron en dicho cambio.

Posteriormente, y con la finalidad de conocer más sobre el comportamiento promedio de los coeficientes técnicos intermedios de cada subsector, se realiza un análisis estadístico sobre todos los coeficientes relacionados a la industria manufacturera.

Para analizar los cambios en el uso de los insumos intermedios se obtienen las diferencias entre las sumas por columna de los coeficientes técnicos en dos periodos como se denota en las ecuaciones 8 y 9.

$$d_1^{cn} = cn_{j,2008} - cn_{j,2003} = \sum_{i=1}^n a_{ij,2008} - \sum_{i=1}^n a_{ij,2003} \quad (8)$$

$$d_2^{cn} = cn_{j,2012} - cn_{j,2008} = \sum_{i=1}^n a_{ij,2012} - \sum_{i=1}^n a_{ij,2008} \quad (9)$$

Y para obtener el cambio en el coeficiente de uso de empleo, se obtiene las diferencias de los periodos como en las ecuaciones 10 y 11.

$$d_1^l = \lambda_{2008} - \lambda_{2003} = \frac{l_{j,2008}}{x_{j,2008}} - \frac{l_{j,2003}}{x_{j,2003}} \quad (10)$$

$$d_2^l = \lambda_{2012} - \lambda_{2008} = \frac{l_{j,2012}}{x_{j,2012}} - \frac{l_{j,2008}}{x_{j,2008}} \quad (11)$$

En el cuadro 4.2 se muestra el cambio en el coeficiente de uso de empleo en ambos periodos, se muestran también los coeficientes de consumo intermedio en 2003, 2008 y 2012 así como su variación entre periodos; los subsectores se muestran de menor a mayor según las diferencias en los coeficientes de consumo intermedio. Los resultados muestran composiciones de insumos muy variadas y

que marcan grandes diferencias en la forma de producir de las industrias manufactureras.

Por ejemplo, existen subsectores como el de fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327) que hace un uso relativamente muy bajo de insumos intermedios, en promedio el 50 por ciento de su técnica está basada en insumos intermedios y el otro 50 en insumos primarios. Por el contrario, se observan subsectores como el de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y el de fabricación de equipo de computación, comunicación (334) en los que casi el 90 por ciento de su técnica se basa en insumos intermedios.

Cuadro 4.2. Suma por columna de los coeficientes técnicos de insumos intermedios y su variación, y variación en el coeficiente de empleo entre 2003-2008 y 2008-2012

SCIAN	d_1^l	2008	2003	d_1^{cn}	SCIAN	d_2^l	2012	2008	d_2^{cn}
315	-2.716	0.545	0.599	-0.054	325	0.057	0.621	0.690	-0.069
314	-3.150	0.574	0.583	-0.009	334	-0.082	0.857	0.881	-0.024
313	-0.859	0.698	0.704	-0.005	322	-0.065	0.702	0.715	-0.013
324	-0.035	0.886	0.889	-0.004	321	-0.736	0.590	0.602	-0.012
311	0.140	0.623	0.626	-0.003	313	-0.354	0.689	0.698	-0.009
336	-0.291	0.734	0.738	-0.004	316	-0.755	0.621	0.629	-0.008
316	-2.144	0.629	0.626	0.003	339	-0.416	0.689	0.696	-0.007
332	-0.163	0.698	0.694	0.004	336	-0.084	0.727	0.734	-0.007
325	-0.108	0.690	0.685	0.005	327	-0.348	0.505	0.511	-0.006
312	-0.281	0.563	0.556	0.007	324	-0.009	0.882	0.885	-0.004
331	-0.166	0.679	0.672	0.007	326	-0.198	0.724	0.727	-0.003
326	-0.242	0.727	0.719	0.008	323	-0.654	0.633	0.634	-0.001
321	-2.291	0.602	0.591	0.011	314	-0.369	0.574	0.574	-0.000
322	-0.671	0.715	0.704	0.011	331	0.030	0.682	0.679	0.003
323	-0.661	0.634	0.622	0.012	311	-0.578	0.626	0.623	0.003
337	-2.809	0.575	0.563	0.013	337	-0.783	0.582	0.575	0.007
335	-0.193	0.736	0.721	0.015	312	-0.047	0.577	0.563	0.014
333	-0.212	0.603	0.579	0.024	332	-0.616	0.713	0.698	0.015
339	-1.174	0.696	0.671	0.025	315	-0.739	0.567	0.545	0.022
327	-3.201	0.511	0.486	0.026	335	-0.174	0.763	0.736	0.026
334	-0.238	0.881	0.811	0.070	333	-0.211	0.709	0.603	0.106

Fuente: elaboración propia

Nuevamente, si la diferencia es negativa representa una disminución en el uso de los insumos intermedios, lo cuál también se puede interpretar como un aumento en el uso de los insumos primarios (trabajo y capital).

La disminución en el uso de los insumos intermedios sin lugar a dudas debe tener un efecto reductor en la mayoría de los coeficientes técnicos de esa rama, lo que podría relacionarse con un uso cada más eficiente de los insumos intermedios. Cuando la diferencia es positiva, quiere decir que hubo un aumento en el uso de los insumos intermedios en comparación con todos o alguno de los insumos primarios.

En el primer periodo solo 6 de los 21 subsectores redujeron el uso de insumos intermedios y 15 aumentaron el uso de insumos intermedios. En el segundo periodo, solo 8 aumentaron el uso de insumos intermedios.

A lo largo del periodo analizado, se observan 4 tendencias, la de los sectores que mostraron una reducción en costo real por el uso de los insumos intermedios entre 2003 y 2008 pero que entre 2008 y 2012 aumentó de manera importante, esta tendencia se muestra con las flechas azules y encontramos a los subsectores Industria alimentaria (311) y Fabricación de prendas de vestir (315). En el caso de la Industria alimentaria (311), la reducción en el uso de insumos intermedios en el periodo uno resultó en un aumento en el uso del factor trabajo, por el contrario el aumento en el uso de los insumos intermedios observado en el segundo periodo tuvo como contraparte una reducción en el uso del trabajo.

La segunda tendencia es la de los subsectores con comportamiento contrario, alto aumento en el uso de insumos intermedios entre 2003-2008 pero alta reducción en el uso de los mismos entre 2008–2012, se representa con las flechas rojas y se presenta en los subsectores 316, 325, 326, 321, 322, 339, 327 y 334.

En las tendencias consistentes, encontramos a los subsectores 314, 313, 324 y 336 representados con flechas amarillas que son los que en los dos periodos han reducido el uso de los insumos intermedios, pero también han contraído la intensidad de uso del factor trabajo ya que el coeficiente de uso de empleo se redujo en todos los casos. Dado que la suma del costo unitario siempre es igual a

la unidad, la reducción en el consumo intermedio debe reflejarse en el aumento en el costo de los insumos primarios, que en este caso podría explicarse por el incremento en los salarios o por el incremento en el coeficiente de capital.

Las flechas verdes, representan los subsectores que a lo largo de todo el periodo han aumentado el uso de los insumos intermedios, y se presenta en los subsectores 337, 335 y 333.

La reducción (o aumento) en el uso de insumos intermedios sin lugar a dudas debe representar una tendencia generalizada a la baja (alza) en los coeficientes técnicos de esos sectores. Por ello, para poder analizar las técnicas de producción se comparan las matrices de coeficientes técnicos de 2003, 2008 y 2012. Se trata de un procedimiento sencillo pero muy útil por lo valioso de la información que genera. La comparación de los coeficientes entre los pares de matrices se realiza mediante la obtención de dos matrices de diferencias y que surge de la resta de los coeficientes técnicos de la matriz en t y $t - 1$.

$$D_1 = A_{2008} - A_{2003} \quad (12)$$

$$D_2 = A_{2012} - A_{2008} \quad (13)$$

Las matrices de diferencias D_1 y D_2 representan una forma de exponer los cambios observados en los requerimientos directos. En la segunda etapa de este análisis nos centramos en rastrear los cambios más importantes en los coeficientes técnicos y que ocasionaron la reducción (aumento) en el coeficiente de consumo intermedio de cada subsector.

Para ello se clasifica la magnitud de las variaciones de los coeficientes de cada columna en 7 categorías: no cambio, pequeño, medio y amplio cambio positivo o negativo. La primer categoría representa una diferencia en cada coeficiente igual a cero y se representa con un número 0. Las segundas, los cambios que oscilan entre 0 y 0.01, entre 0 y -0.01 se señalan con un 1 o un -1 respectivamente. Las terceras, los cambios que oscilan entre 0.011 y 0.1, o entre -0.011 y -0.1, se indican 2 o -2 respectivamente. Y las últimas correspondientes a aquellos cambios mayores a 0.1 o menores a -0.1 se evidencian con un 3 o un -3 respectivamente.

**Cuadro 4.3. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera,
2003-2008**

No.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
SCIAN	311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339	
1 111	2	-2	2	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1
2 112	-1	-1	-2	-1	-1	-2	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	2
3 113	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	0	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	3
4 114	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	4
5 115	-1	-1	-2	1	1	1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	0	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	5
6 211	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
7 212	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7
8 213	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
9 221	1	1	2	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	9
10 222	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	10
11 236	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	11
12 237	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	12
13 238	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	13
14 311	-2	2	1	1	1	-2	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
15 312	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	15
16 313	-1	-1	2	1	-2	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	16
17 314	1	1	-1	2	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	17
18 315	-1	-1	-1	1	-2	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	18
19 316	1	-1	-1	1	1	2	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	19
20 321	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	2	1	20
21 322	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	21
22 323	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	22
23 324	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	3	-2	-1	-2	-2	-1	-1	1	-1	-1	1	-2	23
24 325	1	1	2	2	2	1	2	-1	2	-2	2	2	2	2	1	-2	-2	-1	-1	-1	2	24
25 326	1	-2	-1	-2	-1	2	1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	25
26 327	1	2	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	2	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	26
27 331	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	1	-2	-2	2	-2	2	2	1	2	27
28 332	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	2	-1	-1	1	2	-1	2	28
29 333	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-2	-1	-1	1	1	1	2	2	1	2	-1	-1	29
30 334	1	1	1	-2	2	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-2	3	1	2	-1	2	30
31 335	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	2	31
32 336	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	2	32
33 337	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	33
34 339	1	-1	1	-2	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	1	-1	1	34
35 431	1	-1	2	2	1	1	-1	2	2	-2	1	-2	1	2	1	2	-2	1	-2	1	-2	35
36 481	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	36
37 482	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	37
38 483	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38
39 484	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	39
40 485	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	40
Total 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Total -3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total 2	1	2	5	3	2	2	1	2	3	0	1	2	3	4	1	3	2	1	4	1	6	
Total -2	1	3	3	3	2	3	1	2	2	4	2	5	1	2	1	2	5	1	1	1	3	
TOTAL 3, -3, 2, y -2,	2	5	8	6	4	5	2	4	5	5	3	7	4	6	2	5	8	2	5	2	9	

Fuente: elaboración propia.

CONT. Cuadro 4.3. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera, 2003-2008

No.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
SCIAN	311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339		
41	486	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	41
42	487	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
43	488	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	43
44	491	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	44
45	492	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	45
46	493	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	46
47	511	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	47
48	512	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	48
49	515	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	49
50	517	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	50
51	518	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	51
52	519	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	52
53	521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
54	522	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	54
55	523	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	55
56	524	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	56
57	531	1	-1	-2	-1	-1	1	1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	57
58	532	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	58
59	533	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	59
60	541	-1	-2	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	2	1	1	1	1	60
61	551	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-2	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	61
62	561	1	1	-2	1	-1	2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	2	-1	62
63	562	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	63
64	611	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	64
65	621	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	65
66	622	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	66
67	623	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	67
68	624	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	68
69	711	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	69
70	712	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	70
71	713	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	71
72	721	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	72
73	722	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	73
74	811	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	74
75	812	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	75
76	813	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	76
77	814	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
78	931	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	78
		311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339	
Total 3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Total -3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total 2		1	2	5	3	2	3	1	2	3	0	1	2	3	4	1	3	3	1	4	2	6	
Total -2		1	4	5	3	2	3	1	2	3	5	2	5	1	2	1	2	5	1	1	1	3	
TOTAL 3, -3, 2, y 2.		2	6	10	6	4	6	2	4	6	6	3	7	4	6	2	5	9	2	5	3	9	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4.4. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera, 2008-2012

No.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
SCIAN	311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339		
1	111	-1	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1
2	112	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	2
3	113	-1	0	1	1	1	-1	-2	-1	1	0	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	3
4	114	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	4
5	115	-1	0	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	-1	0	0	0	0	-1	5
6	211	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	6
7	212	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	2	-1	-1	2	-1	1	1	1	1	1	1	-1	7
8	213	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	8
9	221	-1	-1	-2	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	9
10	222	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
11	236	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	11
12	237	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	12
13	238	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	13
14	311	1	2	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	14
15	312	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	15
16	313	-1	-1	-1	-2	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	16
17	314	1	-1	-1	-2	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	17
18	315	-1	-1	-1	1	2	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	18
19	316	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	19
20	321	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	20
21	322	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-2	-2	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	21
22	323	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	22
23	324	1	1	1	-1	1	1	2	1	1	2	-1	1	2	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	23
24	325	-1	1	-2	1	-2	1	-1	1	2	1	-2	2	1	-2	1	1	1	-1	-1	1	-1	24
25	326	1	-1	-1	2	1	2	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-2	25
26	327	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	26
27	331	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-2	-2	-1	27
28	332	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-2	28
29	333	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	2	-2	1	1	-1	-1	29
30	334	1	1	-1	2	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	30
31	335	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	2	1	-1	-2	1	-2	31
32	336	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	1	2	2	-1	-1	32
33	337	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	33
34	339	1	-1	-1	2	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	34
35	431	1	-1	-1	-2	1	-2	2	1	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-1	2	-1	-2	-1	-1	2	35
36	481	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	36
37	482	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	37
38	483	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	38
39	484	1	1	1	-1	1	-1	2	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	39
40	485	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	40
Total 3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total -3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total 2		0	1	1	3	1	1	3	0	1	1	1	1	1	1	0	5	1	2	2	0	3	
Total -2		0	0	2	3	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	0	1	1	2	2	0	3	
TOTAL 3, -3, 2, y 2,		0	1	3	6	2	2	4	1	2	3	4	2	2	4	0	6	2	4	4	0	6	

Fuente: elaboración propia.

CONT. Cuadro 4.4. Diferencias en los vectores columna de la industria manufacturera, 2008-2012

No.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
SCIAN	311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339		
41	486	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	41	
42	487	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	42	
43	488	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43	
44	491	1	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	-1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	44	
45	492	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	45	
46	493	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	46	
47	511	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	47	
48	512	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	48	
49	515	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	49	
50	517	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	50	
51	518	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	51	
52	519	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	52	
53	521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	
54	522	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	54	
55	523	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	55	
56	524	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	56	
57	531	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	57	
58	532	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	58	
59	533	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	59	
60	541	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	60	
61	551	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	61	
62	561	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	62	
63	562	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	63	
64	611	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	64	
65	621	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	65	
66	622	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	66	
67	623	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	67	
68	624	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	68	
69	711	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	69	
70	712	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	70	
71	713	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	71	
72	721	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	72	
73	722	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	73	
74	811	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	74	
75	812	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	75	
76	813	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	76	
77	814	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	
78	931	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	
		311	312	313	314	315	316	321	322	323	324	325	326	327	331	332	333	334	335	336	337	339	
Total 3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total -3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total 2		0	1	1	3	1	1	3	0	1	1	1	1	1	1	0	5	1	2	2	0	3	
Total -2		0	0	2	3	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	0	1	1	2	2	0	3	
TOTAL 3, -3, 2, y 2.		0	1	3	6	2	2	4	1	2	3	4	2	2	4	0	6	2	4	4	0	6	

Fuente: elaboración propia.

Las variaciones medias positivas o negativas indicadas con un 2 y un -2 se identifican con un recuadro negro, las variaciones amplias indicadas con un 3 y un -3 se identifican con un recuadro negro y están sombreadas con gris. Los cuadros 4.3 y 4.4 nos permiten identificar los cambios en los coeficientes técnicos según su magnitud. De los 78 subsectores que conforman las matrices homologadas de insumo-producto de 2003, 2008 y 2012, los 21 subsectores manufactureros ocupan las posiciones numeradas del 14 al 34, en la primer fila de cada cuadro se presenta el código SCIAN de cada subsector.

En ambos periodos, se observa que las variaciones de mayor magnitud, representadas con un recuadro y que toman los valores 2, -2, 3 y -3, se concentran principalmente en los vectores fila correspondientes a la industria manufacturera. Del cuadro 4.3 se puede observar que entre 2003 y 2008 los vectores columna de la industria manufacturera con el mayor número de coeficientes que registraron variaciones de magnitud media y alta fueron: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) y otras industrias manufactureras (339).

El subsector de fabricación de insumos textiles (313) mostró una variación de magnitud media en 10 de sus 78 coeficientes técnicos, de los cuáles 5 mostraron variación positiva y 5 variación negativa. De forma detallada se observa que este subsector aumentó sus requerimientos de los insumos provenientes de los subsectores de agricultura (111), energía eléctrica (221) y la industria química (325). Por el contrario, redujo sus requerimientos de insumos de los subsectores cría y explotación de animales (112), servicios a actividades agropecuarias (115) y derivados del petróleo (324). En ese sentido, podemos argumentar que el cambio técnico de este subsector probablemente está relacionado con la mejora en la calidad de los insumos básicos que requiere para su producción.

Por su parte, el cambio técnico experimentado por el subsector de fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) fue muy distinto, se observa que 9 de sus 78 coeficientes técnicos tuvieron una variación de magnitud media y amplia, de los cuales 4 tuvieron variación positiva y 5 negativa. Resulta muy

interesante que este sector incrementó sus requerimientos de insumos provenientes de los subsectores: maquinaria y equipo (333), de sí mismo (334), otras manufacturas (339) y servicios profesionales, científicos y técnicos (541). Es decir, podemos afirmar que el cambio en la técnica de este sector está fuertemente encaminado a la tecnificación y a la mejora de los procesos productivos, incluso a la reducción en el uso de mano de obra, lo cual es consistente con el análisis anterior ya que fue el subsector que entre 2003 y 2008 mostró el mayor incremento en su coeficiente de consumo intermedio (véase cuadro 4.2).

Por último, el tercer subsector que mostró un cambio importante en 9 de sus coeficientes técnicos en el periodo 2003-2008 fue el subsector de otras industrias manufactureras (339), el caso de este subsector es muy peculiar. Los 6 coeficientes de 9 que mostraron una variación positiva se encuentran en subsectores pertenecientes a la industria manufacturera, es decir, es un subsector que aumentó la intensidad con la que utiliza insumos provenientes de la industria química (325), industrias metálicas básicas (331), productos metálicos (332), fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334), fabricación de accesorios y aparatos eléctricos (335) y equipo de transporte (336). Este es un subsector cuyas industrias componentes, sin lugar a dudas, están apostando por una mayor tecnificación de su proceso productivo y que se traduce en un incremento importante en su coeficiente de consumo intermedio (ver cuadro 4.2).

Por otro lado se puede ver que entre 2003 y 2008 la distribución de los productos de los subsectores fabricación de productos derivados del petróleo (324), industria química (325), industria del plástico y del hule (326) e industrias metálicas básicas (331) ha sufrido también los cambios más altos, ya que son las filas con mayor número de variaciones medias y altas. Sorprende, que para el periodo 2008-2012, casi los mismos subsectores son los que más han visto cambiar sus coeficientes de distribución; en este periodo encontramos a los subsectores industria química (325), industrias metálicas básicas (331) y fabricación de equipos de computación, comunicación, etc. (334).

Respecto al periodo 2008-2012, se puede ver que el número de coeficientes por subsector que mostraron una variación de magnitud media y alta se redujo en comparación con los del primer periodo, de hecho se observa que ningún coeficiente técnico mostró una variación de magnitud alta. En este periodo los tres subsectores con mayores variaciones de magnitud media fueron (ver cuadro 4.4): fabricación de productos textiles (314), fabricación de maquinaria y equipo (333) y otras industrias manufactureras (339), lo que es coherente con el hecho de que son los subsectores con la mayor reducción en sus coeficientes de consumo intermedio (ver cuadro 4.2).

En cuanto al subsector fabricación de productos textiles (314) vemos que de los 6 coeficientes con variación media, 3 aumentaron y 3 disminuyeron. Estas variaciones se dieron en su gran mayoría en los subsectores de la industria manufacturera, se observa que sus requerimientos de insumos de la industria del plástico y del hule (326), fabricación de equipos de computación, comunicación, etc. (334) y otras industrias manufactureras (339) aumentaron, mientras que sus requerimientos de insumos textiles (313) y comercio (432) se vieron reducidos.

Por otro lado, se observa que el subsector fabricación de maquinaria y equipo (333), tiene el mayor número (6) de variaciones de magnitud media y amplia. Lo cual también es consistente con el análisis del cuadro 4.2 ya que fue el subsector que mostró el mayor aumento en la magnitud de su coeficiente de consumo intermedio. Mirando a detalle el cuadro 4.4 se puede ver que este subsector aumentó considerablemente el uso de los insumos que suministran los subsectores: fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334), fabricación de accesorios y aparatos eléctricos(335), equipo de transporte (336) y comercio (431). El aumento en el uso de estos insumos sin lugar a dudas también está relacionado con la sustitución de la mano de obra (véase la reducción en el coeficiente de empleo, cuadro 4.2) ya que ha aumentado el uso de bienes de capital.

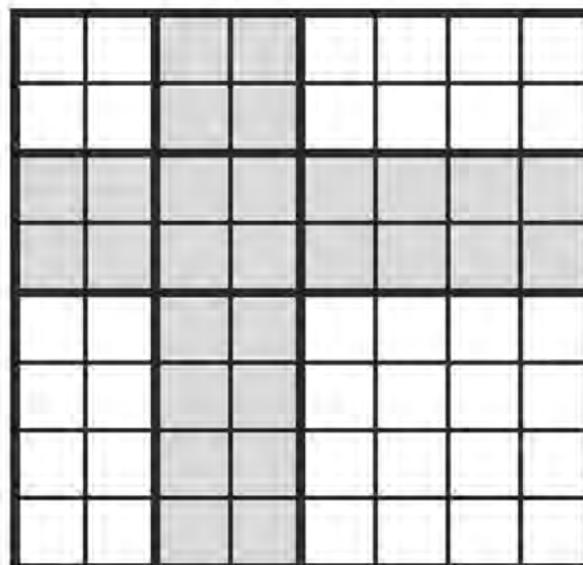
En cuanto al subsector de otras industrias manufactureras (339) nuevamente se observa que los mayores cambios se experimentaron en los coeficientes

relacionados a la industria manufacturera. En esta ocasión, de los 6 coeficientes con cambios importantes, 3 aumentaron y 3 redujeron. El uso de los insumos provenientes de las industrias metálicas básicas (331) y fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) se intensificó, mientras que el uso de los insumos de la industria del plástico y hule (326), productos metálicos (332) y accesorios y aparatos eléctricos (335) se contrajo.

Rápidamente se puede ver que en ambos periodos, la distribución del producto del subsector comercio (431) es una de las que ha experimentado los cambios más elevados. Existen sectores que intensifican el uso del factor comercio mientras que hay otros que lo han reducido.

Por último, como este trabajo se centra en analizar el cambio técnico en los sectores manufactureros mexicanos, del total de coeficientes contenidos en las matrices de México ($78 \times 78 = 6,084$), nos enfocamos en analizar el cambio de las 2,835 celdas relacionadas a la industria manufacturera ($(78 \times 21) + (21 \times 57)$), las cuáles representan los 21 vectores columna de la técnica de producción de los 21 subsectores manufactureros y la parte (no repetida) de las 21 filas relacionadas a la distribución de los insumos manufactureros.

Figura 4.1. Coeficientes a analizar

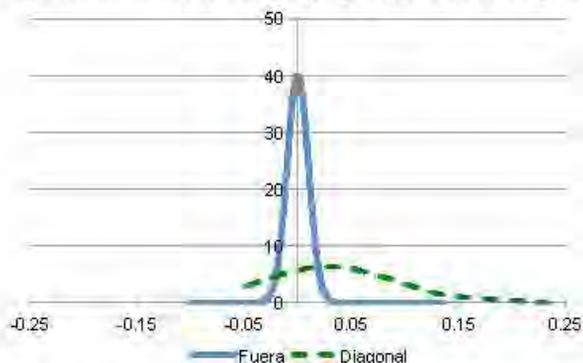


Fuente: Elaboración propia.

Cada subsector tiene la posibilidad de hacer uso de los insumos que ofrecen los 77 subsectores diferentes de él y de los que ofrece él mismo; y a su vez pueden vender sus productos a los 77 subsectores o a sí mismo. El esquema de la figura 4.1 representa en gris la parte de las matrices de diferencias que se analizará. Con la finalidad de simplificar el análisis, se considera que solo los coeficientes en los que las diferencias en valor absoluto sean mayores a 0,0001 serán registradas como un cambio en el coeficiente, y las magnitudes de D_1 y D_2 se clasifican según correspondan a coeficientes fuera de la diagonal y coeficientes de la diagonal. Las gráficas 4.1 y 4.2 muestran la distribución de las diferencias de los coeficientes fuera de la diagonal y de la diagonal. Se puede observar que las diferencias de los coeficientes fuera de la diagonal son casi simétricas y están distribuidas cerca del valor cero. Por su parte, la media de la distribución de los coeficientes de la diagonal se encuentra en un valor mayor a cero para el caso del periodo 2003-2008, y muy cerca del cero en el caso del periodo 2008-2012.

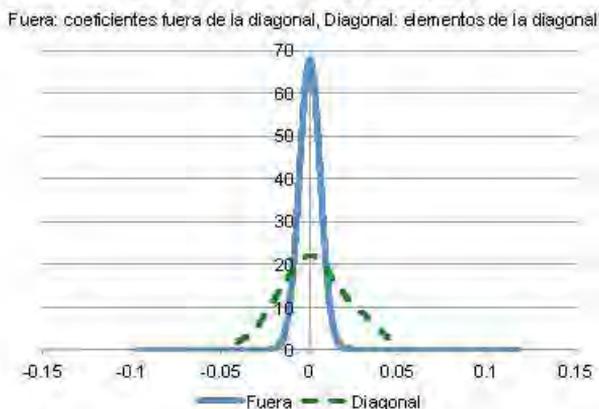
Gráfica 4.1. Distribución de las diferencias en los coeficientes técnicos de la industria manufacturera de 2003 y 2008.

