



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO

**Identificación del nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas, en materia de
Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), dentro de la industria de la
manufactura mexicana**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
Maestro en Economía

PRESENTA:
Jesús Alberto Martínez Navarro

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Mario Alberto Morales Sánchez
Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:
Dr. Héctor Eduardo Díaz Rodríguez
Facultad de Economía, UNAM

Dra. Marcela Amaro Rosales
Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM

Mtra. Ma. Angélica A. Raya Sánchez
Facultad de Contaduría y Administración, UNAM

Mtro. Rafael César Bouchaín Galicia
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM



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.

Contenido

Contenido.....	i
Introducción	1
I. Marco teórico.....	4
1. Sobre el conocimiento y el aprendizaje	4
A. La economía del conocimiento	5
B. Consideraciones sobre el conocimiento	6
C. Sobre el aprendizaje	8
2. El conocimiento tecnológico y las capacidades tecnológicas.....	9
A. La tecnología como capital físico	10
B. La tecnología como conocimiento	11
C. La tecnología como un conjunto de actividades (capacidades tecnológicas)	12
D. Acercamiento a la taxonomía de capacidades tecnológicas.....	15
E. Taxonomía de Lall.....	18
F. Las capacidades tecnológicas y la innovación.....	20
II. Caracterización y uso de TIC's dentro de la industria manufacturera mexicana.....	22
1. Caracterización del sector TIC.....	22
A. TIC's: concepto y definición.....	22
B. El sector productivo TIC	23
C. Conformación de una taxonomía aplicable a las TIC en México	26
D. Las TIC y el desempeño empresarial.....	30
2. La industria manufacturera mexicana.....	34
A. Caracterización del sector	34
B. El empleo de las TIC's dentro de la industria manufacturera	35
III. Metodología empleada.....	41
1. Justificación	41
2. Decisión de la técnica de análisis a emplear.....	42
3. Características de la Encuesta ENTIC 2013	44
A. Antecedentes de la ENTIC 2013.....	44
B. Conformación de la encuesta	45

C. Ventajas y desventajas de la ENTIC 2013	46
D. Variables a utilizar	46
4. Análisis de clúster de k medias y conformación del índice ponderado	47
A. Determinación del tipo de capacidad tecnológica.....	47
B. El análisis de clúster de k -medias	51
C. Tratamiento de las variables y conformación del índice ponderado	53
D. Determinación del número de clústeres para el estudio.....	55
IV. Análisis de la información obtenida	58
1. Comparativo de los índices tecnológicos desarrollados	58
2. Relación tecnológica y capacidades tecnológicas en cada clúster.....	61
A. Clúster 2: el conjunto de industrias con el menor desarrollo de capacidades tecnológicas.....	63
B. Clúster 4: un agrupamiento con capacidades tecnológicas básicas e insuficientes.....	65
C. Clúster 1: un conjunto de industrias con amplia integración y vastas capacidades tecnológicas	68
D. Clúster 3: las industrias con las capacidades tecnológicas más desarrolladas.....	71
V. Conclusiones y recomendaciones	76
1. Conclusiones al análisis de clúster.....	76
2. Recomendaciones de política pública.....	79
A. Política pública en materia de tecnologías de la información y comunicación	80
3. Limitaciones de la investigación y futuras líneas de investigación	85
A. Limitaciones de la investigación.....	85
B. Futuras líneas de investigación	86
VI. Anexos	88
Anexo 1. Clasificación de las TIC de acuerdo al uso, según ENTIC 2013	88
Anexo 2. Gastos destinados a la adquisición de TIC's por parte de la industria manufacturera.....	91
Anexo 3. Principales Tecnologías TIC utilizadas por cada subsector de la Industria Manufacturera..	92
Anexo 4. Tabulados disponibles en la página electrónica para la ENTIC 2013.....	93
Anexo 5. Conformación de las variables de la base de datos empleada.....	94
Anexo 6. Relación entre el uso de software administrativo y de producción.....	95
Anexo 7. Relación entre el manejo de portales gubernamentales y las transacciones financieras.....	96
Anexo 8. Relación entre el uso de internet en los procesos de negocio y en los procesos de innovación	97
Bibliografía utilizada	98

Agradecimientos

Primeramente, y antes que nadie, a mi madre quien, con su apoyo y soporte incondicional, ha contribuido de manera definitiva en los resultados de estos dos años de esfuerzo y trabajo permanente. Te estaré por siempre agradecido y jamás podré compensarte. Te quiero mucho mamá.

Agradezco de manera muy profunda a la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Investigaciones Económicas y a la Facultad de Economía y su División de Posgrado, por haberme dado la oportunidad de continuar con mis estudios, brindándome todos los recursos a su alcance, sin otra condición que labrar el camino para hacer de nuestro país un lugar mejor.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme en tiempo y forma el apoyo económico a lo largo de estos estudios de maestría, recursos que, de no haberlos recibido, habría sido imposible culminar.

No puedo dejar de lado a los integrantes de mi familia, en especial a mi hermano Oscar, quienes no dudaron en momento alguno en brindarme total respaldo a mis deseos de cumplir con este objetivo de vida.

Quiero destacar la importante participación de mis compañeros de clase y de las personas que labraron conmigo este largo y empedrado camino de al menos dos años, con quienes compartí un número indeterminado de momentos, acontecimientos, experiencias, júbilo, temores y hasta sufrimiento. Sin su perseverancia, entereza y compromiso, sin duda, el camino habría estado completamente cuesta arriba.

Agradezco enormemente a los Doctores Mario Alberto Morales, mi director de tesis, y Héctor Díaz Rodríguez, mi segundo gran apoyo, quienes con paciencia, sabiduría y entusiasmo me guiaron en la consecución de esta meta llamada tesis.

A mis sinodales de tesis, la Dra. Marcela Amaro, a los Maestros Rafael Bouchain y Angélica Raya, por sus comentarios y valiosas aportaciones que me permitieron mejorar y enriquecer este trabajo de investigación.

Finalmente, le doy gracias a mi país por todos y cada uno de los sucesos que han dado forma a mi vida. Prometo que defenderé mi patria a muerte desde la trinchera en la que me toqué formar parte; lucharé sin descanso para procurar el desarrollo de nuestra nación.

Prometo que jamás le fallaré a mi querido México.

Introducción

México, un país tan diverso en cuanto a paisajes naturales y costumbres, ideologías y doctrinas, etnias y abolenos, es también muy plural en cuanto a sus empresas y formas de organización. En este último campo, nuestro país es tan heterogéneo que es difícil hacer generalizaciones sobre su realidad empresarial, menos aún, sobre su desempeño industrial. La identificación de capacidades tecnológicas dentro de las empresas bien puede contribuir a entender estas diferencias, así como a coadyuvar a la realización de conclusiones sobre el desempeño empresarial, en el sentido de cómo la empresa o el sector productivo asimila, emplea y mejora sus tecnologías y desarrolla sus capacidades. En otras palabras, las capacidades tecnológicas de las empresas son un factor clave para alcanzar mejores estándares de desempeño.

La evolución en el pensamiento económico resalta el papel de la tecnología en las industrias. En palabras de Brown y Domínguez (2004), “la tecnología implica ante todo transmisión de conocimiento entre distintos agentes; se caracteriza por tener componentes tácitos de conocimiento específico tanto de las personas como de las prácticas internas que la empresa genera; y se desarrolla a partir de los procedimientos de búsqueda y aprendizaje para mejorar la eficiencia productiva, generar nuevos productos e introducir métodos de organización. Para que la tecnología puede ser asimilada, bien operada y mejorada, las empresas deben realizar inversiones y acciones deliberadas de aprendizaje tecnológico; deben investigar la tecnología, entenderla y documentarla para assimilarla y mejorarla”.

Este argumento señala que el desempeño tecnológico no se limita a la mera inversión y adquisición de maquinaria y nuevos equipos, y al empleo y uso a rajatabla de los manuales e instructivos de operación, sino más bien, en una primera instancia, la estructura disponible es adaptada a la tecnología adquirida con la finalidad de emplearla de acuerdo al manual operativo; en una segunda fase, esta tecnología es modificada para alcanzar un desempeño y una eficiencia mejor a la inicial y para responder a los cambios en el entorno; finalmente, con los conocimientos, habilidades, experiencia y destrezas adquiridos en las fases previas, las empresas buscan introducir cambios sustanciales que les permita mejorar drásticamente la tecnología adquirida con miras a la acumulación de beneficios mayores.

Se ha demostrado que la capacidad de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas están detrás de la competitividad de los países altamente desarrollados y ambas son el motor para la creación y acceso a la riqueza (Lundvall, 1992).

Bajo esta línea argumental, la hipótesis propuesta por esta tesis indica que las capacidades tecnológicas, destinadas al empleo de tecnologías de la información y comunicación (TIC), representan una condición necesaria para el uso efectivo del conocimiento tecnológico, ya sea para elegir, assimilar, administrar, operar, adaptar, mejorar, modificar la tecnología existente y/o crear algo novedoso. Como resultado, mientras mayor sea el grado de acumulación de dichas capacidades, el valor agregado del producto terminado será también mayor; habrá una mayor integración de los encadenamientos productivos entre empresas, se solidificará la integración del proceso productivo entre industrias y se facilitarán los procesos de innovación. Por si esto fuera poco, el mejoramiento de las capacidades tecnológicas contribuye a la disminución de los costos de operación redundando en un incremento sustancial de los beneficios. En este sentido, este trabajo de investigación responde a la siguiente pregunta de investigación: ¿son las capacidades tecnológicas un requisito indispensable para la transformación organizacional?

La transformación empresarial es fruto de la renovación permanente en las características individuales y colectivas de cada firma y a través de la cual se dinamiza la innovación y el aprendizaje organizacional. El incremento gradual de las capacidades individuales impacta de manera positiva en cada uno de los procesos de toda organización y, por ende, en el desempeño colectivo. A nivel de empresa el impacto de las TIC es sustancial: permiten la automatización de procesos y mejoran la calidad de información disponible para la toma de decisiones, además tienen la capacidad para transformar el proceso productivo. Sin embargo, juegan un segundo rol muy importante, y tal vez el más significativo: son tecnologías de coordinación pues están dotadas de características únicas que permiten el cambio en los procesos de negocio y en la estructura organizacional, propiedades que repercuten en los costos de coordinación y transacción, pero también en la mejora sustancial de la productividad multifactorial.

Por medio del análisis de clúster se revisarán 7 variables estrechamente relacionadas con el uso de la tecnología TIC en la industria manufacturera mexicana. Hasta ahora, esta técnica de agrupación es escasamente utilizada para la identificación de capacidades tecnológicas, sin embargo, es altamente eficiente en la clasificación de individuos con características similares. Y es precisamente la diversidad en el empleo de las tecnologías TIC por parte de las empresas, la premisa fundamental para su uso en el presente trabajo: se utiliza el análisis de clúster para clasificar a un conjunto de empresas en grupos homogéneos, de acuerdo a las semejanzas en el uso y manejo de sus tecnologías TIC.

Con fundamento en las distintas variables desarrolladas a partir de la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ENTIC 2013), esta técnica integra grupos, hasta el momento desconocidos, cuyas características similares permite agruparlos de tal forma. Se trata, fundamentalmente, de resolver el siguiente dilema: dado un conjunto de individuos (de N elementos) caracterizados por la información de n variables X_i , ($i = 1, 2, \dots, n$), el planteamiento consiste en clasificarlos de manera que los individuos pertenecientes a un grupo o clúster (y siempre con respecto a la información disponible) sean tan similares entre sí como sea posible, siendo los distintos grupos entre ellos tan disimilares como sea posible¹.

Las variables son: **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**, **ÍNDICE_Software Producción_Empresa**, **ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**, **ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa**, **ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas**, **ÍNDICE_Uso de internet_Empresas** y el **ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**. Estas variables permiten medir el nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas existentes dentro de las manufacturas.

A lo largo del **Capítulo I Marco teórico**, el lector conocerá y comprenderá las nuevas tendencias de la economía del conocimiento y la importancia del aprendizaje y la tecnología en el progreso tecnológico. Se examinarán las diversas definiciones que se ha dado al concepto de tecnología (ya sea como capital físico, conocimiento o un conjunto de actividades), y se explorará la taxonomía de Lall, categorización indispensable para la posterior asignación de valor (capacidad básica, intermedia o avanzada) en el nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas existentes en la industria mexicana.

Con el **Capítulo II Caracterización y uso de TIC's dentro de la industria manufacturera** se pretende calificar, distinguir y describir lo que suponen estas tecnologías y cómo se encuentran distribuidas a lo largo de la economía mexicana de la manufactura. Para ello, se principia con la

¹ Ver <https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm#:~:text=Con%20el%20an%C3%A1lisis%20cluster%20se,en%20unos%20u%20otros%20grupos>.

conceptualización y definición de la palabra y su empleo en la industria y culmina con el desarrollo de una clasificación más aterrizada a la realidad de México.

El **Capítulo III Metodología empleada** justifica los motivos del estudio y da cuenta de la herramienta principal para la construcción de las variables en uso: la Encuesta ENTIC 2013. También se explica qué es el análisis de clúster y cómo se construyeron los índices de capacidades tecnológicas utilizados para este estudio. Al finalizar, se describen los motivos por los que se decidió trabajar con un conjunto de 4 clústeres para el análisis de la información generada.

Por su parte, el **Capítulo IV Análisis de la información**, se presenta las conclusiones desarrolladas mediante la conformación de los índices y la segmentación de clúster. Se inicia con una pequeña comparación de las capacidades tecnológicas identificadas; posteriormente se ahonda y profundiza en cada clúster, desde aquél que está conformado por las industrias con las competencias menos desarrolladas entre las industrias analizadas, hasta aquél con las más avanzadas. Para encauzar la similitud de capacidades entre clústeres se emplean los conceptos de cadena de suministros, cadena de valor, integración con otras industrias y valor agregado al producto. Como el lector lo reconocerá a lo largo de esta interpretación, mientras la industria sea proveedora de insumos simples o materiales semiterminados (eslabonamiento hacia atrás), habrá desarrollado capacidades tecnológicas menos intensivas que las industrias que emplean insumos más sofisticados; asimismo, mientras más desarrollado e intensificado sea el proceso productivo, mayores serán las competencias tecnológicas de estas industrias; lo mismo sucede cuando un producto final tiene un mayor valor agregado que otros. Estas consideraciones llevan a concluir que, mientras mayor integración exista de una industria con otras ramas de la economía (proveedores y clientes), requerirá necesariamente de más y mejores capacidades tecnológicas que le permitan ampliar su red de comunicación, interacción y de relaciones.

Finalmente, en el **Capítulo V Conclusiones y recomendaciones** se detallará la importancia en la evolución en las capacidades tecnológicas dentro de cada clúster, pues les ha permitido, no solo mejorar los procesos organizacionales, sino también, en menor o mayor medida, obtener beneficios cada vez más altos derivados de su función productiva, reducir costos y gastos inherentes a la operación, y también, han contribuido en el crecimiento y expansión de múltiples empresas. Se finalizará con una pequeña propuesta de política pública que mejore la vinculación Empresas productoras - Empresas usuarias, que permita la integración de la industria con estas tecnologías. Además de recomendar difundir ampliamente los beneficios de adoptar la tecnología TIC entre los sectores económicos.

I. Marco teórico

1. Sobre el conocimiento y el aprendizaje

Muchos de los argumentos de la teoría económica convencional han sido rebasados por los hechos. La evidencia empírica deja de manifiesto la incompatibilidad entre la visión ortodoxa y la realidad. La primera centra su análisis en la acumulación de capital físico cuya característica principal son los rendimientos decrecientes y por los cuales es imposible la financiación del progreso tecnológico, lo que conlleva a un lento o nulo avance en cuanto a la innovación se refiere.

En esta visión son los aspectos cuantitativos (como los rendimientos de factor o el nivel de producción) la base del análisis microeconómico, denostando por completo los elementos cualitativos presentes en las empresas. Así, toda firma es concebida como una gran caja negra sobre la cual entran insumos y por medio de una función de producción se genera un producto terminado. Su alcance es limitado pues no explica los elementos que conforman e interactúan durante el proceso productivo, su evolución o de qué forma pueden ser mejor aprovechados.

El discurso tradicional falla al asegurar que las mejores prácticas industriales y tecnológicas se difunden sin costos y fácilmente entre las empresas y los países. La adquisición de capital requiere inversión, y en muchos casos de grandes sumas de dinero; no sólo se trata de invertir en capital físico o en nuevas tecnologías, sino también en el desarrollo de las competencias y destrezas requeridas por los trabajadores para su uso, es decir, invertir en conocimiento específico que permita operarlas a un nivel de eficiencia mínimo o esperado.

En 1957, Robert Solow no solo planteó (como sus antecesores) la importancia capital del desempeño de los factores productivos en el proceso de expansión de las economías, sino que argumentaba que existía al menos otro factor no considerado y que era capaz de mejorar el rendimiento de dichos factores. Solow lo denominó simplemente como “residuo”.

Con los años este residuo fue tomando forma hasta ser denominado como cambio técnico o tecnológico. Este elemento de la función de producción es capaz de cambiar la estructura misma de los factores de producción reduciendo los rendimientos decrecientes de factor y provocando rendimientos crecientes a escala. El avance era significativo, sin embargo, este factor productivo se consideraba exógeno y ajeno a las empresas.

Más adelante, diversas teorías enfatizaron la importancia de la inversión en capital humano y en investigación y desarrollo (I+D), intensiva en conocimientos como fuentes de crecimiento y progreso tecnológico (Ros, 2004; Lucas, 1988; Romer, 1986). Estos autores sostienen que el conocimiento no es un bien rival² y que su continua acumulación incrementa la productividad del capital físico y es capaz de neutralizar la influencia de los rendimientos decrecientes de factor. Es decir, la acumulación de capital físico y el crecimiento de la producción son alimentados por la continua acumulación de capital humano.

² Entendido como aquel factor que puede ser utilizado por muchos agentes al mismo tiempo.

A. La economía del conocimiento

Más recientemente y gracias al rápido avance tecnológico marcado por la constante evolución de las capacidades³ humanas ha surgido un nuevo paradigma: la economía del conocimiento, cuyo elemento central, el conocimiento, es el factor clave del crecimiento económico, considerado como un activo más importante que los bienes de capital y que el factor trabajo (Sánchez & Ríos, 2011).

No solo eso, hoy en día se considera que la disparidad en la productividad y el crecimiento en los diversos países tiene menos que ver con la abundancia o escasez de recursos naturales, sino más bien con la capacidad para mejorar la calidad del capital humano y los factores de producción; en otras palabras, de la capacidad de crear nuevo conocimiento e ideas, e incorporarlas a las tecnologías y personas (David & Foray, 2003).

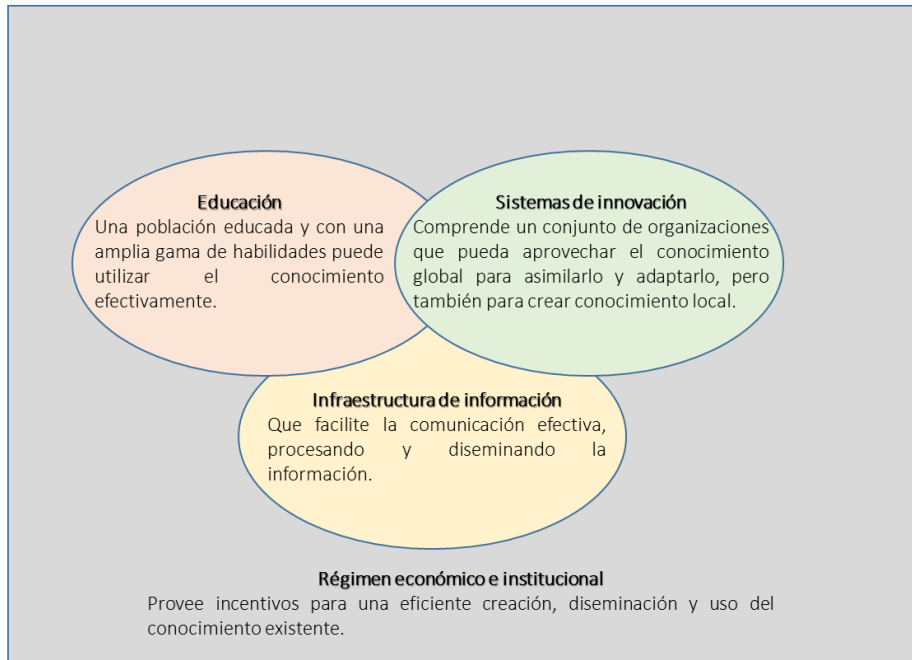
Sus fundamentos yacen sobre la creación, adquisición, difusión y aplicación del conocimiento a toda actividad económica. En este orden de ideas, el conocimiento es considerado como la variable central para toda actividad productiva. En la nueva economía del conocimiento las ideas son más importantes que las capacidades físicas y el uso de la tecnología priva sobre la transformación de materias primas o la explotación de mano de obra barata (Banco Mundial, 2003). Además, el conocimiento es el insumo clave para la innovación, es decir, la innovación es conocimiento materializado.

Para el Banco Mundial (2007) la creación de economías basadas en el conocimiento requiere un proceso de largo plazo que involucre a trabajadores con mucha mayor educación y habilidades, una robusta infraestructura tecnológica y de comunicaciones, un efectivo sistema de innovación y una política pública que incentive la creación, difusión y el uso del conocimiento. Los pilares de esta economía están representados por la **Figura I.1**.

- 1) ***La fuerza de trabajo (capital humano) debe estar compuesta por trabajadores calificados y educados, capaces de actualizarse y adaptar sus habilidades para crear y utilizar el conocimiento eficazmente.*** En este sentido, la formación académica y la capacitación son elementos centrales para la nueva sociedad del conocimiento.
- 2) ***Una moderna y adecuada estructura de información y comunicación que facilite el proceso de transmisión de conocimiento.*** La idea fundamental en el uso de estas tecnologías radica en la minimización de costos de transacción y en el fácil acceso a la información.
- 3) ***Un sistema de innovación efectivo compuesto por empresas, centros de investigación, universidades, consultorías y otras organizaciones que propicien el desarrollo de nuevo conocimiento y tecnología, asimilando y adaptando a necesidades locales.*** Este sistema comprende desde la difusión de tecnología básica hasta actividades de investigación avanzada.
- 4) ***Un régimen institucional compuesto por un conjunto de políticas e incentivos económicos que favorezca la creación, la diseminación y el uso eficiente del conocimiento, además de incentivar el emprendimiento.***

³En este trabajo, el término capacidades engloba un conjunto amplio de competencias humanas como lo son el conocimiento, las habilidades, las actitudes, la experiencia, la formación académica, las destrezas, entre otras. Asimismo, se utiliza como sinónimos las palabras capacidades y competencias, pues esta última es utilizada ampliamente en el argot de la psicología y la administración.

Figura I.1. Los cuatro pilares de la economía del conocimiento



Fuente: World Bank Institute Development Studies. (2007). Building knowledge economies: Advanced strategies for development. *World Bank*, p. 27.

El régimen institucional y económico es quien sostiene a los otros tres pilares. Para que éstos funcionen apropiadamente es necesario que la sociedad cuente con un mínimo de capital humano capaz de hacer un uso eficiente de la infraestructura de la información disponible para el aprovechamiento eficiente de los sistemas de investigación e innovación.

La trascendencia de la economía del conocimiento respecto a la economía neoclásica radica, ya no en el hecho de una modelación y formulación de paradigmas sobre la optimización y equilibrios competitivos, sino en el análisis económico de los aspectos del comportamiento y desempeño humano, como lo son las habilidades, las actitudes, la experiencia, la formación académica, las destrezas, además, por supuesto, del conocimiento.

B. Consideraciones sobre el conocimiento

Adentrándonos al concepto de conocimiento, Lundvall & Johnson (2016) lo analizan desde la perspectiva económica y resuelven cuatro grandes categorías:

- **Conocimiento tipo Saber qué (*know what*).** Se refiere al conocimiento relacionado con los hechos, es decir, relativo a aspectos del saber general como pudiera ser el número de habitantes en un país, la fecha de cumpleaños de un amigo o los ingredientes para elaborar una salsa muy picante. En esta esfera, el conocimiento es estrecho y normalmente es conocido como información. Este tipo de conocimiento se encuentra en múltiples centros de información y bases de datos y es el de mayor disposición entre la población.

- **Conocimiento tipo Saber por qué (know why).** Se refiere el conocimiento científico sobre los principios y las leyes en la naturaleza, en la mente humana y en la sociedad. Para poder acceder a este conocimiento es necesario grandes avances tecnológicos aunado a la disminución de los métodos de ensayo y error. La producción y reproducción de este conocimiento será principalmente entre las instituciones de carácter científico como lo son las universidades y centros de investigación.
- **Conocimiento Saber quién (know who).** Referido a las relaciones sociales específicas y selectivas, es decir, conocer a la persona que sabe y a quién es capaz de hacer algo; se trata de tener relaciones sociales con aquellos que conocen cosas relevantes. Las redes virtuales pueden llegar a ser el centro de conocimiento más importante para la acumulación de este tipo de conocimiento.
- **Saber cuándo (know when) y saber dónde (know where).** En las economías de hoy en día la incorporación de nuevos productos es un proceso continuo en el tiempo y el espacio. El carácter estratégico de los mercados actuales implica conocer en qué momento y en qué lugar es preciso dar a conocer las novedades.
- **Saber cómo (know how).** Referido principalmente a la habilidad, no solamente de saber cómo hacer las cosas, sino también de cómo hacerlas de forma diferente y mejor, aspectos relacionados con la innovación. Básicamente se trata del conocimiento productivo, pero también incluye aquellos diferentes a la producción como lo es la administración, la gestión o la investigación.

La última categoría representa el motor de toda actividad económica. La innovación permite que las economías crezcan y se desarrollen por medio de nuevas combinaciones de factores en la forma de nuevos métodos, lo que implica saber cómo realizar y cambiar las formas de trabajo, mejorar procesos, encontrar nuevas soluciones o diseñar nuevos productos.

Hoy en día es posible encontrar el conocimiento tipo **Saber qué** en bases de datos como en centros de información y el del tipo **Saber por qué** en leyes, teoremas o corolarios. Sin embargo, para el tipo **Saber cómo**, entendido como las habilidades, actitudes y todo tipo de destrezas del trabajador, solo una pequeña parte se puede encontrar de manera codificada, pues el gran abanico de estas capacidades, y más aún sus aspectos clave, está relacionado con el conocimiento tácito. Bajo el argumento anterior, es posible entender al conocimiento codificado únicamente como información (*saber qué* y *saber por qué*, principalmente), mientras al *saber cómo* como la acción o ejecución de todo tipo de actividades.

Aunque codificado, el saber de un administrador, un cocinero o un músico no se limita a un manual gerencial, una guía de cocina o un pentagrama musical, sino que existe cierto conocimiento o destrezas exclusivos de estos profesionales, difíciles de adquirir en el mercado, conocidos como conocimiento tácito.

El conocimiento tácito es aquél que no ha sido documentado y hecho explícito por quien lo utiliza y lo controla (Lundvall, 2016). Gran parte de este conocimiento se mantiene así porque quien lo ejecuta no está completamente consciente de su desempeño y encuentra difícil articular un listado completo de esos detalles (Cowan, David & Foray, 1999), pero tampoco se ha hecho del dominio público debido a que no existen los incentivos necesarios para documentarlo.

Además, el conocimiento también es escaso en el sentido en que, como individuos, sabemos muy poco sobre lo que hay que saber, sin mencionar que es posible encontrarlo almacenado, codificado y disponible en diferentes formas, unas más accesibles que otras, aunado a nuestra limitada habilidad para hacer uso de todo el conocimiento existente y por descubrir.

Según el párrafo anterior, el conocimiento no es completamente público, ya que no es posible acceder a éste en su totalidad por cada uno de nosotros, ya que si así fuera, no habría interés de agentes particulares de invertir en su producción, pero tampoco puede ser completamente privado, ya que las tecnologías de la comunicación han permitido tener al alcance de todos, información de todo tipo, siendo la estructura con que se cuenta, además de las habilidades computacionales, de investigación, entre otras, y de la capacidad de elección sobre lo que es útil, las principales herramientas de los individuos.

Como bien económico, el conocimiento es acumulativo, heterogéneo y de difícil apropiabilidad. El primero se explica por el carácter aditivo entre el conocimiento pasado y el actual. El segundo se sustenta en relación a su contenido como a su localización, además de la singularidad y especificidad con que es generado por cada agente, por lo que es posible decir que está fragmentado y disperso. El último implica que su utilización solo es posible después de destinar recursos a identificarlo, recuperarlo, extraerlo, imitarlo y adaptarlo a contextos específicos de aplicación, lo que implica la irrevocable interacción con quienes lo poseen (Antonelli, 2014).

Finalmente, el conocimiento es tanto insumo como producto, además de considerarse como el activo más importante de las empresas actualmente. Insumo ya que es considerado una entrada en el proceso de producción; producto ya que se utilizan grandes masas de recursos en su creación. También es un activo ya que es susceptible de ser acumulado, es altamente valorado y funge como el motor del progreso en las organizaciones actuales.

C. Sobre el aprendizaje

Las sociedades actuales no pueden basar sus economías únicamente en el conocimiento, sino que requieren, ineludiblemente, del aprendizaje. Cualquier actividad económica es un proceso de aprendizaje continuo, cuyo producto es la generación de un nuevo conocimiento. Algunos de los mecanismos que permiten la acumulación del conocimiento se realizan mediante actividades como el “*aprender haciendo*” y el “*aprender usando*”, procesos de aprendizaje cruciales para economías subdesarrolladas que adquieren tecnología del exterior y cuya principal actividad tecnológica es la adaptación a las condiciones locales, más que producir y/o transformar tecnologías nuevas.

En esta nueva economía de vertiginosos y acelerados cambios, la acumulación de conocimiento solamente puede ser sostenida por el aprendizaje. Las ideas, la experiencia, las habilidades y las destrezas de los trabajadores, junto con la aplicación bien entendida de las nuevas tecnologías, han cambiado el paradigma en cómo las personas aprenden y aplican sus conocimientos dentro de los distintos entes económicos.

Aprender implica un cambio permanente de la conducta, del desempeño y de la forma de conducirse del individuo. El aprendizaje es fruto de la experiencia, es resultado de la experimentación, la puesta en práctica, además de la interacción entre el agente y su entorno (Driscoll, 2000; Shuell, 1986). En el ámbito empresarial, el aprendizaje, además, genera un conjunto de capacidades que se utilizan no solo

para combinar de manera óptima los factores de producción requeridos, sino principalmente para experimentar con nuevos insumos y procesos productivos que dinamicen la producción (Morales, 2018).

El proceso de aprendizaje permite la acumulación de conocimiento. De tal suerte que depósitos de conocimiento robustos facilitan la adquisición de nuevas capacidades.

El aprendizaje tecnológico

Es menester de este trabajo no solamente identificar y definir el conocimiento y el aprendizaje, sino emplearlos dentro del ámbito de la tecnología, particularmente dentro de la economía de la tecnología. De esta forma, el aprendizaje tecnológico puede ser entendido como un proceso para la adquisición de habilidades, destrezas, técnicas y conocimiento cuya finalidad principal es crear nuevas combinaciones de factores y procesos⁴ que dinamicen la producción. Constituye una forma de generación y difusión de conocimiento entre las empresas, es gradual, acumulativo y se ha consolidado como uno de los pilares de la innovación.

Considerado como proceso gradual y acumulativo, en el aprendizaje tecnológico es posible identificar al menos dos fases: la primera o inicial, donde la adquisición de conocimientos y habilidades se realizan con la finalidad de solucionar problemas relativamente sencillos, básicamente relacionados con la operación de la maquinaria y/o tecnología. Sobre la base de la experiencia adquirida y en el uso continuo del equipo, en la segunda fase las firmas comienzan a desarrollar habilidades más complejas y sofisticadas que conllevan a mejoras sustanciales e incrementales y, en algunos de los casos, de capacidades para la transformación e innovación.

2. El conocimiento tecnológico y las capacidades tecnológicas

Cupani (2006) retomando los aportes de Mitcham (1994) señala que la tecnología puede ser abordada desde cuatro perspectivas básicas: como cierto tipo de objetos (**artefactos**), como una clase específica de conocimiento (**el saber tecnológico**), como un conjunto de actividades (**resumidas en producir y usar artefactos**) y como manifestación de determinada voluntad del ser humano en relación al mundo (**tecnología como volición**).

Las primeras tres son objeto de este trabajo:

- **La tecnología como artefacto.** Entendida como elemento para la producción, materializado en máquinas, mecanismos, dispositivos o bienes. Ejemplos representativos son los tractores, los equipos de trabajo o las tecnologías de la información y comunicación.
- **La tecnología como conocimiento.** Representa conocimientos específicos para entender a la tecnología como artefacto. Implica el *know what* y *know why*. En la literatura económica este grupo es definido como conocimiento tecnológico.

⁴ Nelson y Winter reconocen a las nuevas combinaciones como posteriores rutinas que forman parte de los procesos de innovación.

- **La tecnología como un conjunto de actividades.** Este subconjunto lo conforman todas las competencias del individuo destinadas a operar de manera satisfactoria la tecnología como bien para la producción. Definidas como capacidades tecnológicas dentro de este campo de estudio.

A. La tecnología como capital físico

Dahlman y Westphal (1982) la definen como un abanico de procesos físicos que, en conjunto con ciertos arreglos sociales (estructuras organizacionales y métodos de producción), transforman insumos en productos, además de estar conformada por un arreglo de información codificada (Bell & Pavitt, 1993). La tecnología es identificada con técnicas y objetos, por lo que representa la forma en que los factores de la producción se combinan para generar un producto terminado, bajo condiciones previamente establecidas.

La tecnología representa el saber hacer, responde a una actividad que está dirigida a la producción de algo nuevo, por lo que su existencia obedece a una relación económica de costo-beneficio, lo que dicta que su creación subyace a las metas a alcanzar por medio de ésta. Es considerada como el elemento central para elevar la competitividad entre las empresas debido a que permite un incremento sustancial en la productividad total de los factores a costos relativamente bajos. Sin embargo, su entrada a naciones subdesarrolladas regularmente se hace en etapas ya tardías lo que las ubica en una situación de desventaja competitiva.

Sin embargo, la tecnología por sí misma es incapaz de promover la productividad ya que suele contener información altamente codificada y de difícil acceso, por lo que se vuelve complejo manejarla apropiadamente. Por ello, es trascendental la promoción de diversas capacidades que permitan entender su funcionamiento y, de otras, para operarla, mantenerla, mejorarla y transformarla. Debido a su naturaleza tácita, la tecnología no es rápidamente transferible entre las empresas. De hecho, los altos niveles de concentración de conocimiento presentes en la tecnología impiden su pronta apropiación.

En el párrafo anterior subyace la idea de que la elección tecnológica no comprende simplemente la adquisición de bienes de capital, sino también requiere de la obtención de los conocimientos, las habilidades y los recursos necesarios para saber operarla. En realidad, se trata de un proceso de transformación, sobre el cual emerge la posibilidad de moldear la tecnología para el uso en un rango de situaciones específicas que derive en constantes mejoras con base al desempeño original esperado. El mejoramiento progresivo de la tecnología es entendido por Bell y Pavitt (1995) como cambio técnico, es decir, representa la incorporación de nueva tecnología a la capacidad productiva. De esta forma la tecnología es adaptada y mejorada bajo dos escenarios:

- 1) **Fase de inversión.** Etapa en donde la tecnología es adquirida y puesta en marcha. En este primer momento las empresas eligen la tecnología de acuerdo a sus requerimientos y a su disposición de conocimientos para poder utilizarla, de lo contrario deben recurrir al mercado para la absorción. En esta primera etapa solamente se requiere de conocimientos y habilidades básicos de operación.
- 2) **Fase de cambio técnico.** Relativo a la vida operativa de la tecnología. Aquí sucede una larga cadena de mejoras crecientes incorporadas al sistema. No solamente la tecnología cambia, sino también lo hace el capital humano responsable de su operación. Este proceso no es sencillo y requiere de la adquisición de múltiples capacidades que permitan incrementar la eficiencia de la

tecnología. En última instancia, se busca alcanzar la frontera tecnológica que derive finalmente en la transformación de estas tecnologías.

En síntesis, la tecnología es el resultado de la acumulación y aplicación de conocimiento a un campo específico de la actividad productiva.

B. La tecnología como conocimiento

Como una derivación del conocimiento científico, la explotación del conocimiento tecnológico es un aspecto central para la consolidación de las capacidades entre las firmas. Actualmente, el conocimiento tecnológico se ha consolidado como uno de los activos más importantes de las empresas y al mismo tiempo como un insumo y un producto.

Como componente vital de toda actividad empresarial, al conocimiento tecnológico se le pretende mantener resguardado: ya sea mediante patentes, derechos de uso, como secreto industrial o dentro de acuerdos de confidencialidad, el conocimiento tecnológico se ha convertido en un bien con apropiabilidad reducida. En este sentido, no puede ser libre ni fácilmente absorbido.

Su composición heterogénea implica que posea las características de acumulatividad y complementariedad. El carácter acumulativo se distingue por la trayectoria entre el conocimiento pasado y presente que ha existido en cada firma y que, como insumo, el que será descubierto a futuro; la complementariedad se explica por la generación de conocimiento llevada a cabo por cada agente que conforma el sistema económico en un punto en el tiempo. Por si esto fuera poco, el conocimiento tecnológico suele estar documentado en una gran variedad de códigos de difícil acceso, interpretación, uso y manejo.

Las características anteriores hacen que el conocimiento tecnológico esté disperso y fragmentado por lo que su adquisición será afectada por ciertos costos de interacción o transacción. Al existir de manera incompleta y poseído por una gran cantidad de agentes heterogéneos, el intercambio, las interacciones y la búsqueda por su apropiabilidad, sólo puede ser posible después de invertir recursos dedicados a identificarlo, recuperarlo, extraerlo, comprenderlo, imitarlo, adaptarlo y combinarlo a contextos específicos de aplicación.

El conocimiento tecnológico está localizado, por lo que las empresas están restringidas a adquirir nuevo conocimiento y nuevas tecnologías y, por ende, a desarrollar nuevas capacidades, a la proximidad del conocimiento existente y a las técnicas utilizadas por las demás firmas que conforman el sistema. En este sentido, es producto de una actividad colectiva donde las condiciones de acceso al conocimiento externo son claves para generar nuevo conocimiento tecnológico (ver Antonelli, 2014, 2005).

Por otra parte, la finalidad del conocimiento tecnológico es la asimilación y operación de nuevos procesos técnicos bajo ciertas expectativas de desempeño. Además, su acumulación en formas más profundas de conocimiento facilita la generación de senderos de cambio incremental que mejoran el desempeño original de la tecnología (Bell & Pavitt, 1993).

C. La tecnología como un conjunto de actividades (capacidades tecnológicas)

La literatura neoclásica indica que el éxito de las firmas en los países en desarrollo se basa únicamente en la elección precisa de la tecnología a adquirir, principalmente porque los agentes cuentan con información y conocimiento perfecto expresados o reflejados en los precios de estos artefactos. Esto permite concluir que la disparidad en la elección de la tecnología se explica únicamente por las diferencias en las condiciones locales. Y se asume por extensión que las empresas disponen de los atributos necesarios para operarla satisfactoriamente.