Fuera: coeficientes fuera de la diagonal, Diagonal: elementos de la diagonal



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 4.2. Distribución de las diferencias en los coeficientes técnicos de la industria manufacturera de 2008 y 2012.



Además vale la pena señalar que en el primer periodo, el 95 por ciento de los coeficientes técnicos fuera de la diagonal registraron una diferencia que oscila entre -0.0198 y 0.0193; para 2008 y 2012, el 95 por ciento de los coeficientes mostró una diferencia entre -0.0095 y 0.0101. Éstas diferencias son pequeñas pero muchos de los coeficientes comparados son incluso de menor magnitud.

El cuadro 4.5 muestra las estadísticas básicas de las diferencias en los coeficientes técnicos de la manufactura. De la comparación del número de elementos negativos fuera de la diagonal con el número de elementos positivos con mayor variación es posible argumentar que en el primer periodo los coeficientes de los vectores de la manufactura del 2008 en general son de menor magnitud que los de 2003. Esto es así porque 1,003 de los 1,790 coeficientes técnicos manufactureros fuera de la diagonal con diferencia mayor a 0.0001 mostraron una reducción entre 2003 y 2008.

Por su parte, en el segundo periodo, el número de coeficientes con diferencia positiva es ligeramente mayor a aquellos en los que su valor se redujo, por ello se

podría decir que la matriz de coeficientes de 2012 es ligeramente mayor a la de 2008. Esto es así porque 704 de los 1,340 coeficientes técnicos manufactureros fuera de la diagonal con diferencia mayor a 0.0001 mostraron un aumento en su valor entre 2008 y 2012.

Por otro lado, se puede ver que la media en valor absoluto y la desviación estándar de las diferencias de los coeficientes fuera de la diagonal y en la diagonal son siempre mayores en los elementos positivos que en los negativos, esto sugiere que el aumento en los coeficientes técnicos manufactureros tiende a ser ligeramente mayor a la disminución de los coeficientes y que las diferencias positivas tienden a estar más dispersas.

Cuadro 4.5. Estadísticas de las diferencias en los coeficientes técnicos de la manufactura, 2003–2008 y 2008–2012.

Coeficientes	Categoría	Número de coeficientes	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Fuera de la diagonal: $i \neq j$					
2003-2008	$d_{ij} \geq 0.0001$	787	0.0053	0.0129	2.41
	$ -d_{ij} \geq 0.0001$	1,003	0.0048	0.0101	2.09
2008-2012	$d_{ij} \geq 0.0001$	704	0.0037	0.0089	2.42
	$ -d_{ij} \geq 0.0001$	636	0.0026	0.0065	2.51
Diagonal: $i=j$					
2003-2008	$d_{ij} \geq 0.0001$	13	0.0562	0.0647	1.15
	$ -d_{ij} \geq 0.0001$	7	0.0153	0.0171	1.12
2008-2012	$d_{ij} \geq 0.0001$	11	0.0117	0.0151	1.29
	$ -d_{ij} \geq 0.0001$	10	0.0109	0.0132	1.21

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, el valor del coeficiente de variación sugiere que los coeficientes fuera de la diagonal tienden a alejarse entre 2 y 2.5 por ciento de la media, y que los coeficientes de la diagonal se alejan entre 1.1 y 1.3 por ciento de la media; por lo que se puede concluir que en ambos casos, la media es altamente representativa.

De acuerdo con Leontief (1951) y Stone (1961), los coeficientes de una matriz tienden a cambiar en el tiempo en forma bi-proporcional, por lo que los cambios en

los coeficientes técnicos se deben a dos efectos, el sustitución y el fabricación. El primero opera sobre las filas y mide la importancia de ahorrar en ciertos materiales más que en otros, registra la medida en que el producto del i -ésimo sector ha sido reemplazado por, o usado como sustituto de, otros productos sectoriales en la producción. Por su parte, el efecto fabricación opera sobre las columnas y mide el ahorro en insumos intermedios en relación con el uso de los factores de producción primarios, registra la medida en que la proporción de insumos intermedios tiende a reducirse en el sector j -ésimo.

De las matrices de diferencias con elementos d_{ij} es posible registrar la media de los coeficientes fuera de la diagonal, positivos y negativos de aquellos cuya diferencia en valor absoluto es mayor a 0.0001 (véase Östblom, 1989):

$$e = \frac{\sum_i^n \sum_j^n d_{ij}}{(n(n-1)-k)} \quad i \neq j; \quad k = \text{número de } |d_{ij}| \leq 0.0001 \quad (14)$$

$$e_j = \frac{\sum_i^n d_{ij}}{((n-1)-k_j)} \quad i \neq j; \quad k_j = \text{número de } |d_{ij}| \leq 0.0001 \text{ en la columna } j \quad (15)$$

$$e_i = \frac{\sum_j^n d_{ij}}{((n-1)-k_i)} \quad i \neq j; \quad k_i = \text{número de } |d_{ij}| \leq 0.0001 \text{ en la fila } i \quad (16)$$

donde: e es la media de todas las diferencias de los coeficientes fuera de la diagonal que son mayores en valor absoluto a 0.0001; la media e_j es la media de las diferencias de los coeficientes fuera de la diagonal que se encuentran en la columna j de las matrices D_1 y D_2 ; la media e_i registra el valor medio de las diferencias de los elementos fuera de la diagonal que se encuentran en la fila i de las matrices D_1 y D_2 . La dirección del cambio en la técnica entre dos periodos se indica por la media e . Si esta media es negativa, los coeficientes técnicos del último año son en promedio menores que los del año precedente. El valor de las medias e_i y e_j que se encuentran en la parte baja del cuadro 4.6 indican la contribución a este cambio de los coeficientes técnicos de una fila o una columna. De la inspección de los e_i y los e_j podremos concluir si el cambio en la técnica se ha dado por el efecto sustitución o por el efecto fabricación (Östblom, 1989).

El cuadro 4.6 muestra para los periodos 2003–2008 y 2008–2012 la distribución de la media de las diferencias en las columnas y filas según el signo y la magnitud de la variación. En la parte baja del cuadro 4.6 se muestran los valores de cada una de las medias.

Se encuentra que, en ambos casos, la media por columna e_j está dominada por los vectores cuyas medias son negativas. Es decir, el número de vectores en los que la variación media es negativa es mayor que el número en los que la variación media es positiva. Esto quiere decir que el efecto fabricación ocasionó cambio técnico; en el primer periodo, 12 de los 21 subsectores manufactureros mostraron en promedio una reducción en su valor medio; mientras que en el segundo periodo 11 de los 21 mostraron una reducción. Dicho de otro modo, la mayoría de las celdas correspondientes a los vectores columna de la industria manufacturera mostraron una reducción en su valor.

Cuadro 4.6. Media de las diferencias en los coeficientes por filas y columnas

Categoría	Diferencia 2003-2008				Diferencia 2008-2012			
	Por columna		Por fila		Por columna		Por fila	
	e_j	$-e_j$	e_i	$-e_i$	e_j	$-e_j$	e_i	$-e_i$
0.00701-0.008	0	0	0	1	0	0	0	0
0.00601-0.007	0	1	0	0	0	0	0	0
0.00501-0.006	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00401-0.005	0	0	1	0	0	0	4	0
0.00301-0.004	0	0	1	1	0	0	1	0
0.00201-0.003	0	0	0	1	1	1	1	1
0.00101-0.002	1	3	2	2	0	2	1	1
0.0001-0.001	8	7	6	6	7	6	3	4
<0.0001	0	1	0	0	2	2	3	2
Total =	9	12	10	11	10	11	13	8
	e= -0.000000000084				e= 0.000000000074			
	Media para e_j : -0.00053		Media para e_i : -0.00004		Media para e_j : -0.00004		Media para e_i : 0.00102	
	Media para e_i : -0.00025		Media para e_j : 0.00102		Media para e_j : -0.00004		Media para e_i : 0.00102	

Fuente: elaboración propia.

Los subsectores que mostraron el mayor número de celdas con reducción en su valor por columna en el primer periodo fueron: Fabricación de productos derivados

del petróleo y del carbón (324), Industria química (325), Fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) e Industrias metálicas básicas (331). Y para el segundo periodo fueron los mismos menos el subsector 331 y más la Fabricación de equipo de transporte (336).

Para la media por fila e_i , encontramos que en el primer periodo los vectores con medias negativas también fueron mayores a los vectores con medias positivas, sin embargo, para el segundo periodo ésta tendencia se revirtió. Que el número de vectores con medias menores a cero sea mayor, indica que hubo un efecto sustitución importante, ocasionando que el producto del subsector i fuera reemplazado por algún otro producto. Un cambio en la técnica de producción que responde a que los insumos requeridos por otras empresas tienden a ser cambiados según el mejoramiento de los productos. En el primer periodo 11 de los 21 subsectores mostraron una reducción en el valor medio de sus coeficientes por fila, en el segundo periodo 8 de 21 se encontraron en esta situación.

En el primer periodo los subsectores que mostraron el mayor número de celdas con reducción en el valor medio de e_i son: Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324), Industria del plástico y del hule (326), Otras industrias manufactureras (339) y Fabricación de insumos textiles (313). Para el segundo periodo, fueron: Industria química (325), Industrias metálicas básicas (331), Fabricación de muebles (337) y Fabricación a base de minerales (327).

Esta tendencia sugiere que entre 2003 y 2008 el cambio técnico que predominó en la industria manufactura se caracterizó por mostrar una reducción en el valor medio de los coeficientes técnicos. Otro dato interesante es que los productos manufactureros que están siendo sustituidos por otros son los que tienden a contaminar más y que en muchos casos están siendo sustituidos por productos con tecnologías más verdes; el valor medio de los cambios en los coeficientes técnicos por fila de los subsectores Industria química (325), Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324), Industria del plástico y del hule (326), es negativo.

Por último, la información contenida en el cuadro 4.6 deja ver que, para el periodo 2003–2008, el valor medio e de todos los coeficientes tiende a ser ligeramente negativo, lo que indica que los coeficientes manufactureros de 2008 tienden a ser menores a los de 2003. Esto se refuerza por el hecho de que para el mismo periodo, los valores medios por fila y por columna son menores en 2008 que en 2003. Para el segundo periodo, la situación es diferente ya que el valor medio e de todos los coeficientes es ligeramente positivo, lo cuál se explica porque el cambio positivo en los coeficientes por fila ha superado el cambio negativo observado en las columnas, por ello se concluye que en promedio los coeficientes de la matriz de 2012 son ligeramente mayores a los de la matriz de 2008.

4.4. Conclusiones preliminares

En este capítulo se realizan diversos ejercicios estadísticos con la finalidad de medir el cambio en la técnica de producción de las industrias manufactureras. El análisis del cambio técnico mediante el análisis de insumo-producto requiere que las matrices estén valuadas a un mismo nivel de precios, por ello se obtuvo la matriz de insumo-producto de 2003 a precios del 2008 haciendo uso del método RAS. Por otro lado, se destaca que los precios que permiten realizar un mejor análisis de este tipo son los básicos, en este caso los precios básicos de 2008. Además, con la finalidad de obtener el mayor acercamiento posible a la técnica de producción de los subsectores manufactureros se decidió trabajar con las matrices totales, las cuáles registran los requerimientos directos de insumos tanto internos como importados.

La técnica de producción de los sectores manufactureros se representa en la matriz de insumo-producto ya que ésta muestra el conjunto de los factores de producción que se combinan durante el proceso así como las cantidades a utilizar de cada uno. Los factores de producción que se combinan en las matrices los podemos clasificar en insumos intermedios (materias primas) e insumos primarios (trabajo y capital). La medición del cambio en la técnica se puede realizar en dos etapas. En la primera, se identifica el cambio en la intensidad con la que se utilizan

los insumos intermedios y los insumos primarios, y en la segunda se analiza el cambio en el uso de los diferentes insumos intermedios.

Se encontró que en el periodo 2003-2008 la mayoría de los coeficientes de consumo intermedio mostró una variación positiva, pero que el valor promedio de las diferencias de los coeficientes técnicos relacionados a la industria manufacturera mostró una tendencia a la baja. Esto se explica porque la magnitud en la que aumentaron algunas de las celdas fue superior a la reducción del resto de coeficientes del subsector en cuestión, es decir, en la mayoría de los casos, la variación en el coeficiente de consumo intermedio se determinó por la variación de magnitud media y alta de un número reducido de celdas.

Adicionalmente, el hecho de que los coeficientes técnicos de la industria manufacturera de 2008 sean ligeramente menores a los de 2003 tanto por fila como por columna implica una ligera reducción en la intensidad de uso de los insumos intermedios. Sin embargo, ya vimos que el cambio técnico de los subsectores manufactureros se caracterizó por el aumento en el uso de insumos intermedios, por ello, es muy probable que el cambio técnico de los subsectores que no pertenecen a la industria manufacturera se determine por la disminución en el uso de insumos intermedios.

Se observa también que aquellos subsectores en los que el cambio en el coeficiente de consumo intermedio fue mayor, tienden a ser aquellos con el mayor número de variaciones en los coeficientes técnicos de media y amplia magnitud. En este periodo, los subsectores que intensificaron el uso de insumos intermedios y que además mostraron cambios importantes en el uso de éstos fueron: Fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334), Otras industrias manufactureras (339).

De este análisis se encontró que los sectores manufactureros que más han experimentado el efecto sustitución son el de Industria química (325), Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324), Industria del plástico y del hule (326), entre otros.

Por su parte, entre 2008 y 2012, la mayoría de los subsectores experimentó una reducción en el uso de los insumos intermedios, es decir, un aumento en el uso de insumos primarios. En cuanto a los cambios en los coeficientes técnicos, se observan que estos fueron de menor magnitud pero que hay subsectores, como el Fabricación de maquinaria y equipo (333), en los que sus coeficientes cambiaron en media y amplia magnitud. Además este periodo se caracteriza por tener un valor medio de las diferencias en los coeficientes de la manufactura ligeramente positivo, y que se explica porque el valor medio por columna fue negativo pero positivo por fila.

En conclusión, la información sugiere que en el periodo 2003-2008 el cambio técnico mostró una tendencia hacia el ahorro de insumos primarios, lo que significa que la magnitud en la que aumentaron algunos coeficientes contrarrestó la disminución experimentada de manera generalizada en los coeficientes de la manufactura. En cambio, el periodo 2008-2012 se caracteriza por un cambio técnico con tendencia al ahorro de insumos intermedios. Aunque en promedio los coeficientes manufactureros de 2012 son ligeramente mayores a los de 2008, nuevamente la magnitud de la reducción en los coeficientes parece ser mayor que la magnitud del aumento.

CAPÍTULO 5. EL EFECTO DEL CAMBIO TÉCNICO EN EL EMPLEO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN MÉXICO, 2003-2012

Dentro del análisis de Insumo-Producto, la técnica de la descomposición estructural fue la que se utilizó para la obtención de las magnitudes del efecto desplazamiento y el efecto compensación. La descomposición estructural se realizó por pares de matrices de insumo-producto, el primer par, se conforma por las matrices de 2003 y 2008, y el segundo por las matrices de 2008 y 2012.

La descomposición estructural nos permitió desagregar los cambios en la variable empleo en los cambios de todas las variables determinantes de la misma, de tal forma que fue posible identificar cuánto, en términos de empleo, aporta cada una de las variables determinantes a la variación del empleo. En ese sentido, el cálculo de las magnitudes del efecto desplazamiento y compensación se basó en el análisis de descomposición estructural.

En este capítulo se presenta por un lado la especificación formal de la descomposición estructural del empleo por la oferta y por la demanda, y por otro lado, se presentan los resultados de la descomposición estructural total del empleo. Las matrices de insumo producto de México que se utilizaron están homologadas, es decir, desagregadas en un mismo número de subsectores equivalentes, a precios básicos de 2008 y en millones de pesos (véase capítulo 2).

El efecto desplazamiento observable con la metodología planteada mide el número de empleos destruidos, o generados, por el cambio en la técnica de producción de cada sector y de todo el aparato productivo. Por su parte, el efecto compensación observable en este trabajo, registra los empleos generados o destruidos a causa de dos mecanismos de mercado que de acuerdo con la teoría deberían operar para contrarrestar el efecto negativo del cambio técnico sobre el empleo.

Los resultados muestran que existe heterogeneidad entre los subsectores de la industria manufacturera en términos del cambio técnico que aplican, del efecto que este tiene sobre el empleo y de la capacidad de los mecanismos para revertir los efectos en el empleo causados por el cambio técnico. Además, se observa que

existen subsectores en los que sus características se mantienen a lo largo de los dos periodos analizados, pero que existen otros en los que cambiaron. Por ello, de acuerdo a las características que mantuvieron en los dos periodos, se clasifican los 21 subsectores en 4 grupos. Estos grupos a su vez son compatibles con la agrupación realizada en el capítulo 3 donde se explora la evolución de la productividad laboral y de las capacidades tecnológicas por grupos.

Este capítulo se divide en diez apartados, los primeros cuatro se dedican a la explicación de la técnica de descomposición estructural y su aplicación al caso del empleo, del coeficiente de empleo y del valor bruto de la producción. En el apartado cinco se presentan algunas consideraciones para el caso de la manufactura en México y el modelo de empleo planteado. En el sexto se resume el tipo de cambio técnico llevado a cabo por cada subsector, para en el séptimo apartado mostrar las magnitudes de los efectos desplazamiento, compensación y neto. En el octavo y noveno apartado se identifican algunos patrones en cuánto al cambio técnico observado y su efecto en el empleo, se abordan las implicaciones y se discuten los resultados. Por último se presentan las conclusiones de este capítulo.

5.1. La descomposición estructural del empleo

La idea central del análisis de descomposición estructural es que los cambios de una variable dada pueden descomponerse, en forma aditiva, en cambios en los factores determinantes de la misma (Schuschny, 2005). En este caso nos interesa analizar los cambios en el nivel de empleo, para ello definimos que el nivel de empleo está determinado por el coeficiente de uso del empleo multiplicado por el nivel de producción:

$$l_t = \hat{\lambda}_t x_t \quad (1)$$

donde l_t es el vector columna de empleos por rama, $\hat{\lambda}_t$ es el vector diagonalizado de los coeficientes de uso del empleo y x_t es el vector columna de cantidades producidas. Por lo tanto, el cambio en el empleo de una rama puede descomponerse, en forma aditiva, en cambios en el coeficiente de uso de empleo

y en cambios en la cantidad producida; considerando el modelo en (1) para dos periodos en el tiempo t y $t-1$ tenemos que:

$$\Delta l = l_t - l_{t-1} = \hat{\lambda}_t x_t - \hat{\lambda}_{t-1} x_{t-1} \quad (2)$$

Sumando un cero $(\hat{\lambda}_t x_{t-1} - \hat{\lambda}_t x_{t-1})$ al lado derecho de la ecuación (2) y agrupando términos se obtiene que:

$$\Delta l = l_t - l_{t-1} = \Delta \hat{\lambda} x_{t-1} + \hat{\lambda}_t \Delta x \quad (3)$$

Análogamente, sumando un cero $(\hat{\lambda}_{t-1} x_t - \hat{\lambda}_{t-1} x_t)$ al lado derecho de la ecuación (2) y agrupando términos se obtiene una segunda descomposición del empleo.

$$\Delta l = l_t - l_{t-1} = \Delta \hat{\lambda} x_t + \hat{\lambda}_{t-1} \Delta x \quad (4)$$

Las ecuaciones (3) y (4) son las descomposiciones polares-espejo¹⁵ del empleo asociado al valor bruto de la producción a precios constantes e indican que el cambio en el empleo (Δl) es el resultado de dos efectos, el cambio en el coeficiente de empleo ($\Delta \hat{\lambda}$) y el cambio en la producción bruta a precios constantes (Δx), ponderados cada uno por $\hat{\lambda}$ o x en t y $t-1$.

Como se observa, la representación de la descomposición estructural no es única, el número de descomposiciones posibles crece con la cantidad de variables que participan en ella¹⁶. No obstante, en diversos trabajos se ha demostrado que el promedio de todas las descomposiciones posibles se aproxima al promedio de las dos descomposiciones polares-espejo que se obtienen de intercambiar el tiempo en las variables que participan en la descomposición (Dietzenbacher y Los, 1998, De Haan, 2001).

Finalmente, el promedio de las dos descomposiciones polares-espejo nos permitirá obtener la descomposición del cambio en el empleo asociado a variaciones en el coeficiente de empleo y en la producción (ver cuadro 5.1).

¹⁵ Son las descomposiciones que se obtienen de intercambiar entre sí el tiempo. La ecuación (3) pondera las variaciones en el coeficiente de empleo con el valor bruto de la producción del periodo $t-1$, mientras que la ecuación (4) las pondera con el valor bruto de la producción en t .

¹⁶ El número de descomposiciones posible es $n!$, donde n es el número de variables determinantes del modelo (véase Dietzenbacher y Los, 1998).

Cuadro 5.1. Descomposición del empleo asociado a la producción.

$\Delta l = \frac{1}{2}(\Delta \hat{\lambda} x_{t-1} + \Delta \hat{\lambda} x_t)$	Coeficiente de empleo
$+ \frac{1}{2}(\hat{\lambda}_t \Delta x + \hat{\lambda}_{t-1} \Delta x)$	Producción

Fuente: elaboración propia.

Cuando el cambio en el coeficiente de trabajo requerido es negativo significa que se ha desplazado el uso del trabajo por el de otros factores, es decir, el efecto desplazamiento es resultado de adoptar una técnica ahorradora de trabajo. El cambio en la producción bruta, si es positivo puede compensar el efecto desplazamiento mediante un efecto compensación, este último puede provenir de cambios en los determinantes de la demanda.

La descomposición del empleo del cuadro 5.1 también se puede representar mediante tasas de crecimiento (véase apéndice 1), donde la tasa de crecimiento del empleo es resultado de la tasa de crecimiento del coeficiente de uso del empleo, de la tasa de crecimiento de la producción y de la tasa de crecimiento generada por la interacción de las dos variables:

$$tc(l) = tc(\hat{\lambda})_l + tc(x) + tc(\hat{\lambda}) tc(x) \quad (5)$$

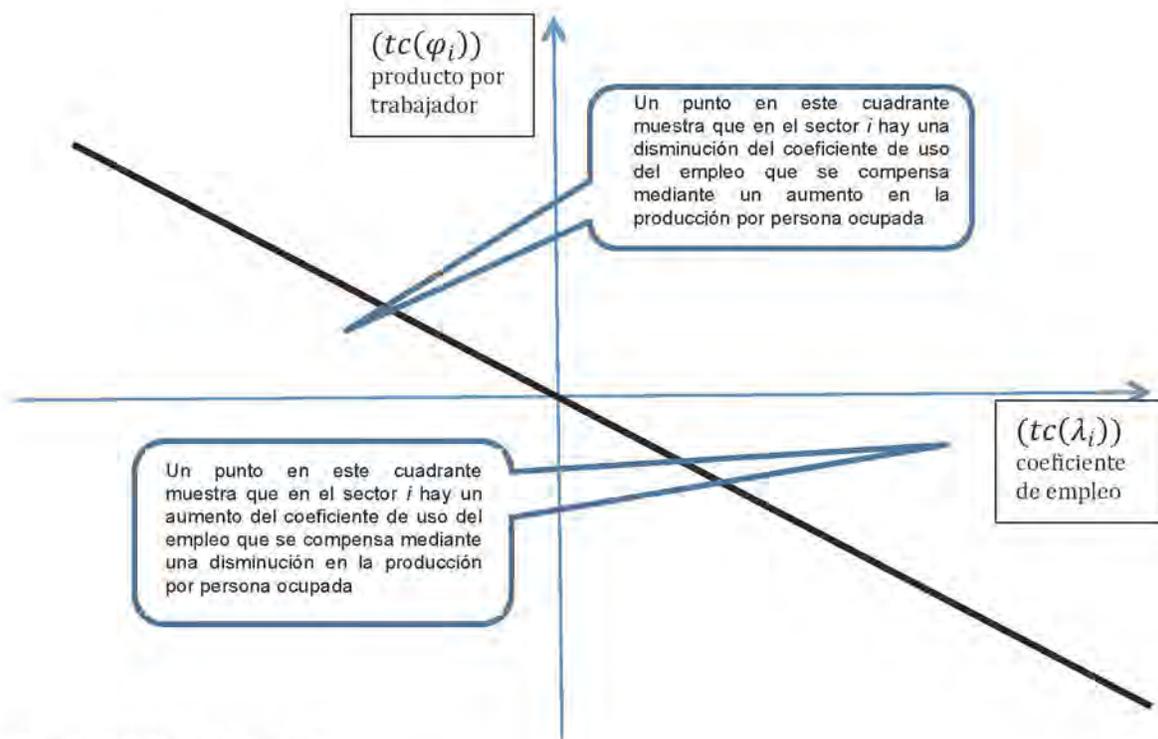
En ese sentido, cuando el empleo no crece, ello es así porque es posible que el crecimiento de una de las variables pueda balancearse con el decrecimiento de la otra, es decir, si el coeficiente de empleo disminuye, existirá desplazamiento de empleo por razones tecnológicas, que pueden ser balanceadas por la producción y viceversa. La ecuación (5) también puede escribirse como (ver apéndice 1):

$$-tc(\hat{\varphi})_l = tc(\hat{\lambda})(1 + tc(\hat{\lambda}))^{-1}_l \quad (6)$$

donde la tasa de crecimiento de la producción por trabajador ($\varphi = \hat{l}_t^{-1} x_t$) es igual a la tasa de crecimiento del coeficiente de empleo sobre su factor de crecimiento. A través de la ecuación (6) es posible identificar que el crecimiento en una de las variables se compensa con el decrecimiento de la otra y viceversa. De manera gráfica, la relación entre las tasas de crecimiento del coeficiente de empleo y la producción por trabajador, deberá tomar la forma de la gráfica 5.1.

Para poder identificar con claridad el efecto que el cambio técnico ha tenido sobre el empleo, se plantea encontrar las descomposiciones estructurales del coeficiente de empleo ($\Delta\hat{\lambda}$) y de la producción bruta (Δx) con la finalidad de identificar los factores que a su vez determinan la variación de estas variables y poder sustituirlas en la descomposición del cuadro 5.1 para obtener una gran descomposición del empleo en la cuál sean observables todos los factores que determinan la variación del empleo. En el apartado cuatro se muestra la descomposición estructural del coeficiente de empleo y en el cinco la descomposición de la producción.

Gráfica 5.1. Coeficiente de uso de empleo y producción por trabajador



Fuente: elaboración propia.

5.2. La descomposición estructural del coeficiente de empleo

Considerando que los cambios en la producción se observan por el lado de la oferta y recordando que el valor bruto de la producción es igual a la suma del costo de sus componentes por origen: insumos intermedios internos e importados,

impuestos indirectos, salarios, excedente bruto de operación e impuestos directos de cada rama, tenemos que:

$$x'_t = n'_t + t_1'_t + w'_t + s'_t + t_2'_t \quad (7)$$

donde n'_t representa el vector fila de consumo de insumos intermedios internos e importados¹⁷, $t_1'_t$ es el vector fila de impuestos indirectos netos de subsidios sobre bienes y servicios, w'_t representa el vector fila de masa salarial, s'_t es el vector fila de excedente bruto de operación y $t_2'_t$ el vector fila de impuestos directos sobre las remuneraciones a los factores de producción.

El consumo intermedio (n'_t) y los salarios (w'_t) pueden escribirse como resultado de los parámetros de requerimientos tecnológicos directos de insumos y de la cantidad producida:

$$n'_t = l'A_t \hat{x}_t, \quad (8)$$

$$w'_t = \omega'_t \hat{\lambda}_t = \omega'_t \hat{\lambda}_t \hat{x}_t \quad (9)$$

donde ω'_t es el vector fila de la tasa unitaria de salario de cada rama. Reemplazando ambas expresiones en la identidad contable (7) se obtiene:

$$x'_t = (l'A_t + \omega'_t \hat{\lambda}_t) \hat{x}_t + t_1'_t + s'_t + t_2'_t \quad (10)$$

posmultiplicando ambos miembros por \hat{x}_t^{-1} resulta:

$$l' = l'A_t + \omega'_t \hat{\lambda}_t + t_1'_t \hat{x}_t^{-1} + s'_t \hat{x}_t^{-1} + t_2'_t \hat{x}_t^{-1}$$

$$l' = l'A_t + \omega'_t \hat{\lambda}_t + \tau_1'_t + \zeta'_t + \tau_2'_t \quad (11)$$

La ecuación (11) representa los costos unitarios de cada sector, donde $l'A_t$ denota el consumo de insumos por unidad de producción, $\omega'_t \hat{\lambda}_t$ el salario por unidad de producción, $\tau_1'_t$ es la proporción de impuestos indirectos sobre bienes y servicios por unidad de producción, ζ'_t es la proporción de excedente bruto de operación por unidad de producción y $\tau_2'_t$ es la proporción de impuestos directos sobre la producción por unidad de producción. La variación de la ecuación (11) es:

¹⁷ La utilización de la matriz simétrica de insumo-producto de la economía total incluye en cada una de las entradas de la matriz de transacciones intersectoriales bienes nacionales e importados. Por ello cn' representa el consumo de insumos intermedios internos e importados.

$$0 = \Delta l' = l' \Delta A + \Delta(\omega'_t \hat{\lambda}_t) + \Delta \tau_1' + \Delta \zeta' + \Delta \tau_2' \quad (12)$$

donde $\Delta(\omega'_t \hat{\lambda}_t)$ a su vez puede descomponerse de dos maneras:

$$\Delta(\omega'_t \hat{\lambda}_t) = \Delta \omega' \hat{\lambda}_{t-1} + \omega'_t \Delta \hat{\lambda} \quad (13)$$

$$\Delta(\omega'_t \hat{\lambda}_t) = \Delta \omega' \hat{\lambda}_t + \omega'_{t-1} \Delta \hat{\lambda} \quad (14)$$

por lo que la variación total de la ecuación (11) puede ser:

$$0 = \Delta l' = l' \Delta A + \Delta \omega' \hat{\lambda}_{t-1} + \omega'_t \Delta \hat{\lambda} + \Delta \tau_1' + \Delta \zeta' + \Delta \tau_2' \quad (15)$$

o, de forma análoga,

$$0 = \Delta l' = l' \Delta A + \Delta \omega' \hat{\lambda}_t + \omega'_{t-1} \Delta \hat{\lambda} + \Delta \tau_1' + \Delta \zeta' + \Delta \tau_2' \quad (16)$$

Las descomposiciones polares del efecto desplazamiento identificado en los términos que hacen referencia a las variaciones en el coeficiente de empleo para cada una de las ramas serían las siguientes:

$$- \omega'_t \Delta \hat{\lambda} = l' \Delta A + \Delta \omega' \hat{\lambda}_{t-1} + \Delta \tau_1' + \Delta \zeta' + \Delta \tau_2' \quad (17)$$

análogamente,

$$- \omega'_{t-1} \Delta \hat{\lambda} = l' \Delta A + \Delta \omega' \hat{\lambda}_t + \Delta \tau_1' + \Delta \zeta' + \Delta \tau_2' \quad (18)$$

posmultiplicando ambos lados de la ecuación (17) por $-\hat{\omega}_t^{-1}$ y ambos lados de la ecuación (18) por $-\hat{\omega}_{t-1}^{-1}$ obtenemos las dos descomposiciones del coeficiente de empleo:

$$\Delta \lambda' = -l' \Delta A \hat{\omega}_t^{-1} - \Delta \omega' \hat{\lambda}_{t-1} \hat{\omega}_t^{-1} - \Delta \tau_1' \hat{\omega}_t^{-1} - \Delta \zeta' \hat{\omega}_t^{-1} - \Delta \tau_2' \hat{\omega}_t^{-1} \quad (19)$$

$$\Delta \lambda' = -l' \Delta A \hat{\omega}_{t-1}^{-1} - \Delta \omega' \hat{\lambda}_t \hat{\omega}_{t-1}^{-1} - \Delta \tau_1' \hat{\omega}_{t-1}^{-1} - \Delta \zeta' \hat{\omega}_{t-1}^{-1} - \Delta \tau_2' \hat{\omega}_{t-1}^{-1} \quad (20)$$

Nuevamente, se indica que una buena estimación de todas las posibles descomposiciones se obtiene del promedio de las dos descomposiciones polares-espejo. Por lo tanto, del promedio de las descomposiciones (19) y (20) se obtiene que la variación del coeficiente de empleo se desglosa como en el cuadro 5.2.

El cuadro 5.2 representa que las variaciones en el coeficiente de empleo obedecen a cinco elementos, a la variación en los coeficientes técnicos por columna (ΔA), es decir a los cambios en la técnica sectorial, a la variación del

salario unitario ($\Delta\omega'$), a la variación de los impuestos indirectos ($\Delta\tau_1'$) unitarios sobre bienes y servicios, del excedente bruto de operación ($\Delta\zeta'$) y de los impuestos directos unitarios sobre la producción ($\Delta\tau_2'$).

Cuadro 5.2. Descomposición del coeficiente de empleo

$\Delta\lambda' =$	$-\frac{1}{2}(\iota'\Delta A\hat{\omega}_t^{-1} + \iota'\Delta A\hat{\omega}_{t-1}^{-1})$	Coeficientes técnicos
	$-\frac{1}{2}(\Delta\omega'\hat{\lambda}_{t-1}\hat{\omega}_t^{-1} + t_c(\omega')\hat{\lambda}_t)$	Salario unitario
	$-\frac{1}{2}(\Delta\tau_1'\hat{\omega}_t^{-1} + \Delta\tau_2'\hat{\omega}_{t-1}^{-1})$	Impuestos indirectos unitarios sobre bienes y servicios
	$-\frac{1}{2}(\Delta\zeta'\hat{\omega}_t^{-1} + \Delta\zeta'\hat{\omega}_{t-1}^{-1})$	Excedente bruto de operación unitario
	$-\frac{1}{2}(\Delta\tau_2'\hat{\omega}_t^{-1} + \Delta\tau_2'\hat{\omega}_{t-1}^{-1})$	Impuestos directos unitarios sobre la producción

Fuente: elaboración propia.

Lo interesante del cuadro 5.2 es que muestra la composición de los costos unitarios e indica que cada vez que el uso de alguno de los insumos se incrementa, el uso del trabajo debe disminuir. Por ejemplo, si el uso de los insumos intermedios aumenta, el coeficiente de uso de empleo debe disminuir ya que la suma de los costos unitarios siempre debe ser uno. A su vez se observa que cuando el salario unitario tiende a reducirse, el uso del factor trabajo aumenta y viceversa.

El cuadro 5.2 deja ver la intensidad con la que se utilizan cada uno de los factores productivos y demuestra que éstos pueden ser sustituibles entre sí, ya que para que el coeficiente de uso de empleo aumente, el uso de algún otro factor debe verse disminuido y viceversa.

5.3. La descomposición estructural del valor bruto de la producción

Considerando que los cambios en la producción provienen de la demanda y recordando la identidad contable:

$$x_t = d_t + c_t + g_t + k_t + v_t + e_t - m_t \quad (21)$$

donde: x_t es el vector columna de cantidades producidas, d_t representa el vector de demandas intermedias, c_t el vector de consumos privados, g_t el vector de consumos de gobierno, k_t el vector de formaciones brutas de capital fijo, v_t el vector de variaciones de existencias, e_t el vector de exportaciones y m_t el vector de importaciones. Podemos descomponer las variaciones de la producción en las variaciones de cada componente de la demanda final.

La identidad (21) también puede expresarse como:

$$\begin{aligned} x_t &= Ax_t + c_t + g_t + k_t + v_t + e_t - m_t \\ x_t &= (I - A_t)^{-1}(c_t + g_t + k_t + v_t + e_t - m_t) \end{aligned} \quad (22)$$

donde A es la matriz de coeficientes técnicos y por lo tanto Ax_t representa el vector de demanda intermedia (d_t). En consecuencia $(I - A)^{-1}$ es la inversa de Leontief. Se plantea que la producción determinada por la demanda puede descomponerse de la misma manera que el nivel de empleo. De la ecuación (22) podemos definir que la variación en el nivel de producción es:

$$\begin{aligned} \Delta x &= L_t(c_t + g_t + k_t + v_t + e_t - m_t) \\ &\quad - L_{t-1}(c_{t-1} + g_{t-1} + k_{t-1} + v_{t-1} + e_{t-1} - m_{t-1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= L_t c_t + L_t g_t + L_t k_t + L_t v_t + L_t e_t - L_t m_t \\ &\quad - L_{t-1} c_{t-1} - L_{t-1} g_{t-1} - L_{t-1} k_{t-1} - L_{t-1} v_{t-1} - L_{t-1} e_{t-1} + L_{t-1} m_{t-1} \end{aligned}$$

donde $L = (I - A)^{-1}$ denota la inversa de Leontief. Sumando y restando $L_t c_{t-1}$, $L_t g_{t-1}$, $L_t k_{t-1}$, $L_t v_{t-1}$, $L_t e_{t-1}$ y $L_t m_{t-1}$ tenemos:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \Delta L c_{t-1} + L_t \Delta c + \Delta L g_{t-1} + L_t \Delta g + \Delta L k_{t-1} + L_t \Delta k \\ &\quad + \Delta L v_{t-1} + L_t \Delta v + \Delta L e_{t-1} + L_t \Delta e - \Delta L m_{t-1} - L_t \Delta m \end{aligned} \quad (23)$$

De manera análoga, sumando y restando $L_{t-1} c_t$, $L_{t-1} g_t$, $L_{t-1} k_t$, $L_{t-1} v_t$, $L_{t-1} e_t$ y $L_{t-1} m_t$ obtenemos la segunda descomposición de la producción:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \Delta L c_t + L_{t-1} \Delta c + \Delta L g_t + L_{t-1} \Delta g + \Delta L k_t + L_{t-1} \Delta k \\ &\quad + \Delta L v_t + L_{t-1} \Delta v + \Delta L e_t + L_{t-1} \Delta e - \Delta L m_t - L_{t-1} \Delta m \end{aligned} \quad (24)$$

La ecuación (24) describe que el comportamiento de la variación en el valor bruto de la producción depende de la variación de la matriz L y de la variación de cada uno de los componentes de la demanda final.

Como podemos observar, las ecuaciones (23) y (24) dan cuenta por un lado del cambio técnico (denotado por L) y por otro lado de la variación en los componentes de la demanda final. Por eso para obtener la expresión final es necesario separar el cambio técnico de los componentes de la demanda. Dado que $L = (I - A)^{-1}$, podemos obtener la variación de la matriz de Leontief:

$$\Delta L = L_t - L_{t-1} \quad (25)$$

Multiplicando por la matriz identidad ambos lados de la ecuación:

$$L_t^{-1} L_t \Delta L = L_t^{-1} L_t L_t - L_t^{-1} L_t L_{t-1}$$

De nuevo multiplicando por la matriz identidad ambos lados de la ecuación:

$$L_{t-1}^{-1} L_{t-1} L_t^{-1} L_t \Delta L = L_{t-1}^{-1} L_{t-1} L_t^{-1} L_t L_t - L_{t-1}^{-1} L_{t-1} L_t^{-1} L_t L_{t-1}$$

$$\Delta L = L_{t-1}^{-1} L_{t-1} L_t - L_{t-1} L_t^{-1} L_t$$

$$\Delta L = L_{t-1} [L_{t-1}^{-1} - L_t^{-1}] L_t$$

$$\Delta L = -L_{t-1} [L_t^{-1} - L_{t-1}^{-1}] L_t$$

$$\Delta L = L_{t-1} [A_t - A_{t-1}] L_t$$

$$\Delta L = L_{t-1} \Delta A L_t \quad (26)$$

De igual manera, la descomposición análoga sería:

$$\Delta L = L_t \Delta A L_{t-1} \quad (27)$$

Por lo tanto, sustituyendo la descomposición de la inversa de Leontief dada por las ecuaciones (26) y (27) en las ecuaciones (24) y (23) respectivamente, y considerando que $x_t = L_t(c_t + g_t + k_t + v_t + e_t - m_t)$, tenemos que la variación de la producción se desglosa como en las ecuaciones (28) y (29).

$$\Delta x = L_t \Delta c + L_t \Delta g + L_t \Delta k + L_t \Delta v + L_t \Delta e - L_t \Delta m + L_t \Delta A x_{t-1} \quad (28)$$

$$\Delta x = L_{t-1} \Delta c + L_{t-1} \Delta g + L_{t-1} \Delta k + L_{t-1} \Delta v + L_{t-1} \Delta e - L_{t-1} \Delta m + L_{t-1} \Delta A x_t \quad (29)$$

El promedio de las descomposiciones polares-espejo de la producción representan una buena aproximación de todas las posibles descomposiciones (ver cuadro 5.3).

Cuadro 5.3. Descomposición de la producción según variaciones en la demanda

$\Delta x =$	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta c + L_{t-1}\Delta c)$	Consumo privado
	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta g + L_{t-1}\Delta g)$	Consumo de gobierno
	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta k + L_{t-1}\Delta k)$	Formación bruta de capital fijo
	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta v + L_{t-1}\Delta v)$	Variación de existencias
	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta e + L_{t-1}\Delta e)$	Exportaciones
	$-\frac{1}{2}(L_t\Delta m + L_{t-1}\Delta m)$	Importaciones
	$+\frac{1}{2}(L_t\Delta A x_{t-1} + L_{t-1}\Delta A x_t)$	Demanda intermedia

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 5.3 indica que el cambio en la producción responde a cambios en los componentes de la demanda final y a cambios en la demanda intermedia inducida por el cambio en los coeficientes técnicos. Respeto al último punto, el cambio técnico al que se hace referencia es aquel que considera las relaciones entre las ramas productivas, toma en cuenta el vínculo que tienen entre sí, su evolución en el uso de insumos intermedios y el efecto que se genera en cada una de las ramas.

5.4. La descomposición estructural del empleo total

Retomando el hecho de que el cambio en el empleo por rama se puede descomponer en el cambio observado en el coeficiente de empleo y en el cambio en la producción, y que estos a su vez se pueden descomponer en las variaciones de sus variables determinantes, es posible ampliar la descomposición del empleo (cuadro 5.1) incluyendo en ésta las descomposiciones del coeficiente de empleo (cuadro 5.2) y de la producción (cuadro 5.3).

Cuadro 5.4. Descomposición del empleo total

$\Delta l =$	$-\frac{1}{4}[(\tau' \Delta A \widehat{\omega}_t^{-1})x_{t-1} + (\tau' \Delta A \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_{t-1} + (\tau' \Delta A \widehat{\omega}_t^{-1})x_t + (\tau' \Delta A \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_t]$	Coefficientes técnicos*
	$-\frac{1}{4}[(\Delta \tau_1' \widehat{\omega}_t^{-1})x_{t-1} + (\Delta \tau_1' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_{t-1} + (\Delta \tau_1' \widehat{\omega}_t^{-1})x_t + (\Delta \tau_1' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_t]$	Impuestos indirectos unitarios sobre bienes y servicios
	$-\frac{1}{4}[(\Delta \omega' \widehat{\lambda}_{t-1} \widehat{\omega}_t^{-1})x_{t-1} + (tc(\omega') \widehat{\lambda}_t)x_{t-1} + (\Delta \omega' \widehat{\lambda}_{t-1} \widehat{\omega}_t^{-1})x_t + (tc(\omega') \widehat{\lambda}_t)x_t]$	Salario unitario*
	$-\frac{1}{4}[(\Delta \zeta' \widehat{\omega}_t^{-1})x_{t-1} + (\Delta \zeta' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_{t-1} + (\Delta \zeta' \widehat{\omega}_t^{-1})x_t + (\Delta \zeta' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_t]$	Excedente bruto de operación unitario
	$-\frac{1}{4}[(\Delta \tau_2' \widehat{\omega}_t^{-1})x_{t-1} + (\Delta \tau_2' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_{t-1} + (\Delta \tau_2' \widehat{\omega}_t^{-1})x_t + (\Delta \tau_2' \widehat{\omega}_{t-1}^{-1})x_t]$	Impuestos directos unitarios sobre la producción
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta c) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta c) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta c) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta c)]$	Consumo privado
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta g) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta g) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta g) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta g)]$	Consumo de gobierno
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta k) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta k) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta k) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta k)]$	Formación bruta de capital fijo*
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta v) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta v) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta v) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta v)]$	Variación de existencias
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta e) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta e) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta e) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta e)]$	Exportaciones
	$-\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta m) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta m) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta m) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta m)]$	Importaciones
	$+\frac{1}{4}[\widehat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta A x_{t-1}) + \widehat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta A x_t) + \widehat{\lambda}_t(L_t \Delta A x_{t-1}) + \widehat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta A x_t)]$	Demanda intermedia*

Fuente: elaboración propia.

Para ello, se requieren hacer algunos cambios de notación. Como se puede observar, en el cuadro 5.2 se presenta la descomposición del vector fila de coeficientes de empleo, y que para ser sustituida en la descomposición del cuadro

5.1 debe ser diagonalizada. Por su parte la descomposición de la producción (cuadro 5.3) puede ser sustituida directamente en el cuadro 5.1.

El cuadro 5.4 desglosa el cambio en el empleo según las variaciones en los determinantes del coeficiente de empleo y en los determinantes de la producción. Los primeros cinco términos corresponden a la descomposición del coeficiente de empleo e indican que cada vez que aumenta el uso de los insumos intermedios o las remuneraciones a los empresarios, el uso del empleo tiende a disminuir, esto se representa con el signo negativo que antecede a cada uno de estos términos.

El primer término indica que cuando el consumo de insumos intermedios de cada sector aumenta, el uso del empleo tiende a disminuir, esto indicaría un cambio en la técnica de producción en detrimento del uso del trabajo. A través del segundo término, también se puede ver que cada vez que el salario aumenta, el uso del empleo tiende a disminuir.

Del sexto término en adelante, los cambios en los componentes de la demanda final generan variaciones en el nivel de empleo, por ejemplo, cuando el consumo privado, el consumo de gobierno, la formación bruta de capital fijo, la variación de existencias o las exportaciones de los sectores aumentan, el empleo tenderá a aumentar. En cambio, si las importaciones aumentan, el empleo de los diferentes sectores tenderá a disminuir. El último término indica que cuando el cambio en los coeficientes técnicos sea positivo, el empleo tenderá a aumentar; esto se explica porque en la medida que la demanda intermedia aumenta el término respectivo recoge los efectos totales sobre la producción de las relaciones entre todos los sectores productivos y por ello también el empleo tenderá a aumentar.

Como se puede observar en el cuadro 5.4, cada término es ponderado por $\frac{1}{4}$, esto se debe a que al sustituir las descomposiciones del coeficiente de empleo y de la producción en la descomposición del empleo, se obtiene que cada término se puede representar de cuatro formas distintas, la diferencia entre ellas reside en el periodo del ponderador. Por ello, el promedio de las cuatro combinaciones posibles de cada término se encuentra al sumarlas y dividir las entre 4.

5.5. Consideraciones para el caso de la manufactura en México, 2003-2008 y 2008-2012

Las descomposiciones estructurales del empleo se realizaron entre pares de matrices, la primera descomposición hace uso de las matrices de 2003 y 2008 mientras que la segunda utiliza las matrices de 2008 y 2012. Con la finalidad de obtener las magnitudes de los efectos desplazamiento y compensación, las descomposiciones se realizaron considerando las identidades del valor bruto de la producción tanto por la oferta como por la demanda.

Para conocer el efecto que la incorporación de nuevas técnicas de producción ha tenido en el nivel de empleo de la industria manufacturera mexicana, es necesario identificar de manera clara y puntual cuáles son los elementos de la descomposición estructural descrita anteriormente que nos permitirán conocer las magnitudes de los efectos desplazamiento y compensación.

El efecto desplazamiento se define como el efecto negativo que el cambio técnico tiene sobre el nivel de empleo. La especialización, destreza y habilidades de la mano de obra permiten una mejor utilización de la maquinaria y equipo, lo que lleva al incremento en la productividad del trabajo y por lo tanto a menores requerimientos de empleo por unidad de producto. Además, reconoce el hecho de que la introducción de bienes de capital, además de incrementar el nivel de producción, simplifica el proceso productivo generando también menores requerimientos de mano de obra por unidad de producto.

Este efecto es empíricamente observable a través de los elementos de la descomposición del empleo que hacen referencia a la variación de los coeficientes técnicos contenidos en la columna de cada sector económico (ver cuadro 5.5), este término resulta de la descomposición estructural total mostrada en el cuadro 5.4. Cuando la suma por columna de la matriz de coeficientes técnicos aumenta, el uso del factor trabajo es reemplazado por el uso de insumos intermedios, ocasionando que el empleo tienda a disminuir. Por consiguiente, el efecto desplazamiento se define como en el cuadro 5.5 y depende de las variaciones en la matriz de coeficientes técnicos por columna.

Cuadro 5.5. Efecto desplazamiento

ED=	Efecto desplazamiento
$-\frac{1}{4}[(\widehat{\Delta A \widehat{\omega}_t^{-1}})x_{t-1} + (\widehat{\Delta A \widehat{\omega}_{t-1}^{-1}})x_{t-1} + (\widehat{\Delta A \widehat{\omega}_t^{-1}})x_t + (\widehat{\Delta A \widehat{\omega}_{t-1}^{-1}})x_t]$	Coeficientes técnicos

Fuente: elaboración propia.

Es necesario aclarar que si el efecto desplazamiento es negativo, el cambio en la técnica de producción ocasionó desplazamiento de trabajadores, cuando es positivo, hace referencia a un cambio técnico generador de empleo.

Por otro lado, el efecto compensación se define como el efecto positivo que la incorporación de nuevas técnicas de producción tiene sobre el nivel de empleo, y reconoce la existencia de una serie de mecanismos que podrían asegurar la reabsorción de los trabajadores desplazados a causa de la incorporación de las nuevas técnicas y del incremento en la productividad del empleo. Los mecanismos de compensación que se pueden identificar en la descomposición del empleo aquí realizada son los siguientes:

- Vía nuevas máquinas: el proceso de cambio técnico que desplaza empleo genera nuevos empleos en el sector de bienes de capital donde las nuevas máquinas son producidas. Este mecanismo puede observarse en el término que hace referencia al cambio en la formación bruta de capital fijo (ver cuadro 5.6) e indica la posibilidad de que la introducción de nuevas máquinas y bienes de capital se verifique mediante un aumento en la demanda de estos bienes ocasionando un aumento concomitante en la demanda de empleo. Un aumento en la demanda de formación bruta de capital fijo ocasiona un aumento en el nivel de empleo y viceversa.
- Vía nuevos productos: el cambio técnico también se traduce en la comercialización de nuevos productos y en la creación de nuevos mercados. El hecho de que aumente la demanda intermedia por el cambio en los coeficientes técnicos es una evidencia de que nuevos productos intermedios son demandados como resultado del cambio técnico.

- Vía disminución en los salarios: el cambio técnico genera un aumento en la oferta de trabajo, lo que ocasiona la disminución en los salarios y debido al abaratamiento del factor trabajo, su demanda aumentará. Empíricamente, la magnitud de este mecanismo es cuantificable a través del elemento que en la descomposición del empleo hace referencia a la variación del salario unitario (ver cuadro 5.6), un cambio positivo en el salario unitario ocasiona una reducción en el empleo demandado, mientras que la reducción en el salario incentiva el uso del trabajo.