La nueva teoría evolutiva sostiene que el cambio técnico es resultado de un continuo proceso de aprendizaje mediante actividades de absorción, adaptación y creación de competencias tecnológicas. La heterogeneidad entre los agentes es un elemento central de este análisis: aunque las firmas funcionen en un mismo ambiente industrial, las rutinas, los procesos, la formación profesional, experiencia y destrezas de los trabajadores, las formas de aprender y demás componentes, son esencialmente distintos por lo que las capacidades presentes varían entre empresas y en el tiempo.

El término capacidades se refiere a un conjunto de aptitudes, como podrían ser el conocimiento, la habilidad, las actitudes, las destrezas y los desempeños, que permiten a cualquier individuo realizar de manera precisa, con pericia, maestría y *expertise*, aunado a la entrega en tiempo y forma, un abanico amplio de actividades, en este caso, relacionados con la tecnología.

Las capacidades de cualquier individuo pueden estar enfocadas al ámbito productivo o no, pueden ubicarse en un sinnúmero de campos de conocimiento y pueden ser redituables o no. Desde la perspectiva económica y empresarial, se distingue entre las capacidades organizacionales y las tecnológicas. Las primeras enfocadas a la gestión y administración de los recursos; las segundas, al manejo apropiado de la tecnología como artefacto. Son objeto de este trabajo de investigación las capacidades relacionadas con la tecnología.

Autores clásicos definen a las capacidades tecnológicas como un conjunto de recursos especializados, entre los que destacan la habilidad, los conocimientos y la experiencia, destinados a hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para elegir, asimilar, administrar, operar, adaptar, mejorar, modificar la tecnología existente y crear una nueva (Romij, 1999; Kim, 1997; Bell & Pavitt, 1995).

Las capacidades tecnológicas comprenden el grueso de las competencias del individuo en la aplicación exitosa de la tecnología disponible. Como resultado de procesos de aprendizaje, las capacidades tecnológicas representan la habilidad para hacer elecciones sobre la tecnología en cuanto a la adquisición, la adaptación y la mejora de las técnicas y los productos, y, eventualmente, la generación de nueva tecnología (Stewart, 1981).

Las definiciones anteriores indican que las capacidades tecnológicas presentan características de aditividad y existen a diversos niveles de acumulación. A un nivel básico su utilidad principal está destinada a la selección e instalación de la tecnología elegida y al entendimiento de su funcionamiento (**adquisición y asimilación**). Un segundo nivel, el “intermedio”, está compuesto por aquellas capacidades para operar y utilizar el equipo y sus componentes bajo condiciones y expectativas de rendimiento previamente identificadas (**administración y adaptación**): en este nivel de adopción las capacidades solo permiten cambios incrementales menores reflejados en la disminución de costos o en la eficiencia

productiva. En un tercer nivel de profundidad se ubican las capacidades tecnológicas avanzadas cuya contribución principal radica en la obtención de rendimientos crecientes sustanciales, dirigidos a la transformación de la tecnología (**mejora, cambio e innovación**).

Al contrario de lo que ocurre con insumos tangibles como el maíz o el azúcar, que desaparecen o se transforman conforme transcurre el proceso productivo, las competencias, las capacidades, las habilidades y las destrezas mejoran conforme se utilizan como entradas en algún proceso. Esta característica las vuelve escasas, pero no en el sentido tradicional: mientras más capacidades y competencias se utilizan, más se desarrollan y más compleja se vuelve la apropiación.

Los depósitos de capacidades tecnológicas, así como los inventarios de conocimiento o los bienes de producción son inútiles si no tienen campo de aplicación. La puesta en práctica de las capacidades tecnológicas es expresada mediante el *esfuerzo tecnológico*, entendido como el conjunto de recursos para asimilar y emplear la tecnología existente, pero también para la generación de nuevo conocimiento tecnológico (Dahlman & Westphal, 1982).

El esfuerzo tecnológico, para Dahlman y Westphal (1982), implica el uso del conocimiento tecnológico junto con otros recursos para asimilar o adaptar la tecnología existente y/o crear nueva tecnología. Es la fuente fundamental que lleva al dominio pleno de la técnica, por lo que contribuye e impacta de manera directa en los rendimientos crecientes y radicales de la tecnología sobre la que opera.

Si se acepta que la transferencia tecnológica no es inmediata, no es barata y no es asimilada sin esfuerzo, entonces el esfuerzo tecnológico tiene cabida. Se sabe que el uso de la tecnología presenta diversas aristas en cuanto a niveles de eficiencia tecnológica (o productividad) en las empresas. Mientras se haga uso de la tecnología bajo estándares “normales de desempeño” no habría aplicación de esfuerzo tecnológico⁵, éste solo tiene lugar al incrementar la maestría en el uso de la técnica. En este sentido, la tecnología se caracteriza por poseer elementos de carácter tácito, dificultades para la imitación y la enseñanza, de tal suerte que la apropiación tecnológica responde a situaciones particulares y sólo se alcanza mediante el esfuerzo continuo para adaptar el conocimiento tecnológico existente.

Por su parte, la *maestría tecnológica*, entendida como el resultado de la constante aplicación del esfuerzo tecnológico, permite el dominio operacional y uso efectivo del conocimiento tecnológico, pero no solo eso, envuelve más allá que la eficiencia técnica en el sentido convencional. Se diferencia de esta última en el sentido de que representa la habilidad para adaptar la tecnología existente haciéndola mejor para las circunstancias locales, ya sea alterando alguna de sus características en función de necesidades y preferencias específicas, o en la asimilación de nuevos recursos e insumos para su operación.

La maestría tecnológica es resultado de un proceso que involucra la adquisición de habilidades y conocimiento tecnológicos, siendo la experiencia su principal motor, contribuye a mejorar las capacidades productivas de las firmas haciéndolas mucho más eficientes. Por tanto, al ser la maestría tecnológica el resultado del esfuerzo previo en cuanto a procesos de adquisición y asimilación de la tecnología, entonces por medio de ésta, la firma será capaz de administrar, replicar y adaptar la tecnología, y en el mejor de los casos, mejorarla hasta desarrollar una nueva.

⁵ Para los autores el esfuerzo tecnológico se ve reflejado en cuatro variables: a) en la ingeniería de procesos, b) en la ejecución de proyectos, c) en la manufactura de bienes de capital y c) en los procesos de investigación y desarrollo.

Estas tres formas de comprender a la tecnología (como artefacto, conocimiento y como un conjunto de actividades) contribuyen a desarrollar el ciclo de acumulación tecnológica, el cual describe las etapas por las que pasa cada firma en su proceso por desarrollar nuevo conocimiento tecnológico. Este ciclo está compuesto por seis fases, a saber:

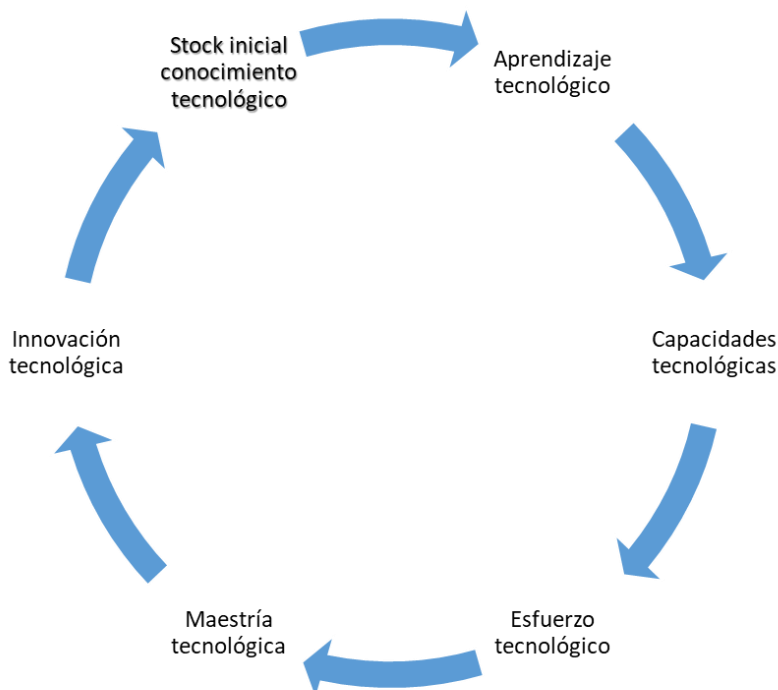
1. **Stock inicial de conocimiento tecnológico.** La acumulación da comienzo con un inventario inicial de conocimiento tecnológico propio, compuesto por capacidades y competencias presentes en el capital humano, tales como conocimientos específicos, habilidades únicas, destrezas típicas, experiencias singulares o un nivel específico de formación profesional entre los trabajadores, entre muchas más. Este depósito de capital inicial permite un desempeño a un cierto nivel de rendimiento en cuanto a las tecnologías se refiere.
2. **Aprendizaje.** Si bien aparece como el segundo elemento de este flujo, el aprendizaje es el proceso en sí. Por medio de esta cualidad nata del ser humano se construyen todos los demás escenarios, permitiendo a la firma convertirse en una organización que aprende. Primeramente, el aprendizaje permitirá adquirir las capacidades tecnológicas necesarias para la asimilación y ejecución, y a partir de la constante aplicación, permitirá adaptar o crear nueva tecnología. Para pasar de una etapa a otra dentro de este flujo circular es imprescindible el aprendizaje permanente.
3. **Capacidades tecnológicas.** Entendidas como el desarrollo y adquisición de competencias y destrezas para operar la tecnología existente en la firma. Inicialmente, las capacidades tecnológicas deben permitir asimilar y emplear la tecnología bajo un cierto nivel de desempeño. Posteriormente y conforme el proceso de aprendizaje se consolida, se adquieren nuevas capacidades que permitan mejorar, transformar y en última instancia, desarrollar nueva tecnología.
4. **Esfuerzo tecnológico.** La adquisición de nuevas capacidades implica el empleo de las mismas. El esfuerzo tecnológico es la aplicación del conocimiento adquirido mediante el empleo de las capacidades tecnológicas que han sido desarrolladas a través de procesos de aprendizaje, con la finalidad de operar cada vez con mayor destreza la tecnología adquirida por la empresa.
5. **Maestría tecnológica.** Representa el pináculo de la curva de aprendizaje tecnológico. En este estadio se consolidan las capacidades y se opera la tecnología hasta la cumbre o frontera productiva provocando mejoras incrementales, ya sea de eficacia o productividad, como la reducción de costos o una producción más rápida y eficiente, pero también radicales, donde se mejora y transforma la tecnología.
6. **Innovación.** Representan el producto final del proceso de aprendizaje y acumulación de conocimiento tecnológico. La innovación en esta materia implica el desarrollo de capacidades del tipo tecnológico que se reflejen en procesos de transformación de la tecnología, es decir, determinan la creación de nuevas combinaciones de factores.

El ciclo se cierra y vuelve a comenzar con un nuevo stock inicial de conocimiento tecnológico mucho más robusto que el anterior, donde existe un incremento sustancial de las competencias de los trabajadores de la empresa. Este proceso de aprendizaje no solo debe facilitar la asimilación y operación de la tecnología existente, sino que debe adaptarla haciéndola mejor para las circunstancias locales. Un

proceso completamente exitoso de acumulación tecnológica es capaz de desarrollar capacidades para la mejora, cambio e innovación de los procesos empresariales.

La **Figura I.2** muestra el ciclo de acumulación tecnológica. En éste se visualiza la trascendencia de los procesos de aprendizaje para la adquisición de conocimiento y el desarrollo de las capacidades tecnológicas, los insumos más importantes en el proceso de innovación.

Figura I.2. El proceso de acumulación de la tecnología



Fuente: Elaboración propia, con base en Ros, 2004; Torres, 2006 y Dahlman & Westphal, 1982.

Entre los objetivos de toda firma debería encontrarse la consolidación de sus capacidades con la finalidad de alcanzar la frontera tecnológica, y con ello crear nuevas combinaciones que les permitan ser más competitivas. Sin embargo, la gran mayoría de las empresas en los países subdesarrollados se desenvuelven en fases más tempranas de este ciclo y no avanzan a las posteriores, ya sea por la inoperancia de la fuerza de trabajo, la poca inversión en procesos de formación o simplemente porque el dominio pleno de las capacidades tecnológicas no forma parte del interés o necesidades de éstas.

D. Acercamiento a la taxonomía de capacidades tecnológicas

En la literatura económica se distinguen diferentes niveles de acumulación de capacidades tecnológicas: un primer nivel denominado básico que permite solamente la asimilación y uso de la tecnología, y una menor contribución al cambio; y un nivel intermedio-avanzado en donde las capacidades pueden contribuir de manera sustancial y ambiciosa a la transformación tecnológica. Romijn (1999), con el sustento de diversos autores, distingue entre tres tipos de capacidades tecnológicas:

- 1) **Referidas a la habilidad y el conocimiento relativo para la elección, la adquisición e instalación de la tecnología.** Comúnmente conocidas como capacidades de inversión. Aquí es posible ubicar actividades como los estudios de factibilidad, la búsqueda de oferentes tecnológicos, la comparación entre las ventajas y desventajas entre tecnologías alternativas, la negociación con proveedores, así como procesos básicos de diseño.
- 2) **Aquellas relacionadas con la producción.** Contienen aquellas capacidades destinadas al uso eficiente de la maquinaria y equipo. Entre ellas es posible encontrar las tareas y actividades relacionadas con la operación, el control de la calidad, los diversos tipos de mantenimiento, cambios menores en la tecnología, entre otros.
- 3) **Aquellas destinadas a la adaptación e innovación.** Incluye aquellos conocimientos y habilidades requeridos para hacer cambios trascendentales en el equipo, así como la creación de nueva tecnología.

Previamente, Bell y Pavitt (1995), bajo el marco de trabajo elaborado por Lall (1992), desarrollaron una primera taxonomía de capacidades tecnológicas que reflejan el grado de innovación. La matriz presenta dos grados de acumulación de acuerdo con las competencias (conocimientos y habilidades) destinadas a la operación y a la innovación (ver Dutrénit; Vera-Cruz & Navarro, 2003):

- 1) **Capacidades de producción rutinarias.** Identificadas por aquellas actividades relacionadas con el uso y operación básicos de la tecnología; pueden considerarse como las capacidades tecnológicas mínimas necesarias para la operación de un artefacto, máquina o sistema productivo.
- 2) **Capacidades tecnológicas de innovación.** Compuesto por tres niveles distintos de acumulación: básico, intermedio y avanzado, integrados por aquellas actividades que generan y administran el cambio tecnológico.

Las capacidades de innovación básicas permiten una contribución al cambio relativamente pequeña e incremental; pero en los niveles intermedio y avanzado las capacidades tecnológicas pueden tener una contribución al cambio más considerable, y en ocasiones radical.

Esta misma taxonomía distingue entre seis funciones técnicas sobre las que es posible desarrollar diversas capacidades tecnológicas, de acuerdo al tipo de actividad a desempeñar, siendo las primeras dos las relacionadas con la inversión en nuevas tecnologías (*i, ii*), las siguientes dos vinculadas con la producción (*iii, iv*) y las últimas se refieren a capacidades de soporte (*v, vi*):

- i. **Toma de decisiones y control.** Responde a las actividades de planificación e implementación del proyecto.

En cuanto a las capacidades de producción rutinarias, las competencias existentes deben permitir la generación de contratos que beneficien a ambas partes, el compromiso y aseguramiento de finanzas sanas de la empresa, entre otras de menor impacto sobre la tecnología.

Respecto a las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, es posible encontrar actividades como el monitoreo y control de los estudios

de factibilidad y la planificación y programación del proyecto; la búsqueda, evaluación y selección de la tecnología existente, habilidades de negociación y habilidades de administración para el proyecto en general; por último, las facultades para el desarrollo de nuevos sistemas de producción y sus componentes.

- ii. ***Preparación e implementación del proyecto.*** Referidas a todas aquellas actividades relacionadas con la puesta en marcha de los proyectos tecnológicos.

En cuanto a las capacidades de producción rutinarias se incluye aquellas relacionadas con preparación, planeación y el diseño tecnológico inicial.

Referidos a las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, es posible encontrar los estudios de factibilidad, la obtención del equipo, herramientas y artefactos necesarios; pasando por los procesos de reclutamiento, selección, contratación y capacitación requeridos, pero también de la administración integral del proyecto. En su nivel más avanzado constituyen procesos de diseño básicos relacionados con la investigación y desarrollo.

- iii. ***Centradas en los procesos y en la organización de la producción.*** Estas capacidades tecnológicas centran su atención en el diseño y organización del trabajo y en el proceso productivo como tal.

En cuanto a las capacidades de producción rutinarias se incluye aquellas actividades relacionadas con la operación continua y el uso de acuerdo a las especificaciones establecidas durante su adquisición.

Dentro de las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, es posible encontrar las acciones de puesta en marcha, depuración y una menor adaptación en cuanto al diseño y el mantenimiento; continuando con la mejora de los procesos internos y la introducción de cambios organizacionales; por último, se comienza con el diseño inicial de procesos de innovación y de investigación y desarrollo. En este nivel se comienzan a ver cambios radicales en la organización.

- iv. ***Centradas en el producto.*** Referidas a las capacidades tecnológicas para replicar y mejorar un producto determinado.

En cuanto a las capacidades de producción rutinarias se observa la réplica exacta del producto en cuanto a los requisitos y el diseño, manteniendo las especificaciones y la calidad del producto.

Dentro de las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, las capacidades tecnológicas permiten una menor adaptación a de las necesidades del mercado y una mejora incremental en la calidad del producto; en el nivel intermedio se ubica en el licenciamiento de productos, la reingeniería inversa y el cambio incremental en el diseño de los productos; en el grado de acumulación más alto se encuentran las actividades de innovación de productos y las relacionadas con la investigación y desarrollo.

- v. ***Vinculación externa.*** Relacionadas con aquellas actividades de interacción con el exterior.

Referidas a las capacidades de producción rutinarias, el grupo está compuesto por la obtención de los insumos necesarios en tiempo y forma a través de los diversos proveedores, además de la venta de los outputs producidos a clientes potenciales.

Dentro de las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, las capacidades mínimas en este grupo son las relacionadas a la búsqueda y absorción de nueva información de proveedores, clientes e instituciones; mediante los procesos de aprendizaje es posible desarrollar nuevas capacidades ahora referidas a la transferencia tecnológica hacia proveedores y clientes para incrementar la eficiencia y calidad de los productos; el inventario más robusto en esta categoría permite la colaboración con terceros para el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías.

- vi. **Producción de bienes de capital.** Se refiere a la producción de máquinas, artefactos, dispositivos u otro tipo de activo con alto valor agregado.

Referidas a las capacidades de producción rutinarias, el stock inicial de capacidades tecnológicas con el que debe contar cualquier empresa dentro de este ramo debe permitir la réplica sin cambios de los componentes y de la tecnología.

En cuanto a las capacidades de innovación, partiendo de las competencias básicas hasta las de innovación avanzada, la empresa debe poder desarrollar nuevas plantas y maquinaria con los requisitos de calidad designados, además de la posibilidad de realizar una adaptación simple de los diseños y las especificaciones; posteriormente se deben desarrollar capacidades para la reingeniería inversa hacia los diseños, las especificaciones y la maquinaria con la finalidad de incrementar su desempeño y generar pequeñas innovaciones incrementales; nuevamente, el stock más sólido de competencias en este rubro contribuye a la generación de procesos de investigación y desarrollo en cuanto a nuevas y mejores especificaciones, plantas y máquinas.

E. Taxonomía de Lall

Sanjaya Lall, en su trabajo de 1992 “Technological capabilities and industrialization”, elabora una matriz de capacidades tecnológicas un poco más sencilla que las anteriores pero que incluye los tres tipos de capacidades tecnológicas existentes en toda empresa: las de inversión, producción y vinculación (ver la **Figura I.3**):

- i. **Funciones de inversión.** Referidas a las habilidades necesarias para identificar, preparar y obtener tecnología para diseñar, construir, equipar, supervisar y comisionar nuevas instalaciones o su expansión. Éstas determinan los costos de capital del proyecto, la selección del equipo y de la tecnología y del entendimiento por parte de la empresa en aspectos tecnológicos básicos.
- ii. **Funciones de producción.** Comprende el rango de habilidades básicas relacionadas con la operación, el mantenimiento o el control de la calidad, hasta las más avanzadas como lo son la adaptación, la mejora o la ampliación de funciones respecto del equipo y la maquinaria, pero también las más demandantes, entre las que destacan la investigación, el diseño y la innovación. Específicamente, están conformadas por la tecnología de procesos y productos, pero también a cuestiones de ingeniería industrial como lo es el monitoreo y las funciones de control. Las

habilidades aquí descritas determinan no solamente la efectividad en el uso de la tecnología adquirida y la forma de mejorar continuamente, sino también del esfuerzo interno utilizado para absorber el conocimiento sobre otras tecnologías existentes en otras firmas.

Estas funciones son segmentadas en **procesos relacionados** a actividades más concretas, dando como resultado la *ingeniería de procesos*, la *ingeniería de producto* y la *ingeniería industrial*.

- iii. **Funciones de vinculación.** Son las habilidades necesarias para transmitir información, habilidades y tecnología, pero también para recibir componentes y material bruto por parte de proveedores, contratistas, consultores, otras empresas e instituciones tecnológicas. La vinculación no solamente afecta la eficiencia productiva de la empresa sino también la difusión de esa tecnología en la economía nacional.

Figura I.3. Matriz de capacidades tecnológicas de Lall

		FUNCIONES DE LA EMPRESA							
		INVERSIÓN		PRODUCCIÓN			VINCULACIÓN		
		Son las habilidades necesarias para identificar, preparar, obtener tecnología para diseñar, construir, equipar, supervisar y comisionar nuevas instalaciones o su expansión. Estas determinan los costos de capital del proyecto, la selección del equipo y de la tecnología y de entendimiento ganado por la empresa en aspectos tecnológicos básicos		Comprende el rango de habilidades básicas como el control de la calidad, la operación, el mantenimiento, hasta las más avanzadas como lo son la adaptación la mejora de la ampliación de funciones respecto del equipo, pero también las más demandantes entre las que destacan la investigación, el diseño y la innovación. Están referidas en cuanto a la tecnología de procesos y productos, pero también a cuestiones de ingeniería industrial como lo es el monitoreo y las funciones de control. Las habilidades envueltas determinan no solamente que también se hace uso de la tecnología adquirida y de su mejora continua, sino también del esfuerzo interno utilizado para absorber otras tecnologías pueden imitar aquellas de otras firmas					
				PRE INVERSIÓN		EJECUCIÓN DEL PROYECTO	INGENIERÍA DE PROCESOS	INGENIERÍA DE PRODUCTO	INGENIERÍA INDUSTRIAL
G R A D O	B Á S I C A S	SIMPLE, ROUTINA (experiencia, principalmente)	Estudios de prefactibilidad y viabilidad Selección del lugar Planificación de la inversión	Construcción civil Servicios secundarios y complementarios Levantamiento del proyecto y del equipo Comisionados	Asimilación del proceso tecnológico Control de calidad Mantenimiento preventivo	Asimilación del diseño del producto Menor adaptación a las necesidades del mercado	Flujo del trabajo Planificación y estudios de métodos de trabajo Control de inventarios	Compras y adquisiciones con medios locales Intercambio de información con proveedores	
	I N T E R M E D I A	ADAPTATIVA, DUPLICATIVA (búsqueda principalmente)	Búsqueda por nuevos recursos tecnológicos Negociación de los términos y del contrato Sistemas de información	Compra y adquisición del equipo Ingeniería de detalle Reclutamiento y entrenamiento de personal especializado	Ampliación del equipo y sus funciones Adaptación del proceso Ahorro de costos Licenciamiento de nueva tecnología	Mejoras en la calidad del producto Licenciamiento de nuevos productos Asimilación de nueva tecnología del producto importada	Monitoreo Productividad Mejoras Coordinación	Transferencia tecnológica a proveedores locales Coordinación en el diseño de bienes y servicios Vinculación S&T	
	J A V A N Z A D A S	INNOVACIÓN, RIESGOSAS (investigación, principalmente)		Diseño de procesos básicos Diseño de equipo y distribución	Innovación del proceso al interior Investigación básica	Innovación del producto al interior Investigación básica		Capacidades para preconfiguración (listo para usarse) Procesos cooperativos de investigación y desarrollo Licenciamiento de tecnología propia a otros	

Fuente: Elaboración propia, con base en Lall, 1992.

Además, cada una de estas actividades y funciones presentan **grados de complejidad** definidos de la siguiente forma:

Básicas: Relacionados con tareas de baja complejidad. Implican la ejecución de tareas sencillas, repetitivas y rutinarias.

Intermedias: Se refieren al conjunto de actividades relacionadas a acciones adaptativas y duplicativas.

Avanzadas: Comprende las actividades de mayor riesgo en la empresa. Básicamente se relacionan con los procesos de investigación e innovación.

Para los fines de este trabajo se empleará la propuesta de capacidades tecnológicas de Lall. Su propuesta acota todas las funciones de la empresa en tres grandes grupos y éstos, a su vez, en seis procesos relacionados, lo que permite clasificar todas las actividades empresariales dentro de alguno sin menoscabo de la información y sin obtener clasificaciones tan amplias en donde existan pocos datos para un determinado subconjunto, que a su vez dificulte el análisis y, por tanto, se obtengan resultados cuya certeza, fiabilidad y confiabilidad estén en duda de su veracidad.

F. Las capacidades tecnológicas y la innovación

Bajo el argumento neoclásico, la innovación tiene lugar cuando provoca un aumento en el valor del producto, ajustado por su contenido de calidad, que excede a sus costos (Griliches, 1961). Los cambios tecnológicos y organizacionales son definidos como innovaciones solo si cumplen con los rasgos de novedad y eficiencia, es decir, si conducen a un aumento en la relación inputs-outputs.

Para Schumpeter todo aquello que sea hacer las cosas de manera diferente en el ámbito de la vida económica es una innovación, con la condición de que sea capaz de reformular una nueva función de producción. La introducción de un nuevo bien, el establecimiento de nuevos procesos organizacionales o métodos de producción, el surgimiento de nuevos mercados, el descubrimiento de nuevos insumos de materias primas y/o bienes intermedios y el establecimiento de una nueva organización industrial, pueden ser considerados como innovaciones sólo si conducen a un aumento de la productividad total de los factores (Antonelli, 2014).

La capacidad de innovación es la habilidad de una firma para desarrollar e implantar nuevas ideas y productos con éxito comercial, pero también existe en el desarrollo de procesos más eficientes y mejores prácticas que permitan la reducción de costos, la disminución de tiempo o en algún otro impacto que redunde en beneficios para la empresa. El cambio tecnológico es una muestra de innovación organizacional.

La innovación tecnológica es consecuencia del incremento gradual y permanente en la trayectoria de acumulación de conocimientos al interior de la empresa, fruto del aprendizaje de los individuos y grupos, estructuras, sistemas técnicos y de gestión, patrones y normas de comportamiento (Leonard-Barton, 1992). El resultado se expresa en la conformación de capacidades que dinamizan y mejoran la producción por medio de la generación de nuevas combinaciones; los procesos de mejora continua permiten prácticas más productivas y la absorción de nuevo conocimiento generado por otras organizaciones (Morales, 2018).

La heterogeneidad presente en las empresas y la interacción entre agentes individuales con racionalidad limitada y procedural con la dinámica de cambio permanente del sistema permite entender a la innovación bajo dos esquemas principales: el de innovación incremental como resultado de las respuestas adaptativas y la innovación radical, expresión final de las respuestas creativas que permiten un desempeño innovador entre las firmas, promoviendo la transformación de sus recursos en ventajas competitivas sostenibles (Grant, 1991). En este sentido, las capacidades desarrolladas al interior de la firma son un factor distintivo y clave en el desarrollo de nuevos productos y procesos.

II. Caracterización y uso de TIC's dentro de la industria manufacturera mexicana

1. Caracterización del sector TIC

A. TIC's: concepto y definición

A pesar del uso generalizado y del paradigma tecnoeconómico que las tecnologías de la información y comunicación han estado construyendo de manera intensa desde finales de siglo pasado, aún no se cuenta con una definición más o menos precisa del concepto que pueda explicar el alcance de sus funciones ni qué tipo de tecnologías la conforman. La ambigüedad y precariedad en el concepto y, por ende, de su definición se debe, entre otras más, a la velocidad de desarrollo del sector que ha puesto en el mercado productos que hasta hace unos años no existían (basta con mirar los teléfonos móviles, el internet o los equipos de video comunicación), así como a la factibilidad de incluir los nuevos desarrollos tecnológicos dentro de bienes hasta antes considerado como convencionales (smart tv's o el ahora llamado internet de las cosas).

Tan solo en 2004 la CEPAL por conducto del Observatorio para la Sociedad de la Información en Latinoamérica y el Caribe (OSILAC), confirmó a pregunta expresa que solamente 3 de los países encuestados contaban con algún tipo de definición formal de TIC, los restantes estaban en la formulación de una definición propia (3) o no habían abordado el tema (11).

Entre ellos, México las concibe “como resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se consideran como sus componentes el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones”.⁶

Por su parte la OCDE (2002) quien, al reconocerlas como un sector industrial más (un conjunto de empresas con actividades comunes con reglas propias e instituciones), las define como “aquellos dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios”. Una definición limitada al excluir por completo la industria de la extracción.

De forma similar Haag, Cummings y McCubbrey (2004) citados por Baelo (2009), consideraban que las tecnologías de información están compuestas por “cualquier herramienta basada en ordenadores y que la gente utiliza para trabajar con la información, apoyar a la información y procesar las necesidades de información”.

Torres (2016) expone que las TIC comprenden un conjunto de elementos compuesto por herramientas, prácticas y técnicas que son utilizadas para el tratamiento, procesamiento, almacenamiento

⁶ Ver <https://www.itu.int/net/wsis/stocktaking/docs/activities/1102712635/statistics-es.pdf>

y transmisión de datos con la finalidad de estructurarlos en información útil que derive en la solución de problemas y en la generación de conocimiento. Fernández Muñoz (2009) coincide plenamente con la definición anterior, ya que argumenta que las tecnologías de la información y comunicación posibilitan el procesamiento, acumulación y distribución de enormes cantidades de información, a través de redes de comunicación.

Finalmente, Cobo Romaní (2009) las considera como aquellos dispositivos tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes. Estas aplicaciones posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal (persona a persona) como la multidireccional (uno a muchos o muchos a muchos). Estas herramientas desempeñan un papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento.

Como se puede observar en las definiciones anteriores, las tecnologías de la información y comunicación son coincidentes en cuanto a que permiten el acceso, el intercambio, la generación y difusión de conocimiento e información, aceleran la comunicación y facilitan la colaboración de manera masiva entre diversos agentes; además se encuentran contenidas en mecanismos, regularmente ordenadores que permiten el almacenamiento de grandes cantidades de datos.

Hasta este punto se ha visto cual es la finalidad o funcionalidad de estas tecnologías. Es menester comprender qué actividades productivas las conforman, así como qué tipo de dispositivos, mecanismos o artefactos son considerados TIC's.

B. El sector productivo TIC

A pesar de los esfuerzos, México no cuenta con un sector plenamente identificado para las tecnologías de la información y comunicación, pues, aunque cuenta con una Cámara propia, gran cantidad de sus desarrollos y productos se encuentran dispersos entre los diversos componentes de la economía productiva. La Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información (CANIETI) sólo acierta al decir que sus agremiados son personas físicas y morales, legalmente constituidas en México y en el extranjero, que se dedican habitualmente a actividades relacionadas con el sector electrónico, de telecomunicaciones o de tecnologías de la información, contando con más de 1000 empresas afiliadas en todo el país y siendo una entidad representativa de los tres sectores productivos.

En palabras de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el sector TIC se debe clasificar bajo los siguientes dos criterios (OCDE, 2009):

- ***En cuanto a la industria manufacturera en TIC:*** estas tecnologías deben estar destinadas a cumplir la función de procesamiento de la información y la comunicación, incluida la transmisión y la visualización, o deben utilizar el procesamiento electrónico para detectar, medir y/o registrar fenómenos físicos o controlarlos.
- ***En cuanto a la industria de servicios en TIC:*** estas tecnologías deben estar destinadas a habilitar la función de procesamiento de la información y la comunicación por medios electrónicos.

La Secretaría de Economía (2012), retoma los aportes de la OCDE y establece que las principales actividades económicas relacionadas al sector TIC y con mayor potencial son las siguientes:

1. **Desarrollo de software.** Actividades de servicios de TIC de integración e implementación que pueden ser: desarrollo de soluciones a la medida; desarrollo de software dentro de un producto (*embeded*); desarrollo y comercialización de soluciones estándar o de software (servicio de internet). Aquí se consideran distintos tipos de software:
 - ✓ De aplicación: problemas para dispositivos móviles o fijos que son utilizados por el usuario final para realizar acciones o tareas específicas.
 - ✓ Sistema operativo: software que permite administrar y aprovechar los recursos de los equipos informáticos.
 - ✓ Embebido: software que se encuentra alojado en sistemas electrónicos que permite realizar las tareas básicas de dichos equipos.
 - ✓ Lenguaje de programación: conjunto de software que se utiliza para el desarrollo de programas de aplicación, sistemas operativos y/o embebido.
2. **Servicios TI.** Actividades que engloba el desarrollo a la medida de actividades de operación y soporte de la estructura que se relaciona con las TIC (equipo y software).
3. **Centro de contacto (Call Center y Contac Center).** Se trata de centro de interacción remota con el cliente que realizan actividades de soporte básico de procesos de negocio (televentas, telemarketing, tele reservaciones).
4. **Servicios remotos de negocio o Business Process Outsourcing (BPO).** Una gran variedad de actividades de servicio remotos de soporte básico o avanzado no contemplados en los centros de contacto.
5. **Medios interactivos (animación digital).** Actividades de diseño y generación de contenido digital interactivo no TIC, como películas, documentales, juegos de vídeo y videos promocionales.
6. **Centros de investigación, desarrollo e innovación.** Actividades de generación de invenciones e innovaciones en toda la estructura, generadoras de mayor valor agregado.

Destaca el aporte de Solleiro (2015) quien menciona que la industria también está conformada por otra rama a la que denomina **servicios de valor agregado** entendidos como “un conjunto de actividades orientadas a generar soluciones a los usuarios, mediante la implementación de software, combinado con hardware y telecomunicaciones, para resolver problemáticas concretas en otros sectores de la economía”.

Desde una perspectiva macroeconómica, El INEGI, considerando el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), da partida de las cuentas nacionales para la determinación del sector, el cual integra con base en actividades de manufactura, comercialización, contenido y servicios

relacionados con las TIC. De esta forma desarrolla al gran sector TIC compuesto por las siguientes actividades productivas:

- **Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.** Básicamente, este grupo está conformado por actividades relacionadas con el hardware. Aquí yacen actividades como la fabricación de computadoras, equipo periférico, telefónico, de radio y televisión, así como los relacionados con la comunicación.
- **Comercio.** Relacionado con la compra-venta de productos por vía electrónica, ya sea por internet u otros medios electrónicos.
- **Información en medios masivos.** Actividades relacionadas con servicios de software y operación de estas tecnologías, pero también con el procesamiento, edición y difusión de contenidos, información y otros por medios electrónicos.
- **Servicios profesionales.** Conformados por actividades científicas y técnicas relacionadas a la operación y solución de problemas que involucren hardware, software y otras.

Figura II.1. Clasificación de actividades productivas TIC

Manufactura	
334110	Fabricación de computadoras y equipo periférico
334210	Fabricación de equipo telefónico
334220	Fabricación de equipo de transmisión y recepción de radio y televisión y equipo de comunicación inalámbrico
334290	Fabricación de otros equipos de comunicación
Comercio	
437210	Intermediación de comercio al por mayor exclusivamente a través de internet y otros medios electrónicos
Información en medios masivos	
511210	Edición de software y edición de software integrada con la reproducción
517210	Operadores de telecomunicaciones inalámbricas, excepto servicios de satélite
517410	Servicios de telecomunicaciones por satélite
517910	Otros servicios de telecomunicaciones
518210	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados
519130	Edición y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet y servicios de búsqueda en la red
519190	Otros servicios de suministro de información
Servicios profesionales, científicos y técnicos	
541510	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados

Fuente: Inegi, 2012. En Solleiro, J. (2015). Estado del arte de clusters de tecnologías de la información. México: Cambio Tec, p. 43.

Como se observa, desde la perspectiva de la contabilidad nacional (Figura II.1), la producción de estos bienes tecnológicos está conformada por diversas cuentas que involucran, desde el ámbito de la

manufactura hasta el comercio y los servicios, con actividades tan variadas como la fabricación, la intermediación, la edición, operación y procesamiento de servicios de cómputo e información, ya sea de manera inalámbrica o vía satélite. Lamentablemente, esta agregación no distingue plenamente a la tecnología TIC, pues mucho de lo que podría ser considerado como tal, no es contemplado, como pudiera ser los GP's integrados a los automóviles o los más modernos refrigeradores, capaces de conectarse a internet, utilizar aplicaciones móviles, reproducir música, como también comprar alimentos y controlar otros electrodomésticos. Por otro lado, esta clasificación considera otros factores que sin ser TIC están considerados como tal, como podría ser el comercio por internet, ya que sólo utiliza esta herramienta para los procesos de compra-venta, sin agregar verdadero valor al producto.

C. Conformación de una taxonomía aplicable a las TIC en México

En el entendido de que las tecnologías de la información y comunicación permiten el acceso, intercambio, generación y difusión de conocimiento e información, acelerando y facilitando la comunicación y colaboración de manera masiva entre diversos agentes, además de permitir el almacenamiento y tratamiento de grandes cantidades de datos, es importante describir el conjunto de dispositivos, artefactos o mecanismos que conforman estas tecnologías.

Desde la perspectiva más amplia, Cabero (1998) argumenta que los dispositivos TIC se agrupan en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones, las tres con un alto grado de interconexión e interactividad. Por su parte, Majó y Marqués (2002), manejan también tres campos: la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías de la imagen y el sonido. Estos autores solo difieren en cuanto a la microelectrónica y lo relacionado a la imagen y sonido.

Dado que estas tecnologías favorecen la comunicación y la colaboración, tanto interpersonal como multidireccional, Cobo Romaní (2009) las integra dentro de los medios de informática, telecomunicaciones y redes. Al tratarse de innovaciones que posibilitan el procesamiento, acumulación y distribución de enormes cantidades de información, Fernández Muñoz (2009), las agrupa dentro de la microelectrónica, la computación, las telecomunicaciones y la optoelectrónica-microprocesadores, semiconductores y fibra óptica.

Desde la parte institucional, el INEGI no se distancia de las proposiciones anteriores, ya que agrupa a estas tecnologías en tres áreas fundamentales: las tecnologías de la información, las tecnologías de las comunicaciones y la tecnología de redes.