Cuadro 5.6. Efecto compensación

EC=	Efecto compensación
$+\frac{1}{4}[\hat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta k) + \hat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta k) + \hat{\lambda}_t(L_t \Delta k) + \hat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta k)]$	Nuevas máquinas: variación en la formación bruta de capital fijo (<i>Δformación bruta fija</i>)
$+\frac{1}{4}[\hat{\lambda}_{t-1}(L_t \Delta A x_{t-1}) + \hat{\lambda}_{t-1}(L_{t-1} \Delta A x_t) + \hat{\lambda}_t(L_t \Delta A x_{t-1}) + \hat{\lambda}_t(L_{t-1} \Delta A x_t)]$	Nuevos productos: variación en la demanda intermedia <i>Δ demanda intermedia</i>
$-\frac{1}{4}[(\Delta \omega' \widehat{\lambda}_{t-1} \widehat{\omega}_t^{-1}) x_{t-1} + (tc(\omega') \widehat{\lambda}_t) x_{t-1} + (\Delta \omega' \widehat{\lambda}_{t-1} \widehat{\omega}_t^{-1}) x_t + (tc(\omega') \widehat{\lambda}_t) x_t]$	Reducción en el salario unitario (<i>-Δsalario unitario</i>)

Fuente: elaboración propia.

Los dos mecanismos de compensación restantes que se consideran en la teoría del desempleo tecnológico no son observables por medio de la metodología aquí planteada son: i) la disminución de los precios y ii) las nuevas inversiones. Los primeros dos no son observables debido a que su funcionamiento depende en el caso del primero, de la reducción de los precios, y en el caso del segundo, de la brecha entre la reducción en los costos y la consecuente disminución en los precios, con lo que se consigue una acumulación de ganancias adicionales. De forma específica, estos dos mecanismos no son observables porque la comparación de técnicas de producción mediante el análisis de insumo-producto

requiere que el nivel de precios sea constante en el tiempo, esto implica que ni el cambio en los precios ni el cambio en los costos de los insumos intermedios es observable. Por lo tanto, la magnitud del efecto compensación se define como en el cuadro 5.6 y representa una aproximación a la magnitud total de dicho efecto debido a que se registran 3 de los 5 mecanismos de compensación.

La medición de las magnitudes del efecto desplazamiento y compensación permite encontrar las siguientes relaciones entre el empleo y las variables consumo de insumos intermedios, salario unitario, demanda de inversión fija bruta y demanda intermedia:

- Un aumento en el uso de insumos intermedios está asociada a un mayor uso de capital circulante y, de forma simultánea, de capital fijo por lo que se reduce el empleo. Esta relación se explica porque de acuerdo con la descomposición del coeficiente de empleo, el incremento en el valor por columna de los coeficientes técnicos tiene, ceteris paribus, un efecto negativo sobre el coeficiente de empleo. Esta relación supone que los factores productivos son sustituibles y que el mayor uso de un insumo supone un menor uso de otro. Esta disminución mide la magnitud del efecto desplazamiento.
- Un aumento en el salario unitario, reduce el empleo. Esta relación indica que cuando el salario unitario aumenta, el coeficiente de uso de empleo se reduce por el encarecimiento relativo del factor trabajo, lo que supone la sustituibilidad entre factores. Esta relación implica un efecto desplazamiento en la rama en que aumentó el salario y parte de un efecto compensación concomitante porque la disminución de uso de trabajo aumentará su oferta con la consecuente presión sobre otras ramas que, ante el abaratamiento del factor trabajo, incrementarán su uso por unidad de producción.
- Un aumento en la demanda de formación bruta de capital fijo, aumenta el empleo. Esta relación muestra otra parte del efecto compensación que genera nuevos empleos en el sector productor de bienes de capital.
- Un aumento en la demanda intermedia, aumenta el empleo. Esta relación indica que como resultado del cambio técnico se observa un aumento en la

demanda de nuevos productos, llevando a que nuevos empleos sean creados. De acuerdo con la descomposición del coeficiente de empleo, el incremento en el valor por fila de los coeficientes técnicos tiene, *ceteris paribus*, un efecto positivo sobre el coeficiente de empleo.

Como se puede observar, la magnitud de cada mecanismo de compensación es el promedio de las cuatro combinaciones posibles de cada término. El efecto compensación se verá incrementado cuando la demanda de capital fijo de los sectores manufactureros aumente, cuando la demanda intermedia aumente y cuando el salario unitario se reduzca, incentivando el uso del factor trabajo.

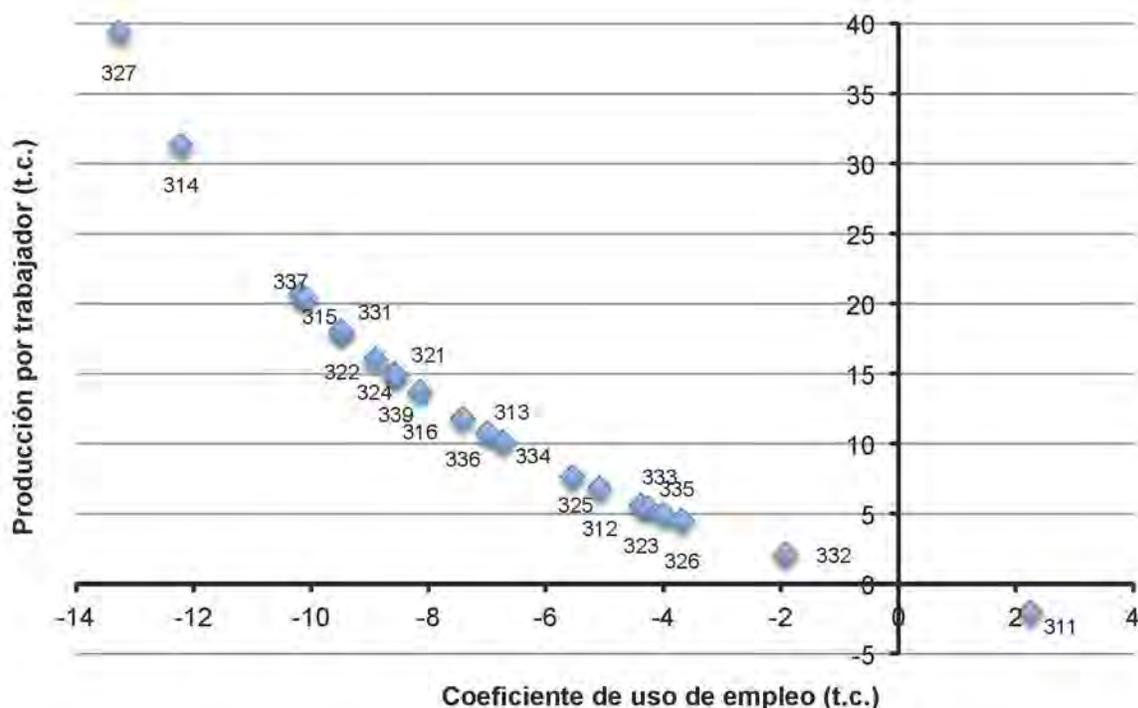
5.6. El cambio técnico en la industria manufacturera entre 2003 y 2012

Para conocer el sentido del cambio técnico que se llevó a cabo en los subsectores de la industria manufacturera vale la pena primero revisar cómo fue la relación entre las tasas de crecimiento del coeficiente de uso de empleo y de la producción por trabajador. De acuerdo con la descomposición del empleo en tasas de crecimiento (véase apéndice 1), el crecimiento de una de las variables (coeficiente de empleo o producción por trabajador) se compensa con el decrecimiento de la otra y viceversa. Es decir, la disminución del coeficiente de uso de empleo del sector *i* se compensa mediante un aumento en la producción por persona ocupada. Las gráficas 5.2 y 5.3 muestran la relación entre estas dos variables en cada periodo.

En ambos periodos, 2003-2008 y 2008-2012 la mayoría de los subsectores manufactureros mostraron una tendencia hacia la reducción en el uso del empleo, el cuál se compensó con el aumento en la producción por trabajador. En el primer periodo, el único subsector que mostró un comportamiento contrario fue la industria alimentaria (311), en el segundo periodo los subsectores en esta situación fueron la industria química (325) y la industria metálica básica (331), estos tres subsectores incrementaron el uso de empleo el cuál se compensó con un decrecimiento de la producción por trabajador. En el periodo 2003-2008 destaca el caso de los subsectores fabricación de productos textiles (314) y fabricación a base de minerales no metálicos (327) por ser en los que el

coeficiente de uso de empleo ha mostrado la mayor caída, ocasionando las mayores tasas de crecimiento de la producción por trabajador. Para el periodo 2008-2012 los subsectores en esta situación fueron la industria alimentaria (311) y la fabricación de productos metálicos (332).

Gráfica 5.2. Tasas de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y de la producción por trabajador, 2003-2008



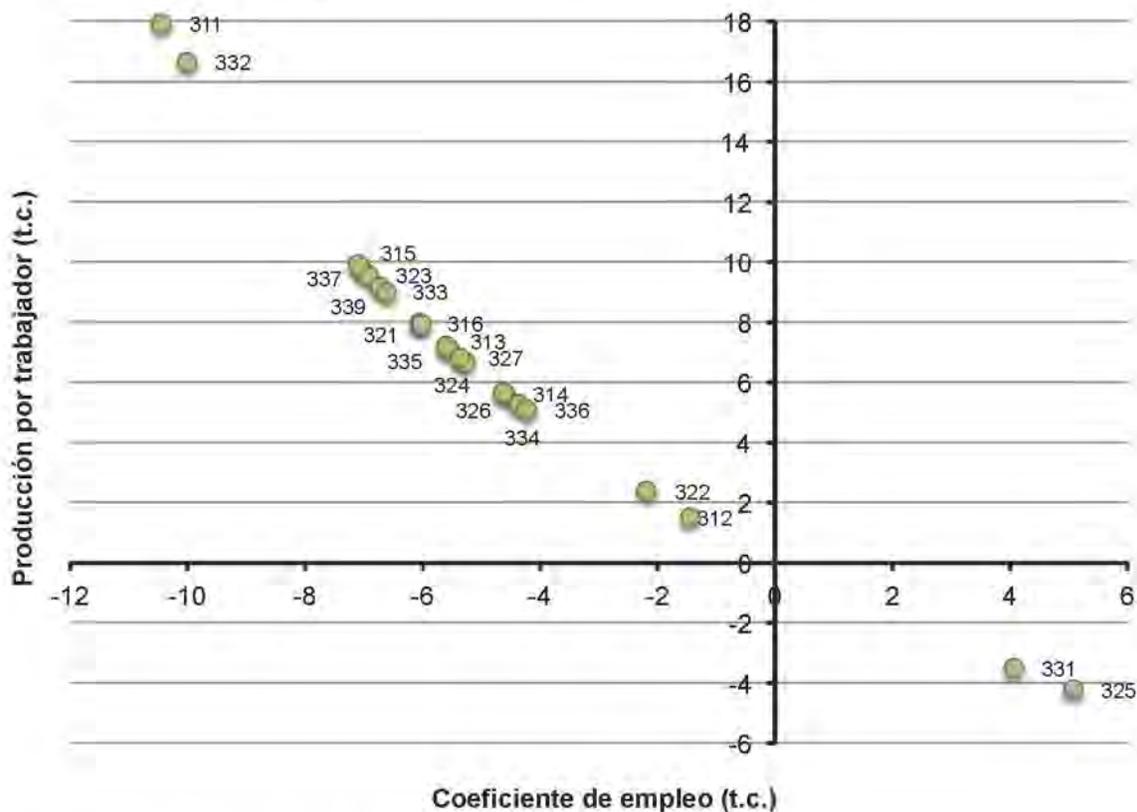
Fuente: elaboración propia con datos de las MIP de 2003 y 2008.

Lo anterior sugiere que a lo largo del periodo completo la gran mayoría de los subsectores manufactureros experimentó una reducción en su coeficiente de empleo, lo cuál puede indicar que para compensar esa reducción en el coeficiente de uso empleo, el coeficiente de insumos intermedios y/o el coeficiente de capital debieron aumentar.

El caso que más llama la atención es el de la industria alimentaria (311), ya que pasó de ser la única en el cuadrante IV en el periodo 2003-2008, a ser la del extremo opuesto (cuadrante II) en el periodo 2008-2012. Esto se explica porque entre 2003 y 2008 la industria alimentaria fue la única (junto con el subsector 336)

que no redujo sus niveles de empleo, ocasionando que relativamente su participación en el empleo manufacturero aumentara de manera importante, y con ello se redujera su tasa de crecimiento de la producción por trabajador. En cambio, en el periodo 2008-2012 el empleo de la industria alimentaria fue de los que menos creció, pero en la que el valor agregado tuvo las tasas de crecimiento promedio más elevadas, ocasionando que la producción por trabajador fuera de las más elevadas.

Gráfica 5.3. Tasa de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y de la producción por trabajador, 2008-2012.



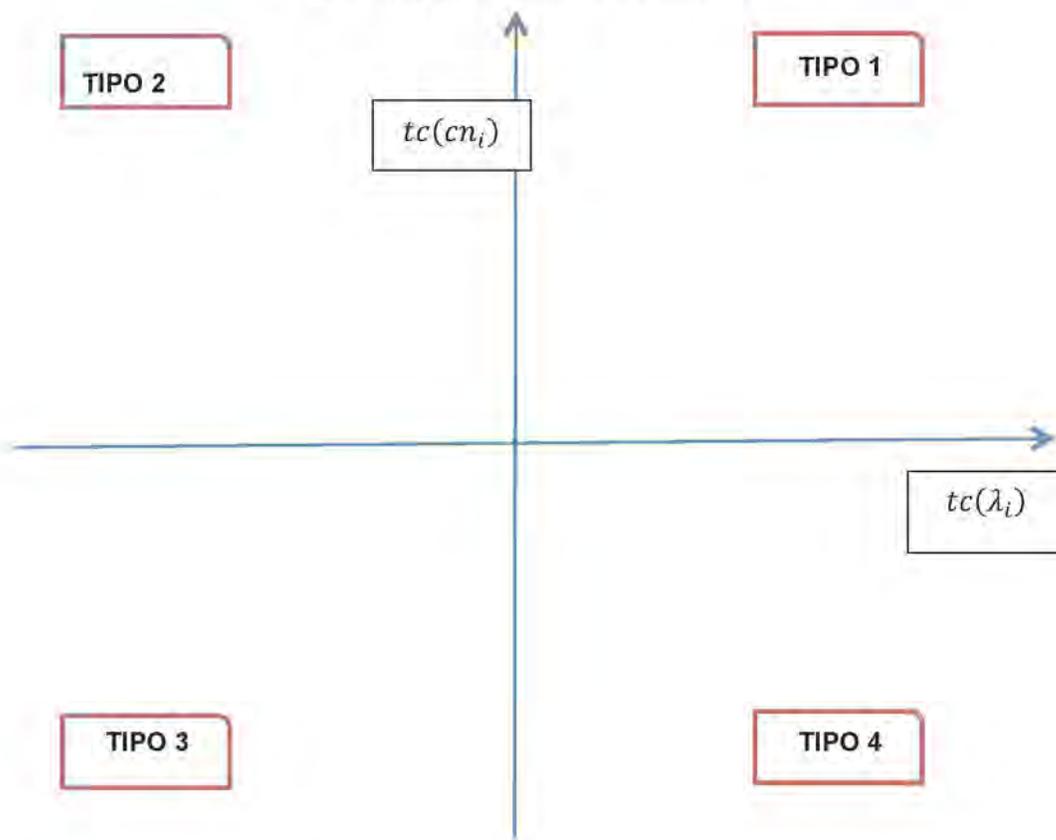
Fuente: elaboración propia con datos de las MIP de 2008 y 2012.

Sin embargo, como las matrices de insumo-producto de México que reporta el INEGI no muestran el capital fijo utilizado por cada subsector para llevar a cabo su producción, nos limitaremos a comparar la trayectoria del coeficiente de empleo con la trayectoria del coeficiente de uso de los insumos intermedios. En ese sentido, las gráficas 5.5 y 5.6 muestran el cambio en la técnica a través del

crecimiento del coeficiente de los insumos intermedios (eje x) y del coeficiente de empleo (eje y). Como podemos ver los puntos que representan a cada subsector se encuentran más dispersos que en el caso de las gráficas 5.2 y 5.3, también se puede observar que el rango en que crece o decrece el coeficiente de uso de insumos intermedios es de mucho menor magnitud que el rango en que crece y decrece el coeficiente de empleo. Por ejemplo entre 2003 y 2008 el crecimiento promedio anual del coeficiente de consumo intermedio osciló entre el -2 y el 2 por ciento, mientras que el del coeficiente de empleo osciló entre -14 y 4 por ciento.

El sentido del cambio técnico experimentado por los subsectores manufactureros lo podemos clasificar en 4 tipos según el cambio en el coeficiente de empleo y en el coeficiente de uso de insumos intermedios los cuales se representan mediante los 4 cuadrantes del plano de la gráfica 5.4.

Gráfica 5.4. Tipos de cambio técnico



Fuente: elaboración propia.

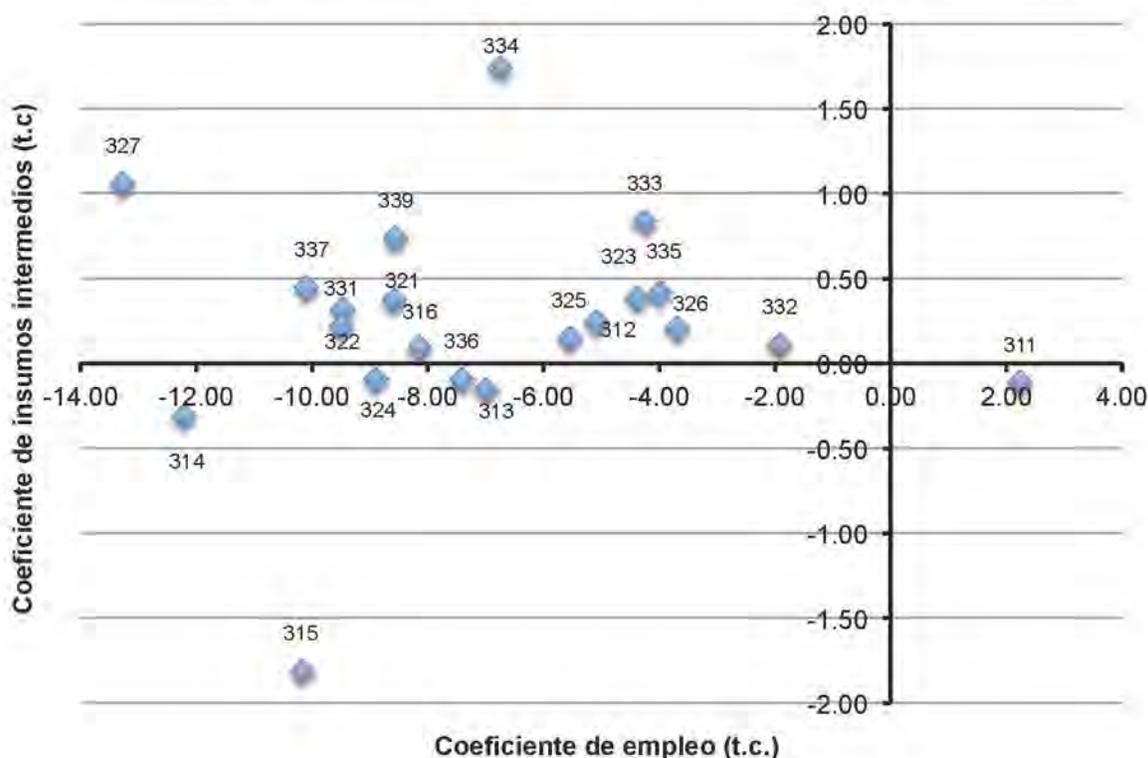
- Tipo 1 (subsectores que se encuentran en el cuadrante 1): cambio técnico en el que tanto el uso del empleo como el total de los coeficientes intermedios se incrementaron, esta situación debe verse compensada con una reducción en el coeficiente de uso de capital fijo.
- Tipo 2 (subsectores que se encuentran en el cuadrante 2): cambio técnico en el que la reducción del coeficiente de uso del empleo se compensó, en todo o en parte, con un aumento en el uso de los insumos intermedios, es un cambio técnico ahorrador de empleo pero intensivo en insumos intermedios.
- Tipo 3 (subsectores que se encuentran en el cuadrante 3): cambio técnico en el sentido de que una reducción en el coeficiente de uso del empleo estuvo acompañada de una reducción en el uso de insumos intermedios, lo cuál deberá verse compensado con un aumento en el coeficiente de uso de capital fijo.
- Tipo 4 (subsectores que se encuentran en el cuadrante 4): cambio técnico en el que se hace mayor uso del factor trabajo y que se compensa, en todo o en parte, con una reducción en el uso de insumos intermedios, este cambio técnico es intensivo en empleo y ahorrador de insumos intermedios.

Entre 2003 y 2008 la mayoría de los subsectores se encuentra en el cuadrante 2, es decir, la mayoría de industrias compensó la reducción en el coeficiente de empleo con un aumento en el coeficiente de insumos intermedios (véase gráfica 5.5). Esto significa que el cambio técnico de estos subsectores fue ahorrador de empleo a través de un uso más intensivo de insumos intermedios. Con un comportamiento contrario se observa a la industria alimentaria (311) que se encuentra en el cuadrante 4 y en donde el aumento en el coeficiente de uso de empleo se compensó con una reducción del coeficiente de insumos intermedios. El cambio técnico en este sector incentivó el uso del factor trabajo reduciendo el uso de los insumos intermedios.

En el cuadrante 3 se encuentran: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de prendas de vestir (315), fabricación de productos derivados del petróleo (324) y fabricación de equipo de transporte (336).

Entre 2003 y 2008 estos subsectores redujeron de manera simultánea el uso del empleo y el uso de insumos intermedios, hecho que indica que hubo un aumento en el coeficiente de utilización del capital.

Gráfica 5.5. Tasas de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y del coeficiente de uso de insumos intermedios, 2003-2008



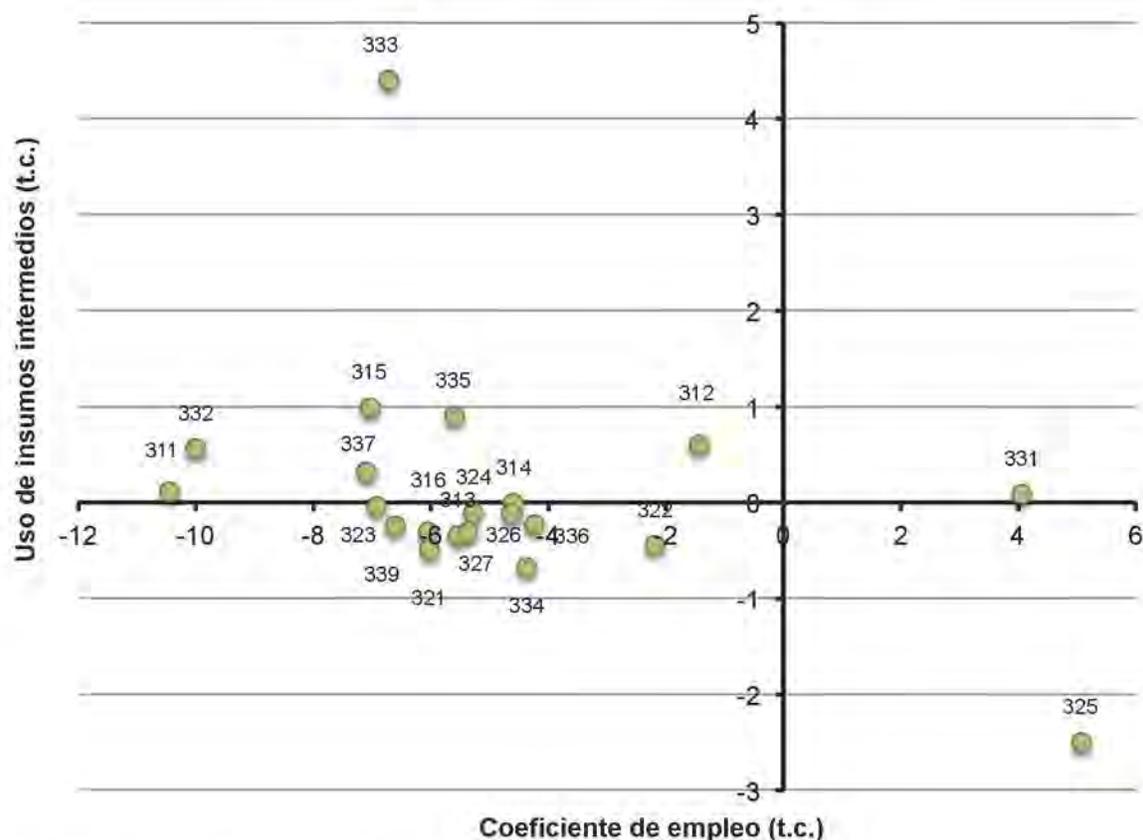
Fuente: elaboración propia con datos de las MIP de 2003 y 2008.

Para el periodo 2008-2012 se observa que, a diferencia del primer periodo, la mayoría de los subsectores se encontraron en el cuadrante 3 (ver gráfica 5.5), el cual denota una reducción tanto en el coeficiente de empleo como en el coeficiente de uso de insumos intermedios, la reducción en estos coeficientes deberá verse reflejada en el aumento del coeficiente de uso de capital. El cambio técnico en estos subsectores fue ahorrador tanto de empleo como de insumos intermedios.

Por su parte, el subsector industrias metálicas básicas (331) se encuentra en el cuadrante 1, esto quiere decir que el incremento experimentado en el coeficiente

de uso de empleo estuvo acompañado de un cambio muy cercano a cero en el coeficiente de uso de insumos intermedios, lo cuál indica que el mayor uso de empleo debió compensarse con una reducción en el coeficiente de uso de capital.

Gráfica 5.6. Tasas de crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo y del uso de insumos intermedios, 2008-2012.



Fuente: elaboración propia con datos de las MIP de 2008 y 2012.

En el cuadrante 2 se encuentran los subsectores en los que la reducción en el coeficiente de empleo se compensó con un incremento en el uso de insumos intermedios. El cambio técnico en estos subsectores fue ahorrador de empleo e intensivo en insumos intermedios. Por último se observa que el subsector de la industria química (325) estuvo en situación contraria, incrementó el uso del factor empleo pero redujo el uso de los insumos intermedios. El cambio técnico en esta industria fue intensivo en trabajo pero ahorrador de insumos intermedios. En el cuadro 4.4 del capítulo 4 se puede ver a detalle que entre 2008 y 2012 la industria

química redujo de manera importante sus requerimientos de insumos provenientes de la industria de extracción de petróleo y gas (211), de la industria química (325) y del comercio (431).

5.7. Efectos desplazamiento y compensación en los subsectores manufactureros, 2003-2008 y 2008-2012

El cambio técnico experimentado en los subsectores manufactureros en los periodos 2003-2008 y 2008-2012 tuvo efectos relevantes sobre la generación de empleos. Los cuadros 5.7 y 5.8 resumen el tipo de cambio técnico experimentado por cada subsector y su efecto en el empleo para los periodos 2003-2008 y 2008-2012. Las columnas 1 y 2 indican el tipo de cambio técnico que experimentó cada subsector y el *cluster* al que pertenece. La columna 3 indica el efecto sobre el empleo del cambio en la técnica de producción, la columna 4 determina si hubo efecto desplazamiento o su contrario.

Las columnas 5, 6 y 7 indican el efecto sobre el empleo de los mecanismos de compensación “nuevos productos”, “reducción en los salarios” y “nuevas máquinas”. La columna (8) registra la magnitud del efecto compensación o de su contrario, y resulta de la suma de los mecanismos de compensación (columnas 5, 6 y 7). La columna 9 representa el efecto neto del cambio técnico, si es negativo indica que hubo desempleo tecnológico, si es positivo hubo empleo tecnológico. Las columnas de la 10 a la 13 muestran la evolución de la composición del empleo entre el 2003 y el 2008 según dos categorías: i) obreros y técnicos, ii) empleados. Como se indicó en el apartado 3.4.2 esta clasificación considera que en el grupo de obreros y técnicos se encuentra el personal del área de producción. Mientras que el grupo de empleados incluye a todos los profesionistas y trabajadores que toman decisiones asociadas a actividades administrativas. Los resultados se presentan en miles de empleos y se clasifican en grupos según el tipo de cambio técnico que experimentaron.

Cuadro 5.7. Efecto del cambio técnico en el empleo, 2003-2008 (miles de empleos)

SCIAN	Tipo de cambio técnico (1)	Cluster (2)	EFECTO EMPLEO							2003		2008	
			-Δ Insumos intermed. (3)	ED (4)	Δ Demanda intermedia (5)	-Δ Salario unitario (6)	Δ Formación bruta fija (7)	EC (8)	EN (9)	% Ob. y téc. (10)	%Em-pleado (11)	% Ob. y téc. (12)	%Em-pleado (13)
Grupo 2													
312	2	C.5	-14.1	-14.1	6.7	50.5	0.4	57.5	43.4	66.4	33.6	77.6	22.4
316	2	C.4	-3.9	-3.9	8.3	-101.1	8.2	-84.6	-88.5	82.3	17.7	87.3	12.7
321	2	C.4	-15.8	-15.8	-32.9	-139.4	35.7	-136.6	-152.3	87.4	12.6	88.5	11.5
322	2	C.4	-18.3	-18.3	2.9	-39.0	15.4	-20.7	-39.0	88.3	11.7	93.1	6.9
323	2	C.4	-8.1	-8.1	-3.7	-1.4	7.9	2.8	-5.3	84.2	15.8	91.1	8.9
325	2	C.3	-18.2	-18.2	34.8	109.4	24.4	168.6	150.4	65.1	34.9	69.7	30.3
326	2	C.5	-16.6	-16.6	-22.5	39.1	41.3	57.8	41.2	79.2	20.8	83.6	16.4
327	2	C.5	-139.5	-139.5	-17.2	-436.7	108.2	-345.7	-485.2	87.6	12.4	93.9	6.1
331	2	C.3	-18.5	-18.5	-0.3	57.2	40.7	97.6	79.1	67.5	32.5	79.5	20.5
332	2	C.5	-10.9	-10.9	23.1	56.7	85.9	165.7	154.7	80.9	19.1	86.3	13.7
333	2	C.5	-20.3	-20.3	79.2	140.0	120.2	339.4	319.2	73.8	26.2	81.7	18.3
334	2	C.5	-396.4	-396.4	99.0	3.1	45.8	147.9	-248.5	83.1	16.9	87.7	12.3
335	2	C.5	-30.0	-30.0	21.1	51.1	31.9	104.1	74.2	83.7	16.3	87.4	12.6
337	2	C.4	-20.8	-20.8	3.6	-133.9	-3.2	-133.6	-154.4	81.3	18.7	85.1	14.9
339	2	C.5	-49.9	-49.9	20.6	-100.1	13.8	-65.7	-115.6	89.8	10.2	91.9	8.1
Grupo 3													
313	3	C.4	4.7	4.7	-32.4	-32.7	12.3	-52.9	-48.2	82.3	17.7	87.3	12.7
314	3	C.4	6.6	6.6	4.8	-34.6	4.4	-25.3	-18.7	87.4	12.6	88.5	11.5
315	3	C.5	191.7	191.7	-4.2	-184.8	2.4	-186.6	5.1	88.3	11.7	93.1	6.9
324	3	C.2	6.0	6.0	4.2	6.4	3.7	14.3	20.3	84.2	15.8	91.1	8.9
336	3	C.1	25.4	25.4	24.6	-23.2	105.3	106.7	132.1	83.0	17.0	85.1	14.9
Grupo 4													
311	4	C.1	81.3	81.3	40.5	858.9	10.4	909.8	991.1	61.2	38.8	90.0	10.0

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 5.7 se puede observar que entre 2003 y 2008 el cambio técnico se caracterizó por mostrar una reducción en el coeficiente de uso de empleo, es decir, fue un cambio técnico ahorrador de empleo; en la mayoría de los casos esta reducción se compensó con un mayor uso de insumos intermedios (grupo 2) pero en otros estuvo acompañada de una reducción en el uso de insumos intermedios (grupo 3). Los tipos de cambio técnico que predominaron fueron el 2 y el 3.

El cambio técnico del tipo 2 (grupo 2) tuvo en todos los casos un efecto empleo negativo ya que el mayor uso de insumos intermedios, supone una reducción en el uso del factor trabajo. Se observa que la mayoría de los subsectores en esta situación pertenecen a los *clusters* 4 y 5. Dentro de los subsectores que se encuentran en esta situación destaca el caso del subsector de fabricación de equipo de computación, comunicación, medición, etc. (334), en este subsector el cambio técnico ocasionó una reducción en sus niveles de empleo en una magnitud de 396 mil empleos.

En situación un tanto similar se encuentra la fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327), este subsector desplazó a casi 140 mil empleados por causas técnicas. Otros subsectores donde el efecto desplazamiento también fue relativamente alto son: fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación de accesorios y aparatos eléctricos (335), fabricación de muebles, colchones, etc. (337) y otras manufacturas (339).

Aunque en todos los subsectores del grupo 2 el efecto empleo del cambio técnico fue negativo, existen algunos en los que los mecanismos de mercado trabajaron de manera eficiente para contrarrestar esta situación, pero en otros se agravó. De los 15 subsectores que se encuentran en el grupo 2, 8 mostraron mecanismos de compensación insuficientes o que agravaron el desempleo ocasionado por el cambio técnico, la mayoría del *cluster* 4, y 7 de ellos lograron revertir la tendencia.

Respecto al mecanismo de compensación “nuevos productos”, se observa que únicamente en 7 de los 21 subsectores, la demanda de bienes intermedios se ha reducido, lo que indica que para la mayoría de subsectores la demanda de nuevos productos intermedios ha aumentado ocasionado efectos positivos en el empleo

(ver cuadro 5.7). En cuanto al mecanismo de compensación “reducción en los salarios”, el cuadro 5.7 muestra que únicamente en 8 de los 15 subsectores del grupo 2 el exceso de oferta de trabajo observado como resultado del cambio técnico, ocasionó que los salarios se redujeran, hecho que fomentó el uso del factor trabajo. Respecto al mecanismo de compensación “nuevas máquinas”, podemos ver que hay subsectores en los que al satisfacer bajos niveles de demanda de formación bruta, registran baja generación de empleo por este rubro, principalmente aquellos subsectores que no son productores de bienes de capital, maquinaria y equipo. En ese rubro, observamos que los subsectores que más empleos generan por el incremento en la demanda de inversión fija bruta son: fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación a base de minerales no metálicos (327) y fabricación de productos metálicos (332).

Los subsectores en los que el efecto del cambio técnico en el empleo ha derivado en situaciones de grave desempleo tecnológico (los efectos netos más negativos) son: fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327) con un efecto neto igual a -485 mil empleos, fabricación de equipo de computación, comunicación, medición (334) con un efecto neto de -249 mil empleos y fabricación de muebles y colchones (337) con un efecto neto de -154 mil empleos. La evolución de la composición del empleo da una idea del tipo de empleos generados y destruidos. Por ejemplo, en el subsector fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327) la participación de los empleados se redujo de manera importante, mientras que la de obreros y técnicos pasó de 88 por ciento en 2003 a 94 por ciento en 2008. Esto podría indicar que parte importante de los empleos destruidos fueron del tipo empleados. Bajo esta misma lógica, los empleos destruidos del subsector fabricación de equipo de computación, comunicación, medición, etc. (334) también podrían pertenecer a los empleos del tipo empleados ya que su participación pasó del 17 por ciento en 2003 al 12 por ciento en 2008.

En el grupo 3 se encuentran los subsectores en los que el cambio técnico observado tuvo un efecto desplazamiento positivo, esto se explica porque la reducción en el uso de insumos intermedios tiene un efecto positivo sobre la

generación de empleos. Por ejemplo, en el subsector fabricación de prendas de vestir (315) este cambio técnico ocasionó la generación de casi 192 mil empleos y en el subsector fabricación de equipo de transporte (336) se generaron 25 mil empleos por causas técnicas.

Sin embargo, para la mayoría del grupo 3 los mecanismos de compensación ocasionaron desempleo, esto se debe principalmente a que en 4 de los 5 subsectores el aumento en la demanda de empleo derivado del cambio técnico (exceso de demanda) ocasionó un incremento en el salario unitario, lo que a su vez desincentiva el uso del factor trabajo. En los subsectores fabricación de insumos textiles (313) y fabricación de productos textiles (314) hubo desempleo tecnológico; por el contrario en los subsectores fabricación de prendas de vestir (315), fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón (324) y fabricación de equipo de transporte (336) el efecto neto del cambio técnico fue positivo.

En cuanto al tipo de empleo generado y destruido en este grupo, los datos de las columnas 10-13 dejan ver que en los subsectores con desempleo tecnológico (313 y 314) es muy probable que los empleos destruidos sean los correspondientes a los empleados ya que en ambos casos su participación se vio reducida. Respecto a los subsectores que mostraron un efecto neto positivo, también se observa que la participación de los empleos que corresponden a obreros y técnicos se incrementó de manera importante. Por ejemplo en el 2003 el 84 por ciento de los empleos del subsector fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón (324) fueron de obreros y técnicos, para el 2008 estos empleos representaron el 91 por ciento.

Por último tenemos que la industria alimentaria (311) fue el único subsector que mostró cambio técnico tipo 4 (grupo 4), este cambio técnico se caracteriza por incrementar el uso del factor trabajo mediante la reducción en el uso de los insumos intermedios. En este caso, el cambio técnico se tradujo en la generación de 81 mil empleos, sin embargo estuvo acompañado de una reducción en los salarios que fomentó aún más el uso del trabajo. Este subsector tuvo el mayor

efecto neto positivo, el cuál fue igual a casi 991 mil empleos. Cabe señalar que este es el subsector que sufrió la mayor recomposición del empleo. En el 2003 solo el 61 por ciento de los empleados eran obreros y técnicos, para el 2008 este porcentaje llegó al 90 por ciento. Esto muestra que los empleos generados fueron de ese estrato de trabajadores.

En el cuadro 5.8 se presentan los mismos resultados para el periodo 2008-2012, como podemos observar, los subsectores se encuentran más dispersos en los grupos del 1 al 4. En este periodo, 12 de los 21 subsectores se encuentran en el grupo 3, 7 en el grupo 2, 1 en el grupo 1 y otro en el grupo 4.

Se observa que el efecto desplazamiento de todos los subsectores contenidos en los grupos 1 y 2 es negativo mientras que en los subsectores que pertenecen a los grupos 3 y 4 es positivo. Esto se debe a que el aumento en el uso de los insumos intermedios (grupos 1 y 2) genera una disminución en los requerimientos de empleo y viceversa (grupos 3 y 4).

En el grupo 1 se encuentra el subsector de industrias metálicas básicas (331), el cuál mostró un cambio técnico en el que el coeficiente de uso de empleo y el coeficiente de uso de insumos intermedios aumentaron. Esto ocasionó que el efecto desplazamiento fuera negativo. Ello se logró contrarrestar con un efecto compensación positivo, el cuál se obtuvo de la reducción en el salario y del incremento en la demanda de inversión de este sector. La composición de los tipos de empleo de este subsector se mantuvo constante. En ambos años cerca del 80 por ciento de los trabajadores del subsector 331 fueron obreros y técnicos.

En el grupo 2, el cambio técnico observado ocasionó que los 7 subsectores reportaran efecto desplazamiento, la mayoría pertenecientes al *cluster* 5, resaltan los casos de los subsectores fabricación de maquinaria y equipo (333), industria alimentaria (311) y fabricación de accesorios, aparatos eléctricos, etc. (335) ya que a causa del cambio técnico fueron desplazados 241 mil, 86 mil y 72 mil empleos respectivamente.

Cuadro 5.8. Efecto del cambio técnico en el empleo, 2008-2012 (miles de empleos)

SCIAN	Tipo de cambio técnico (1)	Cluster (2)	EFECTO EMPLEO							2008		2012	
			-Δ Insumos intermed. (3)	ED (4)	Δ Demanda intermedia (5)	-Δ Salario unitario (6)	Δ Formación bruta fija (7)	EC (8)	EN (9)	% Ob. y téc. (10)	% Empleado (11)	% Ob. y téc. (12)	% Empleado (13)
Grupo 1													
331	1	C.3	-9.2	-9.2	-2.4	13.4	9.6	20.5	11.4	79.5	20.5	79.9	20.1
Grupo 2													
311	2	C.1	-85.8	-85.8	39.4	-799.6	-6.5	-766.7	-852.5	90.0	10.0	90.1	9.9
312	2	C.5	-39.0	-39.0	0.2	-15.3	0.1	-15.0	-54.0	77.6	22.4	80.5	19.5
315	2	C.5	-57.0	-57.0	6.9	-109.2	0.7	-101.7	-158.7	87.3	12.7	86.7	13.3
332	2	C.5	-52.3	-52.3	28.8	-114.0	30.9	-54.3	-106.6	88.5	11.5	88.7	11.3
333	2	C.5	-241.5	-241.5	22.7	-19.0	65.5	69.2	-172.3	93.1	6.9	93.7	6.3
335	2	C.5	-72.2	-72.2	13.7	-40.9	27.1	-0.1	-72.4	91.1	8.9	91.0	9.0
337	2	C.4	-8.7	-8.7	-2.1	-41.5	11.4	-32.2	-40.9	85.1	14.9	84.5	15.5
Grupo 3													
313	3	C.4	6.9	6.9	6.8	-20.5	1.2	-12.6	-5.8	87.3	12.7	86.7	13.3
314	3	C.4	0.1	0.1	1.4	-16.0	1.1	-13.5	-13.4	88.5	11.5	88.7	11.3
316	3	C.4	8.0	8.0	11.6	-35.7	-0.1	-24.1	-16.2	93.1	6.9	93.7	6.3
321	3	C.4	11.8	11.8	9.8	-41.3	17.1	-14.4	-2.6	91.1	8.9	91.0	9.0
322	3	C.4	19.8	19.8	1.4	-12.0	4.5	-6.1	13.7	85.1	14.9	84.5	15.5
323	3	C.4	0.7	0.7	-7.3	-30.1	3.1	-34.3	-33.5	81.8	18.2	82.2	17.8
324	3	C.2	6.0	6.0	5.6	-8.0	1.1	-1.3	4.7	80.6	19.4	80.8	19.2
326	3	C.5	8.9	8.9	46.5	-36.3	8.4	18.5	27.4	95.3	4.7	96.2	3.8
327	3	C.5	22.7	22.7	-6.7	-70.7	34.9	-42.5	-19.8	69.7	30.3	71.3	28.7
334	3	C.5	140.9	140.9	84.5	-131.1	44.7	-1.8	139.1	83.6	16.4	82.9	17.1
336	3	C.1	66.9	66.9	42.4	-50.8	-27.7	-36.1	30.8	93.9	6.1	94.0	6.0
339	3	C.5	13.9	13.9	35.5	-10.0	22.7	48.2	62.0	79.5	20.5	79.9	20.1
Grupo 4													
325	4	C.3	297.9	297.9	-18.9	-5.5	10.1	-14.3	283.6	69.7	30.3	71.3	28.7

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del cuadro 5.8 también muestran que en todos los subsectores del grupo 2 el efecto desplazamiento estuvo acompañado de una reducción en el empleo a causa del aumento en los salarios unitarios. Este hecho contribuyó a que el efecto negativo del cambio técnico no pudiera revertirse, sino que se agravara en todos los casos. Por su parte, también se muestra que fueron pocos subsectores aquellos en que la demanda de formación bruta fija contribuyó de manera importante a revertir el efecto desplazamiento. En el grupo 2 el efecto neto del cambio técnico fue para todos los subsectores negativo. Sin embargo, parece no haber cambios importantes en la composición del empleo.

En el grupo 3 encontramos a los subsectores en los que el cambio técnico tuvo un efecto positivo, la mayoría del *cluster* 4; la reducción en el uso de insumos intermedios tiene como resultado un aumento en los requerimientos de empleo (exceso de demanda de empleo), que a su vez ocasionó un incremento en los salarios unitarios, llevando a que el mecanismo de compensación por medio de la reducción en los salarios, en lugar de aumentar el empleo en estos sectores, lo redujera. Además vemos que existen subsectores que experimentaron una reducción en la demanda de inversión fija bruta que satisfacen, agravando efecto negativo del mecanismo de compensación por reducción en los salarios; en este caso se encuentran los subsectores de fabricación de equipo de transporte (336) y fabricación de productos de cuero (316). También se muestra que son muy pocos los subsectores en los que la demanda intermedia ocasiona desplazamiento de empleos. El efecto neto de los subsectores del grupo 3 es variado aunque en su mayoría es negativo; este hecho se debe principalmente a que el efecto compensación fue negativo. Además, en estos 4 años de análisis, la composición del empleo no mostró cambios importantes.

Por último, en el grupo 4 se encuentra la industria química (325), su cambio técnico generó la reducción en el uso de insumos intermedios y el incremento en el uso del trabajo. Esto ocasionó que el efecto desplazamiento fuera positivo y que el salario unitario aumentara. Además, el incremento en su demanda de inversión generó alrededor de 10 mil empleos. El efecto neto de la industria química es el más alto de toda la industria manufacturera y es igual a casi 283 mil empleos.

Los subsectores con el desempleo tecnológico más elevado son: industria alimentaria (311) con una reducción en el empleo igual a 853 mil empleos, fabricación de maquinaria y equipo (333) con una reducción de 172 mil empleos, fabricación de prendas de vestir (315) con una reducción de 159 mil empleos y fabricación de productos metálicos (332) con 106 mil empleos menos.

Para dimensionar el efecto del cambio técnico en el empleo en el cuadro 5.9 se presenta el cambio en el empleo total observado en cada subsector y en la industria manufacturera en los dos periodos (columnas 1 y 4), el efecto neto del cambio técnico (columnas 2 y 5) y la diferencia entre ambos (columnas 3 y 6).

Cuadro 5.9. Cambio total en el empleo y efecto neto del cambio técnico, 2003-2008 y 2008-2012 (miles de empleos)

SCIAN	2003-2008			SCIAN	2008-2012		
	Cambio total en el empleo (1)	Ef. neto del cambio técnico (2)	Diferencia (3)		Cambio total en el empleo (4)	Ef. neto del cambio técnico (5)	Diferencia (6)
311	317.2	991.1	-673.9	311	-319.8	-852.5	532.7
312	-10.3	43.4	-53.7	312	27.0	-54.0	81.0
313	-64.8	-48.2	-16.6	313	-4.3	-5.8	1.5
314	-93.3	-18.7	-74.6	314	2.8	-13.4	16.2
315	-475.4	5.1	-480.5	315	-29.4	-158.7	129.3
316	-95.9	-88.5	-7.4	316	4.0	-16.2	20.2
321	-117.9	-152.3	34.4	321	7.1	-2.6	9.7
322	-59.9	-39.0	-20.9	322	7.8	13.7	-5.9
323	-9.1	-5.3	-3.8	323	-16.8	-33.5	16.7
324	-28.4	20.3	-48.7	324	2.4	4.7	-2.3
325	-65.6	150.4	-216.0	325	28.5	283.6	-255.1
326	-30.9	41.2	-72.1	326	19.3	27.4	-8.1
327	-555.4	-485.2	-70.2	327	-34.2	-19.8	-14.4
331	-64.4	79.1	-143.5	331	29.3	11.4	17.9
332	30.5	154.7	-124.2	332	-93.9	-106.6	12.7
333	-0.3	319.2	-319.5	333	90.0	-172.3	262.3
334	6.2	-248.5	254.7	334	-43.6	139.1	-182.7
335	-17.6	74.2	-91.8	335	20.0	-72.4	92.4
336	-121.7	132.1	-253.8	336	127.6	30.8	96.8
337	-181.0	-154.4	-26.6	337	-29.2	-40.9	11.7
339	-98.7	-115.6	16.9	339	-14.3	62.0	-76.3
Manuf.	-1737.0	654.9	-2391.6	Manuf.	-219.5	-975.8	756.1

Fuente: elaboración propia.

El cambio en el empleo total es el resultado de la descomposición completa del empleo, es decir, registra el efecto que tienen el resto de componentes de la descomposición del valor bruto de la producción por la demanda y de la descomposición del coeficiente de uso de empleo por la oferta (cuadro 5.4).

En el cuadro 5.9 se observa que entre 2003 y 2008 el nivel de empleo en la industria manufacturera se redujo en 1,737 miles de empleos, sin embargo, el efecto neto del cambio técnico contribuyó de manera positiva, lo que quiere decir que por otros factores, de demanda o de oferta, el empleo se vio disminuido en 2,392 miles de empleos.

Además, si analizamos a detalle los casos extremos tenemos que existen subsectores como el subsector fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327) en donde el efecto neto del cambio técnico representa gran parte de la variación total del empleo. Otro ejemplo es el del subsector fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334), en el que a pesar de haber registrado uno de los efectos netos más negativos, otros factores de demanda lograron contrarrestar el efecto negativo.

También se observa el caso de la industria alimentaria (311) donde el efecto neto del cambio técnico fue positivo y demasiado alto, el cual disminuyó por el resto de factores que en nuestro modelo afectan al empleo. A su vez, en el subsector fabricación de maquinaria y equipo (333) el efecto neto del cambio técnico fue de los más elevados, pero la reducción en el empleo por factores de demanda u oferta fue casi de la misma magnitud, ocasionando que el empleo total mostrara una variación muy cercana a cero.

En el periodo 2008-2012 el cambio en el empleo total fue de -220 mil empleos, sin embargo, el efecto neto del cambio técnico fue de -976 miles de empleos, lo que significa que otros factores de demanda y de oferta ocasionaron que el empleo aumentara 756 miles de empleos, logrando contrarrestar parte importante del efecto negativo que el cambio técnico tuvo sobre el empleo.

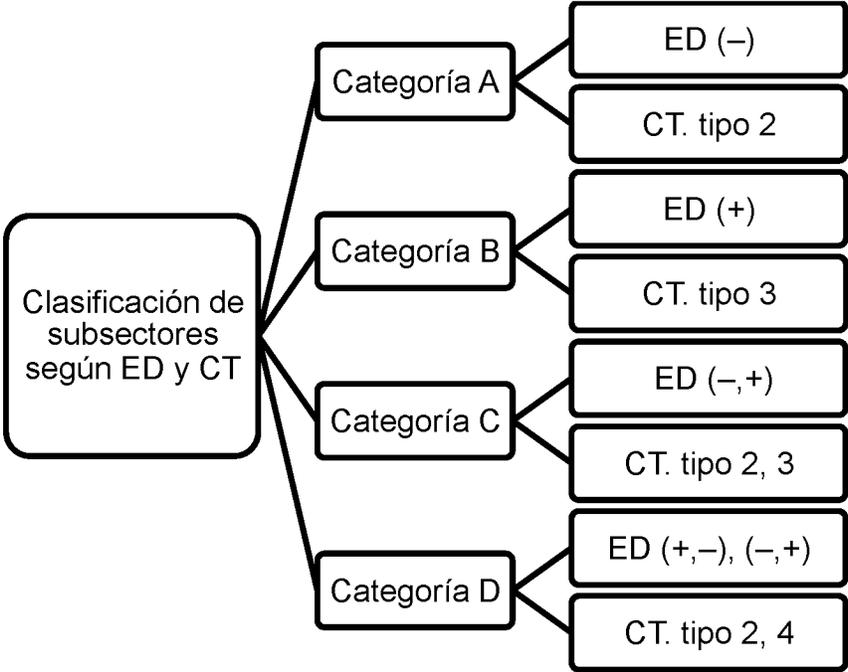
En el caso de los extremos, por un lado sorprende que los 2 subsectores que durante el primer periodo registraron los efectos neto más positivos, son los que

en el segundo periodo tienen los efectos netos más negativos, estos subsectores son la industria alimentaria (311) y la fabricación de maquinaria y equipo (333). En el caso del primero, su efecto neto fue tan negativo que el resto de factores no lograron contrarrestarlo, en el caso del segundo si fue posible. En el otro extremo se observa a la industria química (325), con el efecto neto positivo más elevado y el cuál perdió poder de generación de empleos por los demás factores de oferta y demanda.