Independientemente de las definiciones aportadas por cada autor, todos coinciden al declarar que los dispositivos y artefactos TIC conforman el conjunto tecnológico de la informática y redes, la microelectrónica y las telecomunicaciones. De acuerdo a esta conclusión, se procede a describir estos subconjuntos tecnológicos:

- **Informática.** Se trata del grupo de conocimientos, tantos teóricos como prácticos, sobre cómo se construye, cómo funciona y cómo se emplea la información. Por medio de diversos mecanismos, técnicas y métodos busca almacenar, procesar datos y transmitir información de forma automatizada.

- **Telecomunicaciones.** Abarca todas las formas de comunicación a distancia, es decir, consiste en la transmisión de un mensaje desde un punto hacia otro, usualmente con la característica de ser bidireccional. Comprenden un grupo amplio de medios que permiten la transmisión de palabras, sonidos, imágenes o datos en forma de impulsos o señales electrónicas o electromagnéticas. La telefonía, la radio, la televisión y la transmisión de datos a través de computadoras son parte del sector de las telecomunicaciones.
- **Microelectrónica.** Es la aplicación de la ingeniería electrónica a componentes y circuitos de dimensiones muy pequeñas, para producir dispositivos y equipos electrónicos reducidos, pero altamente funcionales. Aquí es posible encontrar dispositivos como los transistores, los microprocesadores, microcontroladores, entre otros, comúnmente integrados dentro de celulares, computadores y dispositivos electrónicos personales o de bolsillo.
- **Red⁷.** Es la interconexión física o inalámbrica que vincula varios dispositivos (servidores, computadoras, teléfonos móviles, periféricos, entre otros) para que se comuniquen entre sí, con la finalidad de compartir datos y ofrecer servicios. Las principales redes empresariales son la red de área local (LAN) y la red de área amplia (WAN). Las características de estas redes son:
 - ✓ **Red alámbrica:** Conectan equipos y transmiten datos a través de cables basados en el estándar Ethernet, sumamente útil para el manejo de grandes cantidades de datos a velocidades muy altas. Sus componentes principales son los switches y routers.
 - ✓ **Red inalámbrica:** Relacionadas con la tecnología WiFi. Es la red que permite la conexión entre dispositivos a través de ondas de radio, sin la necesidad del uso de cables. Una de sus principales ventajas está relacionada con la flexibilidad para soportar usuarios móviles. Sus componentes esenciales son los puntos de acceso y los controladores.

Aunque las clasificaciones muestran diferencias entre los autores, todos coinciden en agrupar a estas tecnologías dentro de cuatro grandes categorías: la informática, las telecomunicaciones, la microelectrónica y las redes, debido a su utilidad como mecanismos que favorecen la comunicación bidireccional y facilitan el procesamiento y distribución de grandes cantidades de información.

Bajo una perspectiva microeconómica o empresarial, estas tecnologías están conformadas por un grupo de artefactos mucho más amplio. La primera perspectiva es la de Dedrick, Gurbaxani y Kraemer (2003) quienes consideran que la inversión en equipos de cómputo y de telecomunicaciones, así como aquellas relacionadas con el software, el hardware y los servicios relacionados conforman el grupo de capital TIC.

Díaz (2017) explora el ecosistema TIC y considera que el conjunto de dispositivos tales como las PC's, los teléfonos y tablets y aquellos con acceso a internet (televisores inteligentes, bienes electrónicos con conectividad a internet), los servicios de telecomunicaciones que habilitan la conectividad e interacción de los dispositivos, y el software (aplicaciones) que permiten su manejo, control y análisis de la información, conforman el ecosistema TIC empresarial.

⁷ Ver https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/small-business/pdfs/smb-redes-mx.pdf

Esta propuesta está mucho más focalizada hacia aquellos dispositivos que requieren de acceso a internet, no se limita al establecer como elementos de este conjunto solamente a las computadoras o teléfonos, sino también incluye dispositivos tecnológicamente más nuevos como las tablets o los smart phone, pero también a aquellas herramientas y artefactos cuyo eje central sea la conexión por internet. Fuera del plano empresarial, este autor resalta la importancia de los artefactos tradicionales que se pueden encontrar en el hogar de cualquier persona, los cuales ahora también se destacan por su interactividad con el usuario gracias al acceso a internet, artefactos que fácilmente podrían ser incluidos dentro del selecto grupo del “internet de las cosas”, es decir, aquellos dispositivos de uso cotidiano que ahora integran algún dispositivo para interactuar con terceros por medio de internet.

Figura II.2. Taxonomía TIC propuesta por Díaz y Select

Categoría	Elementos que la conforman	Descripción genérica
Telecom	Voz	Conjunto de servicios que permiten la transmisión de información. Voz (Telefonía fija y Telefonía móvil). Datos (MPLS, Frame Relay, Ethernet y Líneas privadas). Internet (Banda Ancha, Angosta y Dedicado).
	Transmisión de datos	
	Internet	
Consumibles	Consumibles de impresión	Productos adicionales que complementan el uso de un producto TI o periférico. Consumibles de Impresión (Tóner y Cartuchos de Tinta). Consumibles de Almacenamiento (CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW, USB y Hard Drives). Consumibles de Papelería (Papeles y Transparencias).
	Otros consumibles	
Equipo	Componentes para dispositivos personales	Corresponde a las partes tangibles de un sistema informático. PCs (Escritorio, Portátil, Ultraportátil, Tabletas, Netbooks y All in One). Servidores (Cisc, X64, X86, Almacenamiento y Actualizaciones para Servidores). Periféricos (Impresión, Cámaras Digitales, Escáner y Proyectoros).
	Equipo telecom	
	Periféricos	
	Dispositivos personales de acceso	
Software	Aplicativo	Es todo programa o aplicación programado para realizar tareas específicas. Infraestructura y seguridad (Sistemas operativos, System Management, Virtualización, Almacenamiento y Seguridad). Herramental (Desarrollo, Integración, Base de Datos, Suites de Productividad y Business Intelligence). Aplicativo (Administrativas, Verticales, Colaboración, Content management, ERP, CRM, SCM y Knowledge management).
	Herramental	
	Infraestructura y seguridad	
Servicios TI	Planeación	Corresponde al conjunto de actividades que soportan un servicio y le proporcionan un valor agregado. Implementación (Desarrollo de software a la medida e Integración de redes, infraestructura, soluciones de seguridad, aplicaciones, etc.). Operación (Outsourcing integral; SOC y NOC; servicios administrados de videovigilancia, centro de datos, conmutadores, equipos de escritorio, soluciones de impresión y AMS). Soporte (Servicios de misión crítica y Soporte técnico básico de HW y SW). Planeación (Capacitación y Consultoría).
	Implementación	
	Operación	
	Soporte	
Servicios en la nube	IaaS	Se refiere a la contratación de info-estructura de TIC como un servicio proveído bajo demanda a través de Internet. SaaS (Software as a Service). IaaS (Infrastructure as a Service). PaaS (Platform as a Service).
	PaaS	
	SaaS	

Fuente: Elaboración propia con base en Díaz (2017) y con información de Select (2013).

De esta forma Díaz, con información de Select (2013), presenta una taxonomía integrada por seis grandes rubros que conforman al gran conjunto de las tecnologías de la información y la comunicación (Figura II.2). Al igual que otras proposiciones, este autor integra en su clasificación a varios subconjuntos relacionados con el Equipo o Hardware, el Software, las Telecomunicaciones y los servicios TI. Es de destacar que agrega una categoría para los consumibles y considera importantísimo una clasificación exclusiva para los servicios en la nube. Esta propuesta tiene concordancia con la Encuesta ENTIC 2013.

Precisamente la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2013), principal instrumento para medir la disponibilidad y el uso de estos artefactos dentro de las empresas mexicanas, elaborado por el INEGI, presenta una taxonomía propia TIC de acuerdo al uso y disposición que hacen las empresas mexicanas de estas tecnologías. Aunque esta clasificación no está plenamente descrita, el **Anexo 1** presenta las seis categorías propuestas por este Instituto. Las principales observaciones a dicha clasificación son las siguientes:

- **Medios de comunicación.** Abarca desde los medios tradicionales de comunicación como lo son los teléfonos fijos o el correo electrónico institucional, pasando por servicios un poco más complejos como el fax, hasta métodos más avanzados como la telefonía en grupo, la telefonía IP, o herramientas que se encuentran en auge como las redes sociales.
- **Equipos de cómputo.** Se trata de artefactos como la computadora de escritorio, las portátiles como la tablet, PDA o smart phone. Destaca que en esta clasificación se consideran estructuras más complejas como lo son las estaciones de trabajo, los servidores, el mainframe o las minicomputadoras, principalmente elementos de un área de sistemas dentro de las organizaciones.
- **Redes.** Como se describió líneas arriba, la red corporativa es la interconexión física o inalámbrica que vincula varios dispositivos para que se comuniquen entre sí, con la finalidad de compartir datos y ofrecer servicios. Esta clasificación, además de contar con la LAN y WAN, incorpora los servicios de Intranet, Extranet y la VPN.
- **Software.** Como todas las clasificaciones anteriores, el software no puede quedar fuera del listado. La ENTIC solo distingue entre dos tipos: el de seguridad, cuya complejidad va desde el clásico antivirus hasta un avanzado sistema de detección de intrusos, y los relacionados a las labores administrativas y de producción, ligadas a las áreas funcionales de toda organización.
- **Conexión a internet.** Esta categoría está enfocada a cómo las empresas tienen su infraestructura para el servicio de internet. Como en la clasificación anterior, inicia con los métodos más rústicos de conexión (Dial Up) hasta los más empleados hoy en día como la tecnología WiF, WLAN, etc.
- **Computación en la nube.** Una de las tecnologías con mayor avance en cuanto a adopción realizada por las empresas hoy en día. El aporte principal de este tipo de servicios radica en poder manejar y usar aplicaciones sin necesidad de ser instaladas en el computador personal. Sin embargo, requieren, de un *site* o servidor remoto, propio o de terceros, para su funcionamiento.

Es de destacar, dentro de las categorías de Díaz y de la ENTIC, las clasificaciones de computación en la nube y lo relacionado al internet que, si bien entre ambos difieren, coinciden en que estas tecnologías no pueden ser concebidas sin su relación casi íntima con los procesos de la gran red mundial.

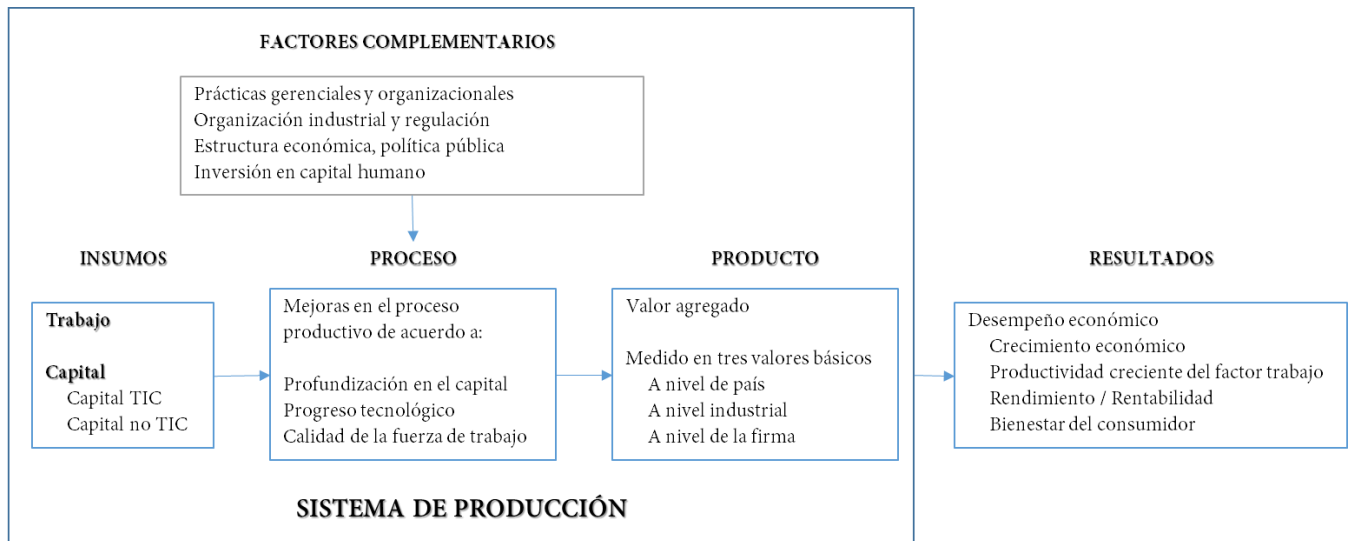
Dado que el presente trabajo se fundamenta en la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2013), a lo largo de las siguientes secciones se utilizará la taxonomía de la ENTIC 2013.

D. Las TIC y el desempeño empresarial

A nivel de empresa el impacto de las TIC es sustancial: permiten la automatización de procesos y mejoran la calidad de información disponible para la toma de decisiones, además tienen la capacidad para transformar el proceso productivo (Díaz, 2019; Dedrick, Gurbaxani y Kraemer, 2003). Sin embargo, juegan un segundo rol muy importante, y tal vez el más significativo: son tecnologías de coordinación (Dedrick, J., et. al, 2003; Bresnahan, 1997), dotándolas de características únicas que permite el cambio en los procesos de negocio y en la estructura organizacional, propiedades que repercuten en los costos de coordinación y transacción, pero también en la mejora sustancial de la productividad multifactorial (PMF). En cualquiera de los dos casos, como bienes de capital o como medios de coordinación, las tecnologías TIC son capaces de mejorar los procesos organizacionales, tanto los de operación o productivos, como los de soporte o administrativos, debido a una mayor profundización en el capital empleado y a la incorporación a los procesos del nuevo material tecnológico desarrollado.

La inversión en capital humano junto con la aplicación de las mejores prácticas gerenciales y organizacionales contribuyen a incrementar el potencial de la fuerza de trabajo, lo que deriva necesariamente en mejoras de los procesos empresariales, tanto operativos como de soporte. Una combinación apropiada de factores productivos (capital TIC y capital humano) conlleva a productos y servicios de alto valor agregado y con mayores estándares de calidad que derive en un producto diferenciado. Lo que conlleva a una empresa mucho más productiva que sus competidores con altos niveles de rentabilidad y rendimiento, debido a costos de producción y transacción menores, usos menos intensivos del factor trabajo, pero con una productividad creciente, una mayor profundización del capital que redunde, finalmente, en un crecimiento mayor para la firma combinado con altos niveles de bienestar para los consumidores (ver **Figura II.3**).

Figura II.3. El impacto del capital TIC y no TIC en el proceso de transformación



Fuente: Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. (2003).

Este pensamiento es compartido por Bresnahan (1997), pues apunta a que el uso de las TIC requiere de trabajadores altamente calificados. El cambio en la composición industrial que han producido

estas tecnologías demanda nuevos conocimientos y habilidades. La brecha existente entre la nueva tecnología incorporada a la empresa y el conjunto de competencias presentes en la fuerza de trabajo, ha provocado que el cambio técnico deje de ser neutral. El mayor desarrollo tecnológico demanda, necesariamente, una fuerza de trabajo mucho más preparada, es decir, las empresas deben contar con trabajadores con muchas más capacidades y/o competencias.

a) Las TIC como bienes de capital para la producción

Como cualquier bien de capital, desde esta primera perspectiva, las TIC son utilizadas como bienes para la producción donde transforman insumos (trabajo y capital, básicamente) en productos y están definidas por una función de producción con propiedades muy específicas. El cambio tecnológico, por su parte, se define como un cambio en la función de producción que implica variaciones en el empleo de los factores productivos.

La medida tradicional del cambio técnico es la productividad total de los factores (PTF), introducida por Solow en 1957. Dentro de esta visión tradicional, Solow contempla dos factores de producción, capital y trabajo, los cuales, a partir de una tecnología no descrita pero considerada como un factor neutral, son combinados para llevar a cabo la producción con rendimientos constantes a escala y rendimientos decrecientes de factor. El modelo de Solow está representado por la siguiente ecuación:

$$Y_t = K_t^\alpha [A_t L_t]^{1-\alpha}$$

Donde:

$Y_t \equiv$ Producto

$K_t \equiv$ Capital

$L_t \equiv$ Trabajo

$A_t \equiv$ Nivel de tecnología asociada al factor trabajo

$\alpha \equiv$ Participación del capital en el producto total

$\alpha - 1 \equiv$ Participación del trabajo en el producto total

Como se observa, el nivel de producto está en función del crecimiento y el desempeño productivo del capital y el trabajo. Dado que el capital tiene rendimientos decrecientes, mientras mayor sea la acumulación del capital, menor será la acumulación del producto respecto al crecimiento del capital. El papel de la tecnología no es explicado por Solow, a pesar de considerarlo como un elemento del factor trabajo, por lo que se reduce a un efecto marginal.

Esto significa que ante un incremento de tamaño Δ en los factores, dando como resultado un incremento mayor a Δ en el producto, Δ' , es decir $\Delta' > \Delta$, esta diferencia en el crecimiento del producto es explicado por un cambio tecnológico que permitió que la combinación de los factores fuese más eficiente. Dado que este modelo es incapaz de explicar los motivos, los factores, las causas o los incentivos que llevaron al cambio en el factor tecnológico, esta diferencia se le conoció simplemente como “el residuo de Solow”.

Por tanto, y como quedó demostrado líneas atrás, como bienes de capital, el progreso tecnológico, identificado por la adopción de capital TIC, implica que, a un nivel fijo y a una misma calidad de los

insumos, es posible el incremento sustancial del producto. Además, la profundización en bienes TIC para la producción, permite un incremento en la productividad del factor trabajo.

Como cualquier otro bien de capital, las tecnologías TIC, como elementos centrales para la producción, mejoran la productividad multifactorial, como sucede, por dar un ejemplo, en el sistema bancario. Ahora los bancos ofrecen el servicio de siempre (y en ocasiones uno mejor) mediante una simple llamada telefónica, a través de aplicaciones móviles o por medio de la banca electrónica. Hoy en día es posible, gracias al internet, proteger cuentas, tarjetas y/o contratar servicios adicionales, tales como promociones, ventas, entre otros. Estas tecnologías han permitido a los bancos transformar sus procesos productivos, al permitir a sus clientes realizar todas las operaciones que harían en sitio, ahora a distancia y con la máxima seguridad posible. Sin embargo, esto no sería posible sin la evolución en las capacidades tecnológicas de los desarrolladores para crear, implementar, operar, mantener y mejorar dichas tecnologías de la información y comunicación.

b) las TIC como tecnologías de coordinación

En cuanto a su segunda cualidad, las tecnologías de la información y comunicación presentan importantes características capaces de transformar los procesos empresariales (Dedrick, J., et. al, 2003; Gurbaxani and Whang, 1991; Bresnahan, 1997). Bajo esta perspectiva, las TIC conforman el medio fundamental para producir los cambios en la estructura organizacional que contribuyan a mejorar la productividad multifactorial.

Dado que la naturaleza de estas tecnologías es el almacenamiento, la recuperación, la organización, la transmisión y la transformación algorítmica de cualquier tipo de información que pueda ser digitalizada (como lo es el texto, video, música, el habla, los dibujos, letras y números), la función principal de las TIC es la organización de los procesos de negocio, más que fungir como bienes de producción.

Lo anterior las ha consolidado como tecnologías de propósito general, debido a su impacto sustancial en la reducción masiva en los costos de comunicación, transacción y en la computarización y procesamiento de datos e información y, por tanto, en la coordinación y difusión de los mismos (Brynjolfsson, E., & Hitt, L., 2000). Además, esta revolución tecnológica que suponen las TIC ha permitido dinamizar la producción, al mejorar la calidad del producto final en la forma de mejoras en aspectos intangibles como la conveniencia, los tiempos de entrega, variedad y el servicio posventa.

Por si esto fuera poco, estos autores resaltan que la contribución de estas tecnologías va más allá de ser un simple multiplicador relativo a la cantidad de capital invertido y a una tasa de rendimiento esperado, sino que su mayor beneficio económico es que son catalizadores para los actos de innovación. De esta forma estos artefactos y dispositivos están contribuyendo y permitiendo a las firmas a ampliar las posibilidades del conjunto de técnicas de producción, ampliando la frontera y extendiendo el abanico de posibilidades productivas.

Por su parte, Casalet y González (2004) subyacen la importancia de las TIC's en el mejoramiento del flujo de la información hacia los clientes y proveedores, aumentan el conocimiento de la organización, contribuyen a la toma de decisiones al disponer de mayor información, optimizan los recursos financieros e inventarios, y también reducen los tiempos de transacción. Esto significa que con el uso de las mismas es posible que la empresa mejore su eficiencia, calidad, y que logre penetrar en un mercado cada vez más

globalizado. Estos autores destacan que entre las principales funciones que cumplen las tecnologías de la información y la comunicación en las empresas se encuentran las siguientes:

- Manejar y disponer de la información de la empresa, con el fin de tomar decisiones más acertadas (información).
- Intercambiar información, en distintos niveles de la organización (interacción).
- Intercambios de información hacia consumidores, proveedores, organismos financieros y gobierno (transacción).
- Asociar tareas cotidianas de la organización entre departamentos, sucursales, con clientes y proveedores (integración).
- Nuevos procedimientos para administrar la organización, cambiar procesos y acortar tiempos (innovación).

Bajo el argumento de que reducen significativamente los costos de transacción y comunicación, además de facilitar el procesamiento de datos y la distribución de información, véase el siguiente ejemplo. Una empresa de seguridad privada, cuya actividad económica consiste en la distribución, resguardo, conteo y protección de valores adquirió, en 2017, un sistema de comunicación por videoconferencia. Cada equipo (17 en total) fue ubicado en alguna de las sucursales consideradas estratégicas, debido a su ubicación privilegiada en cuanto al acceso, principalmente. El uso destinado a esta tecnología fueron las sesiones de capacitación a distancia y juntas ejecutivas. Como es posible discernir, los artefactos comprados no forman parte del proceso de producción de la compañía, sino que transformaron algunos de los procesos de trabajo al reducir al mínimo los viajes de una localidad a otra, tanto del personal gerencial y directivo, como del operativo y administrativo, al poder realizar las diversas juntas de resultados y las sesiones de capacitación, respectivamente, de manera no presencial y en la comodidad del lugar de trabajo. Esto ayudó considerablemente a reducir los tiempos de transporte, dio fluidez y aceleró la comunicación entre las empresas. Por otro lado, también redujo sustancialmente los gastos por concepto de transporte, hospedaje y alimentación de cada trabajador que, para el caso de las capacitaciones, suelen ser muy elevados. En conclusión, el proceso productivo no se vio afectado, pero sí cambió la forma de organización del trabajo.

c) Las TIC y las capacidades tecnológicas

Al revolucionar los procesos de negocio, las TIC se han convertido en un sustituto neto de la fuerza de trabajo, reduciendo la contratación de personal e incrementando la producción (Dewan y Min, 1997). Sin embargo, aunque las computadoras, y en general las tecnologías de la información y comunicación, contribuyan a la sustitución factorial, este reemplazo no funciona simplemente removiendo a las personas e instalando estos artefactos. Para poder aprovechar el abanico de posibilidades que ofrecen estos dispositivos, las empresas deben invertir en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades.

Conforme estas tecnologías se vuelven más accesibles a las organizaciones y tanto más poderosas, la capacidad para la explotación de las mismas depende en gran medida de las competencias y habilidades

de las personas que hacen uso de ellas, ya que la educación y la experiencia, así como otras formas de aprendizaje, facilitan el cambio técnico y, por ende, los procesos de innovación (Violante, 2008).

Bresnahan (1999) afirma que el uso estratégico de estas tecnologías transforma a las organizaciones, sin embargo, requiere y demanda trabajadores con habilidades de alto nivel. Concluye que la transformación organizacional funciona en paralelo al uso de TIC y que los trabajadores cuenten con las habilidades que estos dispositivos y artefactos requieren. Aquellos trabajadores con mayores capacidades se ven afectados en menor medida por la vorágine creada por la transformación tecnológica en las empresas y son mucho menos costosos los procesos de aprendizaje relacionados con la adopción de estas tecnologías (Violante, 2008).

En este orden de ideas, es posible concluir que el uso, cada vez en aumento de las tecnologías de la información y comunicación, está relacionado proporcionalmente con un aumento de trabajadores con mayores habilidades y conocimientos, es decir, con un alto nivel de capacidades tecnológicas, debido a que requieren de un trabajo menos monótono y repetitivo, característico de una fuerza de trabajo sin estudios y poco preparada, requiriendo, ahora, capital humano con mayores habilidades cognitivas y multivariedad de destrezas. Es importante recordar que las inversiones en capital humano destinadas al aprendizaje y a la adquisición de nuevas capacidades, permite un uso más eficiente de los activos TIC (Brynjolfsson y Hitt, 2000).

2. La industria manufacturera mexicana

A. Caracterización del sector

La industria manufacturera mexicana comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos; al ensamble en serie de partes y componentes fabricados; a la reconstrucción en serie de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros, y al acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares. Asimismo, se incluye aquí la mezcla de productos para obtener otros diferentes, como aceites, lubricantes, resinas plásticas y fertilizantes. El trabajo de transformación se puede realizar en sitios como plantas, fábricas, talleres, maquiladoras u hogares. Estas unidades económicas usan, generalmente, máquinas accionadas por energía y equipo manual⁸.

Incluye empresas contratadas para realizar las actividades manufactureras de productos que no son propios (actividades de maquila), y unidades económicas que no tienen factores productivos, es decir, aquellas que no tienen personal ocupado ni maquinaria y equipo para la transformación de bienes, pero que los producen a través de la subcontratación de otras unidades económicas.

Excluye, entre otras actividades, a la explotación de bovinos y su comercialización, a la elaboración de bebidas con sabor a frutas y de cerveza, a la fabricación de edulcorantes sintéticos; a la fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos no comestibles; a la fabricación de complementos alimenticios para animales y a la preparación de alimentos y bebidas para consumo inmediato⁹.

⁸ <https://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/download>.

⁹ INEGI, según clasificación SCIAN 2018.

De manera muy sintética, la industria manufacturera está compuesta por las actividades productivas descritas en la **Figura II.4**. En su conjunto, la industria manufacturera cuenta con 21 subgrupos de actividades industriales. A lo largo del desarrollo del presente trabajo, se prescinde la categoría *Descripciones insuficientemente específicas del subgrupo de actividad del sector 31-33 industria manufacturas*, pues la misma encuesta la descarta de sus compilaciones, así como de los subsectores *324 Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* y *334 Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos* pues la encuesta no ofrece datos relacionados con el número de empresas dentro de sus industrias. El análisis se centra entonces en los restantes 19 subsectores de la industria de la manufactura.

Figura II.4. Subsectores de la industria manufacturera

Subsector SCIAN	Descripción SCIAN
31-33	Industrias Manufactureras
311	Industria alimentaria
312	Industria de las bebidas y el tabaco
313	Fabricación de insumos textiles y acabados de textiles
314	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
315	Fabricación de prendas de vestir
316	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
321	Industria de la madera
322	Industria del papel
323	Impresión e industria conexas
324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
325	Industria química
326	Industria del plástico y del hule
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
331	Industrias metálicas básicas
332	Fabricación de productos metálicos
333	Fabricación de maquinaria y equipo
334	Fabricación de equipos de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación de energía eléctrica
336	Fabricación de equipo de transporte
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas
339	Otras industrias manufactureras

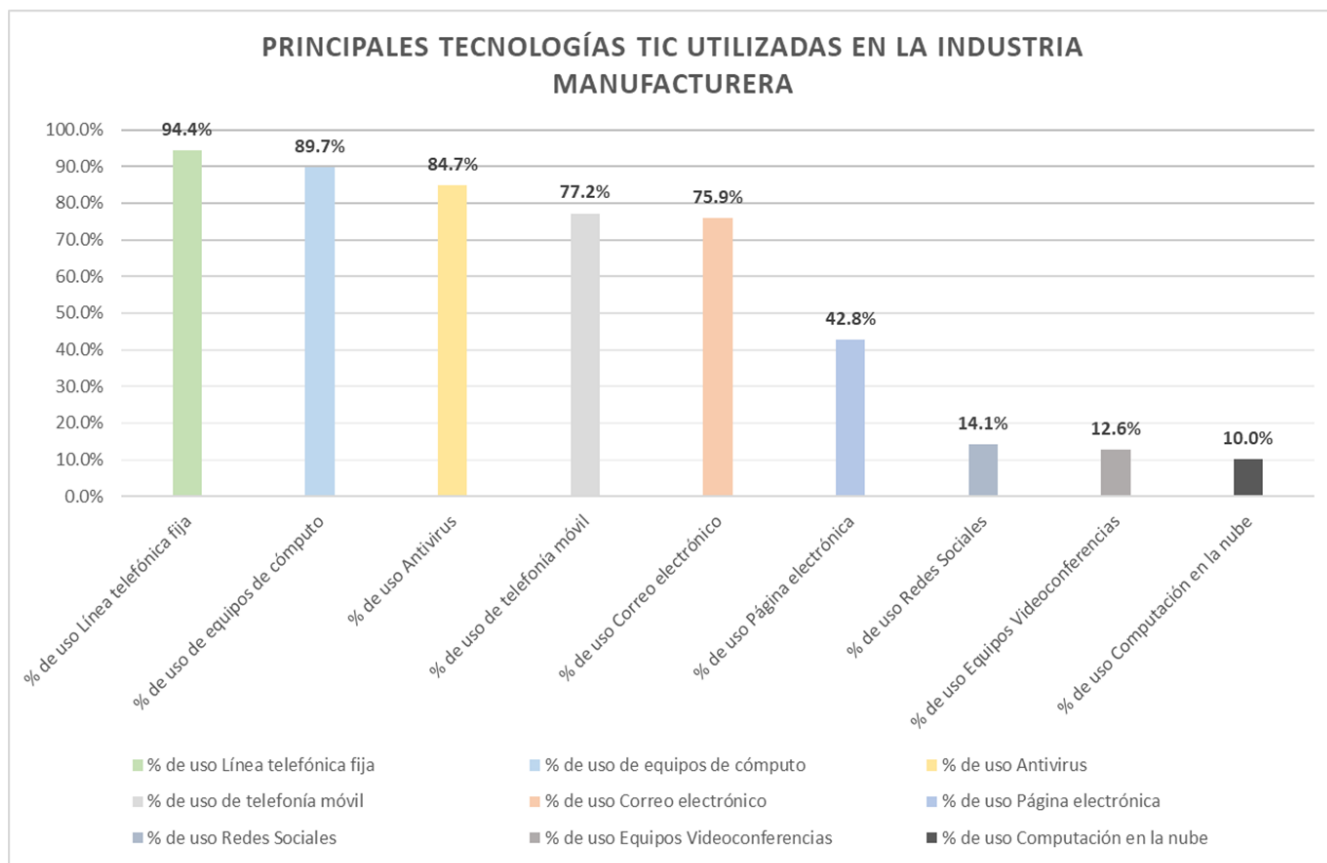
Fuente: Elaboración propia con base en la Clasificación para actividades económicas del INEGI.

B. El empleo de las TIC's dentro de la industria manufacturera

La industria manufacturera está diferenciada por su estructura tecnológica, encontrando artefactos para la producción y coordinación de alta y baja gama, cuyos procesos derivan en un contenido tecnológico completamente diferenciado entre subsectores, reflejado en el producto terminado y en los procesos de servicio. Por tanto, el grado de contenido tecnológico incurre en el empleo, en mayor o menor medida, de las TIC. En consecuencia, es de esperarse que el requerimiento en cuanto a capacidades difiera de acuerdo al uso de estas tecnologías en cada sector o rama descrito en la **Figura II.4**.

En este sentido, el uso de aplicaciones y equipo TIC en el sector es diverso en cuanto a los dispositivos y artefactos empleados, y varía entre las subramas que conforman a la manufactura. Al respecto, con base en los datos recabados por la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ENTIC) de 2013, se procede a mapear a la Industria Manufacturera Mexicana en cuanto al uso de las aplicaciones que mayormente representan a las tecnologías de la información y comunicación y que son empleadas en esta industria, representados por la **Figura II.5**.

Figura II.5. Principales tecnologías TIC empleadas en la industria manufacturera



Fuente: Elaboración propia con base en los tabulados de la ENTIC 2013.

De manera muy general, se aprecia lo siguiente:

- Los principales medios de comunicación empleados en esta industria lo conforman la telefonía fija (94.4%), la telefonía móvil (77.2%) y el correo electrónico corporativo (75.9%). En mucho menor medida está el empleo de equipos para videoconferencia (12.86%). Como se observa, los medios de comunicación convencionales forman parte de sus principales herramientas tecnológicas.
- Los principales medios para la difusión y comercialización de sus marcas y productos, lo conforman la página electrónica corporativa con porcentaje relativamente bajo de 42.8%, y muy por debajo se ubican las distintas redes sociales, como Facebook y Twitter, con el 14.1% de uso. Es posible que esto se deba a que sus principales compradores no son consumidores finales, sino otras empresas productivas y comercializadoras.

- El equipo de cómputo y sus periféricos representa la principal herramienta de trabajo y de tratamiento de información en la industria, pues posee una participación muy importante del 89.7%.
- El almacenamiento en la nube todavía no encuentra cabida en el sector, pues tan solo el 10% de los encuestados dicen utilizar este recurso como parte de sus actividades.

No es una condición necesaria que el uso de estas tecnologías sea indispensable en cada una de las industrias. Es un hecho que la telefonía fija y las computadoras son un paradigma dentro del entorno productivo, y la industria de las manufacturas no es la excepción. Los dispositivos móviles tienen una participación importante y seguramente seguirá incrementando el uso. El empleo en menor medida de las demás tecnologías debería medirse en la necesidad presente y futura de cada industria, basada en sus requerimientos para el tratamiento de información, gestión de las comunicaciones, mecanismos para la publicidad y comercialización, entre otros.

De manera particular, el uso de las tecnologías de la información y comunicación mantiene un comportamiento similar, aunque no proporcional, en cada uno de los subsectores de la industria (ver **Anexo 3**). Algunas de las principales observaciones son las siguientes:

- La *industria alimentaria* es la que utiliza de manera menos intensiva los recursos tecnológicos de la información y la comunicación, pues en 6 de las 9 mediciones, está casi 20 puntos por debajo de la media industrial.
- En cuanto al manejo de equipos de cómputo, el subsector de *las bebidas y el tabaco*, mantiene usos relativamente bajos en comparación con los otros, ya que promedia 73.2% respecto del 89.7% de la industria en general. Misma situación para su página electrónica con 25 puntos por debajo de la media industrial manufacturera.
- Destaca también el caso del subsector del *Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos*, el cual presenta dos factores muy por debajo de los registrados por las demás industrias: el empleo de antivirus está casi 20 puntos por debajo del promedio industrial, cuyas empresas solo lo utilizan en el 66% de los casos, contra el 85% de los demás sectores manufactureros; además, el uso de una página electrónica está sin utilizar, que solo el 11% de sus empresas representativas lo emplean contra el 43% del total de este sector productivo.

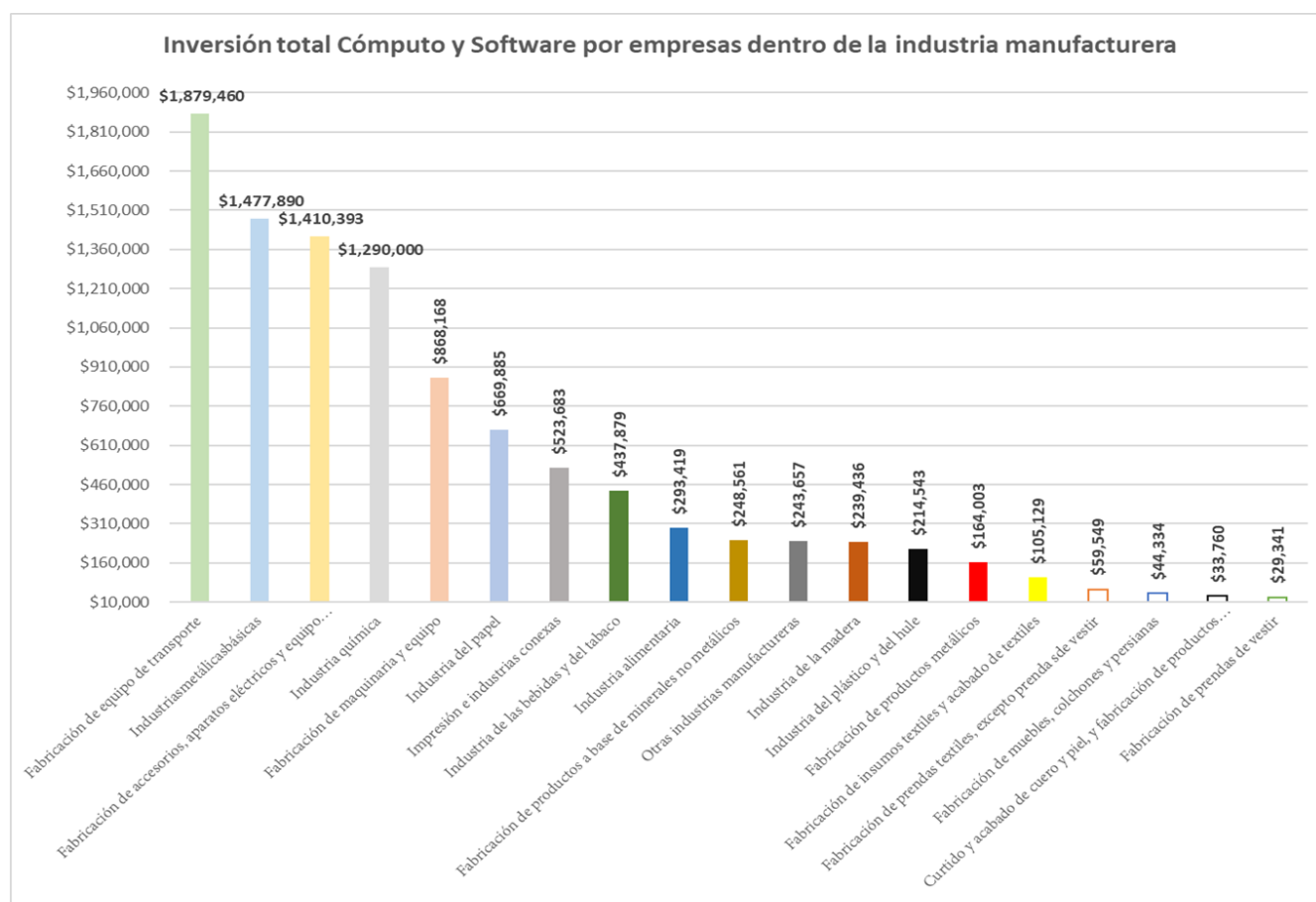
Respecto a la inversión en activos de esta naturaleza para el año en cuestión, la encuesta ofrece dos tipos de gastos: en **software informático y aplicaciones** y en **equipos de cómputo y periféricos**. El desglose de los gastos por subsector está descrito en el **Anexo 2** del presente trabajo. Con datos absolutos se aprecia que:

- La industria manufacturera realizó una inversión en software y aplicaciones en un estimado de \$4,791,146,864.00 pesos al término de 2012. Por su parte, los costos destinados a la adquisición de equipo de cómputo y sus periféricos osciló los \$7,577,846,162.00 pesos.
- En total, la industria manufacturera destinó recursos monetarios por una cantidad de \$12,368,993,026.00 pesos, cuyo destino fue la adquisición de cómputo y software.

- Considerando el número de empresas dentro de cada subsector, se observa que la industria de la *Fabricación de equipo de transporte* es quien más recursos destina con \$1,879,460.00 pesos por empresa. Caso contrario para la *Fabricación de prendas de vestir*, con tan solo \$29,341 pesos por unidad económica.
- El gasto medio de la industria por unidad productiva es de \$538,583.71 pesos. Es posible observar que 13 de los 20 subsectores están por debajo de este valor.

Retomando los datos absolutos ahora por el número de empresas que conforman cada subsector industrial, es posible encontrar los siguientes datos (**Figura II.6**):

Figura II.6. Inversión total en cómputo y software por empresa dentro de la industria manufacturera



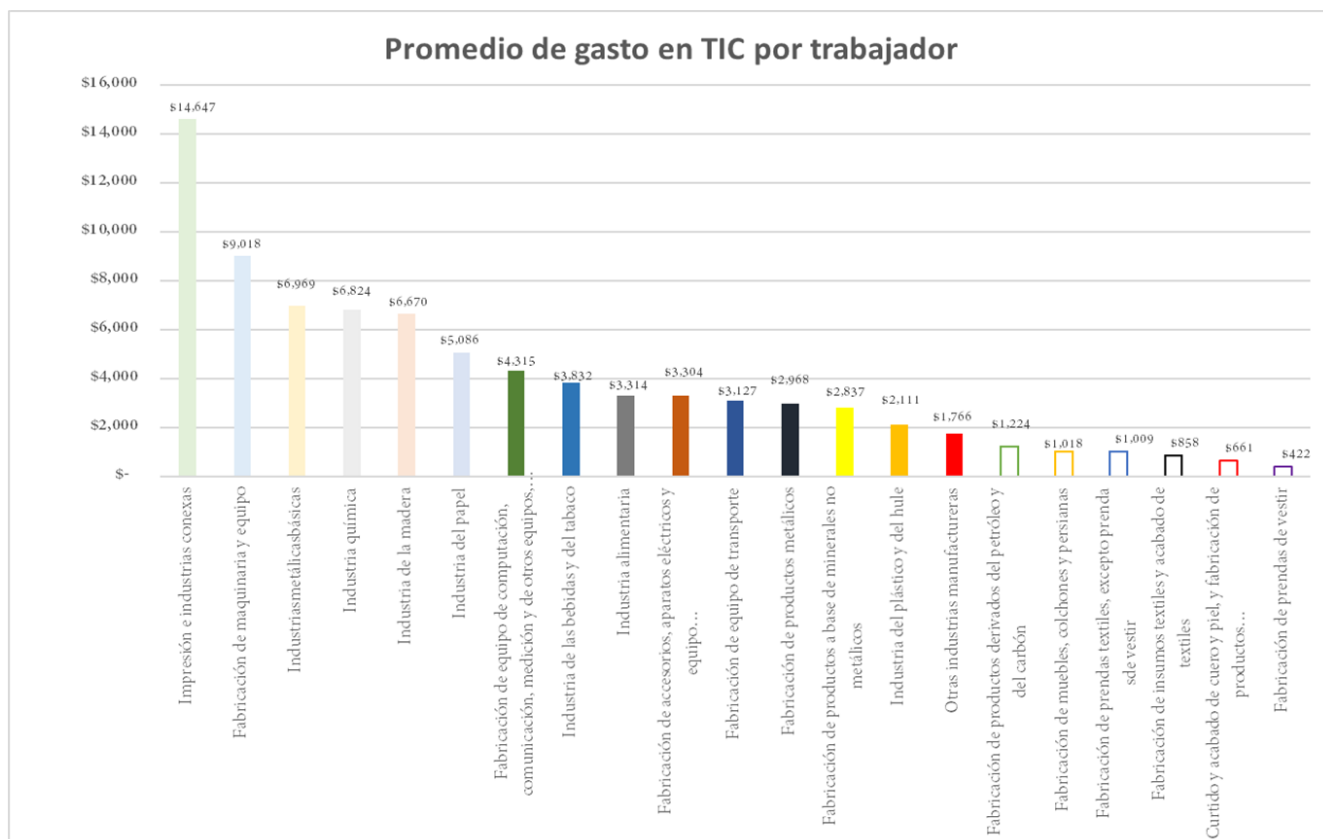
Fuente: Elaboración propia con base en los tabulados de la ENTIC 2013.

- El subsector que más invierte en este tipo de tecnologías lo comprende la *Fabricación de equipo de transporte*, seguido de la *Industria de los metales básicos*, y en tercer lugar la *Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica*, quienes promedian \$1,589,460.00 pesos por empresa.

- Los subsectores que menos recursos monetarios destinan a la adquisición de equipo de cómputo y software por empresa lo comprenden la industria de *Fabricación de prendas de vestir*, en primer lugar, seguida del *Curtido y acabado de cuero y piel y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos* y la *Fabricación de muebles, colchones y persianas*, en ese orden, destinando únicamente \$35,812 pesos por firma, una diferencia bastante importante entre los líderes del sector manufacturero (44.38 veces).
- La disparidad de los recursos monetarios destinados a la adquisición de TIC's por empresa considerable. Con un promedio de \$538,583.71 pesos por empresa, es preocupante notar que la desviación estándar es de \$571,692.85 pesos. Claramente se observa la disparidad tecnológica dentro de un mismo sector productivo.

Considerando ahora el número de trabajadores por subsector, es posible determinar el gasto realizado por cada uno en tecnologías de la información y comunicación (**Figura II.7**):

Figura II.7. Promedio de gastos por trabajador por cada subsector en la industria manufacturera



Fuente: Elaboración propia con base en los tabulados de la ENTIC 2013.

- Retomando los datos absolutos se aprecia que la industria manufacturera destinó recursos monetarios por una cantidad de \$12,368,993,026.00 pesos, lo que representa una proporción de \$3,511.20 pesos ligados a cada trabajador, considerando una fuerza de trabajo total de 3,522,722 individuos (incluyendo personal administrativo y de supervisión, operativo y de producción, así como si son dependientes o no de la razón social que los emplea).

- Bajo la razón inversión-trabajador, el subsector de la *Impresión e industrias conexas* es quien más invierte en tecnologías de la información y la comunicación, con un promedio de \$14,647 pesos por trabajador, seguido de la *Fabricación de maquinaria y equipo* con un estimado de \$9,018 pesos.
- Las industrias que menos invierten en este tipo de mecanismos son la *Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles*, el *Curtido y acabado de cuero y piel*, y la *Fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos*, así como la *Fabricación de prendas de vestir*, quienes no cubren los \$1,000 pesos por trabajador.
- La disparidad de los recursos monetarios destinados a la adquisición de TIC's está muy marcada. Si se toma en cuenta la desviación estándar es posible dilucidar la proposición anterior: \$3,350.74 pesos, cuando la media es de \$3,885.90 pesos. Nuevamente se aprecia la desigualdad tecnológica entre empresas dentro un mismo sector.

Los datos anteriores revelan que la manufactura del vestido, pieles, cuero y los textiles son subsectores de nuestra economía que menos interés muestran hacia la adquisición, el uso y de desarrollo de habilidades relacionadas con estas tecnologías, no por nada son consideradas como algunas de las industrias más atrasadas tecnológicamente, cuya mayor virtud es la mano de obra barata mediante la maquila tradicional.

También se aprecia que las industrias más automatizadas del sector son las mismas que realizan mayores inversiones en este rubro tecnológico. La *Industria de la madera*, la *Química*, la *Metal mecánica básica*, la *Fabricación de maquinaria y equipo* y la *Impresión e industria conexas*, representan los subsectores con mayor inversión en la relación TIC-trabajador. Bajo esta consideración, estos 5 subsectores agrupan el 54% de toda la inversión en este rubro tecnológico, con una inversión total de \$44,128 pesos por trabajador; las restantes 16 industrias aglutinan el 46%, equivalente a \$37,851 pesos, bajo la relación TIC-trabajador.

No es cosa menor destacar que entre el subsector de la *Impresión e Industria conexas*, quien destina los mayores recursos a las TIC's, y la *Fabricación de prendas de vestir*, quien menos dinero invierte, exista una diferencia de casi 70 veces los dineros de una respecto de la otra: la heterogeneidad entre las industrias de este sector queda de manifiesto. Sobresale también que solo 4 subsectores (de los 21 que integran la industria manufactura) representen casi el 60% de las nuevas adquisiciones.

III. Metodología empleada

1. Justificación

Desde una perspectiva microeconómica o de la firma, la información relacionada con las TIC es muy escasa y se circunscribe fundamentalmente a indicadores relacionados con la infraestructura y equipo, tales como el número de computadoras y acceso a internet (Buenrostro, 2015). Difícilmente se encuentran aspectos más complejos, como el manejo de aplicaciones y su incorporación dentro de los procesos de producción. La encuesta sobre las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, Entic 2013, no es la excepción, pues cimienta la mayor cantidad de sus datos en aspectos relacionados con los equipos, dispositivos e infraestructura tecnológica. Sin embargo, ofrece algunas alternativas para medir el uso de las capacidades tecnológicas, principalmente en lo que se refiere a la ocupación de software para funciones administrativas y de producción, el manejo de los portales gubernamentales, las transacciones financieras, las funciones informáticas, y en mayor medida, el empleo del internet.

Como en la gran mayoría de los casos, la información existente y disponible en fuentes oficiales constituye un factor clave para la elaboración de mediciones, sondeos, valoraciones o estimaciones, pero al mismo tiempo, representa un gran obstáculo a las mismas, por lo que los resultados ofrecidos son, en gran medida, apreciaciones y aproximaciones. El estudio que aquí se presenta no está exento de estas dificultades, sin embargo, busca ofrecer conclusiones sobre el grado de desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro de la industria manufacturera, con fundamento en los datos recabados por la Entic 2013.

Para los fines de este trabajo se emplea la propuesta de capacidades tecnológicas de Lall, quien sugiere que la forma de clasificarlas está en función de tres grandes actividades empresariales: la inversión, la producción y la vinculación, desagregando cada una de éstas en tres niveles de complejidad para la asimilación, la adaptación y la mejora de la tecnología existente.

La propuesta hecha por este autor acota estas funciones en tres grandes grupos y éstos, a su vez, en seis procesos relacionados, lo que permite clasificar todas las actividades empresariales dentro de alguno sin menoscabo de la información y sin obtener clasificaciones tan amplias en donde existan pocos datos para un determinado subconjunto, que a su vez dificulte el análisis y, por tanto, se obtengan resultados cuya certeza, fiabilidad y confiabilidad pongan en duda la veracidad.

En lo que se refiere al instrumento a utilizar, la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones 2013 es la herramienta elegida para identificar, primeramente, las capacidades tecnológicas existentes en la industria de la manufactura (uso y manejo de la tecnología disponible). Como principal herramienta de trabajo, el autor, mediante un criterio propio pero justificado (Ver **Anexo 4** y **Anexo 5**), dilucida el grado de complejidad de cada una y, mediante el análisis de clúster, llega a conclusiones generales sobre el comportamiento de la industria en estudio en el uso efectivo de dichas capacidades para operar, adaptar, mejorar, modificar la tecnología existente y/o crear algo novedoso.

Lamentablemente, la configuración, estructura y diseño de preguntas no permite abarcar por completo la taxonomía, ya que omite casi por completo información relacionada a la inversión, pero

también aquellas que conforman la ingeniería de producto e ingeniería industrial. Por lo que este trabajo sólo se abocará a la búsqueda, propuestas, recomendaciones y conclusiones relacionadas con la ingeniería de procesos y las actividades de vinculación en sus tres grados de complejidad: capacidades básicas, intermedias y avanzadas, de existir en la industria, con base en la información disponible.

2. Decisión de la técnica de análisis a emplear

En lo que respecta a las investigaciones sobre capacidades tecnológicas dentro de la industria mexicana destacan las que se basan en encuestas realizadas especialmente con este objeto, y otras, llevadas a cabo por medio de estadísticas oficiales. Dentro del primer grupo destacan los aportes de Westphal, Kritayakirana (1990), Lall (1994), Romijn (1999), Wignaraja (2001), entre otros¹⁰. Cada uno de estos autores desarrolla un índice tecnológico propio con la intención de medir capacidades tecnológicas y los procesos de aprendizaje en las organizaciones.

En cuanto a estudios basados en encuestas, Romijn mide las capacidades tecnológicas en función del grado de complejidad involucrado en la fabricación de bienes, basando su enfoque en mecanismos de aprendizaje. Por medio del índice desarrollado, identifica el nivel de capacidad de producción incorporado a cada bien. Tremblay mide las capacidades tecnológicas de la industria papelera de Canadá e India, mediante la asociación de dichas capacidades con la productividad total de los factores. En su estudio destaca la importancia asignada a las capacidades de los recursos humanos y a las formas de organización en la que los individuos trabajan.

El índice tecnológico de Wignaraja (2002) se estima a partir de dos capacidades tecnológicas, las de producción y vinculación, pues no existe abundancia de datos en lo que a inversión se refiere. Aplica una encuesta a 40 empresas de la industria del vestido bajo un sistema de puntaje por 10 actividades que va desde las actividades más comunes de la ingeniería de procesos a las de ingeniería de producto. En cuanto a las capacidades de vinculación, son representadas por dos actividades técnicas: la transferencia tecnológica por medio de subcontratistas y por contacto con empresas clientes del extranjero. Así, cada una de las 12 actividades técnicas es clasificada en distintos niveles, que a su vez reflejan niveles de competencia diferentes de esa capacidad. Así, la posición que ocupe la empresa dependerá del total de puntos que logre, de un puntaje máximo de 24, normalizado entre 0 y 1.

En cuanto los aportes que utilizan información centrada en estadísticas oficiales, Yan Aw y Batra (1998) desarrollan una función de producción de frontera, conformada por aquellas características que definen a las empresas como las actividades de investigación y desarrollo, la capacitación en planta, la inversión extranjera, el contacto con clientes extranjeros, el uso de patentes, entre otros, con la intención de determinar sus capacidades para la asimilación de la tecnología. En este trabajo se destaca la importancia de las transacciones internacionales para la adquisición de conocimiento.

Dutrenit y Capdevielle (1993) desarrollan un índice de capacidades basado en tres variables: remuneraciones medias, inversión en maquinaria y equipo y los procesos de investigación y desarrollo. Pretenden seguir la taxonomía de Lall para identificar el nivel de capacidades tecnológicas dentro de la industria de la manufactura.

¹⁰ Para mayor detalle ver el trabajo de investigación de Domínguez, L. & Brown, F. (2004). Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. Cepal, 83, pp. 137-139.

Brown y Domínguez (2004) desarrollan un índice de capacidades con la intención de medir el aprendizaje tecnológico en la industria manufacturera mexicana. A partir de la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación (ENESTYC) simplifican la gama de variables en un número más pequeño que permita identificar la formación de dichas capacidades tecnológicas. Por medio del análisis factorial se identificaron cuatro fuentes principales de aprendizaje en las empresas: Política de formación de personal, Innovación en mejora continua, Sistemas de información y documentación e Inversión en nuevas tecnologías. Sus resultados son amplios, pero destacan las conclusiones referidas al predominio de las capacidades de producción por encima de las de innovación, destacando la poca vinculación con universidades y centros de investigación, además de una importante subcontratación de las actividades.

Como lo muestran las investigaciones citadas en los párrafos anteriores, la mayor parte de los análisis realizados están vinculados a la identificación y procesos de aprendizaje de capacidades tecnológicas en el manejo de las tecnologías para la producción. Son pocos los estudios que analizan las tecnologías de la información y comunicación en la industria nacional. En este rubro, destacan los aportes de Díaz (2017) y Buenrostro (2015) enfocados al uso, apropiación y productividad de las TIC en la industria nacional.

Buenrostro destaca por su aportación regional, específicamente en el estado de Aguascalientes, quien, por medio de un levantamiento de datos y de la conformación de un cuestionario dirigido al uso y equipamiento tecnológico, a la capacitación y software y al uso de internet en las empresas. Su intención es conocer el uso y apropiación de las TIC dentro de las mipymes en el estado citado. Entre sus resultados encontramos un nivel relativamente elevado de equipamiento básico en estas tecnologías; inversiones en no acompañadas por cambios en la organización y en la capacitación; una subutilización de las herramientas de que disponen, además de contar con una escasa adopción de programas especializados en gestión empresarial.

Díaz contribuye con un análisis basado en estadísticas oficiales (Encuesta sobre Tecnologías de la Información y Comunicación 2013) empleando los distintos subsectores económicos de la Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). Emplea el análisis factorial para encontrar conjuntos de características entre las variables y agruparlas o separarlas de acuerdo a distinciones cualitativas. Posteriormente, y una vez identificado los conglomerados, se complementa el estudio con un análisis de conglomerados, específicamente la técnica de k-medias, finalizando con una técnica de análisis econométrico. Por medio de estas tres herramientas de análisis Díaz concluye que cuando los tres factores (capacidades, TIC e innovación) se conjugan, los subsectores analizados son más productivos; si bien cuando actúan por separado son capaces de generar algún cambio en la productividad, en ningún caso es tan grande, que cuando se conjugan los tres factores.

La presente investigación retoma la técnica empleada por Díaz en lo que al análisis de conglomerados se refiere. Si bien se utiliza la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y Comunicación 2013 para la obtención de los datos, se lleva el análisis exclusivamente a la industria de la manufactura mexicana y de sus subsectores, con la intención de identificar y agrupar a las empresas con características tecnológicas similares y, de esta forma, hacer conclusiones sobre el desarrollo tecnológico de este sector productivo.

El análisis de clúster, como técnica de agrupación cualitativa, es muy poco empleado para la identificación de capacidades tecnológicas, pues la mayoría de esta clase de estudios desarrollan sus propios instrumentos y, por tanto, definen características particulares en función de lo que buscan destacar. Al emplear datos y estadísticas oficiales, esta técnica de agrupamiento es altamente efectiva para clasificar individuos en grupos de acuerdo a la similitud de las características compartidas por los agentes y recabadas por la información estadística oficial.

Por medio del análisis de clúster se pretende encontrar un conjunto de grupos a los que ir asignando los distintos subsectores por algún criterio de homogeneidad, en este caso, el empleo a un nivel específico de ejecución de los distintos índices de capacidades tecnológicas desarrollados. A diferencia del análisis de discriminantes (otra técnica de agrupación multivariante), en el análisis de clúster los grupos son desconocidos *a priori* y son precisamente lo que queremos determinar para un posterior análisis.

Por medio de esta técnica multivariante se revisarán 7 variables estrechamente relacionadas con el uso de la tecnología TIC en la industria manufacturera mexicana. Hasta ahora, esta técnica de agrupación es escasamente utilizada para la identificación de capacidades tecnológicas, sin embargo, es altamente eficiente para la clasificación de individuos con características similares, principal característica de este trabajo de investigación: se utiliza el análisis de clúster para clasificar a un conjunto de empresas en grupos homogéneos, de acuerdo a las semejanzas en el uso y manejo de sus tecnologías TIC.

Fundamentalmente, se trata de resolver el siguiente dilema: dado un conjunto de agentes (en este caso subsectores de la industria manufacturera), caracterizados por la información de n variables (los índices de capacidades tecnológicas desarrollados), el planteamiento consiste en clasificarlos de manera que los subsectores pertenecientes a un grupo sean tan similares entre sí como sea posible, y tan disimilares como sea posible entre los distintos grupos.¹¹

Las variables son desarrolladas y descritas más adelante en este trabajo son: 1) **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**, 2) **ÍNDICE_Software Producción_Empresa**, 3) **ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**, 4) **ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa**, 5) **ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas**, 6) **ÍNDICE_Uso de internet_Empresas** y el 7) **ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**. Estas variables van a permitir identificar el nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas dentro de las manufacturas.

3. Características de la Encuesta ENTIC 2013

A. Antecedentes de la ENTIC 2013

Dada la poca información existente para entender el uso y aprovechamiento que las organizaciones habían dado a la tecnología, específicamente a las TIC, el CONACyT en colaboración con INEGI, realizaron en el año 2004 un primer esfuerzo para recabar datos que permitieran entender el nivel de utilización, inversión y gasto que realizó el sector privado en las tecnologías de la información y comunicación. El

¹¹ Ver <https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm#:~:text=Con%20el%20an%C3%A1lisis%20cluster%20se,en%20unos%20u%20otros%20grupos.>

resultado es el Módulo de Tecnología de Información y Comunicaciones (MTIC) perteneciente a la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo de Tecnología (ESIDET, 2004).

A partir de 2009, el Módulo MTIC es extraído de la ESIDET y es levantado como una encuesta propia. A partir de ese año recibe el nombre de Encuesta sobre Tecnologías de la información y las comunicaciones, cuyo principal objetivo es obtener información relacionada con los recursos humanos, financieros y de infraestructura que las empresas del sector privado destinan en la utilización de las tecnologías de la información. Hasta el momento sólo existen dos versiones de esta encuesta, la de 2009 y 2013, esta última realizada exclusivamente por el INEGI. El diseño, elaboración y metodología de cálculo de la encuesta, fueron ajustados a la normatividad internacional vigente en la materia, a fin de asegurar la comparabilidad internacional de la información¹².

B. Conformación de la encuesta

La cobertura temática de la encuesta engloba once temas, descritos en la **Figura III.1**:

Figura III.1. Cobertura temática de la ENTIC 2013

I. Características generales de la empresa
II. Medios de comunicación
III. Equipo de cómputo
IV. Tecnologías y uso de la información
V. Trabajo a distancia
VI. Computación en nube
VII. Comercio electrónico
VIII. Personal que utilizó equipo de cómputo
IX. Capacitación al personal en tecnologías de la información
X. Prospectiva en áreas informáticas
XI. El uso de las TIC's en proyectos de innovación

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013

La población objetivo son las empresas con 10 y más personas ocupadas para las actividades económicas de minería, electricidad, construcción, manufacturas, comercio, servicios, transportes y comunicaciones, según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2007 (SCIAN 2007). La unidad de muestreo es la empresa. El marco muestral se integra por 157 mil 611 empresas con 10 o más personas ocupadas, y está formado por todas las empresas del directorio definitivo de los Censos Económicos 2009, clasificadas en las actividades de los sectores minería, manufacturas, comercio, electricidad, transportes y comunicaciones, y servicios, actualizado con base en la información del Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Para el sector de la construcción se consideran, únicamente, a las 50 empresas más importantes.

El esquema de muestreo es probabilístico y estratificado. Probabilístico porque cada empresa tiene una probabilidad diferente de cero de ser seleccionada, y estratificada porque se agrupan en grupos de personal ocupado.¹³

¹² Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), Manual para la producción de estadísticas sobre la economía de la información. Partnership para la medición de las TIC para el desarrollo (ITU, OCDE, UNCTAD, EUROSTAT, UNDESA, UIS-UNESCO, CEPAL, ESCAP, ESCWA), Indicadores clave sobre TIC, 2010.

¹³ Para mayor detalle ver Encuesta sobre Tecnologías de la Información y la Comunicaciones 2013. Marco muestral. Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825100278>

C. Ventajas y desventajas de la ENTIC 2013

Tal vez la principal ventaja de esta encuesta es su comparabilidad con estándares internacionales y que, constituye, la única fuente de información estadística en México que permite la obtención de datos relacionados con la disponibilidad de TIC's en las empresas, sus capacidades tecnológicas y los usos que hacen de la infraestructura tecnológica. En este sentido, puede ser considerada como la fuente de información más alineada con los objetivos que persigue el presente trabajo de investigación, cuya finalidad es hacer conclusiones generales sobre la industria.

La información disponible en el portal del INEGI permite el análisis de los datos bajo dos perspectivas: el primero, de acuerdo a los 78 subsectores de actividades económicas del SCIAN 2007, 21 de éstos, pertenecientes a la industria manufacturera; el otro, bajo 5 niveles de acuerdo al tamaño de la empresa. Desafortunadamente, las 389 variables disponibles en el laboratorio de microdatos del INEGI, no se encuentran disposición de los usuarios vía internet. El presente trabajo de tesis está conformado por la información disponible en línea.

Lamentablemente, la configuración, estructura y diseño de preguntas arrojan salidas con información relacionada con la infraestructura y de respuesta dicotómica (sí o no) expresada en porcentajes o unidades, y en mucha menor medida a los usos y empleos de las tecnologías, principal forma para identificar el nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas de la industria. Las preguntas que sí permiten medir capacidades tecnológicas presentan ambigüedad por lo que es difícil determinar el nivel de complejidad de las capacidades existentes.

Otra deficiencia de la encuesta es que omite los grupos de empresas menores a 10 trabajadores, siendo México un país cuya estructura empresarial está constituida alrededor del 90% de unidades de negocio con esta característica.¹⁴

D. Variables a utilizar

Como se describió en la sección b) de este apartado, la encuesta ENTIC 2013 engloba 11 categorías y 389 variables disponibles en el laboratorio de microdatos. Dado que la presente tesis se basa en la información disponible en línea, recopila 66 tabulados, de los cuales, para medir las capacidades tecnológicas existentes en la industria manufacturera, se utilizarán 6 de ellos con 48 variables para su estudio.

Con base en los tabulados distribuidos por INEGI en su página electrónica y de acuerdo a la información analizada, los tabulados considerados son los siguientes:¹⁵

II. Medios de comunicación

- IIA7. Empresas que utilizaron software de paquete comercial para sus actividades (software para funciones administrativas y de producción). *Medida en número de empresas.*

¹⁴ Ver https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/minimonografias/m_pymes.pdf

¹⁵ Si se desean conocer los tabulados completos, ver el Anexo 3.

Variables. *Uso general de la información; Pago de nómina; Recursos Humanos; Contabilidad; Apoyo y promoción de ventas; Control de inventarios; Compras y pago a proveedores; Control de procesos; Actividades de logística externa; Facturación.*

IV. Tecnologías y uso de la información

- IVA7. Empresas que realizaron acciones a través de los portales gubernamentales. *Medida en número de empresas.*
Variables. *Búsqueda de información en general; Trámites; Quejas y denuncias; Llenar o enviar formatos en línea; Intercambio de información en línea; Interactuar a través de redes sociales; Pago de servicios público.*
- IVA8. Empresas que realizaron tipos de operaciones, según transacciones financieras. *Medida en porcentajes.*
Variables. *Consulta de saldos de cuentas de la misma empresa; Movimientos entre cuentas de la misma empresa; Inversiones no bursátiles; Operaciones bursátiles; Pago de seguros; Pago a proveedores; Depósitos provenientes de clientes; Pago de nómina; Pago de servicios; Pago de impuestos.*
- IVA9. Empresas que utilizaron internet para realizar diversas actividades (Uso de internet en las empresas). *Medida en porcentajes.*
Variables. *Búsqueda de información en general; Transferencia de información; Atención a proveedores; Servicio a clientes; Atención de sitios gubernamentales; Transacciones financieras; Pago de servicios no gubernamentales; Publicidad de la empresa; Reclutamiento y selección de personal; Capacitación a distancia.*

VIII. Personal que utilizó equipo de cómputo

- VIII17. Total de personal que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función. *Medida en número de personas.*
Variables. *Funciones operativas; Funciones de supervisión; Funciones directivas.*

XI. El uso de las TIC's en proyectos de innovación

- XI4. Empresas que usaron internet en los procesos de innovación (TIC's en proyectos de innovación). *Medida en número de empresas.*
Variables. *Acceso a nuevas ideas; Mercadeo de nuevos productos, resultado de los proyectos de innovación; Comunicación con clientes y proveedores; Publicidad de los productos de la empresa; Comunicación con expertos.*

4. Análisis de clúster de k medias y conformación del índice ponderado

A. Determinación del tipo de capacidad tecnológica

Brynjolfsson y Hitt (2000) argumentan que estas tecnologías impactan sustancialmente en la reducción masiva en los costos de comunicación, transacción y en la computarización y procesamiento de datos e información. A la par, Dedrick y Kraemer (2003), Gurbaxani and Whang (1991) y Bresnahan (1997)

sostienen que la función principal de las TIC es la *reorganización de los procesos de negocio*. Todos coinciden en que, más que bienes para la producción, son *tecnologías para la coordinación*. Esto significa que, más allá de mejorar el proceso productivo, son capaces de mejorar los procesos organizacionales volviéndolos más eficientes, disminuyendo tiempos, permitiendo la realización de más actividades, reduciendo distancias, comunicando más ágilmente. Está claro que esto no es posible sin un nivel mínimo de desempeño necesario que permita alcanzar estos estándares de trabajo.

En este sentido, a continuación, se presentan distintos índices desarrollados con base en las variables que ofrece la encuesta y en la taxonomía de Lall, los cuales pretenden valorar el nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas para que, en el siguiente capítulo, se agrupe a la industria en distintos clústeres con base en estas competencias o índices antes descritos, para de esta forma ofrecer conclusiones relacionadas con la capacidad de estas tecnologías y su nivel de empleo para mejorar el proceso organizacional y de negocios.

Los tabulados a considerar, el tipo de capacidad y el grado de desarrollo de estas capacidades están definidos en los siguientes tabulados:

Figura III.2. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de la variable Software para funciones administrativas y de producción

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Uso general de la información	El uso general de la información representa la capacidad más básica en el uso del software informático. Representa, como bien lo señala Lall, la asimilación del proceso tecnológico.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Pago de nómina	Consistentemente, el pago de nómina comprende sólo una función dentro de un módulo de contabilidad o recursos humanos. Por tal motivo, su impacto es menor en la gestión organizacional.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Control de inventarios	Consistentemente, el control de inventarios comprende sólo una función dentro de un módulo de logística y distribución. Por tal motivo, su impacto es menor en la gestión organizacional.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de producto	Básica	Diseño de productos	La asimilación en el diseño del producto, como las adaptaciones menores, son capacidades básicas. El diseño del producto representa la duplicidad o la realización de rutinas.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Compras y pagos a proveedores	Lall considera que el intercambio de información (en este caso compras y pagos) es una capacidad básica de vinculación.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Facturación	Lall considera que el intercambio de información (en este caso facturación) es una capacidad básica de vinculación.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Apoyo y promoción de ventas	Lall considera que el intercambio de información (en este caso relacionado a las ventas) es una capacidad básica de vinculación.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Recursos humanos	Regularmente el software especializado es considerado como tecnología de avanzada, cuando es adquirido en todos sus módulos. Al referirse únicamente a uno de éstos, se considera intermedia. En este caso se considera que la función de RH como módulo, en este caso, actividades relacionadas con la atracción, la retención y el desarrollo de personal, tienen un impacto medio en la gestión organizacional.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Contabilidad	Regularmente el software especializado es considerado como tecnología de avanzada cuando es adquirido en todos sus módulos. Al referirse únicamente a uno de éstos, se considera intermedia. En este caso se considera que las labores de contabilidad como módulo, en este caso, las relacionadas con el control de gastos y costos, las inversiones y la generación de estados financieros, tienen un impacto medio en la gestión organizacional.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Control de procesos	Regularmente el software especializado es considerado como tecnología de avanzada cuando es adquirido en todos sus módulos. Al referirse únicamente a uno de éstos, se considera intermedia. En este caso se considera que el control de procesos como módulo, es decir, con funciones relacionadas a la planificación, la gestión y el control de la calidad, tienen un impacto medio en la gestión organizacional.
IIA7. Software para funciones administrativas y de producción	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Actividades de logística externa (distribución)	Regularmente el software especializado es considerado como tecnología de avanzada cuando es adquirido en todos sus módulos. Al referirse únicamente a uno de éstos, se considera intermedia. En este caso se considera que las actividades de logística como módulo, con funciones relacionadas con las compras, distribución, almacén y control de inventarios y el taller, tienen un impacto medio en la gestión organizacional.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Figura III.3. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de Portales gubernamentales

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
IVA7. Portales gubernamentales	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Búsqueda de información en general	La búsqueda de información es la función más básica en el uso de internet
IVA7. Portales gubernamentales	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Trámites	Lall considera que el intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación. Las actividades "sueltas" tienen un impacto menor en la gestión organizacional.
IVA7. Portales gubernamentales	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Quejas y denuncias	Lall considera que el intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación. Las actividades "sueltas" tienen un impacto menor en la gestión organizacional.
IVA7. Portales gubernamentales	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Intercambio de información en línea	Lall considera que el intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación. Las actividades "sueltas" tienen un impacto menor en la gestión organizacional.
IVA7. Portales gubernamentales	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Interactuar a través de redes sociales	Lall considera que el intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación. Las actividades "sueltas" tienen un impacto menor en la gestión organizacional.
IVA7. Portales gubernamentales	Vinculación	Nexos con la economía	Intermedia	Llenar o enviar formatos en línea (licitaciones y otras)	Por tratarse de actividades de mayor complejidad que el intercambio de información o llenado de formularios en línea, las licitaciones y otro tipo de actividades similares se consideran capacidades intermedias.
IVA7. Portales gubernamentales	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de servicios públicos	Las transacciones electrónicas por internet son distintas del intercambio de información y representan capacidades superiores en el uso del internet. Por tal motivo, tiene un impacto mayor en la reorganización de los procesos de negocio.
IVA7. Portales gubernamentales	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de impuestos	Las transacciones electrónicas por internet son distintas del intercambio de información y representan capacidades superiores en el uso del internet. Por tal motivo, tiene un impacto mayor en la reorganización de los procesos de negocio.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Figura III.4. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de Transacciones financieras

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Consulta de saldos de cuentas de la misma empresa	Como módulo, las transacciones financieras son capacidades intermedias. De manera individual la consulta de saldos es una capacidad básica pues su impacto es mínimo en la mejora de la transformación de los procesos organizacionales.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Movimientos entre cuentas de la misma empresa	Como módulo, las transacciones financieras son capacidades intermedias. De manera individual la consulta de saldos es una capacidad básica pues su impacto es mínimo en la mejora de la transformación de los procesos organizacionales.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Depósitos provenientes de clientes	Como módulo, las transacciones financieras son capacidades intermedias. De manera individual los depósitos de clientes es una capacidad básica pues su impacto es mínimo en la mejora de la transformación de los procesos organizacionales.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de servicios	Las transacciones financieras se consideran capacidades intermedias al ser procesos más complejos y cuyo impacto es mayor en la gestión organizacional.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de impuestos	Las transacciones financieras se consideran capacidades intermedias al ser procesos más complejos y cuyo impacto es mayor en la gestión organizacional.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de seguros	Las transacciones financieras se consideran capacidades intermedias al ser procesos más complejos y cuyo impacto es mayor en la gestión organizacional.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago a proveedores	Las transacciones financieras se consideran capacidades intermedias al ser procesos más complejos y cuyo impacto es mayor en la gestión organizacional.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de nómina	Las transacciones financieras se consideran capacidades intermedias al ser procesos más complejos y cuyo impacto es mayor en la gestión organizacional.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Inversiones no bursátiles	Como módulo, las transacciones financieras son capacidades intermedias. De manera individual, en este caso, las operaciones bursátiles también son capacidades intermedias pues su uso pleno impacta de manera creciente en las mejoras de los procesos organizacionales.
IVAB. Transacciones financieras	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Operaciones bursátiles	Como módulo, las transacciones financieras son capacidades intermedias. De manera individual, en este caso, las operaciones bursátiles también son capacidades intermedias pues su uso pleno impacta de manera creciente en las mejoras de los procesos organizacionales.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Figura III.5. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de Uso de internet en las empresas

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Búsqueda de información en general	La búsqueda de información es la función más básica en el uso de internet
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Transferencia de información	Corresponde a otra de las funciones elementales de la internet.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Atención a proveedores	El intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Servicio a clientes	El intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Vinculación	Nexos con la economía	Básica	Acceso a sitios gubernamentales	El intercambio de información entre clientes y proveedores es una función básica de vinculación.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Transacciones financieras	Al representar un grado superior al intercambio tradicional de información, se considera intermedia, junto con la Transacción electrónica de datos.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Pago de servicios no gubernamentales	Al representar un grado superior al intercambio tradicional de información, se considera intermedia, junto con la Transacción electrónica de datos.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Vinculación	Nexos con la economía	Intermedia	Publicidad de la empresa	Por representar actividades más elaboradas que el simple intercambio de información y datos, la publicidad elaborada por internet se considera una capacidad intermedia.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Reclutamiento y selección de personal	Por considerar en IIA7 Tipos de funciones de la empresa como intermedias ya que representan paquetes informáticos, ésta también se considera intermedia. En Lall son intermedias.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Capacitación a distancia	Por considerar en IIA7 Tipos de funciones de la empresa como intermedias ya que representan paquetes informáticos, ésta también se considera intermedia. En Lall son intermedias.
IVA9. Uso de internet en las empresas	Producción	Ingeniería de procesos	Avanzada	Otros	La mayoría de las actividades anteriores engloban las capacidades básicas e intermedias en el uso del internet. Por este motivo, la variable otros, representa a las capacidades más avanzadas en el uso del internet.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Figura III.6. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de Personal con funciones informáticas

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
VIII17. Total de personal con funciones informáticas	Producción	Ingeniería de procesos	Básica	Funciones operativas	Dentro de los departamentos de toda empresa, las actividades y tareas operativas suelen representar las funciones más simples. Al tratarse de actividades rutinarias su impacto en el proceso organizacional es mínimo.
VIII17. Total de personal con funciones informáticas	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Funciones de supervisión	Dentro de los departamentos de toda empresa, las actividades y tareas de supervisión suelen representar funciones más complejas que las operativas. Al tratarse de actividades no rutinarias su impacto es mayor en los procesos organizacionales.
VIII17. Total de personal con funciones informáticas	Producción	Ingeniería de procesos	Avanzada	Funciones directivas	Por tratarse del nivel funcional más complejo dentro de cualquier departamentos, las capacidades de este grupo tienen un impacto sustancial en los procesos de negocio.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Figura III.7. Tipo de capacidad tecnológica y grado de complejidad de Uso TIC's en proyectos de innovación

Tabulados	Función dentro de la empresa	Tipo de capacidad	Grado de complejidad	Variable específica	Descripción/Justificación
XI4. Uso TIC's proyectos de innovación	Vinculación	Nexos con la economía	Intermedia	Comunicación con clientes y proveedores	Entendida como la coordinación entre las partes interesadas para el diseño de nuevos productos, se considera como capacidad intermedia.
XI4. Uso TIC's proyectos de innovación	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Publicidad de los productos de la empresa	Por representar actividades más complejas que el simple intercambio de información y datos, la publicidad elaborada por internet se considera una capacidad intermedia.
XI4. Uso TIC's proyectos de innovación	Producción	Ingeniería de procesos	Intermedia	Mercadeo de los productos resultado de los proyectos de innovación	Pues representa el manejo de plataformas especializadas para la compra, distribución, pago y envío de los productos elaborados.
XI4. Uso TIC's proyectos de innovación	Producción	Ingeniería de procesos	Avanzada	Acceso a nuevas ideas	Entendidos como aquellos procesos para la reconfiguración, creación y desarrollo de nuevos productos, se trata, entonces, de una capacidad avanzada.
XI4. Uso TIC's proyectos de innovación	Vinculación	Nexos con la economía	Avanzada	Comunicación con expertos	Entendidos como aquellos procesos para la reconfiguración, creación y desarrollo de nuevos productos, se trata, entonces, de una capacidad avanzada.