5.8. Identificación de patrones: tipo de cambio técnico y efecto desplazamiento

Existen subsectores manufactureros que a lo largo de los dos periodos analizados mostraron patrones y características muy claras en cuanto al tipo de cambio técnico que registraron y su efecto en el empleo, en el cuadro 5.10 se muestra la clasificación de los subsectores de acuerdo a estos indicadores. Los 21 subsectores se clasifican en 4 categorías.

Cuadro 5.10. Clasificación de los subsectores según tipo de cambio técnico y signo del efecto desplazamiento por subperiodos



Fuente: elaboración propia.

- Categoría A: se conforma por 6 subsectores, se caracterizan a lo largo de los 9 años de análisis por cambio técnico del tipo 2 (reducción del coeficiente de empleo acompañado de un aumento en el coeficiente de uso de insumos intermedios) y por haber mostrado un efecto desplazamiento importante. En este grupo se encuentran la industria de bebidas y tabaco (312), la industria metálica básica (331), fabricación de productos metálicos (332), fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación de accesorios, aparatos eléctricos, etc. (335) y fabricación de muebles, colchones, etc. (337).
- Categoría B: se conforma por 4 subsectores, son industrias que en los dos subperiodos analizados registraron cambio técnico del tipo 3 (reducción en el uso de empleo y en el uso de insumos intermedios), con un efecto desplazamiento contrario que resultó en generación de empleos. En esta categoría se encuentran los subsectores de fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y la fabricación de equipo de transporte (336).
- Categoría C: en este taxón se encuentran 8 de los 21 subsectores, los cuáles se caracterizan por haber mostrado en el primer periodo un efecto desplazamiento y en el segundo periodo un efecto desplazamiento contrario, esto también está relacionado con que durante el primer periodo registraron cambio técnico del tipo 2 y en el segundo periodo cambio técnico del tipo 3. Son subsectores que a lo largo de los dos periodos han mostrado una reducción en el uso del factor trabajo pero que en el primer periodo estuvo acompañado de un aumento en el coeficiente de uso de insumos intermedios y en el segundo de una reducción. En esta categoría se encuentran los subsectores: fabricación de productos de cuero, piel, etc. (316), industria de la madera (321), industria del papel (322), impresión e industrias conexas (323), industria del plástico y del hule (326), fabricación a base de minerales no metálicos (327), fabricación de equipo de

computación, comunicación, etc. (334) y otras industrias manufactureras (339).

- Categoría D: está compuesta por 3 subsectores los cuáles muestran patrones diferentes al resto de subsectores. Son la industria alimentaria (311), que en el primer periodo mostró cambio técnico del tipo 4 y en el segundo cambio técnico del tipo 2, los cuales son inversos. El cambio técnico tipo 4 se basa en el incremento del coeficiente de uso de empleo y en la reducción en el uso de insumos intermedios, mientras que el cambio técnico del tipo 2 registra las tendencias contrarias. Estos cambios técnicos contrarios entre periodos ocasionaron que en el primer periodo su efecto desplazamiento fuera positivo pero negativo en el segundo. También encontramos en este grupo a la industria química (325), la cuál mostró un comportamiento exactamente contrario al del subsector 311. Por último, la fabricación de prendas de vestir (315) también se encuentra en este grupo, mostró cambio técnico del tipo 3 en el primer periodo y cambio técnico del tipo 2 en el segundo, lo que le ocasionó un efecto desplazamiento positivo en el primer periodo pero negativo en el segundo.

5.9. Implicaciones y discusión de resultados

El cambio técnico llevado a cabo en la industria manufacturera en México entre 2003 y 2012 fue diferente entre el 2003 y 2008 que entre el 2008 y 2012. Del análisis del cambio en los coeficientes técnicos de cada sector (por columna) se pudo observar que en el primer periodo el cambio técnico fue ahorrador de mano de obra, 15 de los 21 subsectores registraron un efecto desplazamiento que resultó en la destrucción de 466 mil empleos en la industria manufacturera a causa del cambio en la técnica de producción de cada subsector. Sin embargo, este efecto desplazamiento estuvo acompañado de un efecto compensación de mayor magnitud, lo que trajo consigo que el efecto total neto fuera positivo. Esto quiere decir, que en el primer periodo, los mecanismos de compensación trabajaron de manera eficiente para contrarrestar el efecto negativo del cambio técnico.

Por su parte, el cambio técnico observado en el segundo periodo favoreció el uso del factor empleo, llevando a resultados totalmente diferentes, en este caso únicamente 8 de los 21 subsectores registraron efecto desplazamiento; en el resto de los sectores se presentó un efecto desplazamiento contrario lo cual, en el total manufacturero, resultó en la generación de 39 mil empleos. Sin embargo, en este periodo, los mecanismos de compensación jugaron en contra de la generación de empleos, ocasionando que el efecto neto total fuera negativo y de gran magnitud (-976 miles de empleos). Las diferencias entre periodos en el cambio técnico experimentado por los subsectores manufactureros, es relevante y marcan la pauta en el análisis de los efectos de éste en el empleo.

Aunado a esto, existen subsectores en los que los mecanismos de mercado que permiten la reabsorción de trabajadores funcionan de manera eficiente y otros en los que no es así. Sin embargo, en términos generales se puede observar que durante el primer periodo (2003-2008) la manufactura tendió a incorporar técnicas ahorradoras de empleo las cuáles estuvieron acompañadas por mecanismos de compensación que lograron contrarrestar el efecto negativo del cambio técnico sobre el empleo. En cambio, durante el segundo periodo (2008-2012) la industria manufacturera adoptó técnicas que tuvieron un efecto positivo sobre el empleo, pero los mecanismos de mercado operaron en contra; esto se puede explicar porque si el cambio técnico generó empleo manufacturero, entonces la demanda de trabajo aumentó ocasionando que los salarios aumentaran, por lo que el mecanismo de compensación por disminución en los salarios no se presentara y los movimientos de los salarios unitarios tuvieron un efecto negativo sobre la generación de empleos.

Los resultados indican que existe una marcada heterogeneidad entre los subsectores manufactureros en México. Existen industrias que reiteradamente han incorporado cambio técnico ahorrador de empleo y otras que han incorporado cambio técnico que ha incentivado el uso del empleo. En el cuadro 5.11 se presenta la aportación en número de empleos y en porcentajes de las 4 categorías de subsectores de acuerdo con la clasificación que consideran simultáneamente el tipo de cambio técnico y el efecto desplazamiento. Los datos muestran que en

ambos periodos la participación de los subsectores de la categoría A es relevante en el sentido de que contribuyen de manera importante a la destrucción de empleos por causas técnicas. Los subsectores de la categoría B son los que, en términos relativos, tienen la menor aportación al empleo mediante un efecto desplazamiento contrario. También se nota la relevancia de los subsectores de la categoría C ya que son los que en mayor proporción definen el efecto desplazamiento total de la industria manufacturera.

Cuadro 5.11. Participación de los subsectores en el efecto desplazamiento total por categorías de tipo de cambio técnico y efecto desplazamiento

Categoría	2003-2008		2008-2012	
	ED (empleos) (1)	Proporción (%) (2)	ED (empleos) (3)	Proporción (%) (4)
A	-115	25	-423	-1088
B	43	-9	80	206
C	-649	139	227	583
D	255	-55	155	399
Manuf.	-466	100	39	100

Fuente: elaboración propia.

Como bien sabemos, el efecto neto del cambio técnico en el empleo depende de la capacidad de cada subsector para contrarrestar el efecto desplazamiento. Además, las capacidades tecnológicas podrían influir en el efecto que el cambio técnico tiene sobre el empleo. El enfoque de las capacidades tecnológicas parte del supuesto de que existe heterogeneidad en las diferentes industrias manufactureras en el sentido de que las habilidades para el uso, asimilación, adaptación y cambio en las técnicas de producción difieren entre sectores manufactureros de los países en desarrollo. A mayores capacidades tecnológicas, mayor es la habilidad para usar, asimilar o adaptar el cambio técnico. Además, este trabajo plantea la posibilidad de que a mayores capacidades tecnológicas, menor es el efecto negativo que el cambio técnico tiene sobre el empleo.

En ese sentido, son pocos los subsectores de la manufactura para los cuáles encontramos alguna regularidad empírica en cuanto a la magnitud del efecto neto. De los 21 subsectores, encontramos 7 en los que el efecto neto del cambio técnico

siempre ha sido negativo, estos son: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos de cuero, piel, etc. (316), industria de la madera (321), impresión e industrias conexas (323), fabricación a base de minerales no metálicos (327), fabricación de muebles y colchones (337).

Cabe señalar que todos estos subsectores, a excepción del 327, pertenecen al *cluster* rosa del análisis sobre productividad laboral y capacidades tecnológicas, cuyas características más relevantes son sus bajas tasas de crecimiento de la productividad laboral así como bajas capacidades tecnológicas, son subsectores que registran las más bajas participaciones en la inversión fija bruta de maquinaria y equipo, y en el gasto en investigación y desarrollo; además, tienen las remuneraciones medias más bajas de la industria manufacturera.

Todo esto podría sugerir que el efecto del cambio técnico en el empleo se determina por las capacidades tecnológicas, es decir, de las habilidades para el uso, la asimilación y adaptación del cambio en las técnicas de producción existentes. Esto se puede explicar porque mientras más elevadas sean las capacidades de tecnología física (inversión física), tecnología blanda (gasto en Investigación y Desarrollo) y tecnología de habilidades (capital humano, perfil de remuneraciones), más fácil será proveer el dinamismo requerido para generar nuevas oportunidades de empleo. Los subsectores con menos habilidades de tecnología dura, blanda y de habilidades, probablemente son más sensibles, en términos de empleo, al cambio técnico.

También encontramos cinco subsectores que en los dos periodos de análisis mostraron un efecto neto del cambio técnico positivo, estos son: fabricación de productos derivados del petróleo (324), la industria química (325), la industria del plástico y del hule (326), las industrias metálicas básicas (331) y la fabricación de equipo de transporte (336). Estos subsectores (a excepción del 326) conforman los *clusters* rojo, verde y azul del análisis de la productividad laboral; sus capacidades tecnológicas se caracterizan por ser las más elevadas de la manufactura en términos de tasas de crecimiento de la productividad laboral y en cuanto a los

indicadores de capacidades; son los de mayor participación en la inversión fija bruta de maquinaria y equipo y en el gasto de investigación y desarrollo, además de que sus remuneraciones medias se encuentran por encima del promedio entre subsectores. Además, resulta evidente que todos estos subsectores al abastecer de materias primas a los subsectores productores de bienes de capital, tiene un efecto neto positivo del cambio técnico.

Esto también podría implicar que los subsectores con las mayores habilidades para el uso, la asimilación y la adaptación del cambio técnico pueden, por ello mismo, no ser afectados en términos de generación de empleo. El resto de subsectores presentan un efecto neto que cambia entre periodo y periodo, lo cual podría obedecer al comportamiento de sus capacidades tecnológicas.

Finalmente, cabe resaltar que las economías en desarrollo como la mexicana no deberían mostrar aversión al cambio técnico, aunque en muchos casos el cambio técnico genera desplazamiento de trabajadores, este puede ser revertido a través de mecanismos de mercado.

5.10. Conclusiones preliminares

En este trabajo se plantea un modelo de empleo, el cuál se descompone en los factores que lo determinan, los cuales son el coeficiente de uso de empleo y el valor bruto de la producción. Se llevó a cabo la descomposición estructural del coeficiente de empleo y del valor bruto de la producción con la finalidad de poder sustituirlas en la descomposición del empleo y obtener una descomposición del empleo total en la que se observe la relación entre las distintas variables. Se obtiene que la variación del coeficiente de uso del empleo depende de la variación de sus determinantes, que son el uso de los insumos intermedios, el salario, y el excedente bruto de operación. Por su parte, la variación del valor bruto de la producción se determina por la variación de los componentes de la demanda intermedia y final y los coeficientes técnicos. A partir de las definiciones del efecto desplazamiento y del efecto compensación se identifican aquellos términos que permiten cuantificar la magnitud de cada uno de los efectos.

Del ejercicio de descomposición estructural se pueden obtener $n!$ descomposiciones, sin embargo en este trabajo se considera el promedio de las dos descomposiciones polares ya que representan una buena aproximación del promedio del total de descomposiciones posibles.

En este capítulo se presentó el crecimiento promedio anual del coeficiente de uso de empleo contrastado con el crecimiento de la producción por trabajador, esto nos permitió observar que en ambos periodos, la gran mayoría de los subsectores redujo sus requerimientos de empleo, hecho que se vio compensado con el incremento en los niveles de producto por trabajador.

Además, mediante el análisis de la evolución de los coeficientes de uso de empleo y de uso de insumos intermedios, pudimos observar el cambio en la técnica de producción de cada subsector, que en la mayoría de los casos ha sido ahorrador de empleo, algunas veces ha estado acompañado de un uso más intensivo de los insumos intermedios y otras veces, de un uso más intensivo en capital (reducción en el uso de insumos intermedios).

Se clasificaron 4 tipos de cambio técnico con distintos efectos sobre el nivel de empleo, los cuales surgen de las combinaciones entre la variación positiva y negativa de las tasas de crecimiento del coeficiente de empleo y del coeficiente de uso de insumos intermedios. Además se muestra que el cambio técnico de los tipos 1 y 2 genera un efecto desplazamiento, mientras que el cambio técnico de los tipos 3 y 4 ocasiona un efecto desplazamiento contrario.

En el periodo 2003-2008 predominó el cambio técnico del tipo 2, lo que ocasionó que el efecto desplazamiento total fuera negativo. En cambio en el periodo 2008-2012 predominó el cambio técnico del tipo 3, que tuvo como consecuencia un efecto desplazamiento total con signo positivo.

Los resultados de la descomposición estructural muestran que durante el primer periodo, el cambio en la técnica de producción de la mayoría de los subsectores manufactureros generó desplazamiento de trabajadores, pero que gracias al funcionamiento de los mecanismos de compensación logró ser contrarrestado. Durante el segundo periodo el efecto del cambio técnico fue diferente, de forma

directa generó empleo pero a causa de los mecanismos de compensación, tuvo un efecto negativo en el nivel de empleo. Como resultado, el efecto neto total del cambio técnico en el primer periodo fue positivo y en el segundo fue negativo.

Comparando el efecto neto del cambio técnico en el empleo con la variación total observada en el empleo manufacturero encontramos que el efecto neto del primer periodo contribuyó de manera positiva a la generación de empleo. Sin embargo, en el segundo periodo el efecto neto total del cambio técnico generó una muy amplia reducción en el nivel de empleo, ocasionando que solo una parte de ese desplazamiento se pudiera contrarrestar con otros factores de demanda u oferta.

Los veintiún subsectores se clasifican de acuerdo a las características que mantuvieron a lo largo de los periodos analizados tomando en consideración el tipo de cambio técnico y el efecto desplazamiento, esto nos permitió identificar la heterogeneidad existente entre sectores en términos del cambio técnico que aplican y su efecto en el empleo. Los subsectores con efecto desplazamiento (categoría A), contribuyen de manera importante al efecto neto total negativo del cambio técnico.

Por último, se concluye que dada la heterogeneidad entre sectores, encontrar patrones respecto al efecto neto del cambio técnico resulta muy difícil. Sin embargo, se encuentran algunos subsectores que a lo largo de todo el ejercicio mostraron un efecto neto negativo y otros en los que el efecto neto fue positivo.

Encontramos resultados que sugieren que los subsectores en los que el efecto neto del cambio técnico fue positivo fueron los que registraron las mayores tasas de crecimiento de la productividad laboral y las mayores capacidades tecnológicas, y por el contrario, que los subsectores que siempre registran efectos desplazamiento, son los que presentan las menores tasas de crecimiento de la productividad laboral y las capacidades tecnológicas más bajas. Lo anterior podría sugerir que el efecto que tiene el cambio técnico sobre el empleo depende en cierta medida de la capacidad de los subsectores para administrar el cambio técnico y que está asociado al funcionamiento de los mecanismos de compensación.

CONCLUSIONES GENERALES

A lo largo de esta investigación se analizó la relación entre dos variables relevantes en el análisis económico, el cambio técnico y el empleo. Debido al papel que juega la industria manufacturera en el desarrollo y crecimiento económico de las economías nacionales, este trabajo se enfoca en el análisis de la relación entre cambio técnico y empleo en la industria manufacturera para los periodos 2003-2008 y 2008-2012.

La hipótesis central a contrastar es que el cambio técnico experimentado por los subsectores de la industria manufacturera en México ha generado cambios en la estructura productiva sectorial, ocasionando un efecto negativo sobre el empleo. Esta hipótesis se complementa con tres hipótesis específicas: i) en periodos de cinco años se observan cambios importantes en el contenido y la estructura productiva de los subsectores manufactureros, ii) el tipo de cambio técnico que se aplica determina el efecto en el empleo, y iii) la mayoría de los subsectores manufactureros han optado por un cambio técnico que reduce el contenido de trabajo.

Las conclusiones generales se concentran en cuatro áreas: i) la teoría del desempleo tecnológico, ii) la metodología para la cuantificación del efecto del desempleo tecnológico, iii) el análisis de la productividad laboral y las capacidades tecnológicas desde una perspectiva sectorial, y iv) la medición del cambio técnico y su efecto en el empleo desde una perspectiva intersectorial. Los resultados obtenidos indican una marcada heterogeneidad entre subsectores manufactureros en cuanto a las capacidades tecnológicas, al tipo de cambio técnico que aplican y al efecto neto del cambio técnico.

- La teoría del desempleo tecnológico

El progreso técnico es un término que se utiliza para referirse a las consecuencias de la introducción de un nuevo método o sistema de trabajo y que suele ocasionar que la cantidad de producto que antes se obtenía con cierta disponibilidad de factores, resulte aumentada. El progreso técnico es la consecuencia del cambio

técnico, y el cambio técnico ocurre cuando hay modificaciones en la estructura productiva o en el contenido de la producción, cuando hay un mejoramiento en las dinámicas de producción existentes, en el conjunto de factores que se combinan o en las cantidades de éstos que se utilizan. El cambio técnico se puede explicar por las innovaciones de producto y de proceso que se traducen en mejores insumos y en mejores habilidades productivas y administrativas.

El cambio técnico, y por tanto el progreso técnico, contribuye significativamente al crecimiento del producto, pero su efecto en el empleo es *a priori* ambiguo. Por un lado, el cambio técnico destruye empleos donde la técnica de producción es obsoleta ya que la incorporación de bienes de capital reduce los requerimientos de empleo, principalmente de los no calificados, e incentiva el incremento en la productividad laboral mejorando el rol del trabajo, a esta relación se le denomina efecto desplazamiento. Por otro lado, el cambio técnico genera empleos donde, a través de diferentes mecanismos de mercado, el incremento en la productividad laboral estimula la generación de empleos. A esta relación se le denomina efecto compensación y funciona a través de diversos mecanismos compensatorios como la producción de nuevas máquinas, la disminución en los precios, la realización de nuevas inversiones, la creación y el uso de nuevos productos y la disminución en los salarios. Estos mecanismos pueden verse entorpecidos por la existencia de ciertas limitantes y su funcionamiento depende de diferentes contextos institucionales y socioeconómicos.

De la incidencia conjunta de los efectos desplazamiento y compensación surge el desempleo tecnológico. El concepto de desempleo tecnológico es un término que cada vez cobra más relevancia como variable explicativa en la generación de empleo. El desempleo tecnológico se entiende como el desempleo que es generado por los nuevos medios y técnicas de producción que reducen los requerimientos de empleo superando el ritmo al que nuevos usos para el trabajo son encontrados. Considera la posibilidad de que nuevas formas de producir ocasionen la destrucción de empleos pero también la generación de nuevos empleos. El desempleo tecnológico surge cuando el desplazamiento de trabajadores por causas técnicas supera la generación de nuevos empleos.

Se revisaron algunos factores macroeconómicos y microeconómicos que pueden debilitar o fortalecer el funcionamiento de los mecanismos de compensación como la estructura de mercado, el grado de desarrollo económico, el tipo de progreso técnico, el tipo de innovación y las capacidades tecnológicas. Según las relaciones estudiadas, una economía con estructura de mercado diferente a la de libre competencia, con menor grado de desarrollo, con bajas capacidades tecnológicas y que aplica innovaciones de proceso, muy probablemente experimentará desempleo tecnológico. Por el contrario, una economía con características opuestas muy probablemente será capaz de revertir el efecto negativo que el cambio técnico puede tener sobre el empleo.

A partir de estos argumentos, es posible pensar que, en la dinámica económica y de generación de empleo, el cambio técnico juega un papel muy importante, no solo porque dota de la competitividad y las habilidades para competir y participar en el mercado global, también porque contribuye a encontrar nuevos usos al trabajo desplazado por causas técnicas.

- La metodología para la cuantificación del desempleo tecnológico

La medición del cambio técnico implica el análisis de la evolución de las técnicas de producción. En este trabajo, la identificación de las técnicas de producción se realiza a partir del modelo de insumo-producto de Leontief que supone una tecnología de producción lineal y que registra para cada industria del aparato productivo los requerimientos de insumos intermedios y de insumos primarios para llevar a cabo su producción. En ese sentido, el cambio técnico se mide a través del cambio en los requerimientos de los insumos necesarios para producir una unidad de producto. El cambio técnico se puede observar tanto en las variaciones de los requerimientos de los insumos, como en la aparición de nuevos insumos y en la sustitución de algunos otros.

El análisis del cambio técnico se basa en el ejercicio comparativo entre dos o más matrices de coeficientes técnicos. En ese sentido, con la finalidad de conocer la evolución de las técnicas de producción en términos lo más cercanos a las cantidades utilizadas de cada insumo, y considerando que las matrices de insumo-

producto de 2008 y 2012 se encuentran ambas valuadas a precios del 2008, se planteó la necesidad de obtener la matriz de insumo-producto de 2003 de México a precios del 2008.

La deflación de la matriz de 2003 se llevó a cabo a través del método RAS, que es una técnica de ajuste bi-proporcional aplicado a las matrices de insumo-producto. Se considera un método de actualización de matrices muy eficiente ya que utilizando parcialmente información directa actualiza matrices de insumo-producto sin la necesidad de generar información inter-industrial.

Asimismo con la metodología de insumo-producto se desarrolló un modelo de empleo según el cuál el nivel de empleo se determina por el coeficiente de uso de empleo (número de trabajadores por producto) y por el valor bruto de la producción. Mediante el análisis de descomposición estructural los cambios en el empleo de la industria manufacturera se descomponen en la suma de los cambios en el coeficiente de uso de empleo y de los cambios en el valor bruto de la producción.

Bajo este mismo procedimiento se identificaron las variables que desde la perspectiva de la oferta definen las variaciones del coeficiente de empleo y que desde la perspectiva de la demanda definen las variaciones del valor bruto de la producción. Al final, se obtiene una descomposición total del empleo que permite identificar todos los factores de oferta y demanda que influyen en la determinación y evolución del empleo. La construcción de este modelo conecta las perspectivas contable y analítica de la economía. El enfoque planteado en esta metodología no es un enfoque tradicional en el que se analiza el efecto de las variaciones en una variable suponiendo que todo lo demás permanece invariante, sino que es un enfoque que analiza el efecto de las variaciones en una variable considerando que, a su vez, todas las demás variables también cambian.

De la descomposición total del empleo se formula un sub-modelo que mide los efectos del cambio técnico en el empleo, e identifica la magnitud del efecto desplazamiento y de una parte del efecto compensación. Permite formular una serie de relaciones entre el empleo y el uso de insumos intermedios, el salario

unitario y la demanda de inversión fija bruta. El modelo contable indica que cuando aumenta el uso de los insumos intermedios, el coeficiente de uso de empleo tiende a reducirse, lo cuál se traduce en una reducción en el nivel de empleo; esta relación se basa en la idea de que el incremento de algún coeficiente técnico se debe ver compensado con la reducción de otro, indica el efecto empleo del cambio técnico y determina la magnitud del efecto desplazamiento.

Otra de las relaciones presentes en el modelo indica que cuando el salario unitario se incrementa, el empleo tiende a reducirse; un encarecimiento relativo del factor trabajo ocasiona una reducción en la demanda de empleo, esta relación mide la magnitud de la disminución en los salarios como un efecto compensación.

Por último, cuando la demanda de inversión fija bruta se incrementa, el empleo tiende a incrementarse; esta relación indica que nuevos empleos son generados en los subsectores donde se producen los bienes de capital, muestra el efecto sobre el empleo del mecanismo de compensación de producción de nuevas máquinas.

- La productividad laboral y las capacidades tecnológicas

Es evidente que los subsectores de la industria manufacturera muestran diferencias sustanciales en términos de la productividad laboral y de sus capacidades tecnológicas. El análisis de la productividad laboral se vuelve relevante porque permite diagnosticar el efecto del cambio técnico en el empleo.

Los datos presentados indican que la productividad laboral de la industria manufacturera ha crecido en ambos periodos a tasas positivas y cercanas al 9 por ciento anual. Sin embargo, se distinguen diferencias sustanciales entre sectores en cuanto a la variable que más aporta al crecimiento de la productividad; por ejemplo, entre 2003 y 2008 la productividad laboral de 19 de los 21 subsectores manufactureros creció debido a la reducción en los niveles de empleo, en cambio entre 2008 y 2012 los niveles de empleo de la gran mayoría de subsectores creció de manera importante, lo que indica que en este periodo el crecimiento de la productividad laboral se explicó por el crecimiento acelerado del valor agregado.

Al analizar la productividad laboral, el empleo y el valor agregado por subsector manufacturero encontramos que existen grupos de subsectores que comparten algunas características. El método de clusterización de Ward fue utilizado para encontrar la mejor agrupación posible de los subsectores manufactureros, al final los 21 subsectores fueron clasificados en 5 grupos. El método de Ward, a través de la minimización de la distancia entre observaciones, agrupa por pares a las observaciones cuya distancia sea la menor posible y sean más similares entre sí.