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Como se observa, para el análisis de las capacidades tecnológicas dentro de la industria manufacturera se utilizan 6 tipos de capacidades y 48 variables que las definen.

B. El análisis de clúster de k-medias

a) Metodología del análisis de conglomerados de k medias

El análisis de conglomerados o de clúster es una técnica multivariante que permite agrupar casos o variables de datos en una función basada en el parecido o similitud existente entre ellos.

Como técnica de agrupación de variables es muy similar al análisis factorial, pero si bien la factorización es poco flexible en varios de sus supuestos (linealidad, normalidad, etc.) y siempre estima de la misma manera la matriz de distancias, la aglomeración es menos restrictiva en sus supuestos (no exige linealidad ni simetría, permite variables categóricas, etc.) y permite varios métodos de estimación de la matriz de distancias¹⁶.

Como técnica de agrupación de casos, el análisis de conglomerados es similar al análisis discriminante. Sin embargo, mientras que el análisis discriminante efectúa la clasificación tomando como referencia un criterio o variable dependiente, el análisis de conglomerados permite detectar el número óptimo de grupos y su composición a partir de la similitud existente entre los casos. El análisis de conglomerados no asume ninguna distribución específica para las variables¹⁷.

Para fines de esta tesis se empleará el análisis de conglomerados de k-medias empleando el programa SPSS. El método de k medias permite procesar un número ilimitado de casos, pero requiere que se proponga previamente el número de conglomerados que se desea obtener. Este tipo de análisis es

¹⁶ Ver <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/21conglk.pdf>

¹⁷ *Ibid.*

conocido como de aglomerados, puesto que, partiendo del análisis de casos de manera individual, agrupa casos hasta llegar a la formación de grupos o conglomerados homogéneos.

Este método de agrupación de casos se basa en las distancias existentes entre ellos en un conjunto de variables. El agrupamiento se realiza minimizando la suma de distancias entre cada caso y el centroide¹⁸ de su grupo o clúster. El algoritmo que se emplea consta de tres pasos (Berzal, s.f.):

1. **Inicialización.** Escogido el número de grupos, k , se determinan k centroides en el espacio de datos, elegidos aleatoriamente.
2. **Asignación de casos a los centroides.** Cada objeto de los datos es asignado a su centroide más cercano utilizando cualquier métrica de distancia. Suele emplearse mayoritariamente la distancia euclidiana.
3. **Actualización de los centroides.** Iterativamente, se actualizan los centroides en función de las asignaciones de puntos a clústeres, hasta que los centroides dejen de cambiar, o se muevan por debajo de una distancia umbral en cada paso.

El algoritmo *k-means* resuelve un problema de optimización, siendo la función a optimizar (minimizar) la suma de las distancias cuadráticas de cada objeto al centroide de su clúster.

Los objetos se representan con vectores de d dimensiones (x_1, x_2, \dots, x_n) y el algoritmo de *k means* construye k grupos donde se minimiza la suma de distancia de los objetos, dentro de cada grupo $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$, a su centroide. El problema se formula de la siguiente forma:¹⁹

$$\min_s E(u_i) = \min_s \sum_{i=1}^k \sum_{X_j \in S_i} |X_j - u_i|^2$$

$S \equiv$ Conjunto de datos

$X_j \equiv$ Objetos representados por vectores, donde cada uno de sus elementos representa una característica o un atributo

$u_i \equiv$ Número de centroides

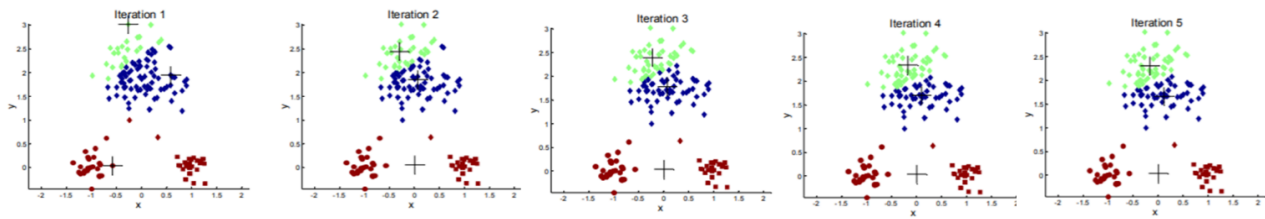
De esta forma el software inicia la lectura de datos asignando cada caso al centro más próximo y actualizando el valor de los centroides a medida que se van incorporando nuevos casos. Una vez que todos los casos han sido asignados a uno de los k conglomerados, se inicia el proceso iterativo para calcular los centroides finales de esos k conglomerados.

Para ejemplificar el proceso de iteración en el análisis de clúster de k medias se presenta la **Figura III.8.**

¹⁸ Se refiere al centro geométrico de cada clúster.

¹⁹ Para mayor detalle, ver: https://www.uniovi.es/compnun/laboratorios_py/kmeans/kmeans.html

Figura III.8. Proceso de iteración en el análisis de clúster de k medias.



Fuente: Berzal, F. (s.f), p. 24.

C. Tratamiento de las variables y conformación del índice ponderado

Como se mencionó anteriormente, son seis los tabulados a analizar y 48 las variables empleadas. Todas se agruparon en una sola base de datos. Para poder trabajarlas e introducirlas al programa respectivo se consideró lo siguiente:

- 1) En lo que se refiere a las capacidades, cada una de sus variables está en términos relativos (*número de empresas en un subsector / total de empresas del sector*) y en porcentajes.
- 2) Con base en el punto anterior, se desarrolló un Índice ponderado, otorgando un valor específico a cada grado de desarrollo de las capacidades: Básicas (2 puntos), Intermedias (3 puntos) y Avanzadas (5 puntos). Aunque podría ser aleatorio este número, se consideraron estos valores pues es racional creer que lleva mucho más tiempo desarrollar una capacidad avanzada que alcanzar una intermedia. El **Anexo 5** detalla cada una de las consideraciones utilizadas para la elaboración de la base de datos empleada en el análisis de clúster.
 - **Básicas (2).** Dos puntos para las variables consideradas básicas. Tienen el valor menor pues se consideran las capacidades más sencillas en el manejo de la tecnología TIC. Cabe destacar que representan la simple asimilación, manipulación y empleo rutinario de las tecnologías. En la base de datos, están representadas por los colores más tenues de una misma categoría.
 - **Intermedias (3).** Son capacidades más complejas que las capacidades anteriores. Sin embargo, a juicio del autor, no es sumamente difícil pasar de capacidades básicas a intermedias, sino que, desarrollarlas, es más o menos factible y en menor medida, sencillo, pues representan sólo una extensión de actividades y funciones ya empleadas. Están representadas por los colores con tonalidades medias.
 - **Avanzadas (5).** Se determinó este valor porque representan las capacidades con mayor desarrollo entre todas las existentes y el proceso de transición de intermedias a avanzadas y/o básicas a avanzadas, responde a un proceso mucho más complicado de aprendizaje. Están representadas por los colores más fuertes dentro de un mismo tabulado.
- 3) El resultado son los siguientes índices:

- **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa.** Se refiere al grado de desarrollo de capacidades tecnológicas relacionadas con el manejo de software, específicamente, aquellos de índole administrativo. Este tipo de programas están estrechamente relacionados con la mejora de los procesos organizacionales, agilizando las actividades de pago de nómina, recursos humanos o contabilidad. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*
- **ÍNDICE_Software Producción_Empresa.** Constituye todos los programas vinculados a las actividades de logística, control de calidad y de procesos, así como de distribución. Este tipo de software está íntimamente ligado con la mejora de los procesos de producción, pero también en menor medida, con los procesos de negocio. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*
- **ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas.** Se refiere al conjunto de capacidades tecnológicas en el uso de portales web, en específico, los gubernamentales. El desarrollo de este tipo de competencias permite la agilización de los procesos y actividades administrativas como la presentación de quejas, solución de conflictos o el pago de servicios públicos, reduciendo tiempos, traslados y garantizando la seguridad de los usuarios en las transacciones. Nuevamente, este índice mide la eficiencia de los procesos de negocio y está ampliamente vinculado a la interacción con terceros. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*
- **ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa.** Por su naturaleza, este tipo de portales son similares al punto anterior, aunque con un mayor grado de complejidad, pues presentan una amplitud mayor de funciones, además de requerir contraseñas en la mayoría de sus operaciones. Se refiere al conjunto de capacidades tecnológicas en el uso de portales web, en específico, los bancarios. El desarrollo de este tipo de competencias permite la agilización de los procesos y actividades administrativas, principalmente las relacionadas con la administración de los dineros, reduciendo tiempos, traslados y garantizando la seguridad de los usuarios en las transacciones. En este sentido, este índice está estrechamente relacionado con los procesos de negocio y la interacción con diversos agentes dentro de la economía. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*
- **ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas.** Conformado por las funciones informáticas en las organizaciones: las directivas, las de supervisión y las técnicas u operativas. Se considera que, a mayor nivel de autoridad y responsabilidad en la firma, mayores son las capacidades. Este tipo de índice describe las actividades de ingeniería de procesos, industrial y de producto. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*
- **ÍNDICE_Uso de internet_Empresas.** Constituido por las diversas actividades que un usuario puede hacer en la internet, desde la función más sencilla como lo es la búsqueda de información a otras mucho más complejas como la capacitación en línea. Demostrar la competencia en el uso de internet facilita y agiliza gran parte de los procesos de negocio, reduce costos y gastos, y facilita la comunicación entre interesados. *Mientras más grande es el índice, mayores son las capacidades tecnológicas existentes en este rubro.*

- **ÍNDICE_ Internet en la innovación_Empresas.** Funge como complemento del índice anterior. Está conformado por actividades que bien pueden considerarse avanzadas en el uso del internet, como la comunicación con expertos o la generación de nuevas ideas. Además de facilitar y agilizar gran parte de los procesos de negocio, reducir costos y gastos, y contribuir en gran medida a los procesos de innovación.

Estos índices tienen la siguiente formulación:

$$\frac{(Variable_1 * Ponderación) + (Variable_2 * Ponderación) + \dots + (Variable_n * Ponderación)}{Número\ de\ variables}$$

Se prescinde de los subsectores *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* y *Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos*, pues no contemplan el número de empresas que conforman su subsector.

D. Determinación del número de clústeres para el estudio

El análisis de clúster requiere de cierta *expertise* para la elección apropiada del número de grupos para cualquier tipo de estudio. El presente trabajo consideró la posibilidad de conformar la industria manufacturera hasta en 3 posibles conglomerados: *i)* integrado por 3 clústeres; *ii)* conformado por 4 clústeres; *iii)* constituido por 5 clústeres.

Por medio del tratamiento de las *k* medias y de las propuestas de integración en 3, 4 o 5 clústeres, el software utilizado arrojó los siguientes resultados:

Figura III.9. Clasificación de la industria en 3 diferentes clústeres.

Número de casos en cada clúster			Número de casos en cada clúster			Número de casos en cada clúster		
Clúster	1	6.000	Clúster	1	8.000	Clúster	1	4.000
	2	5.000		2	4.000		2	4.000
	3	8.000		3	3.000		3	3.000
Válidos		19.000	Válidos		19.000	Válidos		19.000
				4	4.000		4	1.000
				5			5	7.000

Fuente: Elaboración propia con base en el método de las *k*-medias.

De acuerdo a la información anterior, la clasificación sería la siguiente:

Figura III.10. Clasificación de la industria manufacturera en 3, 4 y 5 clústeres distintos.

3 clústeres	4 clústeres	5 clústeres
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	313 Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	Fabricación de prendas de vestir
Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir	322 Industria del papel	Industria de la madera
Fabricación de prendas de vestir	323 Impresión e industrias conexas	Impresión e industrias conexas
Impresión e industrias conexas	325 Industria química	Fabricación de muebles, colchones y persianas
Fabricación de productos metálicos	326 Industria del plástico y del hule	
Fabricación de muebles, colchones y persianas	332 Fabricación de productos metálicos	Industria alimentaria
Industria alimentaria	333 Fabricación de maquinaria y equipo	Industria de las bebidas y del tabaco
Industria de las bebidas y del tabaco	339 Otras industrias manufactureras	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos	311 Industria alimentaria	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
Industria de la madera	312 Industria de las bebidas y del tabaco	Industrias metálicas básicas
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	316 Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica
	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	Fabricación de equipo de transporte
Industria del papel		
Industria química	331 Industrias metálicas básicas	Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir
Industria del plástico y del hule	335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	
Industrias metálicas básicas	336 Fabricación de equipo de transporte	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles
Fabricación de maquinaria y equipo		Industria del papel
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	314 Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir	Industria química
Fabricación de equipo de transporte	315 Fabricación de prendas de vestir	Industria del plástico y del hule
Otras industrias manufactureras	321 Industria de la madera	Fabricación de productos metálicos
	337 Fabricación de muebles, colchones y persianas	Fabricación de maquinaria y equipo
		Otras industrias manufactureras

Fuente: Elaboración propia con base en el método de las *k*-medias.

De acuerdo a los datos anteriores y, según el criterio del autor, el clúster más apropiado es de 4 conglomerados (**4Cgl**) puesto que:

- El grupo de 3 conglomerados (**3Cgl**) contiene en cada clúster una importante cantidad de industrias lo que dificultaría el análisis (6, 5 y 8 industrias).
- El caso de 5 conglomerados (**5Cgl**) tiene en uno de sus agrupamientos a una sola industria que conforma un solo clúster. Esta industria (*Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir*), por su naturaleza, parecería correcto pertenecer a algún otro conjunto de empresas relacionadas con los insumos textiles y las prendas de vestir, como sucede en los casos de 3 y 4 clústeres.
- Los 4 clústeres que conforma **4Cgl** tienen una proporción de 8, 4, 3 y 4 industrias por grupo. Es cierto que el conjunto de 8 empresas es amplio, pero parece apropiado considerando que los otros tres tienen una magnitud que permite y facilita hacer un análisis más preciso.

A partir de este momento de la lectura, todos los datos ofrecidos, análisis y conclusiones, están basados en una industria manufacturera agrupada por 4 subsectores (o clústeres) con similares características en cuanto a las capacidades tecnológicas desplegadas, con fundamento en 7 criterios²⁰ y 48 variables:

1. ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa
2. ÍNDICE_Software Producción_Empresa
3. ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas
4. ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa
5. ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas
6. ÍNDICE_Uso de internet_Empresas
7. ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas

²⁰ Sobre el tabulado IIA7 Software para funciones administrativas y de producción se generaron dos variables concretas: el Índice de software administrativo y el Índice de software para la producción.

IV. Análisis de la información obtenida

1. Comparativo de los índices tecnológicos desarrollados

Con apoyo del software utilizado, fue posible establecer el tamaño más adecuado para el desarrollo del presente trabajo de investigación. Después de haber realizado tres pruebas, la decisión más sensata fue la conformación de la industria manufacturera en 4 clústeres distintos (ver la sección anterior para mayor detalle).

Figura IV.1. Integración de la industria manufacturera en 4 clústeres: Salarios medios funciones informáticas incluyendo grado académico y función en la empresa (miles de pesos).

Clúster 1	313 Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	Salario promedio de la Industria	\$ 22.20
	322 Industria del papel	Desviación estándar	5.1530
	323 Impresión e industrias conexas	+1 desviación estándar	\$ 27.36
	325 Industria química	-1 desviación estándar	\$ 17.05
	326 Industria del plástico y del hule	Salario promedio Clúster 1	\$ 23.75
	332 Fabricación de productos metálicos	Desviación estándar	4.476
	333 Fabricación de maquinaria y equipo	+1 desviación estándar	\$ 28.22
	339 Otras industrias manufactureras	-1 desviación estándar	\$ 19.27
Clúster 2	311 Industria alimentaria	Salario promedio Clúster 2	\$ 19.91
	312 Industria de las bebidas y del tabaco	Desviación estándar	5.609
	316 Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos	+1 desviación estándar	\$ 25.52
	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	-1 desviación estándar	\$ 14.30
		Salario promedio Clúster 3	\$ 26.11
Clúster 3	331 Industrias metálicas básicas	Desviación estándar	0.582
	335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	+1 desviación estándar	\$ 26.69
	336 Fabricación de equipo de transporte	-1 desviación estándar	\$ 25.53
		Salario promedio Clúster 4	\$ 18.48
Clúster 4	314 Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir	Desviación estándar	5.812
	315 Fabricación de prendas de vestir	+1 desviación estándar	\$ 24.29
	321 Industria de la madera	-1 desviación estándar	\$ 12.67
	337 Fabricación de muebles, colchones y persianas		

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

La **Figura IV.1** agrupa cada una de las industrias analizadas de acuerdo a sus capacidades tecnológicas e incluye una tabla de los sueldos promedios que paga cada clúster, considerando la función informática dentro de la empresa y el nivel de estudios del trabajador. Como análisis preliminar, se observa que los clústeres 2 y 4 están por debajo de los sueldos medios de la industria, mientras que los clústeres 1 y 3 están por encima.

Entrando en materia, la **Figura IV.2** muestra que el **clúster 2** y el **clúster 4** integran a las industrias con el menor desarrollo tecnológico. En el primer caso (**clúster 2**), se observa que los procesos de producción se realizan por medio de la manufactura tradicional,²¹ como bien lo ejemplifican las industrias del *Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos* y la *Fabricación de productos a base de minerales no metálicos*. Junto con las industrias *Alimentaria* y de las *Bebidas y el Tabaco*, este clúster ofrece productos terminados que carecen de contenido tecnológico. Esta aseveración podría explicar por qué el conjunto de empresas que conforman este conglomerado poseen las capacidades tecnológicas menos desarrolladas dentro de la industria de las manufacturas (4.70 puntos en total). Parece plausible considerar que la similitud entre capacidades tecnológicas se debe a que forman parte de una misma cadena de suministros.

Figura IV.2. Índice de capacidades tecnológicas por clúster identificado

Clúster / Índices	ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa	ÍNDICE_Software Producción_Empresa	ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas	ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas	ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa	ÍNDICE_Uso de internet_Empresas	ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas	Sumatoria
Índice de capacidades tecnológicas clúster 1	1.221	0.791	1.301	0.019	1.795	1.644	0.383	7.15
Índice de capacidades tecnológicas clúster 2	0.751	0.485	0.915	0.010	0.951	1.347	0.238	4.70
Índice de capacidades tecnológicas clúster 3	1.231	1.051	1.447	0.014	1.917	1.708	0.841	8.21
Índice de capacidades tecnológicas clúster 4	0.902	0.438	1.032	0.016	1.441	1.455	0.280	5.56
Promedio	1.026	0.691	1.174	0.015	1.526	1.539	0.435	

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

El **clúster 4** mantiene el poco contenido tecnológico en sus productos finales, sin embargo, existe una mayor automatización en los procesos de producción. De manera muy similar a lo que sucede en clúster anterior, sus capacidades tecnológicas siguen siendo muy precarias (5.56 puntos en total). El hecho que formen parte de una misma cadena de suministros pareciera explicar por qué también cuentan con capacidades tecnológicas tan similares.

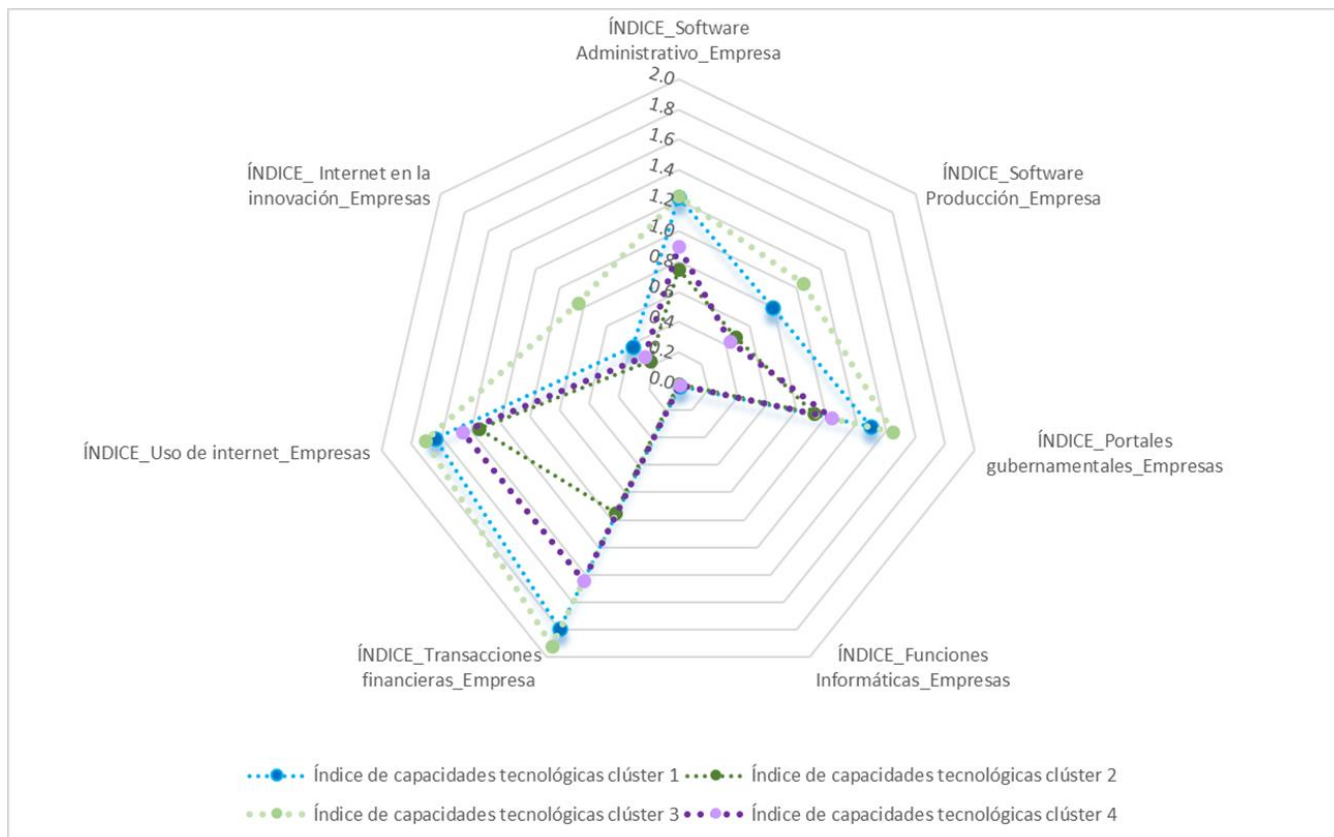
Por el contrario, se percibe que el **clúster 1** y el **clúster 3** ahondan en procesos de fabricación mucho más desarrollados, lo que repercute en productos mayormente estandarizados. Se observa también que el contenido tecnológico de sus productos terminados es más alto, lo que implica, indiscutiblemente, un mayor valor agregado. El **clúster 1** se distingue entre todos los demás por requerir de una gran participación de los productos químicos, haciendo de esta industria el centriolo entre clientes y proveedores. Esta aseveración muestra que estas industrias tienen un alto grado de integración dentro de una misma cadena de suministros lo que podría explicar por qué tienen un nivel similar en el grado de desarrollo de sus capacidades tecnológicas TIC.

El **clúster 3** integra a las industrias con mayor contenido tecnológico incorporado al producto, característica que permite garantizar que poseen las capacidades tecnológicas más altas y distintivas de

²¹ Por manufactura tradicional se entiende al proceso de transformación más simple posible. En menor medida tienen procesos de estandarización que permita la homologación de sus outputs, por lo que existen pocas o nulas acciones de planificación, trazabilidad y control de la producción, mucho menos de la digitalización de sus operaciones. En lo que se refiere al personal involucrado en el proceso, carece de una formación integral o profesional por lo que, en la mayoría de los casos, han desarrollado sus competencias de trabajo a lo largo de los años, es decir, por medio de la experiencia y la puesta en práctica.

todo el sector de las manufacturas, así lo indica los 8.21 puntos respecto de los índices desarrollados. A pesar de ser el clúster con la mejor valoración entre los estudiados al contar con una mayor estandarización en sus procesos y de utilizar ampliamente sistemas de planificación, monitoreo, control y rastreabilidad, todavía no alcanzan, la manufactura avanzada.²² Sin embargo, cada una de sus subsectores interactúan plenamente entre sí y con la economía en su conjunto, generando escalamientos y vínculos productivos de alto valor que explican por qué comparten las capacidades tecnológicas más desarrolladas dentro de la industria manufacturera.

Figura IV.3. Comparativo de capacidades tecnológicas entre los distintos clústeres identificados



Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013 y en los índices de capacidades tecnológicas desarrollados.

Gracias a los índices desarrollados es posible comparar capacidades entre clústeres. La **Figura IV.3** muestra un gráfico radial que permite comparar cada una de las capacidades tecnológicas analizadas en este trabajo. La figura deja de manifiesto que el **clúster 3** lidera la industria manufacturera (8.21 puntos) al estar conformado por las capacidades tecnológicas más avanzadas, seguido del **clúster 1** (7.15 puntos). Visualmente se observa que el **clúster 1** y el **clúster 3** lideran la industria en todos los ramos disponibles. Destacan las variables relacionadas con el software administrativo (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**), el software de producción (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**), el uso y manejo de portales gubernamentales (**ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**) y lo que

²² La manufactura avanzada es la aplicación de tecnologías digitales para optimizar los procesos de manufactura. Va más allá de la automatización y estandarización de procesos. Contempla, entre otros aspectos, sistemas tecnológicos para la mejora de procesos, el monitoreo, la trazabilidad, el control y más importante aún, integra el avance en la conectividad digital, la inteligencia artificial y la convergencia tecnológica entre sus productos con el exterior.

respecta a las transacciones financieras vía digital (**ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresas**) como las capacidades más desarrolladas, respecto de los clústeres 2 y 4.

Con las menores capacidades tecnológicas se ubican el **clúster 2** (4.70 puntos) y el **clúster 4** (5.56 puntos) cuyo proceso de transformación es dominado por manufactura tradicional y procesos de automatización de menor desarrollo. La naturaleza de sus procesos de producción se manifiesta en la baja empleabilidad de software para la producción (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**), pero también en la “poca preocupación” por la gestión de los procesos de negocio (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**). Es de notar que el manejo de páginas gubernamentales (**ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**) y de transacciones financieras (**ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresas**) también son una muestra de las bajas competencias tecnológicas en estos rubros.

Continuando con este análisis global, es posible confirmar que la industria de la manufactura en su conjunto está todavía muy lejos de una cultura para la innovación pues el único indicador que permite medir esta variable del progreso tecnológico (**ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**) contempla los valores más bajos (0.435 en promedio) de todos los índices calculados, 3.5 veces por debajo del índice de transacciones financieras (1.526 puntos), el más alto de todos. Tal vez el indicador que presenta mayor homogeneidad entre los subsectores analizados sea el uso del internet entre las empresas (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**), pues con un valor promedio de 1.539 puntos, las empresas afirman emplearlo para la búsqueda y transferencia de información en general y para la atención de clientes y proveedores.

En los capitulados siguientes se hace una descripción detallada de cada índice y de la estructura tecnológica que conforma a cada clúster dentro de la industria de las manufacturas.

2. Relación tecnológica y capacidades tecnológicas en cada clúster

Dado el tipo de análisis a presentar, es importante comenzar con el clúster menos desarrollado tecnológicamente (clúster 2) y terminar con el más avanzado (clúster 3), ya que de esta forma será mucho más sencillo explicar los resultados obtenidos.

La relación TIC existente entre los clústeres desarrollados está fundamentada en los siguientes conceptos:

Cadena de suministros. Como el mismo nombre lo define, está conformada por una cadena de procesos involucrados en la acción de satisfacer las necesidades del cliente, bien sea por medio de bienes de consumo o servicios. Comprende un conjunto de prácticas dirigidas a la gestión y coordinación de actividades, desde los proveedores de materias primas hasta los clientes finales (Slack; Chambers y Johnston, 2010). Los elementos que conforman a la cadena de suministros son los siguientes:

- *Suministro.* Proceso relacionado con el cómo y el dónde obtener las materias primas, dónde almacenarlas, cómo movilizarlas y qué criterios emplear en su selección.
- *Fabricación.* Se encarga de la transformación de dichas materias primas en objetos elaborados, lo cual requiere mano de obra y capital.

- *Distribución.* Proceso encargado de hacer llegar el producto final a los comerciantes y/o encargados de ponerlo en las manos del público consumidor objetivo de manera oportuna, confiable y con calidad esperada.

La importancia de la cadena de suministros radica en la incorporación y participación integral de proveedores y clientes, sincronizando a todos los miembros de la cadena para mejorar el desempeño operacional y hacer más eficiente la cadena para obtener ventajas de todo tipo. El uso de las tecnologías de la información y comunicación contribuye a mejorar el desempeño mencionado.

Cadena de valor. Describe el total de actividades que una empresa y sus trabajadores llevan a cabo para la fabricación de un producto, desde su concepción y uso, pero va más allá. En términos generales, una cadena de valor está integrada por los siguientes elementos (Gereffi y Fernández, 2016):

- *Investigación y desarrollo.* Hace referencia a la inversión en investigación en conocimientos científicos y técnicos y al desarrollo de tecnologías para obtener nuevos productos, nuevos materiales y nuevos y mejores procesos.
- *Diseño del producto.* Consiste en el proceso de concepción de un nuevo producto susceptible de ser adquirido por el mercado. Significa dotar al producto de características únicas que lo hagan atractivo al consumidor.
- *Adquisiciones y abastecimientos.* Es el proceso encargado de investigar, cotizar y adquirir los insumos y materiales necesarios para poder llevar a cabo el proceso de fabricación. En la cadena de suministros, este proceso se conoce, precisamente, como suministro.
- *Producción.* Se trata del proceso de fabricación como tal. Mediante el empleo de los recursos anteriormente mencionados y de una tecnología dada, se transforma los materiales e insumos en un producto terminado. En muchas ocasiones, este producto puede llegar a forma parte de un nuevo proceso de transformación, es decir, es un insumo para un nuevo producto.
- *Distribución.* Es la actividad relacionada con la entrega, en tiempo, forma y en las cantidades requeridas del producto terminado. Puede ser puesto en manos de agentes minoristas y mayoristas, pero también del propio consumidor. En la cadena de suministros se conoce con el mismo nombre de distribución.
- *Marketing.* Responde a las actividades de promoción, difusión, comercialización y de fidelización del cliente al producto.
- *Servicios.* Tan importantes como el producto en sí. Conformados por el conjunto de procesos que buscan mantener el valor y extender la duración del producto. Involucra actividades de posventa, mantenimientos, complementos y servicios adicionales, entre otros.

El empleo de las tecnologías de la información y comunicación en la cadena de valor de la industria de las manufacturas es trascendental, pues por medio de sus dispositivos, artefactos y mecanismos ha posibilitado la interacción entre partes interesadas. Como se verá más adelante, mientras mayor valor

tenga el producto final, se requerirán de mejores tecnologías de la información e, invariablemente, de muchas y más desarrolladas capacidades tecnológicas.

En los siguientes capítulos se procede a describir los resultados obtenidos y que son presentados gráficamente en el **Anexo 6**, el **Anexo 7** y el **Anexo 8** del presente trabajo.

A. Clúster 2: el conjunto de industrias con el menor desarrollo de capacidades tecnológicas

Clúster 2 (verde intenso). Conforman a las industrias con las capacidades tecnológicas más diferenciadas del resto. Este clúster genera productos finales con nulo contenido tecnológico, pues están enfocadas primariamente a la producción de zapatos, maletas, monederos, carteras, alfarería, porcelana y cristales, productos de consumo para animales, elaboración de aceites y grasas, lácteos y bebidas como cerveza, vino, cigarrillos y puros.

Como la **Figura IV.4** lo detalla, este clúster posee las capacidades tecnológicas menos desarrolladas entre toda la industria de las manufacturas. En éste se identifican claramente 2 tipos de productos completamente diferenciados: alimentos y bebidas para el consumo humano y animal, y productos semiterminados de cuero y piel y de minerales no metálicos. Es posible explicar el poco desarrollo de sus capacidades tecnológicas al considerar estas industrias como el eslabón inicial de diversas cadenas de suministros, es decir, como proveedores de materias primas o insumos básicos de otras industrias mayormente desarrolladas; pero también como el primer enlace de una cadena de valor que recién comienza. La naturaleza de sus productos lleva a concluir que tienen una integración menor con otras industrias y fungen, en una proporción mayor, como proveedores de insumos y materiales básicos.

El párrafo anterior indica que al tratarse de bienes finales semiterminados o poco elaborados, estos outputs pueden ser utilizados en un siguiente proceso de transformación, como lo es el cemento, el vidrio, la cal y el yeso, destinados a la industria de la construcción, principalmente; o ser incorporados a un nuevo producto terminado, tal es el caso del cuero curtido, las pieles de animales y la carnauba, utilizados como insumos para la industria automotriz o la aeronáutica.

Figura IV.4. Índice de capacidades tecnológicas del clúster 2

Clave	Categoría	ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa	ÍNDICE_Software Producción_Empresa	ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas	ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas	ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa	ÍNDICE_Uso de internet_Empresas	ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresa	Sumatoria
311	Industria alimentaria	0.6760	0.4559	0.8622	0.0133	0.9354	1.4341	0.2103	4.5872
312	Industria de las bebidas y del tabaco	0.6551	0.3462	0.8366	0.0061	0.8028	1.3892	0.2241	4.3601
316	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos	0.7679	0.5606	0.9947	0.0076	0.9989	1.3077	0.2182	4.8556
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.9034	0.5784	0.9647	0.0132	1.0678	1.2579	0.2993	5.0847
Promedio del clúster		0.7506	0.4853	0.9146	0.0100	0.9512	1.3472	0.2380	

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Las empresas de este clúster presentan poco o nulo gasto en tecnologías de punta TIC. Destaca, en mayor medida, el uso del software administrativo (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**) relacionado con la contabilidad, los módulos de ventas, procesadores de datos, software de gestión de

compras, gestión de nóminas y bases de datos (Carrillo y Martínez, 2013). Aunque se emplea el internet con la finalidad de agilizar procesos (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**), éstos se limitan a aspectos internos de la empresa y a la conexión con entidades externas a la organización, destacando la realización de pedidos a proveedores, la mejora en la atención de los clientes, la agilización en el proceso de venta y entrega de productos, la conexión con la administración pública (**ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**) y las tareas relacionadas con los pedidos de los clientes (Carrillo y Martínez, 2013).

Desafortunadamente, esta infraestructura TIC se limita a las herramientas y equipos tradicionales: teléfono fijo, telefonía móvil y PC. En menor medida, existe el desarrollo de una infraestructura en red, cimiento necesario para la implementación de estos artefactos y las tareas de conexión, pero también de equipo personal de trabajo, indispensable en el ahorro de costos y tiempos. Destaca que, entre toda la industria de las manufacturas, la alimentaria y la de las bebidas y el tabaco utilizan en mayor medida el teléfono fijo como medio de comunicación, cuando es el correo electrónico el de mayor empleabilidad entre los sectores. Este comportamiento indica la escasez de infraestructura de red y de conexión en este clúster industrial.

A través de la investigación de Carrillo y Martínez (2013) queda de manifiesto el incipiente uso de las TIC dentro de este clúster sectorial: es muy bajo en comparación al empleado por sus partes interesadas (consumidores finales y clientes industriales) dentro de la industria de la manufactura. Destacan la falta de personal calificado y un deficiente modelo de cultura organizacional para la innovación como variables determinantes en el poco avance tecnológico. Es de destacar que entre las principales barreras de adopción de estas tecnologías está la consideración de que son altos los costos de inversión y el retorno es lento, además, claro está, de la falta de personal capacitado para el manejo de estas tecnologías.

Este clúster cuenta con los productos con menor valor agregado dentro del sector, muy relacionados con las actividades de minería y primarias. Para el caso de la industria del cuero, por citar solo un ejemplo, la mayoría de los procesos que la conforman, son el descarnado, el depilado y múltiples acabados, realizados mediante la curtiduría vegetal, una técnica artesanal para la transformación de cueros crudos a un material que perdure en el tiempo. Si bien, la mayor parte de la producción de estas empresas se integran a la fabricación de calzado, muebles y manubrios, un porcentaje importante es destinado a otros productos de la cadena de autopartes, automotriz y de otros sectores (Dussel y Cárdenas, 2018). Es sensato pensar que con esta industria comienza la cadena de valor y suministros de otros subsectores, lo que cuadraría con la evidencia del poco contenido tecnológico y valor agregado a sus productos.

Una situación muy similar se percibe con la industria de los alimentos y del tabaco: productos como nulo contenido tecnológico y poco valor agregado. Puede verse a estos subsectores como el eslabón final de una cadena de suministros que inició en otro sector industrial: el de las actividades primarias, y que tiene poca o nula interacción con otros sectores manufactureros o de la economía en general. No es sencillo apreciar cómo estos dos productos se relacionan con otros de la manufactura, sino es más factible garantizar que con sus bienes finales culmina una cadena de producción de bajo nivel.

Este clúster también se caracteriza por la utilización de insumos y materias primas en su estado puro o natural, sin haber pasado previamente por algún proceso de transformación. Esta aseveración indica que, dentro de una misma cadena de suministros, esté clúster es proveedor de todas las demás empresas, por lo que se entendería el poco valor agregado de sus productos y el por qué cuenta con las capacidades

tecnológicas menos desarrolladas del sector; explicaría también por qué conforman el primer eslabón de la cadena de valor de la industria de la manufactura y puede dar indicios sobre por qué cuenta con los salarios más bajos de toda la industria.

A manera de conclusión, el **clúster 2** presenta las siguientes características:

- Posee una estructura tecnológica basada en las tecnologías de información y comunicación que, al día de hoy, son consideradas ya como tradicionales o básicas (teléfono fijo, celular y PC), destacándose en el manejo de software para la gestión empresarial, únicamente. Al destinar pocos recursos monetarios a la inversión, es posible afirmar que se encuentran en una posición desfavorable puesto que no han entrado de manera importante a la era de la digitalización.
- Mantienen un proceso productivo basado en el factor trabajo y aunque cuentan con actividades para la homologación del producto, están lejos de la automatización. El hecho de que ofrezcan bienes intermedios empleados en otro proceso productivo, explique porque no requieren de importantes mecanismos de supervisión, control y monitoreo.
- El poco contenido tecnológico de sus productos se debe, principalmente, a que conforman el eslabón inicial de una cadena de valor mucho más desarrollada, es decir, son proveedores de materias primas e insumos básicos de industrias con mayor desarrollo tecnológico. El más claro ejemplo de esta afirmación está descrito por la *Industria del curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y productos sucedáneos*.
- En lo que respecta a la cadena de suministros, se observa la misma tendencia. El poco contenido tecnológicos de sus productos implica que formen el peldaño inicial de la cadena: están integradas “hacia atrás”, lo que significa que fungen como proveedores de productos semiterminados, principalmente.
- Este clúster considera que las tecnologías de la información y comunicación tiene un impacto menor en la reducción de costos y en el crecimiento de la industria (González, Ibarra y Cervantes, 2017). Esta aseveración permite concluir que este sector tiene una cultura para la innovación todavía nula.

B. Clúster 4: un agrupamiento con capacidades tecnológicas básicas e insuficientes

El clúster 4 (morado) también presenta características muy similares al 2 en cuanto a su conformación. Se observa que las capacidades tecnológicas que prevalecen en este clúster, agrupan a las industrias relacionadas con la generación de acabados textiles y prendas de vestir, y también a la Industria de la madera y de fabricación de muebles, colchones y persianas. Este clúster tiene un alto grado de integración entre sus industrias dentro de una cadena de valor todavía con poco valor agregado.

Como la **Figura IV.5** lo muestra, en este clúster se identifican claramente 2 tipos de productos completamente diferenciados: los acabados textiles y prendas de vestir, y también a la Industria de la madera y de fabricación de muebles. De manera muy similar al clúster anterior, es posible explicar el poco desarrollo de sus capacidades tecnológicas al considerar sus industrias como el eslabón inicial de distintas cadenas de suministros, es decir, como proveedores de materias primas o insumos básicos de otras

industrias mayormente desarrolladas; pero también como el primer enlace de una cadena de valor que recién comienza y/o que manufactura bienes con mayor valor agregado.

Figura IV.5. Índice de capacidades tecnológicas del clúster 4

Clave	Categoría	ÍNDICE_Software Administrativo_Em presa	ÍNDICE_Software Producción_Empresa	ÍNDICE_Portales gubernamentales_Em presas	ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas	ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa	ÍNDICE_Uso de internet_Empresas	ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresa	Sumatoria
314	Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir	0.6287	0.2012	0.8692	0.0140	1.5251	1.4662	0.4481	5.1524
315	Fabricación de prendas de vestir	1.0221	0.5265	1.1713	0.0114	1.5961	1.4416	0.0846	5.8536
321	Industria de la madera	0.9122	0.5127	0.9927	0.0218	1.2340	1.4412	0.3739	5.4884
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas	1.0468	0.5132	1.0952	0.0180	1.4083	1.4713	0.2126	5.7654
Promedio del clúster		0.9024	0.4384	1.0321	0.0163	1.4409	1.4551	0.2798	

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Con outputs relacionados con el aserrado y la conservación de la madera, la producción de puertas, ventanas, entrepaños, duelas, estructuras para techos y escaleras fijas, entre otros, gran parte de la producción de la *Industria de la madera* se destina para el sector de la construcción, con lo que se puede asegurar que elaboran productos considerados complementos o accesorios de otros. Acontece lo mismo para la *Fabricación de muebles, colchones, y persianas* que, con productos relacionados con la cocina, el hogar, la oficina y estanterías, también son productos que complementan alguno de otro tipo, lo que permite concluir que su participación dentro de una misma cadena de suministros es “hacia atrás”, es decir, como proveedores de insumos, accesorios y complementos para otros subsectores.

Para el caso de las industrias relacionadas con las prendas textiles y de vestir, la perspectiva se enfoca hacia la cadena de valor: al requerir de insumos que en su mayor parte se encuentran en “estado natural” como lo es el algodón, bonote, el cañamo, el lino, la lana, la seda o la alpaca (estos tres últimos de origen animal), pasan por un proceso de transformación con poco contenido tecnológico. En la mayoría de los casos el producto terminado está listo para comercializarse en forma de alfombras, tapetes, costales, sacos, bolsas, tobilleras, mallas, suéteres, blusas, chalecos, sombreros, gorras, chalecos, entre otros; en el menor de los casos, se utilizan para producir tapicería automotriz. De ser este el caso, estas industrias comienzan “hacia atrás” su integración en la cadena de suministros y de valor.

Este clúster presenta una mayor estandarización en los procesos para la producción que la existente en las industrias del **clúster 2**, sin ser suficiente y mucho menos generalizada. La *industria de la madera* es un claro ejemplo pues mezcla la automatización junto con procesos, un tanto más tradicionales, en donde las líneas de producción son aprovechadas en mucho menor medida (Flores; Serrano; Palacio y Chapela, 2007). El sector de los textiles da cuenta de lo mismo: “tan sólo un pequeño número de las empresas que se dedican a la confección han automatizado sus procesos. La precisión en el diseño, los cortes y ensamble de las prendas permite tener congruencia en la hechura de la ropa. Sin embargo, sólo 30% de las 14,000 empresas del sector han automatizado sus procesos productivos, cuando hay tecnología disponible para hacerlo desde hace 30 años”.²³

²³ Ver <https://www.infople.net/actualidad-industrial/item/806-industria-textil-de-mexico-con-poca-tecnologia-en-automatizacion>.

Este subconjunto es un clúster con poco desarrollo tecnológico y subutilizado. Con la mayor parte de su tecnología de software enfocada a las labores administrativas y de negocio, el control de virus y *spam* y la administración de datos (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**) está perdiendo los beneficios del control, monitoreo y estandarización de la producción brindados por la empleabilidad de software para la producción (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**). La estructura tecnológica TIC está conformada, principalmente, por computadoras, telefonía fija, impresoras, copiadoras, proyectores y dispositivos de almacenamiento, y en mucha menor medida, con servidores web, microprocesadores, infraestructura de red o de sistemas digitales para la producción.

González, Ibarra y Cervantes (2017) destacan el poco enfoque existente en inversión, ya que, a diferencia de lo que se verá en el **clúster 1** y **clúster 3**, este conjunto de empresas no contempla la adquisición de nuevas tecnologías ni mucho menos cuentan con un presupuesto definido y tampoco han visto incrementada la calificación de su capital humano o han previsto generar nuevos puestos de trabajo que requieran conocimientos y habilidades relacionados a las TIC (**ÍNDICE Funciones Informáticas_Empresas**).

La mayor parte de estas empresas emplean sus recursos tecnológicos en la interacción con clientes y proveedores por medio del teléfono, las páginas web y el correo electrónico, y en menor medida, a la interacción y ventas en línea. Ambos clústeres (**clúster 2** y **clúster 4**) consideran que sus medios tecnológicos son suficientes, aunado a que muestran indiferencia ante este nuevo paradigma tecnoeconómico. La poca infraestructura tecnológica puede ser un indicador de por qué no han visto incrementados sus beneficios de manera suficiente, aunado a una reducción mínima en los costos de trabajo.

Se puede concluir que, a pesar de tener una mayor adopción tecnológica que el primer agrupamiento, se mantiene en niveles mínimos. Además, el **clúster 4** se caracteriza por:

- Como en el **clúster 2**, no existe interés por invertir en estas tecnologías pues la mayoría de los empresarios las visualizan como un gasto ya que no entrega beneficios en el corto plazo.
- Los medios de comunicación tradicionales (teléfono fijo y celular) y el software de administración son los recursos TIC más empleados al interior de este clúster. Es posible que, al no existir una mano de obra calificada, la tecnología sea subutilizada y esto conlleve a la obtención de ingresos mínimos y a una gestión no eficaz de los costos.
- Mantienen un proceso productivo basado en el factor trabajo y, aunque cuentan con procesos productivos para la estandarización de su producto, estos son subutilizados.
- Dentro de la cadena de suministros, se ostentan como proveedores de materiales e insumos básicos. La *Industria de la madera* es un proveedor importante de la industria de la construcción. En mucha menor medida, la Industria de los textiles tiene una participación todavía ínfima con el sector automotriz. En este sentido, el grado de integración del **clúster 4** con los demás clústeres manufactureros es muy bajo. Como en el caso anterior, la poca integración con el exterior ha repercutido en la poca inversión en tecnologías, derivando en el desarrollo de escasas capacidades tecnológicas.

- Bajo la perspectiva de la cadena de valor, se reafirman como productores de bienes finales que agregan poco valor al producto. El proceso de producción es más bien sencillo y poco complejo, lo que explica por qué requieren de pocas capacidades tecnológicas.
- Su integración con otras ramas de la industria manufacturera es pobre. Al tener una mayor interacción entre sus agremiados y con los integrantes del **clúster 2**, y escasa con las industrias más desarrolladas, su estructura tecnológica y, por ende, sus capacidades tecnológicas no han proliferado, ubicándolas en una posición desfavorable dentro del sector. Considerando que un auto tiene 33% de componentes textiles, la industria nacional tiene una gran oportunidad de “reconvertir” su tecnología o adaptarla a este tipo de necesidades.
- De manera idéntica al **clúster 2**, este conglomerado de industrias considera que las tecnologías de la información y comunicación tiene un impacto menor en la reducción de costos y en el crecimiento de la industria (González, Ibarra y Cervantes, 2017). Esta aseveración permite concluir que este sector tiene una cultura para la innovación todavía muy pobre.

C. Clúster 1: un conjunto de industrias con amplia integración y vastas capacidades tecnológicas

El clúster 1 (azul) está conformado por 8 industrias cuyas capacidades tecnológicas dan un salto importante respecto de los primeros dos clústeres analizados. Su desarrollo tecnológico sólo está por debajo del **clúster 3**. A lo largo de este apartado podrá apreciarse que los dos clústeres más desarrollados tecnológicamente hablando, tienen una importante integración dentro de la cadena de valor y de suministros.

Conformado por industrias relacionadas con la fabricación de pulpas, papel higiénico y de impresión, productos de papel y cartón (322 *Industria del papel*); la impresión de libros, cuadernos, periódicos y revistas (323 *Impresión e Industrias conexas*); la elaboración de productos químicos básicos como hidrocarburos, ácidos y alcoholes para uso médico e industrial, la producción de resinas y hules y fibras sintéticos, así como de fertilizantes, pinturas, tintas y productos farmacéuticos (325 *Industria química*); la producción de codos y coples, películas y autopartes de plástico, llantas y cámaras (326 *Industria del plástico y hule*); la fabricación de aparatos, equipos y artefactos no electrónicos para médico, dental y para laboratorio, artículos para oficina y escritura (338 *Otras industrias manufactureras*); así como de equipo y maquinaria para el sector agropecuario, de la construcción y otras industrias de la manufacturera, el comercio y los servicios (333 *Fabricación de maquinaria y equipo*), este clúster tiene la mayor participación de sus industrias con otros sectores y entre ellas mismas.

El grado de integración dentro de la cadena de suministros y en la cadena de valor es alto y está tan diversificado que este clúster tiene una participación como proveedor de productos con manufactura simple vistos en 326 y 338, como también de otros mucho más elaborados, específicamente el 325 y 333, destinados a industrias con un avance y contenido tecnológico considerable. La participación con industrias de todo tipo ha significado para este clúster apostar a las tecnologías de la información y comunicación para enfrentarse a los retos que el mercado presenta.

Con lo anteriormente dicho, no es difícil suponer que el producto final sea mucho más complejo de fabricar en este clúster que en los dos anteriores, independientemente si se trata de un bien final o

intermedio, desechable o no. La gran mayoría de sus industrias cuentan con procesos completamente estandarizados que los vistos en el **clúster 2** y en el **clúster 4** pues sus productos, que en gran parte son destinados al uso médico, de laboratorio, así como al sector automotriz o de la construcción, lo ameritan. Requieren, necesariamente, del uso de procesos de rastreabilidad, monitoreo y control que garanticen la estandarización y calidad en cuanto a requerimientos específicos del producto elaborado.

Figura IV.6. Índice de capacidades tecnológicas del clúster 1

Clave	Categoría	ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa	ÍNDICE_Software Producción_Empresa	ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas	ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas	ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa	ÍNDICE_Uso de internet_Empresas	ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresa	Sumatoria
313	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	1.0659	0.7311	1.3443	0.0132	1.8198	1.6076	0.1931	6.7749
322	Industria del papel	1.1399	0.8232	1.2396	0.0110	1.8166	1.6288	0.4124	7.0715
323	Impresión e industrias conexas	1.0804	0.6275	1.1986	0.0543	1.7075	1.5636	0.3116	6.5433
325	Industria química	1.2277	0.6786	1.4120	0.0150	1.8275	1.6584	0.5101	7.3293
326	Industria del plástico y del hule	1.2652	1.1699	1.2423	0.0133	2.0123	1.6904	0.2621	7.6556
332	Fabricación de productos metálicos	1.2448	0.6226	1.1590	0.0206	1.7340	1.6153	0.3021	6.6984
333	Fabricación de maquinaria y equipo	1.4341	0.9178	1.4937	0.0195	1.8170	1.7318	0.4529	7.8667
338	Otras industrias manufactureras	1.3122	0.7589	1.3218	0.0091	1.6219	1.6548	0.6172	7.2958
Promedio del clúster		1.2213	0.7912	1.3014	0.0195	1.7946	1.6438	0.3827	

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Como lo muestra la **Figura IV.6**, este clúster tiene los índices de capacidades tecnológicas más altos de toda la industria manufacturera, sólo después del **clúster 3**. Como se aprecia, este clúster no solo emplea software administrativo para facilitar las tareas de comunicación, transacción, la gestión y el control (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**), sino que se combina con los programas vinculados a las actividades de logística, control de calidad y de procesos, así como de distribución (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**). Resalta también la importancia del internet para la ejecución de funciones diarias y rutinarias (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**) y, en menor medida, para los procesos de innovación (**ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**). El conjunto de empresas que representan a este conglomerado son un ejemplo claro del progreso en el uso de los recursos TIC y de las capacidades humanas en su empleo. Sobra decir que la adopción del internet para la interacción con portales de gobierno y para la ejecución de transacciones financieras es un recurso bien afianzado entre las empresas que lo conforman (**ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas** e **ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa**). En lo que respecta a funciones informáticas, como entre toda la industria de la manufactura, todavía son escasas, pero representan las más altas de todas las estudiadas (**ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas**).

De manera particular, la *Industria química* (325) es un caso a destacar dentro este conglomerado. Conformada por las actividades económicas de la farmacéutica, la petroquímica, plásticos y agroquímicos, se ostenta como la industria con la mayor integración con los integrantes de su clúster, pero también con la economía en su conjunto. Por tanto, ha desarrollado la masa productiva técnica y de conocimiento necesaria para impulsar el desarrollo de sus actividades, desde la química de base hasta la fina, pero también de actividades de investigación y desarrollo (I+D). A pesar de estos avances, la vinculación entre actores requiere generar proyectos interdisciplinarios que favorezcan el crecimiento del sector (Cambiotec, 2018).

Al contar con procesos destinados al I+D, la *Industria química* conforma encadenamientos productivos de gran valor que involucran acciones para el diseño de productos y servicios adicionales que permiten aseverar que han desarrollado una cadena de valor estrechamente vinculada a la tecnología. Estas

empresas han puesto en marcha inversiones para una digitalización más completa de las operaciones que les permita un control prácticamente absoluto de los procesos, la detección de errores y su cuantificación, así como la posibilidad de generar respuestas inmediatas y para el análisis de datos (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa** e **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**) (Interempresas, 2017).

El subsector de los cosméticos, por ejemplo, está integrando sistemas inteligentes de hardware y software para la automatización, monitorización, trazabilidad, simulaciones y realidad aumentada (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**); ha incrementado el nivel de automatización de procesos lógicos y de gestión, de colaboración, de manufactura, de inteligencia de negocios y de relaciones con los clientes y proveedores (**ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**). El nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas es tal que ha permitido aplicar robótica avanzada y el internet de las cosas (Cambiotec, 2018).

La *Industria del papel, De la impresión e industrias conexas* han reconfigurado su organización interna con la intención de adoptar e integrar la nueva tecnología TIC a sus procesos de producción y de negocios. Lamentablemente esta visión obedece más a las exigencias del mercado que a una cultura orientada hacia la innovación. Su modernización tecnológica obedece a la producción controlada por computador que permite procesos más productivos y flexibles (Munive, 2015), lo cual les ha permitido ofrecer una mayor variedad de servicios (López; Gazca; Hernández y Pérez, 2017). A pesar de su incursión tecnológica, la evidencia empírica sugiere que las competencias de sus recursos humanos no se han visto incrementadas sustancialmente (González, Ibarra y Cervantes, 2017).

La *Industria del plástico y hule*, por su parte, ha apostado a la producción por medio de sistemas digitales. El puntaje de 1.1699 en el manejo de software para la producción (el más alto de toda la industria) es una prueba fehaciente (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa**). Por medio de software que permite el acceso al listado de materiales, además de poder administrar los diferentes niveles de ensamblaje, así como funcionalidades para el control de inventario, de planeación de los requerimientos y, en menor medida, de procesos de rastreabilidad del producto y procesos, este subsector apuesta fuerte a la digitalización.

La versatilidad en sus productos ha convertido a la *Industrial del plástico y hule* en uno de los sectores más productivos de la economía nacional al integrar una cadena de valor que comprende a la mayoría de las 280 ramas de la actividad económica de México con productos intermedios para su procesamiento por otras industrias y productos finales para los consumidores (Cambiotec (2), 2018). La integración es alta y el desarrollo de capacidades tecnológicas es una necesidad. Si bien la industria no ha desarrollado áreas propias de investigación y desarrollo, se apoya en los distintos centros de investigación locales para elevar la especialización tecnológica de los procesos productivos, así como en la constante capacitación del talento humano (Cambiotec (2), 2018).

La reconfiguración en la estructura tecnológica de la *Industria del plástico y el hule* conlleva un cambio necesario en el tipo de trabajador: pasar de un recurso humano limitado en cuanto a conocimientos y habilidades a un capital humano susceptible de aprender, mejorar y desarrollar las competencias que le sean necesarias con miras a desarrollar procesos integrales de innovación.

En conjunto con el **clúster 3**, estas industrias se caracterizan por usar la mayor proporción y diversidad de hardware: computadoras, impresoras, copiadoras, proyectores y dispositivos de

almacenamiento, infraestructura de red, servidores web y *sites*. Tienen una amplia interacción con clientes y proveedores por medios electrónicos como el *e-mail*, la página web y hacen uso del internet para un abanico amplio de funciones. Si bien la integración digital no es extensiva ni tampoco intensiva, este clúster considera que el uso de las tecnologías digitales tiene un impacto moderado en la reducción de costos como en el crecimiento y consolidación de la industria (González, Ibarra y Cervantes, 2017).

Los datos e información proporcionados anteriormente permiten aseverar que el **clúster 1** destaca por:

- Un empleo mayor de software para la producción, sobresaliendo la industria química y del plástico como los principales exponentes, que les permiten planificar, monitorear, supervisar y controlar la producción y minimizar los errores y/o mermas.
- Contar con el personal con mayores conocimientos y habilidades relacionadas a las funciones informáticas dentro de la industria manufacturera.
- Ser el clúster con la mayor interacción con la economía en su conjunto, junto con el **clúster 3**. Ya sea mediante la fabricación de bienes finales o intermedios, sus integrantes forman un eslabón muy importante como proveedores de insumos de la mayoría de las 280 ramas de la actividad económica de México.
- El grado de integración dentro de la cadena de suministros y en la cadena de valor es alto y está tan diversificado que este clúster tiene una participación como proveedor de productos con manufactura simple pero también de otros mucho más elaborados.
- A medida que el producto elaborado requiere de mayor estandarización, homogeneidad o de cumplir con requisitos específicos, también lo hace el empleo de tecnologías que permitan y contribuyan con estos requerimientos.
- Salvo la industria química, este conglomerado aún no cuenta con una cultura para la innovación ni posee capital humano con destrezas y capacidades que permita la transformación de sus tecnologías, pero sí las emplean de forma precisa y con detalle. Se valen de centros de investigación para sus procesos de innovación y desarrollo.

D. Clúster 3: las industrias con las capacidades tecnológicas más desarrolladas

El clúster 3 (verde sepia) está conformado por 3 industrias altamente relacionadas con diversos tipos de bienes terminados y semiterminados. Con productos relacionados con la fabricación de aparatos accesorios y equipos eléctricos, tanto de uso doméstico como automotriz, motores y generadores, baterías, acumuladores, pilas, enchufes, soportes, aislantes (*335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica*), producción de automóviles y camiones, carrocerías, remolques y partes para vehículos automotores como suspensiones, direcciones, transmisiones y sistemas para frenos, equipo eléctrico y electrónico, así como en la elaboración de equipo aeroespacial, ferroviario y equipos de transporte de menor envergadura (*336 Fabricación de equipo de transporte y partes para vehículos automotores*), este agrupamiento se presenta como aquél con las capacidades tecnológicas más

avanzadas de la industria manufacturera. Destaca que la *Industria de los metales básicos (331)* se haya hecho de un lugar dentro de los sectores más desarrollados.

Al agrupar tan solo a 3 subsectores queda de manifiesto que no es sencillo adquirir las competencias que este clúster ha desarrollado a lo largo de los años. Estas industrias tienen un alto grado de integración entre sí, y una gran interacción con el exterior. Como se observa, sus productos finales son mucho más avanzados, tienen un mayor contenido tecnológico, requieren de una mayor estandarización y homologación de los procesos de trabajo. Es posible concluir que a medida que el producto terminado es más complejo, se vuelve necesario adoptar tecnologías que permitan la estandarización, la rastreabilidad, el monitoreo y el control de la producción.

Figura IV.7. Índice de capacidades tecnológicas del clúster 3

Clave	Categoría	ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa	ÍNDICE_Software Producción_Empresa	ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas	ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas	ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa	ÍNDICE_Uso de internet_Empresas	ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresa	Sumatoria
331	Industrias metálicas básicas	1.3820	1.0574	1.4366	0.0276	1.8702	1.6846	0.7964	8.2547
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	1.0401	1.0301	1.4566	0.0073	1.9343	1.7107	0.9072	8.0864
336	Fabricación de equipo de transporte	1.2723	1.0655	1.4486	0.0064	1.9478	1.7286	0.8185	8.2877
Promedio del clúster		1.2315	1.0510	1.4473	0.0138	1.9174	1.7080	0.8407	

Fuente: Elaboración propia con base en la ENTIC 2013.

Como lo muestra la **Figura IV.7** el **clúster 3** integra a un grupo de empresas con las capacidades tecnológicas más avanzadas. Como se observa, tanto este clúster como el **clúster 1** destacan ampliamente en el uso y manejo de software administrativo y de producción en comparación con los dos primeros agrupamientos analizados (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa** e **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**). En general, este clúster muestra un dominio en el manejo de los portales gubernamentales (**ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas**), capacidad tecnológica más o menos desarrollada de manera homogénea entre toda la industria, al igual que el manejo de portales bancarios y transacciones financieras (**ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa**). Finalmente, el uso del internet: muy similar al utilizado en el agrupamiento anterior (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**) y, por tanto, de las capacidades tecnológicas más desarrolladas del sector. A diferencia de los demás agrupamientos, el índice del internet en la innovación (**ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**) con sus 0.841 puntos resalta como uno de los indicadores que definen a este clúster, sin embargo, este valor está por debajo de la mayoría de las variables analizadas.

Con un total de 8.0864 y 8.2877 puntos en lo que a las capacidades tecnológicas analizadas se refiere, los subsectores de *335 Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica* y *336 Fabricación de equipo de transporte y partes para vehículos automotores* representan a un sector de la economía mexicana en plena transformación tecnológica. Ambos sectores tienen índices muy altos en lo que a manejo de software especializado se refiere (**ÍNDICE_Software Producción_Empresa** e **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa**), lo que significa que emplean en gran medida los mundialmente conocidos *Enterprise Resource Planning, ERP*, los *Customer Relationship Management, CRM* y los *Supplier Relationship Management, SRM*. Destacan también en las variables de uso de internet (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**), lo que da a entender que son los sectores que no solamente lo utilizan para la búsqueda y tratamiento de la información, sino también para la publicidad, el reclutamiento y selección y la capacitación a distancia. Por si esto fuera poco, la industria

electrónica y de fabricación de equipo de transporte tiene la mejor valoración en el uso del internet en los procesos de innovación (**ÍNDICE_ Internet en la innovación_Empresas**), al utilizarlo en la comunicación e interacción con expertos y en el acceso a nuevas ideas. Queda de manifiesto, por tanto, que este sector está en un proceso de convergencia hacia la conectividad y la inclusión de procesos y procedimientos mucho más autónomos, pero también, aunque en menor medida, en el avance hacia la inclusión de la inteligencia artificial.

La industria de las autopartes y sus derivados tiene una larga historia en México pues a partir de 1921 se fueron estableciendo distintas industrias extranjeras en el país: en 1921 el ensamble de Buick; en 1925 se estableció Ford; en 1935 llega General Motors; en 1938 la automotora Chrysler; en 1961 se constituye Nissan Mexicana; en 1965 Volkswagen, entre otras filiales a lo largo de los años. De ser una industria terminal y de autopartes, ha transitado por un proceso de ensamble y poca integración productiva, se habla ahora de una industria mucho más integrada y en evolución tecnológica (Ruiz, 2016).

La integración vertical de estas industrias con la economía es profunda pues el proceso de producción conlleva actividades que van desde el ensamblado, hasta la fundición y estampado de vehículos y motores. Durante la primera fase, cerca de 180 unidades económicas se encargan de la transformación de materias primas como metales y minerales no ferrosos en tubos, postes, tuercas, tornillos, válvulas. La siguiente etapa consiste en la producir las autopartes y componentes centrales de los vehículos, como motores, carrocerías y remolques, así como los sistemas de transmisión, dirección, suspensión y frenos. Durante la siguiente fase se fabrican los componentes necesarios para complementar el automóvil: pinturas, recubrimientos, aceites, alfombras, productos de uretano y tubería. Finalmente, se ensambla el automóvil como resultado de la conjunción de los componentes producidos en las etapas anteriores. Finalmente, se fabrican las cámaras y llantas. Esta última etapa es la que mayor valor agrega, con un 36.8% del total. El proceso concluye con el comercio al por mayor y al por menor de automóviles, camionetas y camiones (Ruiz, 2016).

La cadena de valor de este clúster es una de las más importantes dentro de la manufactura, como asegura Ruíz: “al considerar el conjunto de actividades que integran a la cadena automotriz, una empresa promedio especializada en alguna de ellas muestra indicadores superiores a la media nacional: es 5 veces más productiva, invierte montos 5 veces superiores, tiene activos fijos 6 veces mayores y emplea, en promedio, a 13 personas más; de manera similar, sus trabajadores son un 46 por ciento más productivos y recibe remuneraciones un 34 por ciento superiores”.

Las líneas anteriores muestran lo compleja y extensa que representa la cadena de valor de la industria de las autopartes y electrónicos y de producción de equipo de transporte. Participan más de 54,000 unidades económicas y más de un millón de trabajadores. Es difícil imaginar la interacción de estos sectores (335 y 336) con toda la economía nacional sin la intervención de las tecnologías de la información y la comunicación. En este sentido, se puede confirmar que mientras mayor y más necesaria sea la interacción con el exterior, incrementan las necesidades de comunicación ágiles y flexibles.

La tendencia digital de estos subsectores no se limita a la infraestructura tecnológica propuesta por la encuesta Entic y analizada por este trabajo de investigación, pues lo que busca esta cadena de valor es la incorporación de más electrónica y más software en los vehículos automotores y sus partes. Actualmente un automóvil promedio posee 60 microprocesadores, cuatro veces más que hace 10 diez años y más de 100 millones de líneas de código. Se estima que, para los próximos 10 años, casi todos los automóviles

(95%) en mercados maduros (Norteamérica, Europa, Japón, Corea y China) tendrán alguna forma de conectividad. Asimismo, se espera que con la tecnología 5G exista una verdadera convergencia entre el sector automotriz y el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (Carrillo, 2018).

La vorágine tecnológica por la que están transcurriendo estas industrias, cuyos modelos de producción en serie han emprendido la adopción de las tecnologías de la cuarta revolución industrial, les ha significado recurrir en mayor medida a un mercado de trabajo con un mayor desarrollo de conocimientos y habilidades. Esto significa que los procesos intensivos en mano de obra, generalmente conceptualizados en trabajos y actividades rutinarias y muy especializados, están en plena evolución hacia competencias distintivas que les permitan aprender y mejorar, capaces no solo de transformar a la persona, sino a la misma tecnología.

Por su parte, la industria de los metales también destaca por su alto nivel tecnológico dentro de la manufactura mexicana (8.2547 puntos). La fabricación de productos de metal ha tenido un constante crecimiento gracias al impulso de sectores como el automotriz, el aeroespacial y el aeronáutico, lo que le ha significado transformarse a la par de estas industrias. Esta situación podría explicar el por qué estos tres subsectores comparten el liderazgo en los índices de capacidades tecnológicas desarrollados en el presente trabajo.

México cuenta con algunas grandes acereras que presentan alianzas con otras muy importantes en Estados Unidos, Canadá, Argentina e Italia; adquieren materiales entre éstas y comparten sus mayores consumidores. La ávida competencia frente a los productos de plástico y la consecuente pérdida de su mercado condujo a estas empresas a una mayor automatización e inversión en nuevas tecnologías.²⁴ Los cambios recientes y acelerados en el diseño y en la fabricación de automotores, el mayor uso final del acero de América del Norte, han tenido un efecto directo en los productores de acero, propiciando muchas de las mejoras tecnológicas de la industria acerera.²⁵

Años atrás, uno de los principales problemas de este subsector económico era la poca homologación de sus productos terminados, y puesto que los troqueles y moldes, entre otros, representan la base fundamental para la creación de todo tipo de artículos, era menester desarrollar procesos de fabricación con mayor contenido de calidad. Esto conllevó a enfocar los esfuerzos a la estandarización de procesos, mediante el empleo de software para la producción. En este sentido, se profundizó en la automatización del proceso productivo hacia el control y manejo de aire, agua y desechos sólidos. No es extraño entender por qué los indicadores **ÍNDICE_Software Producción_Empresa** e **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa** tienen un puntaje tan alto dentro de las capacidades tecnológicas del sector y por qué el uso del internet en los procesos generales es una de sus principales herramientas tecnológicas (**ÍNDICE_Uso de internet_Empresas**).

Junto con los subsectores 335 y 336, la industria de los metales básicos (331) considera claves a las tecnologías TIC y por lo mismo, han incrementado las calificaciones de su mano de obra. El cambio tecnológico por el que están transitando les ha valido para considerar que existe una reducción moderada en sus costos de trabajo, y aunque sus ingresos se han incrementado de forma considerable, el crecimiento individual de cada empresa también ha sido moderado (González, *et al*).

²⁴ Ver <http://cwm.unitar.org/publications/publications/cbl/prtr/pdf/cat2/97cap7s.pdf>

²⁵ *Ibid.*

Como fue posible observar a lo largo de este apartado, el **clúster 3** ha adoptado de manera eficiente las variables tecnológicas descritas en los índices desarrollados en este trabajo. Este clúster ha consolidado el uso del internet para la navegación, las transacciones financieras y la obtención de información en línea. El uso del software administrativo y de producción entre sus procesos se encuentra consolidado, por lo que han apostado a nuevas tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial y una convergencia integral hacia la conectividad, principalmente en lo que respecta a la fabricación de equipo eléctrico y electrónico y en la fabricación de equipo de transporte. Como se aprecia, este conjunto de empresas se encuentra en un proceso de transformación tecnológica que les permita, en algunos años, convertirse en un clúster de manufactura avanzada. En términos generales, el **clúster 3** presenta las siguientes propiedades:

- Tienen una visión empresarial enfocada a la innovación y al uso de nuevas tecnologías que les ha permitido introducirse a la Industria 4.0.
- Existe un alto grado de integración entre los participantes de este clúster, con la economía en su conjunto y entre las mismas, lo que ha contribuido a un desarrollo conjunto. Las tecnologías TIC les han permitido mejorar la comunicación con pares, clientes y proveedores.
- Al producir medios de transporte y todo tipo de autopartes, que incluye un proceso de producción que va desde la fundición, el diseño, el ensamblado y la distribución de estos bienes, el **clúster 3** tiene la cadena de valor más alta de toda la industria manufacturera.
- Al interactuar con más de 54 mil unidades de negocio en toda la economía y contar con un número superior a un millón de trabajadores a lo largo del proceso de producción, la cadena de suministros de este clúster es de los más amplios del sector, solamente comparable con el agrupamiento 1.
- En estas industrias se considera a la mano de obra calificada como un factor clave en la reducción de costos, en el incremento de beneficios y, en menor medida, en la expansión empresarial.

V. Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones al análisis de clúster

En esta última sección se hará un breve recapitulado de la información descrita en los cuatro apartados anteriores. Para una visualización más concreta, ver la **Figura V.1**.

De manera particular, se concluye lo siguiente:

- Las capacidades tecnológicas analizadas en este trabajo están enfocadas a la coordinación, comunicación y las relaciones con el exterior, pues la mayoría de sus variables tienen entradas que analizan el intercambio de información, la compra y pagos a proveedores, el pago de servicios, el pago de impuestos, el depósito a terceros, el servicio a clientes, entre otros (Ver **Anexo 6, 7 y 8**). En este sentido, el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación en México están destinadas, en su mayoría, a la coordinación del proceso productivo.
- El **clúster 2** y el **clúster 4** integran a las industrias con las capacidades tecnológicas menos desarrolladas entre las estudiadas. Los productos terminados que fabrican son principalmente insumos de otras ramas industriales o bienes finales cuyo proceso de producción no contempla agregar demasiado valor. Por el contrario, el **clúster 1** y el **clúster 3** agrupan a las industrias con las competencias tecnológicas más desarrolladas. Entre sus productos destacan el amplio catálogo de los derivados del hule, el plástico y la química, pero también algunos más elaborados como los automóviles, las partes eléctricas y electrónicas y las autopartes. Al parecer, conforme se agrega mayor valor al producto se requieren de más y mejores capacidades tecnológicas.

Las industrias que menos valor agregan a lo largo de su proceso de producción son aquellas que emplean menores capacidades tecnológicas. Las industrias con mayor valor agregado a sus productos y servicios son también aquellas empresas con mayor desarrollo de capacidades tecnológicas.

- El **clúster 2** y el **clúster 4** emplean procesos de fabricación rústicos, tradicionales o de manufactura artesanal o en menor medida, estandarizados. No han entrado todavía a los procesos de automatización y por si fuera poco su tecnología está subutilizada por no contar con el personal calificado para manejarla. Caso contrario de lo visto en el **clúster 1** y en el **clúster 3**, donde la automatización es ya un paradigma para la producción. Destaca, por encima de todos los demás, la industria de equipo de transporte, cuyos tomadores de decisiones están apostando por la digitalización del sector pues ya han empezado con la incorporación de TIC's a sus productos. Se aprecia que existe una estrecha relación entre la evolución en el proceso de producción y el empleo de capacidades tecnológicas.

Las industrias que menos estandarizado y automatizado tienen su proceso de producción son aquellas que emplean menores capacidades tecnológicas. Las industrias con mayor estandarización del proceso productivo son también aquellas empresas con mayor desarrollo de capacidades tecnológicas.

- El **clúster 1** y el **clúster 3** compran y adquieren insumos y productos semiterminados a proveedores dentro de toda la economía nacional e internacional. El eslabonamiento “hacia atrás” de sus industrias es tan amplio y diverso que pueden requerir de la participación de más de 54,000 unidades productivas para la producción de su bien final. A la par, los eslabonamientos “hacia adelante” son extensos y nutridos, pues distribuyen su producto, ya sea final o semiterminado, a todos los demás sectores de la economía. En lo que respecta a los clústeres 1 y 2, esta integración es mucho menor. Se puede apreciar que mientras mayor es la interacción para la compra y venta con otros campos de la economía, se emplean en mayor medida las tecnologías TIC.

Conforme más amplios y diversos sean los encadenamientos con otros sectores de la producción, se requiere de un mayor desarrollo de capacidades tecnológicas. Por el contrario, mientras menor sea la interacción con la economía en su conjunto también menores son las capacidades tecnológicas.

- Las aseveraciones anteriores permiten deducir que el **clúster 2** y el **clúster 4** tienen una integración vertical menor con otras ramas de la economía en general, lo que explica por qué poseen las capacidades tecnológicas menos desarrolladas en este estudio. Caso contrario cuando se analiza la información del **clúster 1** y del **clúster 3**, pues con un alto grado de integración con otras ramas industriales poseen también las capacidades tecnológicas más desarrolladas.

Conforme se solidifica la integración del proceso productivo entre industrias, se requieren y desarrollan de más y mejores capacidades tecnológicas. Mientras menor sea esta integración, existen menores y se desarrollan en menor medida capacidades tecnológicas.

- Finalmente, algunos datos sobre el impacto de las TIC en los resultados del negocio (González, et al). Para el **clúster 2** y el **clúster 4**, los beneficios se incrementaron poco con el uso de estas tecnologías; para el **clúster 1** y el **clúster 3** estos incrementos habían sido moderados; sólo en la industria de los metales, el aumento había sido mucho.

El empleo en mayor medida de las tecnologías de la información y la comunicación y el desarrollo de capacidades tecnológicas ad hoc, han contribuido a mejorar los beneficios recaudados para las industrias. En contraparte, mientras menores sean las capacidades tecnológicas en las industrias, menores serán los beneficios obtenidos.

- En lo que se refiere a la reducción de costos, todos los integrantes del **clúster 2** y del **clúster 4** consideraron que la disminución fue poca; mientras que para el **clúster 1** y el **clúster 3**, a excepción de la industria 333 que considera un incremento variable entre poco y mucho, la reducción de costos fue moderada (González, et al).

El desarrollo de más y mejores capacidades tecnológicas ha permitido reducir de manera sustancial los costos y gastos derivados de la operación en clústeres más desarrollados (1 y 3). Por el contrario, los clústeres con las capacidades tecnológicas menos desarrolladas (2 y 4) también han experimentado un cambio menor en la reducción de los costos de trabajo.

- Las empresas dedicadas a las manufacturas, en su mayoría, consideraron que su crecimiento fue moderado. Solamente los sectores 333, 336, 322, 323, su crecimiento y expansión había sido elevado,

mientras que para la industria de los minerales no metálicos (327) el crecimiento había sido poco (González, et al).

Aunque de manera dispar, las empresas del sector de las manufacturas que emplean, en mayor medida tecnologías TIC, han experimentado un crecimiento y expansión en el mercado superior a aquellas que cuentan con capacidades tecnológicas de menor envergadura.

Figura V.1. Conclusiones al análisis de clúster

	Clúster 1 y Clúster 3	Clúster 2 y Cluster 4
Valor agregado	Las industrias con mayor valor agregado a sus productos y servicios son también aquellas empresas con mayor desarrollo de capacidades tecnológicas.	Las industrias que menos valor agregan a lo largo de su proceso de producción son aquellas que emplean menores capacidades tecnológicas.
Estandarización del proceso de producción	Las industrias con mayor estandarización del proceso productivo son también aquellas empresas con mayor desarrollo de capacidades tecnológicas.	Las industrias que menos estandarizado y automatizado tienen su proceso de producción son aquellas que emplean menores capacidades tecnológicas.
Encadenamientos productivos	Conforme más amplios y diversos sean los encadenamientos con otros sectores de la producción, se requiere de un mayor desarrollo de capacidades tecnológicas.	Mientras menor sea la interacción con la economía en su conjunto, menores son las capacidades tecnológicas.
Integración vertical	Conforme se solidifica la integración del proceso productivo entre industrias, se requieren y desarrollan de más y mejores capacidades tecnológicas.	A menor integración vertical entre las industrias, se desarrollan en menor medida capacidades tecnológicas.
Resultados del negocio	El empleo en mayor medida de las tecnologías de la información y la comunicación y el desarrollo de capacidades tecnológicas <i>ad hoc</i> han contribuido a mejorar los beneficios recaudados para las empresas.	Mientras menores sean las capacidades tecnológicas en las industrias, menores son los beneficios obtenidos.
Impacto en los costos	El desarrollo de más y mejores capacidades tecnológicas ha permitido reducir de manera sustancial los costos y gastos derivados de la operación en clústeres más desarrollados.	Los clústeres con las capacidades tecnológicas menos desarrolladas han experimentado un cambio menor en la reducción de los costos de trabajo
Crecimiento empresarial	Aunque de manera dispar, las empresas que emplean en mayor medida tecnologías TIC han experimentado un crecimiento y expansión en el mercado elevado.	Las empresas con menores capacidades tecnológicas han visto un crecimiento mínimo.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que la incorporación de capacidades tecnológicas relacionadas con las TIC (básicas, intermedias y avanzadas) es heterogéneo en la industria de la manufactura. Los datos obtenidos mediante el análisis de clúster refuerzan la afirmación hecha páginas atrás sobre la trascendencia de estos artefactos y dispositivos sobre los costos de comunicación, transacción y en la reorganización de los procesos de negocio. A medida que las empresas han adoptado nueva tecnología y desarrollado mayores

capacidades tecnológicas también han logrado mejorar los procesos organizacionales, volviéndolos más eficientes, disminuyendo tiempos, permitiendo la realización de más actividades, reduciendo distancias y comunicando más ágilmente.