Desde el enfoque de las capacidades tecnológicas se analizan las habilidades para el uso, la asimilación y la adaptación del cambio técnico. Estas habilidades se pueden medir a través de tres indicadores: la tecnología dura (inversión física), la tecnología blanda (innovaciones y gasto en investigación y desarrollo) y la tecnología de habilidades (capital humano y remuneraciones al trabajo).

A nivel de grupos, estos indicadores muestran que existen grandes diferencias entre grupos de subsectores. La industria alimentaria (311) y la fabricación de equipo de transporte (336), ambos pertenecientes al *cluster* rojo, presentan los subsectores con las capacidades tecnológicas más elevadas de toda la industria manufacturera, principalmente entre 2008 y 2012 ya que reportan altos niveles de productividad laboral, de participación en la inversión fija bruta de maquinaria y equipo para la producción y de gasto en investigación y desarrollo.

Por su parte, se observa que el subsector de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) (*cluster* verde) aunque ha mostrado niveles de productividad laboral superiores a la media, ha reducido sus capacidades tecnológicas en los últimos años, su inversión fija, su gasto en investigación y desarrollo y el nivel ocupacional de sus trabajadores se han visto mermados desde 2008. También se observa que el *cluster* conformado por la industria química (325) y la industria metálica básica (331) muestran capacidades tecnológicas elevadas así como altas tasas de crecimiento de la productividad laboral.

Además se identifica un grupo de subsectores (*cluster* rosa) que se caracteriza por tener las capacidades tecnológicas más bajas de la industria manufacturera así

como las menores tasas de crecimiento de la productividad laboral, en este grupo se encuentran los siguientes subsectores: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos de cuero y piel (316), industria de la madera (321), industria del papel (322), impresión e industrias conexas (323) y fabricación de muebles, colchones, etc. (337).

Por último, los subsectores de la industria de bebidas y tabaco (312), la fabricación de prendas de vestir (315), la industria del plástico y del hule (326), la fabricación de productos a base de minerales no metálicos (327), la fabricación de productos metálicos (332), fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334), fabricación de accesorios y aparatos eléctricos (335) y otras industrias manufactureras (339) comparten las siguientes características: tienen capacidades tecnológicas medias y a lo largo de los dos periodos analizados han mostrado un crecimiento de la productividad laboral cercana a la del promedio y con mayores incentivos y apoyo podrían aumentar su desempeño en términos de productividad y capacidades tecnológicas (*cluster azul claro*).

La identificación de grupos de subsectores de acuerdo a las capacidades tecnológicas y a la productividad laboral muestran que las habilidades para el uso, la adaptación y asimilación del cambio técnico difieren entre industrias, por ello el efecto que el cambio técnico tiene sobre el empleo también podrá diferir entre industrias. Aunque el enfoque de las capacidades tecnológicas no plantea alguna relación entre la generación de empleo y las capacidades tecnológicas, podría esperarse que las industrias con menores capacidades tecnológicas, al mostrar un crecimiento limitado del producto, vieran reducidas sus habilidades para revertir el efecto negativo que el cambio técnico tuviera sobre el empleo.

- La medición del cambio técnico y su efecto en el empleo

La técnica de producción de una industria se conoce mediante el análisis de los coeficientes técnicos de una matriz de insumo-producto que sirven para medir la proporción en la que se utiliza cada insumo. Entonces el cambio técnico se observa cuando se experimentan cambios en la manera en que el conjunto de

factores productivos son combinados, cuando la proporción en la que participan los componentes de la técnica se ve alterada o cuando la intensidad con la que se utilizan los insumos cambia.

La identificación del cambio técnico en los subsectores de la industria manufacturera se llevó a cabo en tres etapas; en la primera se analiza de forma agregada la evolución de la producción total que sería requerida para satisfacer un nivel dado de demanda final utilizando las técnicas de producción de distintos años. De este ejercicio hipotético se encontró que las técnicas de producción más recientes tienen mayores requerimientos de insumos. Esto indica que para satisfacer un mismo nivel de demanda las técnicas de producción han intensificado el uso de los insumos intermedios en detrimento de los insumos primarios, lo que se interpreta como un aumento en la productividad de los factores primarios.

En la segunda etapa se mide la evolución en la intensidad con que se utilizan los insumos intermedios en comparación con el empleo. Los resultados muestran composiciones de insumos muy variadas y que marcan grandes diferencias en la forma de producir de los subsectores manufactureros. Existen algunos subsectores que hacen un uso relativamente bajo de insumos intermedios (50 por ciento de su técnica se basa en el uso de insumos intermedios) y otros que hacen un uso intensivo de insumos intermedios (90 por ciento de su técnica se basa en el uso de insumos intermedios).

También se encontró que la intensidad de uso de los insumos intermedios y primarios presentó cambios importantes en los dos periodos analizados. De manera específica encontramos que, entre 2003 y 2008, 15 de los 21 subsectores manufactureros redujeron su coeficiente de uso de empleo, mientras que entre 2008 y 2012 únicamente 8 de los 21 subsectores reportaron una disminución en su coeficiente de uso de empleo.

En la tercera etapa se realiza un análisis de las diferencias en los coeficientes técnicos primero por vectores columna (para conocer el cambio en la técnica de producción) y después tanto por vectores columna como por vectores fila (para

identificar el cambio en la técnica y el cambio en la distribución de insumos). Del análisis de los vectores columna de la matriz de coeficientes técnicos se concluye que el periodo 2003-2008 se caracteriza por haber experimentado los cambios de mayor magnitud, ya que el 6.5 por ciento de los coeficientes técnicos de los subsectores manufactureros mostraron un cambio en su valor mayor al 0.01, en cambio en el segundo periodo, solo el 3.5 por ciento de los coeficientes manufactureros mostró una variación de tal magnitud.

Es así que en periodos relativamente cortos (5 años) se observan cambios importantes en la estructura productiva de los subsectores manufactureros. Aunque solo entre el 3.5 y el 6.5 por ciento de los coeficientes manufactureros hayan mostrado cambios importantes, la magnitud de su variación cobra relevancia porque, en muchos casos, supera el valor de otros coeficientes. Un cambio en los coeficientes técnicos manufactureros de magnitud mayor al 0.01 indica un cambio técnico importante.

Por último se realizó un análisis estadístico de las diferencias de los coeficientes técnicos de uso y distribución, columna y fila respectivamente, para identificar la magnitud en la que las relaciones inter-industriales de la manufactura se vieron modificadas en los periodos analizados. Se encontró que en promedio entre 2003 y 2008 los coeficientes técnicos de la industria manufacturera mostraron una reducción en su magnitud, esto quiere decir que en promedio los coeficientes técnicos de 2008 son menores a los de 2003. Esta tendencia se mantuvo tanto en los coeficientes de uso como en los de distribución, por lo que, en promedio, entre 2003 y 2008 el uso y la distribución de los productos manufactureros por unidad de producción se redujo, es decir, disminuyeron los requerimientos de insumos manufactureros y probablemente hubo un efecto sustitución que ocasionó progreso técnico.

En el periodo 2008-2012 la situación fue diferente, encontramos que en promedio los coeficientes técnicos manufactureros mostraron un ligero incremento en su valor. En este periodo los coeficientes de uso mostraron en promedio una ligera reducción, mientras que los coeficientes de distribución mostraron un incremento.

En el caso de los coeficientes de uso, su tendencia a la reducción supone la presencia de progreso técnico por sustitución de insumos intermedios. El incremento en los coeficientes de distribución muestra que la demanda de insumos manufactureros por parte del resto del sistema productivo aumentó entre 2008 y 2012.

En conclusión, se encontró que en el periodo 2003-2008 la mayoría de los subsectores manufactureros mostraron un incremento en el uso de insumos intermedios; aquellos con el mayor cambio en su coeficiente de consumo intermedio se caracterizan por tener el mayor número de coeficientes con variaciones de media y amplia magnitud, y entre ellos se encuentran los subsectores de fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) y otras industrias manufactureras (339). A su vez, se encontró que los subsectores que experimentaron un efecto sustitución importante fueron la industria química (325), fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y la industria del plástico y del hule (326), es decir, son los subsectores con cambios relevantes (positivos o negativos) en la distribución de sus productos en el resto del aparato productivo.

Por su parte, entre 2008 y 2012, la mayoría de los subsectores experimentó una reducción en el uso de insumos intermedios, lo que indica un incremento en el uso de los insumos primarios. También encontramos que el número de subsectores que experimentaron variaciones en sus coeficientes técnicos de magnitud media y amplia es relativamente menor. Los subsectores con los mayores cambios fueron fabricación de productos textiles (314), fabricación de maquinaria y equipo (333), y otras industrias manufactureras (339). En cuanto a los coeficientes de distribución se observó que la industria química (325) y la de fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) mostraron las variaciones de mayor magnitud, lo que sugiere que la demanda intermedia de estos subsectores se vio alterada.

A partir del análisis de la evolución de los coeficientes de consumo intermedio y de uso de empleo se identificaron 4 tipos de cambio técnico. El tipo 1 se caracteriza

por mostrar un incremento tanto en el uso de empleo como en el de insumos intermedios; el tipo 2, muestra un incremento en el uso de insumos intermedios pero una reducción en el coeficiente de uso de empleo; el tipo 3, se presenta mediante una reducción del uso de empleo y de los insumos intermedios y el tipo 4 cuando se reduce el uso de insumos intermedios pero se incrementa el uso de empleo.

En los dos periodos analizados, los tipos de cambio técnico más observados en los subsectores manufactureros fueron el 2 y el 3, la característica que comparten estos dos tipos de cambio técnico es la reducción en el uso del factor trabajo. Esto quiere decir que la gran mayoría de los subsectores han optado por reducir el contenido de empleo en su producción, en algunos casos esta reducción se ha compensado con un aumento en el uso de insumos intermedios, pero en otros se ha acompañado de la reducción en el uso de insumos intermedios.

El cambio técnico de los tipos 1 y 2, al caracterizarse por incrementar el uso de insumos intermedios, muestran un efecto desplazamiento, por su parte, los tipos 3 y 4 registran un efecto contrario al desplazamiento. En el periodo 2003-2008 predominó el cambio técnico del tipo 2, lo que ocasionó que el efecto desplazamiento total fuera negativo. En cambio, en el periodo 2008-2012 predominó el cambio técnico del tipo 3 que tuvo como consecuencia un efecto desplazamiento total positivo.

Los resultados de la descomposición estructural dejan ver que entre 2003 y 2008 el cambio técnico experimentado en los subsectores manufactureros, en su mayoría, ocasionó un efecto desplazamiento; sin embargo, gracias al funcionamiento de los mecanismos de compensación, en la mayoría de los casos, éste pudo ser contrarrestado. Por su parte, entre el 2008 y el 2012, el cambio técnico, al reducir los requerimientos de insumos intermedios, influyó de manera positiva en el uso de empleo, no obstante los mecanismos de compensación no actuaron a favor de la generación de empleo sino que ocasionaron la destrucción de empleos.

Contrario a lo planteado en una de las hipótesis específicas, en el primer periodo el efecto neto del cambio técnico generó empleos, esto fue así porque los mecanismos de compensación operaron para revertir el efecto destructor de empleo del efecto desplazamiento. No obstante, el efecto neto del cambio técnico en el segundo periodo fue negativo.

Los subsectores en los que el cambio técnico generó efectos desplazamiento más elevados, en el primer periodo, fueron: la fabricación de equipo de computación, comunicación, etc. (334) y la fabricación a base de minerales no metálicos (327), estos subsectores se caracterizan por haber registrado las variaciones en los coeficientes técnicos de mayor magnitud y en sentido ascendente. Por su parte, en el segundo periodo, los subsectores de fabricación de maquinaria y equipo (333) y la industria alimentaria (311) registraron los efectos desplazamiento más negativos.

Considerando la evolución de la estructura del empleo y los resultados del ejercicio de descomposición estructural se observa que entre 2003 y 2008 la composición del empleo cambió de manera importante en todos los subsectores manufactureros, específicamente se observa que la participación de los empleados se redujo de manera importante y que la participación de los obreros y técnicos mostró un aumento relevante. Esto sugiere que el efecto neto positivo observado en la gran mayoría de los subsectores manufactureros entre 2003 y 2008 se explica por la generación de empleos de obreros y técnicos que en promedio tienen menores remuneraciones.

Entre 2008 y 2012, el efecto neto del cambio técnico en la industria manufacturera fue en su gran mayoría negativo, la estructura del empleo mostró cambios casi irrelevantes. Esto muestra que el cambio técnico no tuvo efectos directos sobre la estructura del empleo en la industria manufacturera de los últimos años del periodo de estudio.

Otros trabajos que han analizado el efecto del cambio técnico en el empleo sugieren que, con algunas excepciones, éste tiene pocos efectos sobre el empleo pero fuertes afectaciones en su composición. Sin embargo, en el caso de las

economías en desarrollo como la mexicana es más probable que el efecto sea mayor y que las afectaciones en la composición del empleo sean también fuertes. Esto es así porque el cambio tecnológico tiene diferentes efectos en los diferentes estratos de trabajadores dependiendo de la calidad del empleo y del tipo de tareas que realizan (WTO, 2017).

La OCDE (1998) argumenta que el cambio técnico y el progreso técnico incrementan la demanda relativa de habilidades específicas y reducen la demanda de tareas rutinarias, que los empleos están transitando de trabajos poco calificados a trabajos altamente calificados.

De acuerdo con Mark (1987) se proyecta que la demanda de trabajadores poco calificados y obreros disminuirá tanto por los cambios en la tecnología como por el cambio en la distribución de la demanda de empleo, esto se explica por que muy probablemente la automatización afectará a trabajadores cuyas habilidades se volverán obsoletas.

Más aún, en economías en desarrollo, los empleos en riesgo por causas técnicas tienden a ser mayores debido a que este tipo de economías cuentan con mayor cantidad de empleos en ocupaciones rutinarias (WTO, 2017).

El caso de la economía mexicana parece contradecir la tendencia sugerida por los distintos trabajos, la evidencia muestra que el empleo manufacturero ha experimentado cambios en su composición a favor del empleo de obreros y técnicos y en contra de la demanda de empleados.

Para la identificación de patrones diferenciales entre industrias, los subsectores se clasificaron según el tipo de cambio técnico que llevaron a cabo y el efecto desplazamiento experimentado. Se encontraron cuatro categorías de sectores. Los de la categoría A se caracterizan por haber mostrado en ambos periodos un cambio técnico del tipo 2 y un efecto desplazamiento. La categoría B se conforma por los subsectores que en ambos periodos experimentaron un cambio técnico del tipo 3 y un efecto desplazamiento positivo y las categorías C y D, aunque no muestran características estables, tienen atributos que se observan en diversos subsectores.

Se encontró que los subsectores que siguen el patrón de la categoría A contribuyen de manera importante tanto al efecto desplazamiento de la industria manufacturera como al efecto neto total. Los subsectores que más desplazaron empleados entre 2003 y 2012 por cuestiones técnicas son en su mayoría industrias que producen bienes de capital e insumos para estas, entre ellas las más representativas son: industria metálica básica (331), fabricación de productos metálicos (332), fabricación de maquinaria y equipo (333), fabricación de accesorios, aparatos eléctricos, etc. (335), bebidas y tabaco (312) y fabricación de muebles, colchones, etc. (337).

Por su parte, encontramos algunos subsectores en los que el cambio técnico observado entre 2003 y 2012 ocasionó generación de empleos, es decir, registraron un efecto desplazamiento positivo. Éstos son los de la categoría B: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (324) y fabricación de equipo de transporte (336).

Se concluye que en ambos periodos, la participación de los subsectores de la categoría A es relevante porque contribuyen de manera importante a la destrucción de empleos por causas técnicas. Los subsectores de la categoría B son los que en términos relativos tienen la mayor aportación al empleo manufacturero en virtud del efecto contrario al desplazamiento. También se aprecia la relevancia de los subsectores de la categoría C ya que son los que definen el efecto desplazamiento para el total de la industria manufacturera.

En términos generales el efecto neto del cambio técnico en el empleo depende de la capacidad de cada subsector para contrarrestar el efecto desplazamiento; ésta se define a partir de las capacidades tecnológicas con las que cuenta cada subsector. Según esta perspectiva existe heterogeneidad entre industrias debido a que las habilidades para el uso, asimilación y adaptación del cambio técnico difieren. La literatura sobre las capacidades tecnológicas no sugiere alguna relación entre las capacidades tecnológicas y el empleo, sin embargo, los resultados de este trabajo plantean la posibilidad de que a mayores capacidades

tecnológicas, menor es el efecto negativo que el cambio técnico tiene sobre el empleo. Esto se puede explicar porque mientras más elevadas sean las capacidades de tecnología física (inversión física), tecnología blanda (gasto en investigación y desarrollo) y tecnología de habilidades (capital humano, perfil de remuneraciones), más fácil será proveer el dinamismo que es requerido para generar nuevas oportunidades de empleo. Los subsectores con menos capacidades tecnológicas, probablemente son más sensibles, en términos de empleo, al cambio técnico.

Todo lo anterior permite plantear dos áreas de oportunidad en las que se puede trabajar para evitar que el cambio técnico tenga un efecto negativo sobre el empleo. La primera es el fomento a las capacidades tecnológicas de las diferentes industrias; la inversión en maquinaria y equipo, el gasto en investigación y desarrollo (GIDE) y las remuneraciones al trabajo tienen potencial influencia positiva y significativa en la generación y reabsorción de empleos; a través de las capacidades tecnológicas la expansión de la producción contribuye a encontrar nuevos usos al empleo. En ese sentido, la solución al desempleo tecnológico se encuentra en que los mecanismos de compensación jueguen su papel y desplieguen su capacidad para generar nuevos empleos.

La segunda es la especialización productiva acompañada de una política económica para el fortalecimiento de las relaciones entre subsectores industriales podría aportar el dinamismo necesario para participar en el mercado global pero también para encontrar nuevos usos al empleo. Concretamente se plantea mejorar las capacidades tecnológicas de los subsectores que durante los dos periodos analizados mostraron un efecto neto negativo, estos subsectores son: fabricación de insumos textiles (313), fabricación de productos textiles (314), fabricación de productos de cuero, piel, etc. (316), industria de la madera (321), impresión e industrias conexas (323), fabricación a base de minerales no metálicos (327) y fabricación de muebles y colchones (337).

Respecto a las limitantes de este trabajo, se encuentran dos: por una lado se encuentra el hecho de que la metodología planteada solo permite identificar el

efecto generador de empleo de 3 de los 5 mecanismos de compensación, dejando fuera los dos mecanismos relaciones a la variación en los precios. Por otro lado, el modelo y la metodología utilizados, por su enfoque, dificultan la contabilización de los efectos de segunda vuelta, es decir, de aquellos que consideran, en un segundo o tercer momento la repercusión del cambio técnico sobre variables intermedias y por en la generación de empleo.

En ese sentido, dentro de las líneas de investigación futura se encuentran: a) desarrollar una metodología aún más potente que permita identificar el efecto compensatorio de los 5 mecanismos de mercado y los efectos de segunda vuelta, b) demostrar el poder explicativo de las capacidades tecnológicas en la definición del efecto compensación, c) analizar con mayor detalle y para un periodo más amplio el efecto que el cambio técnico ha tenido sobre la composición del empleo en términos de su calidad a nivel agregado y desagregado, d) en la unión de tres conceptos muy relacionados entre sí como es la intensidad tecnológica, el cambio técnico y la productividad laboral para la explicación de la evolución de variables económicas y e) ahondar en el papel de la política económica para influir en el efecto que el cambio técnico tiene sobre el empleo.

Bibliografía

- Ansal, H. K. (1998). "The Impact of Flexible Automation on Scale and Scope in the Turkish Engineering Industry". In L. Alcorta (ed) *Flexible Automation in Developing Countries*. London: Routledge.
- Ariza, M. y O. Oliveira (2014). "Terciarización de la mano de obra y protección laboral de la población asalariada en México, 2013". *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*. INEGI
- Arrow, K. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies*. 29 (3): 155–73.
- Bacharach, M. (1970). *Biproportional Matrices and Input-Output Change* (Cambridge University Press, Cambridge.
- Bell, M. y K. Pavitt (1995). "The development of technological capabilities", en I. U. Haque (ed.) *Trade, technology and international competitiveness*, Washington, Banco Mundial.
- Bhaduri, A. (2007) *Growth, Distribution and Innovations. Understanding their interrelations*. The Graz Schumpeter Lectures. Routledge. Gran Bretaña.
- BIE. (2017). *Estadísticas PIB nacional*. Banco de Información Económica. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/biel/>.
- BIE (2016). "Cuentas nacionales base 2008". Banco de Información Económica. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <http://www.inegi.org.mx/>.
- Brown, F. y A. Guzmán (2014). "Innovation and Productivity across Mexican Manufacturing Firms". *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 9, Issue 4, 36-52.
- Cahuc, P. y A. Zylberberg (2004) *Labor Economics*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, London England.
- Calderón, C. y I. Sánchez (2012). "Crecimiento económico y política industrial en México. Problemas del desarrollo". *Revista Latinoamericana de Economía*, 43(170), 125–154.
- Calderón-Villareal, C., Ochoa-Adame, G. y L. Huesca-Reynoso (2017). "Mercado laboral y cambio tecnológico en el sector manufacturero mexicano" *Economía Sociedad y Territorio*. Vol. XVII, 54 (2017), 523-560.
- Carbajal, Y. y L. de Jesús (2017). "Empleo manufacturero en la Región Centro de México. Un estimación por gran división". *Contaduría y Administración* 62 (2017), 880-901.

- Carter, A. (1966). "The economics of technological change". *Scientific American* No. 214, 3-10.
- Carter, A. (1970). *Structural Change in the American Economy*. Harvard University Press. Cambridge Massachusetts.
- Cervantes, R. y Fujii G. (2012). "The Mexican trade liberalization process and its net effects on employment: 1988-2004", *EconoQuantum*, 9(2), 81-97.
- Coombs, R., Saviotti, P. y V. Walsh. (1987) *Economics and Technological Change*. Rowman and Littlefield. Estados Unidos.
- Çetindamar-Karaömerlioglu, D. y H. K. Ansal (2000) "Innovation and Employment in Development Countries" en Vivarelli, M. y M. Pianta. (eds) *The Employment Impact of Innovation and Policy*. (pp. 165-179) Routledge Studies in the Modern World Economy.
- De Long, J. y L. Summers (1991). "Equipment Investment and Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics*. May. 445-502.
- Díaz Calleja, E. (2003). "Deflatores y precios implícitos: índices de precio y volumen en la contabilidad nacional". *Revista de Economía Crítica*, 1, 113-127.
- Dietzenbacher, E. and A.R. Hoen. (1998). "Deflation of Input-Output Tables from the User's Point of View: A Heuristic Approach" *Review of Income and Wealth*, 44, pp.111-22.
- Dietzenbacher, E., & A. R. Hoen. (1999). "Double deflation and aggregation". *Environment and Planning A*, 31(9), 1695-1704.
- Dietzenbacher and Los (1998) "Structural decomposition techniques: sense and sensitivity" *Economic Systems Research*, 10, pp. 307-323.
- Domínguez, L. y F. Brown (2004). "Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana". *Revista de la CEPAL* No. 83, 135-152.
- Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technological change". *Science Policy Research Unit*, University of Sussex, Brighton, U.K.
- Dowrick, S. (1994) "Investment and Resource Allocation as Sources of Long-Run Growth". En Fagerberg, J., Verspagen B. y N. von Tunzelmann (coord.) *The Dynamics of Technology, Trade and Growth*. Pp. 99-122. Gran Bretaña.
- Durand, R. (1994) "An Alternative to Double Deflation to Measuring Real Industry Value-Added", *Review of Income and Wealth*, 40, 303-16.

- Dussel Peters, E. (2003). "Características de las actividades generadoras de empleo en la economía mexicana (1988-2000)". *Investigación Económica*, 62(243), 123–154.
- Dussel Peters, E. y H. Cárdenas (2007). "México y China en la cadena hilo-textil-confección en el mercado de Estados Unidos". *Comercio Exterior*, 57(7), 530–545.
- Dutrenit, G. y M. Capdevielle (1993). "El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta" *Trimestre económico*. Vol. LXI (3) núm. 239. México.
- EAIM (2017). *Estadísticas de inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción*. Encuesta Anual de la Industria Manufacturera. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/biel/>.
- EIA. (2008). *Estadísticas de inversión fija bruta en maquinaria y equipo para la producción*. Encuesta Industrial Anual. INEGI http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encestablecimientos/anuales/eia/03_09/default.html.
- EIM (2008). *Estadísticas de empleo en la industria manufacturera*. Encuesta Industrial Mensual. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/eim/cmapi/>.
- EMIM (2017). *Estadísticas de empleo en la industria manufacturera*. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. INEGI. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encestablecimientos/mensuales/emim/2007/>.
- ENOE. (2017). *Estadísticas de desocupación nacional*. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. INEGI <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enoe/>.
- Evangelista, R. (1999). *Knowledge and Investment. The sources of Innovation in Industry*. Cheltenham Elgar.
- Freeman, C. Clark, J. and L. Soete (1982) *Unemployment and technical innovation*. Greenwood Press Westport Connecticut. United States of America.
- Freeman, C. y L. Soete (1987) *Technical Change and Full Employment*. Oxford: Basil Blackwell.
- Freeman, C. y C. Perez (1988), "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour", En: G. Dosi, et al. (eds.) *Technical Change and Economic Theory*, London: Francis Pinter, pp. 38-66.