Una cultura para la innovación es vital entre los agrupados. La industria manufacturera es históricamente conocida por la transformación casi tradicional de materiales y materias primas en insumos para un nuevo proceso de transformación, y no por la incorporación de equipos conectados a la nube, ni de sistemas cibernéticos. La transformación de una organización tradicional de las manufacturas a una INDUSTRIA 4.0 requiere de un cambio de paradigma completo, desde los trabajadores de fábrica hasta los tomadores de decisiones, con la intención de inculcarles la trascendencia del cambio organizacional y el replanteamiento de los procesos existentes en la compañía.

Queda de manifiesto la imperiosa necesidad de contar con mano de obra cada vez más calificada y con competencias relacionadas con el manejo integral de algún tipo de tecnología. El recurso humano que requiere la industria manufacturera está vinculado a la capacidad de aprender y acumular conocimiento, a la puesta en práctica del esfuerzo tecnológico que permita obtener la llamada maestría tecnológica, competencia básica para la innovación tecnológica. Se aprecia también que estas industrias, salvo marcadas excepciones, han mostrado un cambio menor de mentalidad ligada a la innovación y a la convergencia digital. Tampoco han adoptado modelos de negocio virtuosos capaces de desarrollar un stock de conocimiento propio y de aprender continuamente.

2. Recomendaciones de política pública

Las tecnologías de la información y comunicación conforman un nuevo paradigma tecnoeconómico que no debe pasar desapercibido por el Gobierno de México. La industria manufacturera se presenta como un conjunto de industrias dispar en el uso de las tecnologías de la información y comunicación y, por tanto, carece de un desarrollo pleno e integral de capacidades que permitan la manipulación eficiente y eficaz de las mismas. No debe verse a las TIC como un fin en sí mismo, sino como el medio para la transformación nacional. Esto implica, necesariamente, que la adquisición de estas tecnologías debe ser acompañada de otras múltiples y variadas acciones que las complementen y sólo así, existirá un verdadero aprovechamiento de estos artículos, herramientas, artefactos y mecanismos. Múltiples son los estudios que aseguran que la introducción de estas tecnologías debe ser acompañada por cambios profundos en los procesos internos y en las relaciones de la empresa con proveedores, clientes y socios (Research Institute of Economic Planning Agency, 2000; OCDE, 2003 y 2004; Brynjolfsson, Hitt y Yang, 2002).

La incorporación y consolidación de las tecnologías TIC dentro de la industria manufacturera nacional requiere de la participación del Estado de una manera relevante: debe estar relacionada con el establecimiento de una política de distribución y fomento al uso de estos dispositivos, que cuente con instrumentos que van desde el lanzamiento de incentivos fiscales para las empresas hasta la coordinación de la relación entre los actores del sistema TIC-industria, el impulso a la creación de infraestructura tecnológica y el apoyo a la formación de capital humano, acompañadas de un sólido programa para la innovación empresarial.

A. Política pública en materia de tecnologías de la información y comunicación

Con fundamento en la definición de Franco Corzo (2013), las políticas públicas son acciones de gobierno con objetivos de interés público que surgen de decisiones sustentadas en un proceso de diagnóstico y análisis de factibilidad para atender problemas específicos de un sector de la población. En este sentido, este autor argumenta que deben tener dos características fundamentales: buscar objetivos de interés público y ser resultado de un proceso de investigación. Atezana (2001), amplía la definición y sostiene que las políticas públicas son medidas que toma el Estado para afrontar un determinado problema con el fin de buscarle una solución. Están caracterizadas por conformar líneas de acción, integradas por un conjunto de programas, proyectos o actividades de las instituciones públicas. Como se aprecia, una decisión de política pública busca la resolución de alguna problemática social que redunde en beneficios de la colectividad.

Bajo este marco conceptual, lo ideal sería una política nacional para el uso y fomento de las TIC, pero al tratarse éste de un trabajo sectorial, es congruente proponer políticas en este mismo sentido, bajo el argumento de una política industrial dentro del campo de las manufactureras mexicanas.

a) Internet industrial: base del uso de las tecnologías TIC

Ninguna tecnología TIC opera de manera aislada. El uso eficiente y eficaz de las mismas requiere, invariablemente, de la conexión por medio de redes. Sin esta interoperabilidad entre tecnologías, gracias a la red mundial, no es posible pensar en convergencia tecnológica. Una primera acción del Estado debería estar enfocada a la universalidad en la disposición del internet, es decir, el Estado debería garantizar, en un país como México, condiciones mínimas de infraestructura para su acceso y uso entre las empresas con menor disposición a las nuevas tendencias tecnológicas. Por tanto, debería generar acciones pertinentes desde el flanco de la infraestructura de internet.

Las nuevas tecnologías vistas a lo largo de este trabajo basan sus funciones en el internet. La cadena de valor del internet industrial permite, en teoría, abordar el ciclo completo de cualquier producto o servicio, desde el desarrollo e ingeniería, pasando por la manufactura, hasta el uso, mantenimiento y reciclaje y los servicios.

Las grandes multinacionales ya han realizado importantes adquisiciones en el sector de la tecnología de internet, al verla como la infraestructura necesaria para los medios de comunicación del futuro (APC, 2005). En México, la mayor parte de las empresas (Mipymes) apenas cuentan con la infraestructura de internet básica para ejercer las funciones menos complejas que ofrece, como el acceso a la información y algún tipo de transacción con otras empresas relacionadas con el pago a terceros. Lejos están, todavía, del uso intensivo para la comunicación, la capacitación u otras acciones a distancia. Esto significa que no disponen de recursos y de habilidades un tanto más complejas que los acerque a una convergencia tecnológicas entre las partes interesadas.

A nivel macroeconómico, la poca convergencia entre países industrializados y aquellos en proceso de desarrollo, suele ser explicado por el incipiente cambio estructural y la poca importancia observada a las nuevas tecnologías entre los países como México. Está demostrado que la innovación tecnológica está asociada al internet industrial y a las múltiples tecnologías digitales emergentes (adyacentes) como las nuevas redes de conectividad, la computación en la nube, la analítica de grandes datos, la manufactura

aditiva, la robótica y los sistemas de inteligencia artificial (Castillo, 2017). El internet destaca entre todas estas tecnologías por ser el insumo principal de todas y de cada una.

La participación del gobierno mexicano en esta materia debería concentrarse en disminuir la brecha digital existente entre empresas facilitándoles el acceso a internet. No se trata de entregar gratuitamente su uso, sino más bien de dotar de infraestructura de red al territorio nacional para que cualquier tipo de empresa pueda acceder a ésta, pues como este estudio ha dejado en claro, la adopción de estas tecnologías no es homogénea y mucho menos efectiva entre los clústeres analizados: las empresas con una mayor participación en la cadena de suministros y con mayor valor agregado en los procesos productivos, son también aquellas con mayor empleabilidad de estas tecnologías. La infraestructura necesaria para el uso de esta herramienta tecnológica entre las industrias mipymes del sector manufacturero debería ser una prioridad en esta materia.

Castillo (2017) sostiene que, entre los factores críticos para lograr impactos positivos en la economía nacional, destacan las inversiones en las nuevas redes de comunicación, en plataformas y aplicaciones verticales; en el despliegue de tecnologías IPv6, el desarrollo de sensores, acuerdos para los estándares de interconexión y la seguridad de cada una de estas aplicaciones. Destaca el desarrollo y adopción de estándares abiertos que permitan la ejecución de sistemas *IoT* (Internet de las cosas). Como se observa, el internet es el recurso fundamental para la interoperabilidad de estas tecnologías. Con base en la consultora McKinsey, la ausencia de tecnologías para la interoperabilidad reduciría en al menos 40% el beneficio potencial de estas aplicaciones.

En un enfoque mucho más concreto y específico sobre el internet, la autoridad federal, por medio de un análisis minucioso, consideraría y evaluaría las condiciones de conectividad existentes, con la finalidad de determinar los requerimientos necesarios de infraestructura, con base en el grado de madurez de conectividad digital presente en la industria (Ver **Figura V.2**).

Figura V.2. El internet para la conectividad industrial

	Madura	Fase avanzada	Emergente
Conectividad	Banda ancha fija y móvil 3G y 4G	Internet inalámbrico de corto y largo alcance: Wifi, Bluetooth, mesh, NB-IoT y LPWAN	Redes de nueva generación

Fuente: Elaboración propia con base en Castillo, M. (2017). *La internet industrial para el cambio estructural en América Latina*. España: Institut Barcelona d'Estudis Internacionals (IBEI). Cuadro 1.2. Los tres pilares de la internet industrial.

b) Impulso al desarrollo de clústeres tecnológicos

No son pocos los países que han cimentado y solidificado una política enfocada al desarrollo de clústeres industriales TIC. Por citar sólo algunos ejemplos, el gobierno chino impulsó, entre 1991 a 2003, el desarrollo de clústeres de alta tecnología, mediante una política de estímulo a la industria de software y circuitos integrados. Los resultados son claros, en el primer decenio de este milenio, China es a nivel mundial el líder ensamblador y exportador del sector TIC en equipo de audio y telecomunicaciones, video y computadoras (Schaaper, 2009).

En la India fue desarrollado el parque industrial *Electronics City* con el fin de proveer de instalaciones e infraestructura y promover inversiones en el área de electrónica. Las acciones concretas del gobierno hindú estuvieron enfocadas a los incentivos fiscales, la promoción de inversiones, suministro de energía eléctrica y telecomunicaciones, incubadoras, apertura comercial e inversión en investigación y desarrollo con recursos estatales, sin mencionar la creación de un centro de capacitación técnica especializada (Solleiro, 2015).

España, por su parte, buscó la renovación del barrio de Poblenou por su conversión en una ciudad del conocimiento. Por medio del proyecto 22@Barcelona el gobierno hizo la inversión para transformar la infraestructura con miras a lograr un efecto de atracción sobre los inversionistas privados, además de apoyar activamente la creación de un Vivero de Empresas, la Agencia de Desarrollo Regional y el Centro de Producción Audiovisual. Lo mismo aconteció para el caso brasileño con el clúster tecnológico Porto Digital o con el gobierno de Israel en la formación del agrupamiento tecnológico Tel Aviv.

Actualmente en México existe un amplio conjunto de clústeres industriales especializados en las tecnologías de la información y comunicación. Los más fuertes se encuentran en la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Querétaro, Baja California y Aguascalientes, ciudades intensivas en conocimiento y donde la fuerza laboral capacitada se encuentra fácilmente (IMCO, 2014). Cada uno de éstos ha seguido su propio modelo de desarrollo y especializado en distintos segmentos y nichos relacionados con la industria. El papel de Estado mexicano se ha centralizado en el desarrollo de programas de estímulos a la innovación fundamentados en incentivos fiscales y financiamiento, tal y como lo demuestran los programas INNOVAPYME, INNOVATEC o PROINNOVA.

Figura V.3. El papel del Estado en el desarrollo de clústeres tecnológicos

	Porto Digital	22@	Bangalore	Beijing	Dublín	Tel Aviv	Cambridge
Desarrollador							
Incentivos fiscales							
Promoción Inversiones							
Financiamiento							
Infraestructura							
Infraestructura blanda							
Demanda estatal de TIC							
Parques tecnológicos							
Incubadoras							
Promoción I+D							
Apertura comercial							
Repatriación							
Plan de desarrollo tecnológico							
I+D estatal							

Fuente: Solleiro, J. (2015). *Estado del arte de clusters de tecnologías de la información*. México: Cambio Tech. Tabla 2.3 El papel del Estado y las políticas públicas en los clusters revisados.

En este sentido, una política de gobierno debería estar ligada a varias de las actividades descritas en la **Figura V.3**, acciones concretas en la generación de infraestructura eléctrica, de caminos, protección y seguridad, así como las relacionadas a las telecomunicaciones, que permitan a las empresas trabajar en el desarrollo de innovación tecnológica, así como aquellas que permitan y faciliten las relaciones para la adquisición y comercialización entre desarrolladores y usuarios.

Ampliando en el tema, la consultora AT Kearney sostiene que, para que México se mantenga como uno de los primeros destinos de servicios TIC debe profundizar la alianza entre los actores públicos, privados y del sector educativo que permitan ofrecer productos con mayor valor agregado. No está de más recalcar que es importantísimo que el país mantenga y amplíe su oferta de bienes relacionados con la seguridad, protección judicial, infraestructura, etc. (Sanín-Gómez, 2011), principalmente entre las pequeñas y medianas empresas.

La **Figura V.3** muestra un cuadro resumen sobre el papel del Estado en el desarrollo y promoción de clústeres industriales en diversos países del mundo.

c) Creación de una cultura para la innovación empresarial

Desde hace muchos años atrás Europa ha reconocido la necesidad de impulsar acciones para la innovación empresarial. Este impulso quedó demostrado en el año 2009, conocido como el año europeo de la creatividad y la innovación, al entenderlos como un aspecto fundamental para responder efectivamente a los desafíos y posibilidades que ofrece la globalización.

En su trabajo llamado *La cultura de Innovación*, Cornejo (2009) asegura que “la innovación se ha convertido en uno de los elementos fundamentales para aumentar la competitividad en las empresas y países”. Para que alguno de éstos pueda ser innovador, sostiene, se tienen que crear condiciones favorables que impulsen la innovación y, a partir de ahí, implantar y consensuar un modelo propio de cultura para la innovación que permita la adaptación al entorno y a la generación de nuevas ideas. Suponen estas acciones, por tanto, un esfuerzo económico, político y social que creen un clima propicio para la aparición de actos de innovación.

En este sentido, es el Estado quien debe impulsar y fomentar los actos de innovación. Un cuestionamiento central debería estar encaminado en dilucidar por qué empresas con condiciones y características similares innovan y otras no. Los estudios tradicionales dejan claro la estrecha relación entre beneficios económicos y actos de innovación, es decir, aquellas empresas con mayores ganancias son también las que más innovan. La mayor parte de las acciones de gobierno están encaminadas a políticas públicas de fomento a la innovación (a través de incentivos fiscales, subvenciones, créditos y otros). Estas acciones funcionan como medios que facilitan los procesos de investigación y desarrollo, pero no como los instrumentos que fomenten o propicien este tipo de actos.

En este sentido, el Gobierno de la República debería tomar acciones de difusión sobre la importancia del trabajo en equipo y la creatividad; fomentar la experimentación, las pruebas de ensayo y error; el desarrollo de nuevos proyectos, entre otras actividades, con la finalidad de que las empresas y sus integrantes se familiaricen tan pronto como sea posible con las nuevas tecnologías y que participen en la generación de posibles invenciones. Así pues, la función del Ejecutivo no solo estaría enfocada a la

dotación recursos monetarios para las adquisiciones sino, principalmente, en la implantación de una cultura para la innovación entre las empresas, en este caso, disipada en la industria manufacturera.

Sin embargo, estas acciones no son divergentes, sino todo lo contrario, son totalmente complementarias y necesarias entre sí. La experiencia mexicana ha demostrado que los programas de estímulos a la innovación requieren de acciones complementarias, pues de manera general, contribuyen y apoyan a las firmas que ya tienen en su “ADN empresarial” el impulso a la innovación y a la investigación científica. El otro lado de la moneda consistiría, por tanto, en incrementar el número de empresas con estas prácticas de I+D, y esto podría llevarse a cabo mediante el diseño e implantación de una política pública encaminada a lo que se ha denominado como “socialización de la innovación” (Ouchi, 1981; Rottemberg, 1994).

El objetivo de una política pública orientada a difundir e implantar una cultura para la innovación entre las empresas estaría enfocada a crear un ambiente favorable y receptivo donde la innovación resulte cómoda y positiva para todos. Implicaría lograr el consenso y estaría fundamentada en aquellos valores, comportamientos, sistemas de información y métodos de trabajo que favorezcan la interacción y cooperación dentro de la firma a la hora de enfrentar actividades innovadoras. Además, podría ampliarse mediante la difusión entre la industria que converja en los beneficios que otorga el uso de estas tecnologías en la comercialización, en las negociaciones, en la relación entre proveedores y clientes, y en el fortalecimiento de los escalonamientos productivos, así como en la integración entre sectores, contribuiría, sin el empleo de grandes recursos económicos, a despertar una cultura para la innovación, tan necesaria entre las industrias analizadas.

Se concluye esta sección señalando una importante lección de Morcillo (2007): “los recursos económicos crean unas condiciones básicas y necesarias, pero no suficientes para impulsar la innovación. Son la base, pero adicionalmente, se precisa de una cultura de innovación adecuada que potencie el uso óptimo de los medios tangibles disponibles. Esta cultura estimularía un aprovechamiento eficiente de los recursos que impulsaría, de forma adecuada, el desarrollo de la innovación”. El camino no solo consiste en los aspectos tangibles, es necesaria la apertura mental empresarial.

d) Desarrollo de capacidades tecnológicas

El presente trabajo ha dejado de manifiesto el incipiente desarrollo de capacidades tecnológicas dentro de la industria manufacturera, además de mostrar una clara disparidad entre las empresas nacionales. Las propuestas anteriores sirven para poco o nada si no se cuenta con personal calificado en el uso de las nuevas tecnologías. Las empresas mexicanas difícilmente proveerán capacitación y formación altamente especializada a sus trabajadores, por tanto, el Estado es quien debe contemplar la posibilidad de la creación de una base de conocimiento tecnológico mucho más desarrollada de la que contamos actualmente.

La creación y adquisición de tecnología debe ser acompañada del desarrollo de habilidades *ad hoc*. La educación de la fuerza de trabajo mexicana cuenta con porcentajes mínimos de educación superior y son todavía menores los individuos que se deciden por algún campo técnico y de especialización en tecnología (OCDE, 2019). Se requiere de una política de gobierno capaz de desarrollar y almacenar conocimiento tecnológico de terceros, cuyos depósitos se robustezcan por medio de procesos sólidos de aprendizaje. Además, es necesario profundizar en la generación de actividades de investigación y desarrollo que generen y fortalezcan capacidades tecnológicas propias, pues sólo de esta forma será posible la manipulación efectiva y el desarrollo de la maestría tecnológica.

Bajo esta línea, el Estado debería desarrollar importantes cambios en la educación en México, en donde se promueva el estudio de las ramas de la ciencia y las matemáticas, lo que potenciaría el desarrollo de nuevas tecnologías y también la adquisición temprana de conocimientos, habilidades y destrezas requeridas para la futura ocupación laboral. Los programas de especialización, maestría y doctorado en tecnología son apropiados, pero requieren una demanda más amplia y ésta sólo se dará con una formación integral que anteceda a estos últimos.

e) Consideraciones finales

Para concluir, es importante señalar que las propuestas anteriores deben formar parte de un plan nacional de digitalización, es decir, México debe contar con un único y verdadero plan de desarrollo tecnológico inexistente hasta ahora. Esa agenda digital debe abarcar todos los aspectos del proceso de desarrollo económico y social, integrando tanto empresas como individuos, lo que significa que se requiere de un esfuerzo de coordinación no menor y de una voluntad política que trascienda uno o más sexenios.

Como bien lo señala Ramírez Ruiz (2013): “México debe enfrentar sus debilidades estructurales, entre las que se destaca la pobre infraestructura de telecomunicaciones y las notables deficiencias en educación”. Está por demás decir que la agenda digital mexicana debe impulsar la adopción e incorporación de TIC’s entre las empresas, principalmente en lo que a mipymes se refiere, pues el esfuerzo nacional se ha enfocado más en políticas públicas con un enfoque social que busca reducir la brecha tecnológica entre usuarios o los distintos grupos productivos.

3. Limitaciones de la investigación y futuras líneas de investigación

A. Limitaciones de la investigación

Es importante señalar las limitaciones existentes a la metodología empleada en la presente investigación. A continuación, se presenta una pequeña reflexión sobre las restricciones y limitantes presentes a los resultados de este trabajo de tesis.

- La antigüedad de la ENTIC 2013. Como se mencionó en el **Capítulo III Metodología empleada**, la Encuesta sobre Tecnologías de la información y las comunicaciones cuenta con dos versiones, la primera de 2009 y una más que data de 2013, que es la empleada para este trabajo. En teoría, este instrumento debe ser levantado cada cuatro años, lo que significa que en 2017 la sociedad mexicana debió contar con la versión más reciente de este documento, situación que no sucedió. 2021 apunta como el siguiente año para la revisión y actualización de la información, y al momento (finales de 2020) parece que no habrá una nueva versión de esta encuesta. La tecnología evoluciona constantemente y su adopción se vuelve cada vez más necesaria entre las personas como entre las industrias. 7 años de diferencia puede parecer poco, pero en el ámbito tecnológico las innovaciones se dan año con año, aunque sea con incrementos menores.
- Es importante destacar, que si bien la ENTIC 2013 está ajustada a la normatividad internacional en la materia, todavía cuenta con elementos que bien podrían considerarse obsoletos (como lo es el internet por medio de la marcación telefónica o *Dial Up*), así como la exclusión a actividades en auge (como el teletrabajo, el home office, las aplicaciones para el trabajo o el internet de las

cosas), y que se están convirtiendo de uso generalizado por las empresas dentro de una sociedad eminentemente tecnológica como la nuestra.

- El marco de muestreo de la encuesta está conformado por todas las empresas del directorio definitivo de los Censos Económicos 2009 integrando 157,611 agentes económicos con 10 o más personas ocupadas. Al ser un muestreo, se trata de un esquema probabilístico (porque cada empresa tiene una probabilidad distinta de 0 de ser seleccionada) y estratificado (porque se agrupan en grupos de personal ocupado). Esta metodología excluye por completo a las empresas con menos de 10 trabajadores, siendo México un país cuya estructura empresarial está constituida alrededor del 90% de unidades de negocio con esta característica.
- El desarrollo de cada uno de los índices de capacidades presentados en este trabajo pudiera representar una restricción a futuras investigaciones. La ponderación otorgada a cada variable que los conforman fue otorgada bajo criterios propios del autor, por lo que puede discrepar de investigador a investigador. No existe un criterio único y generalmente aceptado que pudiera contribuir a un diseño estandarizado de estos índices de capacidades tecnológicas.
- La configuración, estructura y diseño de preguntas de la encuesta utilizada arroja salidas dicotómicas (sí o no) expresadas en porcentajes y unidades. En los casos en que la respuesta ofrece una variedad más amplia de alternativas no es sencillo identificar el nivel de complejidad de la capacidad existente, por lo que la determinación del nivel de desarrollo puede considerarse ambigua o poco precisa y depende en amplia medida del contexto sobre el que opera cierta tecnología.

B. Futuras líneas de investigación

Sin duda alguna, los esfuerzos por identificar el nivel de uso tecnológico de la industria manufacturera aún están en desarrollo. El empeño realizado por INEGI capitalizado en la encuesta ENTIC debe ser considerado como un avance importante, pero sigue sin ser suficiente.

En este apartado se hará una pequeña reflexión sobre las futuras líneas de investigación resultado de la presente investigación y de aquellas que, por distintos motivos, no fueron abarcadas por esta tesis, pero que resultan muy interesantes para comprender de mejor manera a las capacidades tecnológicas de la información y comunicación dentro de la industria manufacturera mexicana.

De manera casi obligada resalta la posibilidad de actualizar la presente investigación una vez se publique la última versión de la encuesta ENTIC. Con más de 7 años para el rediseño de este instrumento de recopilación de datos es plausible esperar la incorporación de preguntas respecto a tecnologías que actualmente están revolucionando las economías, entre las que destacan las “apps de bolsillo” incorporadas a otros dispositivos digitales que fungen como controladores de dicha aplicación, o el mencionado con anterioridad “internet de las cosas”, relacionado con artefactos comunes los cuales por medio del internet son capaces de manipular y ejecutar acciones a distancia por medio de distintas aplicaciones incorporados a éstos. La versión más reciente de la encuesta no considera el uso de estas tecnologías consideradas ya de uso generalizado.

En este mismo sentido, la siguiente versión de la encuesta puede resultar importante para comparar la evolución en el nivel de capacidades tecnológicas dentro de la industria, con la intención de medir los efectos de esos cambios mediante técnicas de análisis comparativo que permitan entender la dinámica del cambio tecnológico en la industria, y de esta forma contrastar algunos de los resultados de este trabajo de tesis.

Al ser este un análisis sectorial (industria manufacturera) los resultados seguramente están sesgados y pueden no representar la realidad nacional, por tanto, puede ser de interés capital replicar este estudio a nivel nacional para poder evaluar las capacidades tecnológicas de otros sectores productivos en relación con la industria manufacturera, con la finalidad de comparar el nivel de desarrollo tecnológico entre industrias. Así, será posible mapear al país en cuanto a su infraestructura y capacidades TIC, identificar aquellos sectores más desarrollados y obtener conclusiones sobre el porqué del avance o retroceso tecnológico.

Es importante destacar que las capacidades tecnológicas no son el único tipo de competencia dentro de las empresas. Diversos estudios destacan las llamadas capacidades organizativas u organizacionales como factores básicos para las actividades de innovación dentro de las empresas. Este tipo de capacidades son importantes pues permiten a la empresa organizar, controlar y conseguir las tareas definidas en términos administrativos. Es importante considerar este factor en futuras agendas de investigación pues como se señaló en el primer apartado de este trabajo en la nueva economía del conocimiento, los procesos de aprendizaje son imprescindibles dentro de este nuevo paradigma tecnoeconómico. La capacitación y el adiestramiento bien pueden considerarse como capacidades organizativas dentro de las empresas, de ahí la trascendencia de su incorporación para estudios posteriores.

Como fue demostrado a lo largo de este trabajo, las capacidades tecnológicas analizadas están enfocadas a la gestión y coordinación del proceso productivo, así como a la generación de relaciones positivas con el exterior. Futuras líneas de investigación en la materia podrían encaminar sus esfuerzos a analizar el papel de las tecnologías TIC para la producción. Ciertamente, el camino es todavía largo para un país como México, cuyo principal factor productivo sigue siendo la mano de obra de los trabajadores. Conforme la industria nacional converja dentro de la Industria 4.0, seguramente será mucho más sencillo identificar y trabajar con las tecnologías de la información y comunicación dentro del ámbito de la producción.

VI. Anexos

Anexo 1. Clasificación de las TIC de acuerdo al uso, según ENTIC 2013

Categoría	Elementos que la conforman ENTIC	Descripción genérica
Medios de comunicación	Líneas telefónicas fijas	Es un enlace con capacidad básica para transmitir principalmente señales de voz entre un centro de conmutación público y un punto terminal.
	Fax	Medio de comunicación que permite obtener una copia de un documento en un lugar distante, a través de una línea telefónica fija establecida entre dos máquinas habilitadas para tal fin.
	Telefonía móvil (Satelital o Celular)	Es una central telefónica privada que concentra líneas y extensiones telefónicas, así como servicios de comunicación para permitir que los usuarios internos se comuniquen y direccionen llamadas entre sí.
	Servicios de buzón de voz	Es el contestador automático telefónico, recoge y guarda todos los mensajes que ingresan las personas que trataron de comunicarse cuando no se puede atender una llamada.
	Telefonía móvil en grupo cerrado de usuarios (Trunking)	Son sistemas de radiocomunicaciones móviles privadas, en la que los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática y organizada.
	Centro de atención de llamadas telefónicas (Call Center)	Se trata de una oficina donde un grupo de personas especialmente entrenados realizan llamadas o reciben llamadas de clientes, socios comerciales, compañías asociadas u otros.
	Radio localización móvil de personas (Paging).	Se trata del servicio en el que el suscriptor está en posibilidad de enviar una respuesta al mensaje recibido, o bien, transmitir un mensaje a algún otro suscriptor del sistema.
	Telefonía IP	Se refiere a la transmisión de voz sobre internet en sí misma.
	Video conferencia.	Es un sistema interactivo que permite a varios usuarios mantener una conversación virtual por medio de la transmisión en tiempo real de video, sonido y texto a través de internet
	Correo electrónico institucional o empresarial	Es el sistema de comunicación electrónica que es administrado por la empresa y asignado a su personal usuario
	Redes sociales	Es una estructura social virtual a través de un sitio web, en donde hay un conjunto de personas, comunidades, entes u organizaciones relacionados entre sí. Estos agentes producen, reciben e intercambian mensajes, datos, bienes o servicios (Ejemplos de redes sociales: facebook twitter, entre otros)

Categoría	Elementos que la conforman	Descripción genérica
Equipos de cómputo	PC de escritorio	Es una computadora fija en un solo lugar, originalmente diseñada para ser usada por un solo usuario en un momento. Una computadora personal suele estar equipada para cumplir tareas comunes de la informática moderna.
	Computadora portátil	Es una pequeña computadora personal móvil, capaz de llevar a cabo la mayor parte de las tareas que realizan las computadoras de escritorio, con la ventaja de ser más pequeñas.
	Servidores	Es una unidad central de procesamiento y almacenamiento de datos que permite la interacción de otros equipos de cómputo a través de una red que concentra los servicios habituales que permiten a los usuarios almacenar y acceder los archivos y aplicaciones que realizan tareas en beneficio directo del usuario final.

	Estaciones de trabajo	También llamada workstation, es una computadora que facilita a los usuarios el acceso a los servidores y periféricos de la red. Cuenta con una tarjeta de red y esta conectada por medio de cables u otros medios a los servidores.
	Minicomputadoras	Es una computadora capaz de soportar varios procesos en paralelo (multiproceso) y de 10 hasta 200 usuarios simultáneamente (multiusuario). Actualmente se usan para almacenar grandes bases de datos, automatización industrial y aplicaciones multiusuario.
	Mainframe y súpercomputadoras	Son computadoras de gran tamaño y altas capacidades de procesamiento permitiendo gestionar varias terminales y unidades periféricas de una manera óptima.
	Tablets	Dispositivo que tiene unas prestaciones muy similares a las de una computadora portátil, que se presenta con un diseño plano, en una sola pieza, sin teclado físico, de manejo táctil, fi no y compacto, que contiene los componentes esenciales, pantalla plana táctil, CPU, puertos y conectores para su funcionamiento de forma autónoma.
	PDA	Asistente personal digital (PDA, Personal Digital Assistant). Consideradas pequeñas computadoras portátiles y eran concebidas como una extensión de la PC de escritorio, por lo que una de sus funciones más importantes es la sincronización con éstas, de manera que la información del computador y de la PDA sea la misma.
	Smartphone	Es un teléfono celular que ofrece más funciones que los teléfonos celulares comunes. Entre sus cualidades están la posibilidad de acceder a internet a través de nuevas tecnologías (3G o más) y a gran cantidad de aplicaciones de la red, también se pueden instalar programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad.

Categoría	Elementos que la conforman	Descripción genérica
Redes	Red de cómputo de área local (LAN)	Es la interconexión de varias computadoras (PC) y periféricos para compartir recursos como unidades de disco, directorios, impresoras, información, hardware y software de red, así como intercambiar datos y aplicaciones.
	Red de cómputo de área compartida (WAN)	Es una red comúnmente compuesta por varias LAN interconectadas por medio de líneas de teléfono, fibra óptica o por enlaces aéreos como satélites y se encuentran en un área geográfica muy amplia, conectando oficinas y edificios, sucursales o distribuidores con la oficina central.
	Red interna de cómputo sobre internet (Intranet)	Red computacional de una empresa u organización, que enlaza a empleados y miembros de la misma. Incluye: cualquier tipo de información que se desee compartir dentro de la organización, pero que no se quiera publicar fuera de ésta.
	Intranet compartida entre empresas (Extranet)	Red privada para compartir información, de acceso limitado a determinados grupos de clientes y proveedores para facilitarles un trabajo coordinado que permite ahorro de tiempo y dinero en sus relaciones de negocio. También puede entenderse como una intranet compartida entre establecimientos/empresas.
	Red privada virtual (VPN)	Es una tecnología de red que permite una extensión segura de la red local sobre una red pública o no controlada como internet. Permite que se envíe y reciba datos sobre redes compartidas o públicas como si fuera una red privada con toda la funcionalidad, seguridad y políticas de gestión de una red privada.

Categoría	Elementos que la conforman	Descripción genérica
Software de seguridad	Antivirus	Programa creado para detectar, prevenir y/o eliminar la activación de los virus informáticos, así como su propagación y contagio del equipo de cómputo.
	Antispyware	Tipo de aplicación que se encarga de buscar, detectar y eliminar spyware o espías en el sistema.
	Firewall	Dispositivo o software configurado para filtrar contenidos y puntos de acceso al tráfico en la red, sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios preestablecidos.
	Antispam	Aplicación o herramienta informática que se encarga de detectar y eliminar el spam y los correos no deseados.
	Comunicación segura entre clientes y su sistema (SSL, SHTTP)	El protocolo SSL, iniciales de Secure Socket Layer, proporciona servicios de seguridad en el intercambio de datos entre el servidor y el cliente vía páginas web.

	Sistema de detección de intrusos	Es un sistema que detecta manipulaciones no deseadas en el sistema y que no pueden ser detectados por un cortafuego convencional, especialmente a través de internet. Las manipulaciones pueden ser ataques de hackers malintencionados.
Software administrativo y de producción	Administrativo	Dirigido actividades como el pago de nómina, los recursos humanos, contabilidad, compras y pago a proveedores, facturación, ventas o control de inventarios
	Producción	Dirigido a actividades para el control de procesos, el diseño de productos, logística, entre otras.

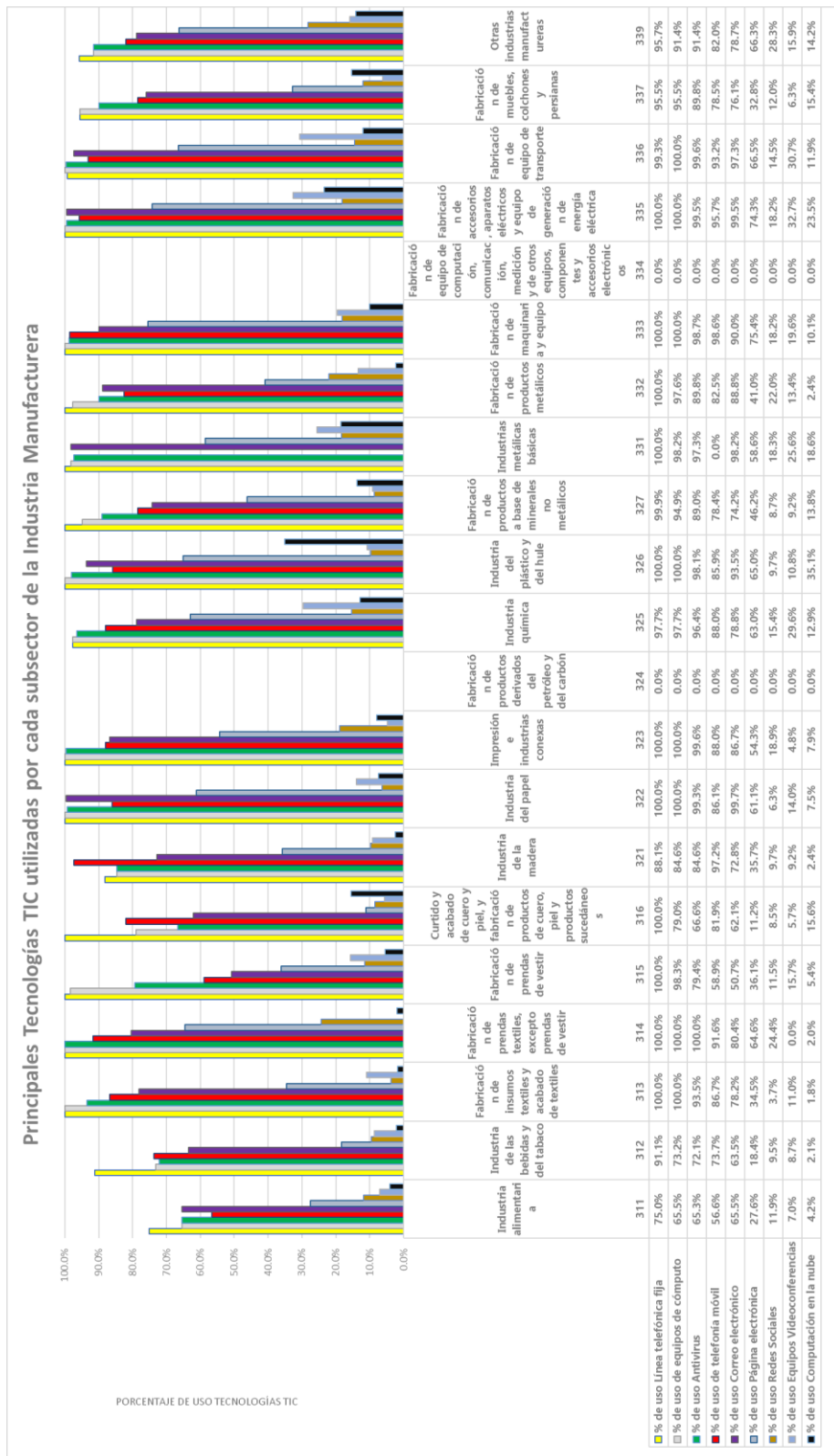
Categoría	Elementos que la conforman	Descripción genérica
Acceso a internet	Marcación telefónica (Dial Up)	Se refiere a la conexión a internet a través de una línea telefónica ordinaria (cables de cobre), que requiere hacer una llamada para establecer la comunicación, inhabilitando el uso del teléfono mientras está conectada a internet. También reconocida como dial up, módem análogo ó módem telefónico.
	Línea telefónica del tipo ISDN	Tecnología que posibilita la conexión a internet, convirtiendo una línea telefónica tradicional (cables de cobre) en un vínculo de mayor velocidad 126 kbps, pero para que funcione es necesario que el proveedor de internet soporte conexiones vía ISDN.
	Línea telefónica del tipo xDSL	Es otra manera de acceder a internet a través de su línea telefónica ordinaria (cables de cobre) habilitándola para transmisiones de banda ancha y poder utilizar su teléfono mientras está conectado a internet. Es un modo de conexión que se comercializa como de banda ancha.
	Conexión por cable	Es un modo de conexión a internet a través de un proveedor de televisión por cable que ofrece servicio de internet, utilizando cable coaxial y un módem que permite acceder la información de internet a altas velocidades. No es necesario el uso de la línea telefónica.
	Conexión por satélite	Se refiere a la conexión a internet cuya principal característica es que no requiere de una línea telefónica, sistema cableado o enlace terrestre alguno para conectarse a internet, sino que la transmisión de información, subidas y bajadas, se realiza mediante un enlace satelital directo al domicilio que incluye: un módem, una antena externa en forma de disco o de plato y la contratación con un proveedor de servicios satelitales.
	Conexión por telefonía celular	También llamado internet Móvil, es el modo de conexión permanente a internet con base en el uso de una red de telefonía celular, mediante equipos habilitados con un micro navegador y un protocolo de tecnología WAP u otras más avanzadas (UMTS, 3G, BAM), que permite la comunicación inalámbrica
	Conexión por redes inalámbricas (WLAN, WiFi, WiMAX, LDMS)	Se refiere a la conexión inalámbrica a internet del tipo WiFi, WiMax o WLAN habilitada por cualquier otra tecnología inalámbrica diferente de las anteriormente mencionadas

Computación en la nube	Servicios en la nube	Son los servicios de información basados en internet y centros de datos remotos, que permite que los consumidores manejen archivos y utilicen aplicaciones sin necesidad de instalarlas en una computadora con acceso a internet. Este servicio generalmente es proporcionado por un proveedor del servicio de internet.
-------------------------------	----------------------	--

Anexo 2. Gastos destinados a la adquisición de TIC's por parte de la industria manufacturera

Sector y subsector	Software y aplicaciones (miles de pesos)	Equipo de cómputo y periféricos (miles de pesos)	Total (miles de pesos)
Industrias manufactureras	4 791 147	7 577 846	12 368 993
Industria química	283 185	1 464 754	1 747 938
Fabricación de equipo de transporte	760 544	927 222	1 687 766
Industria alimentaria	529 503	1 118 628	1 648 132
Impresión e industrias conexas	26 597	922 839	949 435
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros	506 698	407 989	914 688
Fabricación de maquinaria y equipo	644 836	178 185	823 021
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de	344 008	397 869	741 877
Fabricación de productos metálicos	418 888	196 620	615 508
Industrias metálicas básicas	178 484	392 008	570 492
Industria de las bebidas y del tabaco	66 384	435 872	502 255
Industria del plástico y del hule	290 659	161 811	452 470
Industria del papel	184 773	229 225	413 998
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	243 272	131 812	375 084
Otras industrias manufactureras	124 149	169 946	294 095
Industria de la madera	70 978	140 922	211 900
Fabricación de prendas de vestir	32 157	68 660	100 816
Fabricación de muebles, colchones y persianas	19 929	65 503	85 433
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y	19 061	54 502	73 563
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	20 590	52 147	72 737
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	14 954	40 556	55 510
Fabricación de prendas textiles, excepto prendas de vestir	11 499	20 776	32 275

Anexo 3. Principales Tecnologías TIC utilizadas por cada subsector de la Industria Manufacturera



Anexo 4. Tabulados disponibles en la página electrónica para la ENTIC 2013

Variables consideradas

I. Características generales de la empresa

- IA1. Empresas de acuerdo al origen de su capital social.
- IA2. Empresas según su giro principal.
- IA3. Ingresos anuales de las empresas.
- IA4. Inversión de empresas en activo fijo

- IA5. Promedio del personal dependiente de la razón social.
- IA6. Promedio del personal no dependiente de la razón social.
- IA7. Promedio del total de personal (dependiente y no dependiente de la razón social).

II. Medios de comunicación

- IIA3. Empresas que contaron con algún tipo de seguridad informática.
- IIA4. Empresas que reportaron haber sufrido al menos un problema de seguridad informática.

- IIA6. Empresas que utilizaron medios de comunicación.
- IIA7. Empresas que utilizaron software de paquete comercial para sus actividades.

III. Equipo de cómputo

- IIA1. Distribución porcentual de la antigüedad de los equipos de cómputo de las empresas.
- IIA2. Empresas que conectaron los equipos de cómputo a diferentes tipos de redes.
- IIA5. Empresas que utilizaron equipo de cómputo.
- IIA8. Gasto total realizado por las empresas en TIC's y equipo de cómputo.
- IIA9. Número de equipos de cómputo utilizados en las empresas.
- IIA10. Total de equipos conectados en red de cómputo de las empresas.

IV. Tecnologías y uso de la información

- IVA1. Empresas que a través de portales de internet realizaron trámites gubernamentales.
- IVA3. Empresas que contaron con página en internet o redes sociales.
- IVA4. Empresas que obtuvieron ventaja con el uso del correo electrónico.
- IVA5. Empresas que obtuvieron ventajas con el uso de la página en internet.
- IVA6. Empresas que obtuvieron ventajas con el uso del internet.
- IVA7. Empresas que realizaron acciones a través de los portales gubernamentales.
- IVA8. Empresas que realizaron tipos de operaciones, según transacciones financieras.

- IVA9. Empresas que utilizaron internet para realizar diversas actividades.
- IVA11. Empresas que utilizaron tipos de tecnología para acceder a internet.
- IVA2. Empresas que consideraron muy importante conectarse a internet a través de equipos de cómputo.
- IVA10. Empresas que utilizaron internet para realizar sus actividades.
- IVA12. Número de cuentas de correo electrónico vigentes en las empresas.
- IVA13. Número de equipos de cómputo de las empresas que estuvieron conectados a internet.

V. Trabajo a distancia; VI. Computación en nube; VII. Comercio electrónico

- VA1. Empresas que realizaron trabajo a distancia.
- VIA1. Empresas que accedieron a la computación en nube.
- VIA2. Porcentaje del volumen de datos de las empresas almacenados en la nube.

- VIA6. Porcentaje del total de servicios TIC's basados en nube de las empresas.
- VIA1. Porcentaje de compras por mercancías o servicios vía internet
- VIA6. Promedio del total de personal (dependiente y no dependiente) que realizó trabajo a distancia.

VIII. Personal que utilizó equipo de cómputo

- VIIIA1. Empresa que contaron con un departamento dedicado a sistemas.
- VIIIA2. Empresas que capacitaron al personal en TIC's.
- VIIIA3. Personal con función de supervisión que utilizaron equipo de cómputo.
- VIIIA4. Personal con función directiva que utilizaron equipo de cómputo e internet
- VIIIA5. Personal de operación que utilizó equipo de cómputo e internet
- VIIIA6. Personal con licenciatura que desarrolló funciones informáticas en el departamento propio de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA7. Remuneración del personal con licenciatura que desarrolló funciones informáticas en el departamento propio de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA8. Remuneración del personal con licenciatura que desarrolló funciones informáticas en el departamento subcontratado de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA9. Remuneración del personal con posgrado que desarrolló funciones informáticas en el departamento subcontratado de sistemas, según tipo de función.

- VIIIA10. Remuneración del personal con posgrado que desarrolló funciones informáticas en el departamento propio de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA11. Remuneración del personal técnico que desarrolló funciones informáticas en el departamento propio de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA12. Remuneración del personal técnico que desarrolló funciones informáticas en el departamento subcontratado de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA13. Remuneración del total de personal con licenciatura que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA14. Remuneración del total de personal con posgrado que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA15. Remuneración del total de personal técnico que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA16. Total de personal con licenciatura que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA17. Total de personal que desarrolló funciones informáticas en el departamento de sistemas, según tipo de función.
- VIIIA18. Total de personal que desarrolló funciones informáticas en el departamento propio de sistemas, según tipo de función.

IX. Capacitación al personal en tecnologías de la información

No hay preguntas en el tabulado

X. Prospectiva en áreas informáticas

- XA1. Empresas que planean contar o mantener un departamento dedicado a sistemas e informática.
- XA2. Empresas que planean implementar o modernizar su página en internet.
- XA3. Empresas que planean realizar comercio electrónico.
- XA4. Porcentaje que las empresas planean incrementar su equipo de cómputo.

XI. El uso de las TIC's en proyectos de innovación

- XIA1. Empresas que tuvieron al menos un proyecto de innovación en mercadotecnia o en ge
- XIA2. Empresas que tuvieron al menos un proyecto de innovación en producto o proceso.
- XIA3. Empresas que tuvieron al menos un proyecto de innovación.
- XIA4. Empresas que usaron internet en los procesos de innovación.
- XIA5. Indicadores sobre tecnologías de la información y las comunicaciones a nivel nacional.

Anexo 5. Conformación de las variables de la base de datos empleada

Los datos relativos a los sueldos y salarios están en miles de pesos.

En la pestaña de *Salarios*, los primeros tres promedios representan el valor medio de la suma de sueldos según tipo de función: directivos, supervisores, técnicos, de acuerdo nivel de estudios: posgrado, licenciatura, técnicos. **PROMEDIO_Sueldo Posgrado; PROMEDIO_Sueldo Licenciatura; PROMEDIO_Sueldo Técnicos**

En la pestaña de *Salarios*, **PROMEDIO SUELDOS DIRECTIVOS** representa el valor medio de los sueldos de directivos en las tres principales funciones: directivos, supervisores, técnicos. La misma situación para **PROMEDIO SUELDOS SUPERVISIÓN** y para **PROMEDIO SUELDOS OPERATIVOS**

En la pestaña de *Salarios*, **PROMEDIO SUELDOS: Funciones Informáticas** representa el valor medio de los sueldos medios de **PROMEDIO SUELDOS DIRECTIVOS, PROMEDIO SUELDOS SUPERVISIÓN** y **PROMEDIO SUELDOS OPERATIVOS**.

Las columnas de las celdas C y D de las pestañas *Totales relativos por empresa y cifras absolutas*, registran datos relativos al número de empresas para cada subsector y número de trabajadores para subsector, respectivamente.

Las celdas relativas a los gastos **GASTOS TOTALES_Número de Empresas** están en términos relativos y en miles de pesos (gastos / número de empresas). Lo mismo para **GASTOS TOTALES_Número de trabajadores** (gastos / número de trabajadores).

En las pestañas de *Totales relativos por empresa y cifras absolutas*, las celdas relativas a las inversiones están en términos relativos y miles de pesos (valor / número de empresas): **INVERSIÓN TOTAL_Número de empresas**. Lo mismo para **INVERSIÓN TOTAL_Número de trabajadores** (valor / número de trabajadores).

En cuanto a las capacidades, cada una de sus variables está en términos relativos (número de empresas / total de empresas del sector) y en porcentajes y se determinó el tipo de capacidad existente: básica, intermedia o avanzada.

Básicas (2). Dos puntos para las variables consideradas básicas. Tienen el valor menor pues se consideran las capacidades más simples en el manejo de la tecnología. Cabe destacar que representan la simple asimilación, manipulación y empleo rutinario de las tecnologías. Están representadas por los colores más tenues de una misma categoría.

Intermedias (3). Pues son capacidades más complejas que las capacidades anteriores. Sin embargo, a mi juicio, no representan el doble de complejidad de las capacidades básicas, sino que, desarrollarlas, es más o menos factible, pues representan las adaptaciones menores a los procesos organizacionales y mejoras situacionales. Están representadas por los colores con tonalidades medias.

Avanzadas (5). Representadas con un 5. Se determinó este valor porque representan las capacidades con mayor desarrollo entre todas las existentes y el proceso de transición de intermedias a avanzadas y/o básicas a avanzadas, responde a un proceso mucho más complicado de aprendizaje. Están representadas por los colores más fuertes dentro de un mismo tabulado.

Cada uno de los índices desarrollados **ÍNDICE_Software Administrativo_Empresa, ÍNDICE_Software Producción_Empresa, ÍNDICE_Portales gubernamentales_Empresas, ÍNDICE_Funciones Informáticas_Empresas, ÍNDICE_Transacciones financieras_Empresa, ÍNDICE_Uso de internet_Empresas, ÍNDICE_Internet en la innovación_Empresas**, contemplan la siguiente formulación:

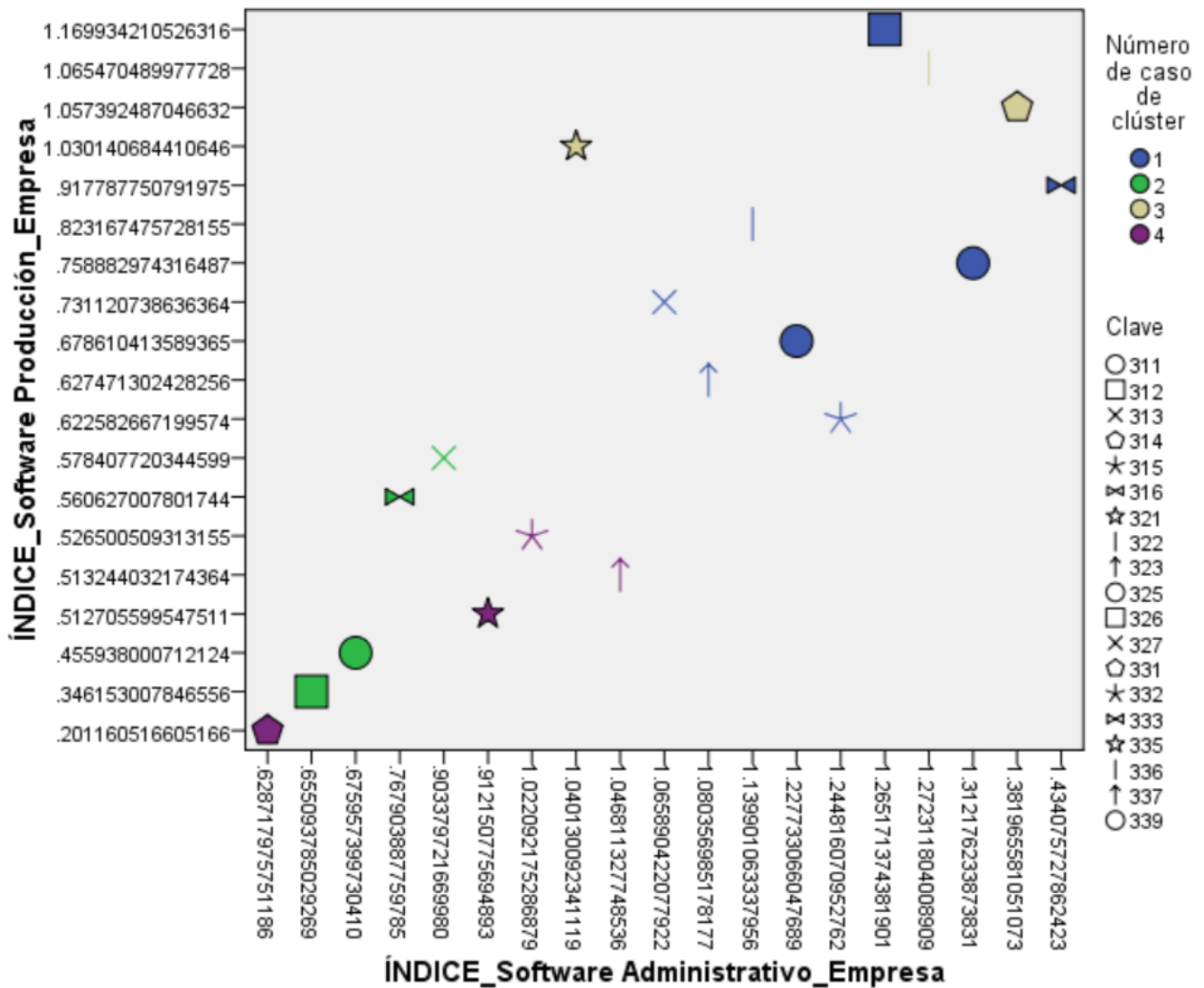
$((Variable_1 * Ponderación) + (Variable_2 * Ponderación) + (Variable_3 * Ponderación) + \dots + (Variable_n * Ponderación)) / \text{Número de variables}$

Se prescinden de los subsectores **Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón** y **Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos**, pues no contemplan el número de empresas que conforman su subsector.

Anexo 6. Relación entre el uso de software administrativo y de producción

La Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Entic 2013) define al software como el conjunto de programas, documentos, procedimientos y rutinas asociados con la operación de un sistema de cómputo.

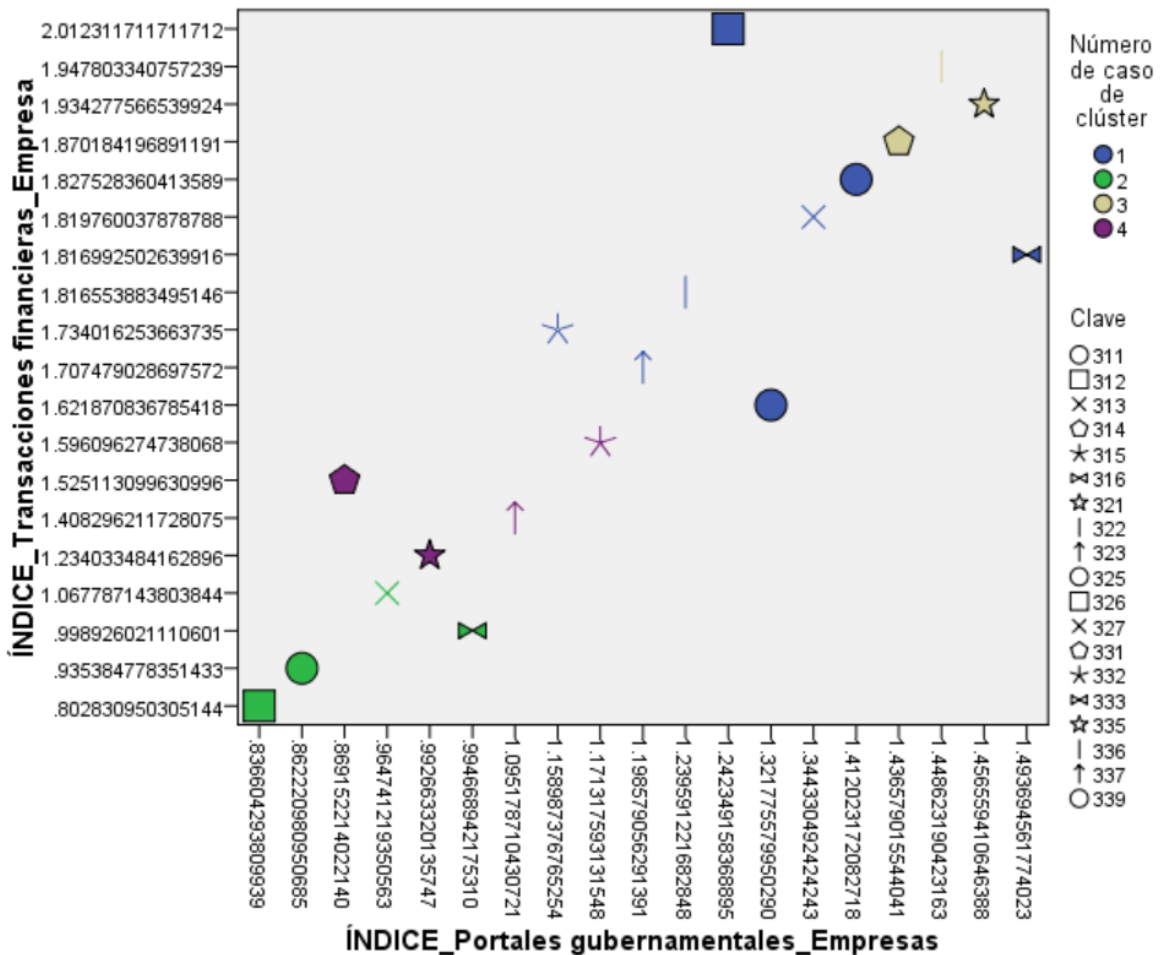
VARIABLES DEL ÍNDICE DE SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN	VARIABLES DEL ÍNDICE DE SOFTWARE DE PRODUCCIÓN
Búsqueda de información en general	Diseño de productos
Pago de nómina	Control de inventarios
Compras y pagos a proveedores	Control de procesos
Apoyo y promoción a ventas	Relacionado a las actividades de distribución
Procesos relacionados con recursos humanos y la contabilidad	



Anexo 7. Relación entre el manejo de portales gubernamentales y las transacciones financieras

En la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ENTIC 2013) no existe una definición precisa sobre lo que significa el uso efectivo de portales gubernamentales, ni tampoco a lo relacionado con las transacciones financieras, pues solo cuestiona a las empresas encuestadas el uso o no de este tipo de portales, y si se realizó o no, algún tipo de transacción por internet.

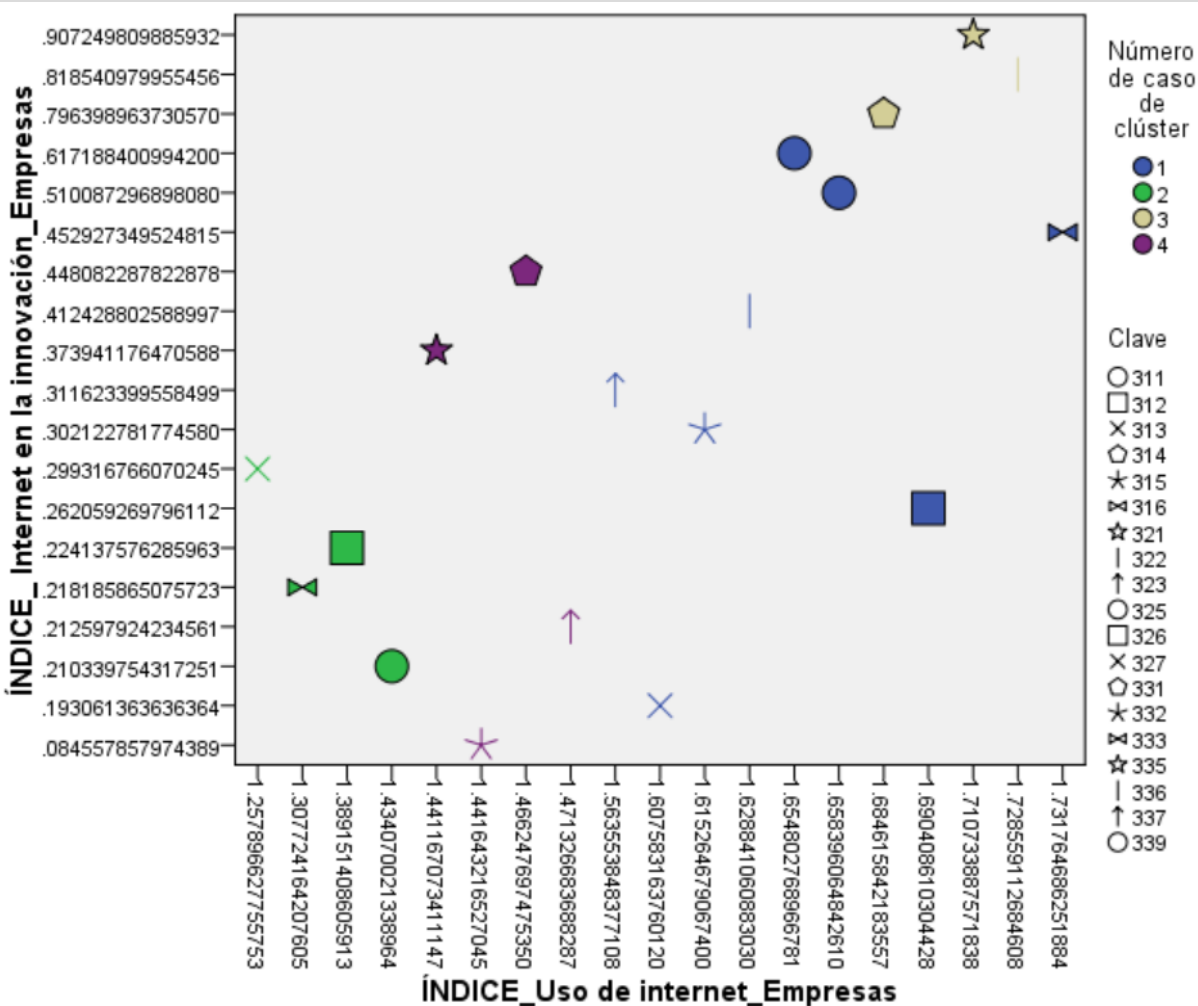
Variabes del Índice de portales gubernamentales	Variabes del Índice de transacciones financieras
Búsqueda de información en general	consulta de saldo de la empresa
Trámites, quejas y denuncias	movimientos entre cuentas
Intercambio de información en línea	depósitos de clientes
Interacción a través de redes sociales	pago de seguros
Llenado y envío de formatos en línea	pago de impuestos
Pago de servicios públicos	pago de servicios
Pago de impuestos	pago a proveedores
	pago de nómina
	inversiones no bursátiles
	operaciones bursátiles



Anexo 8. Relación entre el uso de internet en los procesos de negocio y en los procesos de innovación

En la Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ENTIC 2013) se define al internet como el conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que, mediante el uso de protocolos TCP/IP, es posible acceder a diversos servicios como si fuera una red lógica única de alcance mundial.

VARIABLES DEL ÍNDICE DE USO DE INTERNET	VARIABLES DEL ÍNDICE DE INTERNET EN LA INNOVACIÓN
Búsqueda de información en general	Comunicación con clientes y proveedores
Transferencia de información	Publicidad de los productos de la empresa
Atención a proveedores	Comunicación con expertos
Servicio a clientes	Acceso a nuevas ideas
Acceso a sitios gubernamentales	Mercadeo de los productos
Transacciones financieras	
Pago de servicios no gubernamentales	
Publicidad de la empresa	
Reclutamiento y selección de personal	
Capacitación a distancia	
Otros	



Bibliografía utilizada

Aguilera, A. & Riascos, S. (2009). Direccionamiento estratégico apoyado en las TIC. En *Estudios Gerenciales*, 25(111), pp. 127-143.

Antonelli, C. (2014). Cap. 6. La complejidad económica del conocimiento tecnológico, la innovación y el cambio estructural. En Yoguel, G., Barletta, F. & Pereira, M. (Comp). De *Tópicos de la teoría evolucionista neoshumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico* (pp. 213-244). Buenos Aires: Miño y Dávila editores.

Antonelli, C. (2005). Models of knowledge and systems of governance. En *Journal of Institutional Economics*, 1(1), pp. 51-73.

Asociación para el Progreso de las Comunicaciones. APC. (2005). *Políticas TIC: Manual para principiantes*. Uruguay: Monocromo.

Banco Mundial. (2003). *Aprendizaje permanente en la economía mundial del conocimiento. Desafíos para los países en desarrollo*. Colombia: Alfaomega.

Bell, M. & Pavitt, K. (1995). The Development Of Technological Capabilities. *Trade, Technology And International Competitiveness. Economic Development Institute Of The World Bank. EDI Development Studies*, pp. 69-101.

Bell, M. & Pavitt, K. (1993). Accumulating Technological Capability In Developing Countries. *Supplement of the World Bank Economic Review and the World Bank Research Observer*, pp. 257-282.

Bell, M. & Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. En *Industrial and corporate change*, 2(2), pp. 157-210.

Berzal, F. (s.f.). *Clustering basado en particiones*. Departamento de Ciencias de la Computación e I.A. Universidad de Granada

Bresnahan, T. (1997). Preliminary. Computerization and wage dispersion: An analytical reinterpretation. En *Journal Royal Economic Society*. 109(456), F390-F415.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. En *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), pp. 23-48.

Buenrostro, E. (2015). Uso y apropiación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las Pymes de Aguascalientes. En *Entre ciencias. Diálogos en la sociedad del conocimiento*, 3(6), pp. 27-40.

Cabero, J. (1998). "Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la nación en las organizaciones educativas". En Ortega et ál., *Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales*. Granada: Grupo Editorial Universitario.

Cai, J., & Bunduchi, R. (2014). Firm technology investment and the development of technological capabilities in China's telecom sector. *Paper presented at 21st Euroma Conference*, Palermo, Italy.

Cambiotec. (2018). Tendencias tecnológicas del sector químico en el Estado de México. *Diseño del marco estratégico para la estructuración del Sistema Mexiquense de Innovación y la implementación de la Agenda de innovación del Estado de México*. Cambiotec.

Cambiotec (2). (2018). Análisis de competitividad del sector plástico en el Estado de México. *Diseño del marco estratégico para la estructuración del Sistema Mexiquense de Innovación y la implementación de la Agenda de innovación del Estado de México*. Cambiotec.

Carrillo, K. & Martínez A. (2013). *Las tecnologías de la información en las pymes de la industria del calzado*. Universidad del Valle de Atemajac.

Carrillo, J. (2018). Tecnologías disruptivas en la industria automotriz. En *Comercio Exterior*. Última visita el 01.07.2020, de <https://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=858&t=tecnologias-disruptivas-en-la-industria-automotriz>.

Casalet, M. (s/f). *La transformación digital. Una alternativa de crecimiento para las pymes mexicanas*.

Casalet, M. & González, L. (2004). *Las tecnologías de la información en las pequeñas y medianas empresas mexicanas*.

Castillo, M. (2017). *La Internet industrial para el cambio estructural en América Latina*. Barcelona: Institut Barcelona d'Estudis Internacionals (IBEI).

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2004). *El estado de las estadísticas sobre Sociedad de la Información en los Institutos nacionales de Estadística de América Latina y el Caribe*. Última visita el 28.11.2019, de <https://www.itu.int/net/wsis/stocktaking/docs/activities/1102712635/statistics-es.pdf>.

CEPAL, (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), BID (Banco Interamericano de Desarrollo), OEA (Organización de los Estados Americanos. (2011). *Experiencias exitosas en innovación, inserción internacional e inclusión social. Una mirada desde las Pymes*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Cimoli, M., Dosi, G. & Stiglitz, J. (2008). *The Political Economy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development*. Oxford University Press.

Cobo Romaní, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. En *ZER*, 14(27), 295-318.

Cornejo, M. (2009). *La cultura de Innovación*. España: Ciemat.

Cowan, R., David, P. & Foray, D. (1999). *The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness*. Última visita el 12.08.2019, de <https://pdfs.semanticscholar.org/40a2/0bc3888ee7e167479a1e7f2ce0ddfb502150.pdf>

Cupani, A. (2006). La peculiaridad del conocimiento tecnológico. En *Scientiae Studia*, 4(3), pp. 353-371.

Dahlman, C. & Westphal, L. (1982). Technological Effort in Industrial Development. An Interpretative Survey of Recent Research. World Bank Reprint Series. 263, pp. Recuperado el 12 de agosto de 2019, de <http://documents.worldbank.org/curated/en/797291467990024250/pdf/REP263000Techn0y0of0recent0research.pdf>

Dahlman, C., Kim, L. & Westphal, L. (1984). *Reflections on Korea's acquisition of technological capability*. Washington: The World Bank.

Dahlman, C. & Westphal, L. (1982). Technological effort in industrial development. An interpretative survey of recent research. En *World Bank Reprint Series*, 263, pp. 105-138.

David, P. & Foray, D. (2003). Economic Fundamentals of the Knowledge Society. En *Policy Futures in Education*, 1(1), pp. 20-49.

Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. (2003). Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence. En *ACM Computing Surveys*, 35(1), pp. 1-28.

Dewan, S. & Min, C. (1997). The Substitution of Information Technology for Other Factors of Production: A Firm Level Analysis. En *Management Science*, 43(12), pp. 1660-1675.

Díaz, H. (2017). Análisis de la industria de telecomunicaciones y su impacto en la economía mexicana. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.

Díaz, H. (2018). Uso de TIC y productividad en México: un análisis subsectorial. En *Métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 25, pp. 156-185.

Domínguez, L. & Brown, F. (2004). Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. En *Cepal*, 83, pp. 135-151.

Domínguez, L. & Brown, F. (1998). *Productividad y cambio técnico: un análisis metodológico*. México: UNAM.

Dussel, E. & Cárdenas H. (2018). *Condiciones y retos del segmento de cuero para incrementar el valor agregado de las exportaciones de la Cadena de calzado en México*. México: Cámara de la Industria del calzado del Estado de Guanajuato (CICEG).

Dutrénit, G.; Vera-Cruz, A. & Arias, A. (s/f). Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas. En *El Trimestre Económico*, pp. 108-165.

Dutrénit, G. & Vera-Cruz, A. (2005). Acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora. En *Comercio Exterior*, 55(7), pp. 574-585.

Entresistemas – fábricas inteligentes. (2019). Entresistemas – fábricas inteligentes. Última vista el 14.07.2020, de <http://entresistemas.com/883/entresistemas-se-vuelcaen-la-automatizacion-de-procesos-inteligentes-en-la-industria-farmaceutica/>

Fagerberg, J., Srholec, M. & Verspagen, B. (2010). The Role of Innovation in Development. En *Review of Economics and Institutions*, 1(2), pp. 2-29.

González, L.; Ibarra, M. & Cervantes, K. (2017). El impacto de las tecnologías de la información y comunicación en la industria manufacturera de Baja California. En *Región y sociedad*, 29(69), pp.153-183.

Grant, R. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. En *California Management Review*, 33(3), pp. 114-135.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (s/f). Clasificación para actividades económicas. Sitio web: [www3.inegi.org.mx > rnm > index.php > catalog > download](http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/download).

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013). Encuesta sobre Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. México: Inegi. Sitio web: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/entic/2013/doc/cuestionario_entic_2013.pdf

Kallinikos, J. (2011). The “Age of Smart Machine”: A 21st Century View. En *Encyclopedia of Software Engineering*, pp. 1-7.

Leonard-Barton, D. (1992). Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development. En *Strategic Management Journal* 13, pp. 111–125.

Lundvall, B. & Johnson, B. (2016). Cap. 5. The learning economy. En Bengt-Åke Lundvall (Ed.), *The Learning Economy and the Economy of Hope* (pp.107-132). Dinamarca: Anthem Press.

Malone, T., Yates, J., & Benjamin, R. (1989). The logic of electronic markets. En *Harvard Business Review*, 67(3), 166–172.

Maqueira, J. & Bruqué, S. (s/f). *Las tecnologías GRID de la información como nueva herramienta empresarial: definición, taxonomía y niveles de adopción*. Universidad de Jaén.

Melgoza, R. & Álvarez, M. (2011). Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la manufactura de autopartes en México. En *Revista de Contaduría y Administración*, 57(3), 147-174.

Nelson, R. (2018). *Modern evolutionary economics: an overview*. Cambridge: Cambridge University Press.

Nonaka, I. & Krogh, G. (2009). Tacit knowledge and knowledge conversión: controversy and advancement in organizational knowledge creation theory. En *Perspective*, 20(3), pp. 635-652.

Oberto, A. (2006). *La innovación y el conocimiento tecnológico en organizaciones de investigación industrial: un estudio de caso*. México: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación.

OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2002). Reviewing the ICT sector definition: Issues for discussion, Última visita el 28.11.2019. <http://www.oecd.org/dataoecd/3/8/20627293.pdf>.

Ordoñez, S. & Bouchain R. (2018). *México en el mundo de las telecomunicaciones. Más allá de Slim, la OCDE y la reforma actual*. México: UNAM.

Ordoñez, S., Bouchain R. & Correa, M. (2011). *Capitalismo del conocimiento e industria de servicios de telecomunicaciones en México*. México: UNAM.

Ortega, R. (2005). Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en un grupo del sector siderúrgico. En *INNOVAR Gestión y Producción y Tecnología*, pp. 90-102.

Paniagua, G. (2015). *Políticas públicas y el uso de internet para el acceso y eficiencia en la presentación de los servicios públicos: caso del Portal de Servicios del Registro Nacional de Costa Rica*. Chile: Universidad de Chile.

Pavitt, K. (1984). *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*. Brighton: University of Sussex.

Peirano, F. & Suárez, D. (1). (2006). TICS y empresas: Propuestas conceptuales para la generación de indicadores para la sociedad de la información. En *Journal of Information Systems and Technology Management*, 3(2), pp. 123-142.

Peirano, F. & Suárez, D. (2). (2006). *Las economías por informatización como una forma de captar el impacto de las TICs en el desempeño de las empresas*. Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.

Plottier, C., Rovira, S. & Stumpo, G. (2013). Una iniciativa sectorial para la difusión de las TIC en las empresas. La experiencia del Uruguay. En *Colección Documentos de proyecto*. Santiago de Chile: Cepal.

Ramírez, A. (2013). Cap. VIII Evaluación de las políticas orientadas a favorecer la incorporación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en México. En *Entre mitos y realidades. TIC, políticas públicas y desarrollo productivo en América Latina*, pp. 257-292. Santiago de Chile: Cepal.

Ríos, H. & Marroquín, J. (2013). Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico. Evidencia regional para México. En *Contaduría y Administración*, 58(3), pp. 11-37.

Romij, H. (1999). *Acquisition of Technological Capability in Small Firms in Developing Countries*. United States of America: St. Martin's Press.

Ros, J. (2004). *La teoría del desarrollo y la economía del crecimiento*. México: FCE, CIDE.

Ruíz, C. (2016). *Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México*. México: Friedrich Ebert Stiftung.

Sánchez, C. & Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. En *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2), pp. 43-60.

Sanín-Gómez, E. Arteaga, S. & Hanenine, R. (s/f). México, buen destino de inversión para la industria mundial de TI.

Select. (2013). *Taxonomía del modelo de la oferta TIC*. México: Select Estrategia.

Select. (2012). *Proyecto para el desarrollo de capacidades del clúster de Chihuahua. Reporte final*. México: Select Estrategia.

Siegel, D. (1999). Skill-Biased Technological Change: Evidence from a Firm-Level Survey. *Kalamazoo, MI: W.E. Upjohn Institute for Employment Research*.

Solleiro, J. (2015). *Estado del arte de clusters de tecnologías de la información*. México: Cambio Tec.

Steinmueller, W. (2002). Las economías basadas en el conocimiento y las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. Última visita el 28.11.2019. http://web.sistemasfce.com.ar/episteme21/Epistemologia_digital/Unidad_IV/Steinmueller_W.Edward-Las_economias_basadas_en_el_conocimiento_y_las_tecnologias_de_la_informacion_y_la_comunicacion.pdf

The International Bank for Reconstruction and Development. (2007). *Building knowledge economies: Advanced strategies for development*. Washington: World Bank.

The International Bank for Reconstruction and Development. (2006). *Korea as a knowledge economy. Evolutionary process and lessons learned*. Washington: World Bank.

Torres, R. (2016). Cap 1 Las tecnologías de la comunicación e información en las organizaciones. En *Tecnologías de la comunicación e información en las organizaciones*, pp. 13-28. México: FCA Publishing.

Torres, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. En *Journal of technology management & innovation*, 1(5), pp. 12-24.

Urgal, B., Quintás, M. & Arévalo, R. (2011). Conocimiento tecnológico, capacidad de innovación y desempeño innovador: el rol moderador del ambiente interno de la empresa. En *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14, pp. 53-66.

Valderrama, A. & Neme, O. (s/f). Efectos de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en las exportaciones manufactureras en México. En *Economía UNAM*, 8(24), pp. 99-122.

Vergara, J. (1994). Cambio tecnológico, análisis económico e historia. La aportación de Nathan Rosenberg. En *Revista de Historia Industrial*, 5, pp. 11-38.

Wagstaff, K., Cardie, C., Rogers, S. & Schroedl, S. (2001). Constrained K-means Clustering with Background Knowledge. En *Eighteenth International Conference on Machine Learning*, pp. 577-584.