- Fujii, G. y Cervantes, R. (2010). "Liberalización comercial y empleo en México", *Revista de Economía Mundial*, 26, 107-133.
- Hicks, J. R. (1932) *The Theory of Wages*, London: Macmillan.
- IMSS. (2017). *Estadísticas de trabajadores asegurados al IMSS*. Instituto Mexicano del Seguro Social. <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/informes-estadisticas>
- INEGI (2014). "Cuentas por Sectores Institucionales". *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <http://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2017). *Matrices de insumo producto, 2003, 2008 y 2012*. Cuentas Nacionales. INEGI. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/mip/>
- Jackson, R. W. and Murray, A. T. (2004). "Alternative Input-Output Matrix Updating Formulas". *Economic Systems Research*, 16: 135–148
- Jehle, G. A. and P. J. Reny (2011) *Advanced Microeconomic Theory*. 3rd edition. Pearson Education Limited
- Johnson, K. (1995) "Productivity and unemployment: Review of the evidence". *Investment, Productivity and Employment. The OECD Jobs study*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Francia.
- Juvera, J., Pérez, C. y F. Boni (2018). "Reporte de análisis: Mercado laboral en 2017, Estados Unidos Mexicanos." *HR Ratings, Credit Rating Agency*. Recuperado de: <https://www.hrratings.com/>
- Kaldor, N. (1957) "A Model of Economic Growth". *The economic Journal*. Vol. 67, No. 268: 591-624.
- Kaldor, N. (1966). "Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom". *Cambridge University Press*.
- Kalecki, M. (1956). *Teoría de la dinámica económica: Ensayo sobre los movimientos cíclicos y a largo plazo de la economía capitalista*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Kalmbach, P. and H. D. Kurz (1992) *Chips and Jobs. Zu den Beschäftigungswirkungen programmgesteuerter Arbeitsmittel*. Metropolis. Marburg Germany.
- Katsoulacos, Y.S. (1986). *The Employment Effect of Technical Change*, Brighton: Wheatsheaf

- Keynes, J. M. (1963) "Economic Possibilities for our Grandchildren" in *Essays in Persuasion*. New York: W. W. Norton and Co. pp. 358-373.
- Kim, L. (1997). *Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning*, Harvard Business School Press, Boston
- Kurz, H. D. (2010) "Technical progress, capital accumulation and income distribution in Classical economics: Adam Smith, David Ricardo and Karl Marx." *The European Journal of the History of Economic Thought*. 17:5 1183-1222 December 2010.
- Lall, S. (1992). "Technological capabilities and industrialization", *World Development*, Vol. 20, 165-186.
- Lall, S. (2004). "Technology and industrial development in an era of globalization" en Chang (ed.). *Rethinking development economics*, London
- León, P., y Marconi, S. (1999). *La contabilidad nacional: Teoría y métodos*. Quito: Abya-Yala.
- Leontief, W. (1951). *The structure of the American economy, 1919-1939*. Oxford University Press. New York, USA
- Loría, E. (2017). "Mercados Laborales en México: la trayectoria de una constante precarización". En Carbajal, Y. y L. de Jesús (organizadores) *V Seminario Dinámica regional del empleo manufacturero en México*. Conferencia llevada a cabo el 28 de septiembre. Facultad de Economía UAEMex.
- Mark, J. (1987). "Technological change and employment: some results from BLS research". *Monthly Labor Review*, Vol. 110 pp. 26-29.
- Marx, K. (1954). *Capital*. Vol. I. Moscow: Progress Publishers.
- Marx, K. (1959). *Capital*. Vol. II. Moscow: Progress Publishers.
- Marroquín, M. (2011). "Impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo (caso sector manufacturero mexicano 1994-2008)". *Economía Informa*. No. 367 (2011), 77-97
- Miller, B. y R. Atkinson (2013) "Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them?" *The Information Technology and Innovation Foundation*. September
- Miller, R. y P. Blair (2009). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 2nd edition. Cambridge University Press
- Molins Codina, J. (1973). "Progreso tecnológico, progreso técnico y desarrollo. Una aplicación al caso español." *Cuadernos de economía* Número 1. Universidad de Barcelona

- Neffa, J. C. (2000). Las innovaciones científicas y tecnológicas. Una introducción a su economía política. Ed. Lumen Hvmanitas. Argentina.
- Nelson, R. y E. Phelps (1966) "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth". *American Economic Review* 56: 69-75
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo*, OCDE. París
- OECD. (1998). Technology, Productivity and Job Creation: Best Policy Practices 1998 Edition, The OECD Jobs Strategy, OECD Publishing, Paris.
- OECD. (2013). *Research and Development Statistics (RDS)*, Innovation in Science, Technology and Industry. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://stats.oecd.org/>
- OIT (2005) *Informe sobre el empleo en el mundo 2004-2005: Empleo, productividad y reducción de la pobreza*. Organización Internacional del Trabajo (Ginebra).
- Östblom, G. (1989). "Change in technical structure of the Swedish Economy." Working Paper 2, *Konjunkturinstitutet/Ekonomiska rådet*, Stockholm.
- Pasinetti, L. (1981). Structural Change and Economic Growth, Cambridge. Cambridge University Press.
- Pasinetti, L. (1983) "The Accumulation of Capital". *Cambridge Journal of Economics*. Vol. 7, pp. 405-411. Reino Unido.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, 13.
- Pianta, M. (2000) "The Employment Impact of Product and Process Innovations" en Vivarelli, M. y M. Pianta. (eds) *The Employment Impact of Innovation and Policy*. (pp. 77-90) Routledge Studies in the Modern World Economy
- Pérez-Escatel, A. y O. Pérez (2009). "Competitividad y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria manufacturera mexicana". *Investigación económica*, Vol. LXVIII, 268, abril-junio de 2009, 159-187.
- Petit, P. (1995). "Technology and Employment: Key Questions in a Context of High Unemployment" *Science Technology Industry Review*, vol. 15, pp. 45-63-
- Prebisch R. (1949). *El desarrollo económico de América Latina y algunos de sus principales problemas*, E/CN.12/89, Santiago de Chile
- Quintana, E. (2018). "El extraño caso del crecimiento del empleo". *El financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/> (16 de febrero del 2018)

- Rajakumar, J Dennis & S.L Shetty (2015) "Gross value added: Why not the double deflation method for estimation", *Economic and Political Weekly*, Vol-L, No. 33, August 15th, pp. 78-81
- Ricardo, D. (1951-1973) *The Works and Correspondence of David Ricardo*, 11 vols, edited by Piero Sraffa with Collaboration of Maurice H. Dobb. Cambridge University Press.
- Rifkin, J. (1997) *El fin del trabajo: nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de la nueva era*. Ed. Paidós, Barcelona
- Rodríguez, R. y D. Castro (2012) "Efectos del cambio tecnológico en los mercados de trabajo regionales en México" *Estudios Fronterizos, nueva época*. Vol. 13, No. 26 (2012), 141-174.
- Rosenberg, N. (2000) *Schumpeter and the Endogeneity of Technology. Some American Perspectives*. The Graz Schumpeter Lectures. Routledge. New York.
- Ruiz-Nápoles, P. (2004). "Exports, growth and employment in Mexico, 1978-2000", *Journal of Post Keynesian Economics*, 27(1), 105-124
- Schumpeter, J. (1911, original alemán). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, Harvard University Press, Cambridge, Mass (versión en español: FCE México 1944)
- Schumpeter, J. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*. Routledge. United Kingdom.
- Schuschny, A. (2005). *Tópicos sobre el modelo de insumo-producto. Teoría y aplicaciones*. Serie de Estudios Estadísticos y Prospectivos, Santiago, CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas, 2005.
- Simonetti, R., Taylor, K., y M. Vivarelli (2000) "Modelling the Employment Impact of Innovation. Do compensation mechanisms work?" en Vivarelli, M. y M. Pianta. (eds) *The Employment Impact of Innovation and Policy*. (pp. 26-45) Routledge Studies in the Modern World Economy
- Smith, A. (1776) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, 2 vols. In R.H. Campbell and A.S. Skinner (Eds.), *The Glasgow Edition of the Works and Correspondence of Adam Smith*. Oxford University Press.
- Solow, R. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1. Febrero: 65-94.

- SSP. (1981). *Las matrices de insumo producto de México de 1950, 1960 y 1970*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México
- Stäglin, R. and H. Wessels. (1972). "Intertemporal of structural change in the German economy." In: Carter, A. and A. Brody (eds.) *Input-Output Techniques*. North-Holland Publishing Co.
- Stone, R. (1961). *Input-Output and National Accounts*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Stone, R. and A. Brown (1962). *A Computable Model of Economic Growth*. Vol. 1, A Programme for Growth. London: Chapman and Hall.
- Sylos Labini, P. (1969) *Oligopoly and Technical Progress*. Cambridge (Mass): Harvard University Press.
- Vaccara, B. (1970). "Changes over time in input-output coefficients for the United States." In: Carter, A. and A. Brody (eds.) *Contributions to Input-Output Analysis*. North-Holland Publishing Co., Vol. 2
- Vivarelli, M. (1995) *The Economics of Technology and Employment*. Theory and Empirical Evidence. Edward Elgar Publishing Limited, England.
- Vivarelli, M. y M. Pianta (2000) *The Employment Impact of Innovation and Policy*. Routledge Studies in the Modern World Economy
- WTO (2017). *World Trade Report 2017: Trade, Technology and Jobs*. World Trade Organization, Geneva.
- Wiebe, K. y Lenzen, M. (2016). "To RAS or not to RAS? Whats is the difference in outcomes in the multi-regional input-output models?" *Economic Systems Research*, 28: 383-402.

ANEXOS

**ANEXO 1. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA PARA LA OBTENCIÓN DE LA MATRIZ
DE 2003 A PRECIOS DEL 2008**

SCIAN	CI	VA	X	M	SCIAN	CI	VA	X	M
111	73,804	227,745	301,550	92,019	485	176,072	220,719	396,791	0
112	112,712	105,032	217,745	2,586	486	3,211	6,356	9,568	0
113	4,185	15,478	19,663	701	487	1,720	1,883	3,603	0
114	5,380	8,022	13,403	61	488	23,894	43,446	67,340	600
115	1,978	4,012	5,989	9,801	491	482	2,298	2,780	0
211	76,055	980,154	1,056,209	0	492	5,915	27,725	33,640	0
212	33,515	76,228	109,742	16,916	493	7,692	4,700	12,393	0
213	40,251	44,969	85,220	0	511	11,706	16,431	28,137	0
221	177,144	135,871	313,015	196	512	8,629	6,174	14,802	0
222	14,822	35,385	50,207	0	515	16,989	11,832	28,822	2,341
236	429,231	568,622	997,853	0	517	96,249	119,206	215,455	4,062
237	180,595	134,183	314,778	0	518	1,309	1,845	3,154	0
238	41,604	84,334	125,938	0	519	708	687	1,395	0
311	679,950	405,815	1,085,765	111,118	521	1,333	11,516	12,849	0
312	103,353	82,524	185,877	6,515	522	78,809	148,948	227,757	416
313	43,391	18,280	61,672	65,109	523	7,791	4,495	12,286	0
314	17,400	12,426	29,826	7,744	524	69,775	25,101	94,876	28,969
315	89,653	59,821	149,474	36,418	531	99,278	1,199,506	1,298,784	0
316	28,612	17,093	45,705	23,069	532	8,447	16,342	24,789	3,766
321	28,971	20,037	49,009	15,420	533	376	14,430	14,806	0
322	81,234	34,182	115,416	64,146	541	83,437	247,027	330,463	23,936
323	23,483	14,251	37,733	14,663	551	17,370	56,110	73,480	0
324	705,872	87,579	793,451	77,656	561	65,087	336,249	401,336	939
325	540,042	247,941	787,983	325,973	562	2,373	3,425	5,798	0
326	134,583	52,511	187,095	128,683	611	52,406	442,838	495,244	0
327	92,453	97,916	190,368	27,842	621	29,962	103,659	133,621	0
331	283,090	138,256	421,346	114,007	622	55,804	101,981	157,785	0
332	132,348	58,344	190,691	141,380	623	753	1,279	2,032	0
333	75,727	55,111	130,838	235,906	624	6,229	7,761	13,991	0
334	396,978	92,841	489,819	301,636	711	3,187	19,593	22,780	0
335	156,716	60,623	217,339	205,082	712	1,230	4,095	5,326	0
336	563,722	200,668	764,390	311,297	713	12,733	27,813	40,545	0
337	36,038	28,029	64,068	9,752	721	44,524	91,498	136,022	0
339	82,080	40,172	122,251	58,352	722	85,317	159,427	244,744	101
43-46	396,190	1,431,039	1,827,229	0	811	40,735	51,633	92,368	1,899
481	44,904	16,500	61,404	12,898	812	25,664	89,449	115,112	0
482	9,634	15,174	24,807	0	813	18,585	31,503	50,087	0
483	6,850	7,869	14,719	0	814	0	50,081	50,081	0
484	121,079	268,197	389,276	0	932	135,180	427,605	562,785	0

Fuente: Cuentas nacionales (INEGI, 2017). Nota: CI denota consumo intermedio, VA valor agregado, X es el valor bruto de la producción y M son las importaciones. La información de esta tabla refleja los datos para el 2003 a precios básicos del 2008.

ANEXO 2. PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA INTERMEDIA Y DE LOS COMPONENTES DE LA DEMANDA FINAL EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE 2003

SCIAN	DG	DI	DF	DF	C	G	K	V	E
111	1	0.5159	0.4841	1	0.5354	0.0000	0.0130	0.1645	0.2871
112	1	0.7662	0.2338	1	0.6917	0.0000	0.0891	0.1463	0.0730
113	1	0.8429	0.1571	1	0.7329	0.0000	0.0002	0.1316	0.1353
114	1	0.1518	0.8482	1	0.8888	0.0000	0.0000	0.0000	0.1112
115	1	0.8150	0.1850	1	0.1233	0.0000	0.0000	0.5844	0.2922
211	1	0.5396	0.4604	1	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0101	1.0101
212	1	0.7987	0.2013	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0661	0.9339
213	1	0.0000	1.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
221	1	0.6725	0.3275	1	0.9455	0.0000	0.0000	0.0000	0.0545
222	1	0.7022	0.2978	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
236	1	0.0037	0.9963	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
237	1	0.0385	0.9615	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
238	1	0.8967	0.1033	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
311	1	0.1847	0.8153	1	0.9377	0.0000	0.0000	0.0182	0.0441
312	1	0.0367	0.9633	1	0.9187	0.0000	0.0000	0.0040	0.0772
313	1	0.7500	0.2500	1	0.5905	0.0000	0.0000	0.0849	0.3247
314	1	0.2910	0.7090	1	0.6664	0.0000	0.0105	0.0132	0.3099
315	1	0.0910	0.9090	1	0.7349	0.0000	0.0000	-0.0011	0.2662
316	1	0.2448	0.7552	1	0.8748	0.0000	0.0000	0.0092	0.1160
321	1	0.8432	0.1568	1	0.6078	0.0000	0.0065	0.0729	0.3127
322	1	0.7436	0.2564	1	0.6956	0.0000	0.0000	0.0769	0.2276
323	1	0.6607	0.3393	1	0.6814	0.0753	0.0000	0.0012	0.2422
324	1	0.6671	0.3329	1	0.8249	0.0000	0.0000	-0.0426	0.2177
325	1	0.5753	0.4247	1	0.7901	0.0000	0.0001	0.0371	0.1694
326	1	0.6777	0.3223	1	0.5761	0.0000	0.0000	0.0678	0.3561
327	1	0.6403	0.3597	1	0.6780	0.0000	0.0018	0.0358	0.2844
331	1	0.7848	0.2152	1	0.0090	0.0000	0.0619	0.0834	0.8132
332	1	0.6043	0.3957	1	0.3757	0.0000	0.1354	0.0206	0.4683
333	1	0.2942	0.7058	1	0.0297	0.0000	0.6416	0.0070	0.3217
334	1	0.3647	0.6353	1	0.1269	0.0000	0.1326	0.0029	0.7376
335	1	0.4075	0.5925	1	0.2258	0.0000	0.0954	0.0091	0.6696
336	1	0.2086	0.7914	1	0.3931	0.0000	0.1581	0.0096	0.4391
337	1	0.1129	0.8871	1	0.5416	0.0000	0.2993	0.0034	0.1557
339	1	0.2862	0.7138	1	0.5079	0.0000	0.0422	0.0087	0.4411
43-46	1	0.3680	0.6320	1	0.7216	0.0000	0.0944	0.0000	0.1840
481	1	0.2936	0.7064	1	0.7682	0.0000	0.0000	0.0000	0.2318
482	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
483	1	0.0282	0.9718	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
484	1	0.4268	0.5732	1	0.7007	0.0000	0.0893	0.0000	0.2100
485	1	0.0343	0.9657	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
486	1	0.4334	0.5666	1	0.6990	0.0000	0.0898	0.0000	0.2112
487	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
488	1	0.4440	0.5560	1	0.9345	0.0000	0.0000	0.0000	0.0655
491	1	0.9140	0.0860	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
492	1	0.6406	0.3594	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
493	1	1.0112	-0.0112	1	0.7216	0.0000	0.0944	0.0000	0.1840
511	1	0.5899	0.4101	1	0.6498	0.0000	0.3502	0.0000	0.0000
512	1	0.4011	0.5989	1	0.9784	0.0000	0.0216	0.0000	0.0000
515	1	0.0595	0.9405	1	0.9775	0.0018	0.0000	0.0000	0.0206
517	1	0.3330	0.6670	1	0.9871	0.0000	0.0000	0.0000	0.0129
518	1	1.0112	-0.0112	1	0.7007	0.0000	0.0893	0.0000	0.2100
519	1	0.5400	0.4600	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
521	1	0.9177	0.0823	1	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
522	1	0.3318	0.6682	1	0.9946	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054
523	1	0.5244	0.4756	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
524	1	0.3995	0.6005	1	0.7635	0.0000	0.0000	0.0000	0.2365

SCIAN	DG	DI	DF	DF	C	G	K	V	E
531	1	0.1433	0.8567	1	0.9999	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
532	1	0.8735	0.1265	1	0.9994	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006
533	1	0.1910	0.8090	1	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
541	1	0.8305	0.1695	1	0.7054	0.2068	0.0035	0.0000	0.0843
551	1	1.0112	-0.0112	1	0.6990	0.0000	0.0898	0.0000	0.2112
561	1	0.9479	0.0521	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
562	1	0.2371	0.7629	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
611	1	0.0056	0.9944	1	0.2338	0.7662	0.0000	0.0000	0.0000
621	1	0.0000	1.0000	1	0.4524	0.5476	0.0000	0.0000	0.0000
622	1	0.0000	1.0000	1	0.2468	0.7532	0.0000	0.0000	0.0000
623	1	0.0000	1.0000	1	0.7221	0.2779	0.0000	0.0000	0.0000
624	1	0.0000	1.0000	1	0.3205	0.6795	0.0000	0.0000	0.0000
711	1	0.0592	0.9408	1	0.9726	0.0274	0.0000	0.0000	0.0000
712	1	0.0048	0.9952	1	0.1485	0.8515	0.0000	0.0000	0.0000
713	1	0.0000	1.0000	1	0.9886	0.0114	0.0000	0.0000	0.0000
721	1	0.2113	0.7887	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
722	1	0.1028	0.8972	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
811	1	0.5080	0.4920	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
812	1	0.0536	0.9464	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
813	1	0.1869	0.8131	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
814	1	0.0000	1.0000	1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
932	1	0.0004	0.9996	1	0.0029	0.9971	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Cuadros de oferta y utilización de 2003 del SCNM (INEGI, 2017). Nota: DG denota la demanda global, DI es la demanda intermedia, DF es la demanda final, C es el consumo privado, G es el consumo de gobierno, K es la formación bruta de capital fijo, V es la variación de existencias y E son las exportaciones.

ANEXO 3. CLASIFICACIÓN SCIAN 2007

No.	SCIAN	Descripción	No.	SCIAN	Descripción
1	111	Agricultura	40	485	Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril
2	112	Cría y explotación de animales	41	486	Transporte por ductos
3	113	Aprovechamiento forestal	42	487	Transporte turístico
4	114	Pesca, caza y captura	43	488	Servicios relacionados con el transporte
5	115	Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales	44	491	Servicios postales
6	211	Extracción de petróleo y gas	45	492	Servicios de mensajería y paquetería
7	212	Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas	46	493	Servicios de almacenamiento
8	213	Servicios relacionados con la minería	47	511	Edición de periódicos, revistas, libros, software y otros materiales, y edición de estas publicaciones integrada con la impresión
9	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	48	512	Industria fílmica y del video, e industria del sonido
10	222	Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	49	515	Radio y televisión
11	236	Edificación	50	517	Otras telecomunicaciones
12	237	Construcción de obras de ingeniería civil	51	518	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados
13	238	Trabajos especializados para la construcción	52	519	Otros servicios de información
14	311	Industria alimentaria	53	521	Banca central
15	312	Industria de las bebidas y del tabaco	54	522	Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil
16	313	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	55	523	Actividades bursátiles, cambiarias y de inversión financiera
17	314	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	56	524	Compañías de fianzas, seguros y pensiones
18	315	Fabricación de prendas de vestir	57	531	Servicios inmobiliarios
19	316	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	58	532	Servicios de alquiler de bienes muebles
20	321	Industria de la madera	59	533	Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias
21	322	Industria del papel	60	541	Servicios profesionales, científicos y técnicos
22	323	Impresión e industrias conexas	61	551	Corporativos
23	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	62	561	Servicios de apoyo a los negocios
24	325	Industria química	63	562	Manejo de desechos y servicios de remediación
25	326	Industria del plástico y del hule	64	611	Servicios educativos
26	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	65	621	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados
27	331	Industrias metálicas básicas	66	622	Hospitales
28	332	Fabricación de productos metálicos	67	623	Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud
29	333	Fabricación de maquinaria y equipo	68	624	Otros servicios de asistencia social
30	334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	69	711	Servicios artísticos, culturales y deportivos, y otros servicios relacionados
31	335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	70	712	Museos, sitios históricos, zoológicos y similares
32	336	Fabricación de equipo de transporte	71	713	Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos
33	337	Fabricación de muebles, colchones y persianas	72	721	Servicios de alojamiento temporal
34	339	Otras industrias manufactureras	73	722	Servicios de preparación de alimentos y bebidas
35	431	Comercio	74	811	Servicios de reparación y mantenimiento
36	481	Transporte aéreo	75	812	Servicios personales
37	482	Transporte por ferrocarril	76	813	Asociaciones y organizaciones
38	483	Transporte por agua	77	814	Hogares con empleados domésticos
39	484	Autotransporte de carga	78	931	Actividades del gobierno y organismos internacionales

Fuente: Elaboración propia con base en SCIAN (2007).

APÉNDICE 1. DESCOMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DEL EMPLEO EN TASAS DE CRECIMIENTO

La descomposición estructural del empleo también se puede obtener en tasas de crecimiento. Para ello, se retoma la descomposición que denota la ecuación (3) del capítulo 4 y se pre-multiplica ambos miembros de la ecuación por la matriz diagonal inversa del vector de empleo:

$$\begin{aligned}
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{l}_{t-1}^{-1}(\Delta\hat{\lambda} x_{t-1} + \hat{\lambda}_t\Delta x) \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{x}_{t-1}^{-1}(\Delta\hat{\lambda} x_{t-1} + \hat{\lambda}_t\Delta x) \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_t\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x_t \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + (\hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_t + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_{t-1} - \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_{t-1})\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x_t \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + (\hat{\lambda}_{t-1}^{-1}(\hat{\lambda}_t - \hat{\lambda}_{t-1}) + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_{t-1})\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x_t \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + (\hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\hat{\lambda}_{t-1})\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x_t \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + (\hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + I)\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x_t \\
 \hat{l}_{t-1}^{-1}\Delta l &= \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda} + \hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1}\Delta\hat{\lambda}\hat{x}_{t-1}^{-1}\Delta x \quad (i)
 \end{aligned}$$

Donde ι es el vector de unos de $(n, 1)$ e I es la matriz identidad (n, n) . De esta manera (i) expresa que la tasa de crecimiento del empleo es resultado de la tasa de crecimiento del coeficiente de uso del empleo, de la tasa de crecimiento de la producción y de la tasa de crecimiento generada por la interacción de las dos variables:

$$tc(l) = tc(\hat{\lambda})\iota + tc(x) + tc(\hat{\lambda})tc(x) \quad (ii)$$

donde $tc(.)$ denota las tasas de crecimiento de los elementos de una matriz diagonal o de un vector según el caso. En ese sentido, cuando el empleo no crece, ello es así porque es posible que el crecimiento de una de las variables pueda balancearse con el decrecimiento de la otra, es decir, si el coeficiente de empleo disminuye, existirá desplazamiento de empleo por razones tecnológicas, que pueden ser balanceadas por la producción y viceversa.

La ecuación (ii) también puede escribirse como:

$$-tc(\hat{\varphi})\iota = tc(\hat{\lambda})(I + tc(\hat{\lambda}))^{-1}\iota \quad (\text{iii})$$

Cuya expresión se obtiene del modelo del empleo planteado por la ecuación (1) del capítulo 4 el cuál también puede escribirse como $\iota = \hat{\lambda}_t \varphi_t$ donde $\varphi_t = \hat{\iota}_t^{-1} x_t$ de manera que la variación de esta nueva versión del modelo es:

$$\Delta\iota = \hat{\lambda}_t \varphi_t - \hat{\lambda}_{t-1} \varphi_{t-1} + \hat{\lambda}_{t-1} \varphi_t - \hat{\lambda}_{t-1} \varphi_t$$

$$\Delta\iota = \Delta\hat{\lambda}\varphi_t + \hat{\lambda}_{t-1}\Delta\varphi$$

Si se observa que: $\hat{\iota} = \hat{\lambda}_t \hat{\varphi}_t$ entonces: $\Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} (\Delta\hat{\lambda}\varphi_t + \hat{\lambda}_{t-1}\Delta\varphi)$

$$\Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \varphi_t + I \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi$$

$$\Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} (\hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \varphi_t + \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \varphi_{t-1} - \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \varphi_{t-1}) + I \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi$$

$$\Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} (\hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi + \iota) + I \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi$$

$$\Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} \iota + \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi$$

$$0 = \Delta\iota = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} \iota + (I + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda}) \hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi$$

$$-\hat{\varphi}_{t-1}^{-1} \Delta\varphi = \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda} (I + \hat{\lambda}_{t-1}^{-1} \Delta\hat{\lambda})^{-1} \iota$$

$$-tc(\hat{\varphi})\iota = tc(\hat{\lambda})(I + tc(\hat{\lambda}))^{-1}\iota \quad (\text{iii})$$