

Universidad Autónoma del Estado
de México

<https://recai.uaemex.mx>

ISSN: 2007-5278

Publicación: cuatrimestral

Año: 10 No: 28

Mayo / agosto 2021

Artículo

Autores:

Juan Oscar Ollivier Fierro *

Universidad Autónoma de Chihuahua

Jesús Robles Villa

Universidad Autónoma de Chihuahua

Mauro Alberto Flores García

Universidad Autónoma de Chihuahua

Fecha recepción:

11 de octubre de 2020

Fecha aceptación:

09 de marzo de 2021

Páginas:

69 – 86

* jollivier@uach.mx

Innovación y madurez tecnológica en las empresas e instituciones mexicanas con base en la encuesta ESIDET 2017

Innovation and technological maturity in Mexican companies and institutions based on the ESIDET 2017 survey

Resumen

Este documento se enfoca en los bajos niveles de innovación en las empresas e instituciones mexicanas expresado en el registro de patentes. El objetivo del presente estudio fue conocer el impacto de las actividades de investigación y desarrollo en la capacidad de registrar patentes por empresas e instituciones mexicanas en las diferentes entidades federativas, así como analizar la distribución de esta capacidad en ellas. Se partió de los datos de la encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico ESIDET, realizada por el INEGI en 2017 a nivel nacional a 12,159 empresas y 1,045 instituciones. La variable dependiente de interés fue la capacidad de patentar y la predictora los niveles de madurez tecnológica de las organizaciones. Los resultados mostraron en la clasificación de las entidades federativas en conglomerados en función de la capacidad de patentar, una gran heterogeneidad en el número de organizaciones con madurez en la gestión tecnológica para registrar patentes, con una fuerte concentración en la CDMX. El análisis de regresión lineal múltiple mostró que la capacidad de registrar patentes está en función de la capacidad de asimilar y modificar tecnologías, lo cual es congruente con la tendencia de la innovación abierta, empleando las fuentes externas de conocimiento.

Palabras clave: investigación y desarrollo, innovación, capacidad de patentar, madurez tecnológica.

Abstract

This study focuses on the low levels of innovation in Mexican companies and institutions expressed in the patent registry. The objective of this study was to know the impact of research and development activities on the ability to register patents by Mexican companies and institutions in the different states, as well as to analyze the distribution of this ability in them. The study was based on data from the survey on research and technological development ESIDET, carried out by INEGI in 2017 at the national level to 12,159 companies and 1,045 institutions. The dependent variable of interest was the ability to patent and the predictor was the level of technological maturity of organizations. The results showed in the classification of the federative entities in conglomerates according to the capacity to patent, a great heterogeneity in the number of organizations with maturity in the technological management to register patents, with a strong

concentration in the CDMX. Multiple linear regression analysis showed that the ability to register patents is a function of the ability to assimilate and modify technologies, which is congruent with the trend of open innovation, using external sources of knowledge.

Keywords: research and development, innovation, patent capacity, technological maturity.

1. Introducción

En el nuevo contexto de la economía del conocimiento y la mundialización (o globalización), de las economías, una de las principales estrategias seguidas por las empresas para incrementar su competitividad ha sido la innovación, especialmente en los países con sistemas basados en economías de mercado (Von Hippel, 2005).

La mayor parte de las innovaciones están basadas en avances tecnológicos y surgen normalmente de procesos de investigación y desarrollo (I+D), cuya principal motivación es el incremento en la competitividad de las empresas a través del fortalecimiento de su capacidad de innovación (Tejinder, 2010; Gazni, Sugimoto y Didegah, 2012).

Este proceso tradicional de innovación en las empresas generalmente está basado en la innovación en los productos, que una vez al ser comercializadas en los mercados adquieren el nombre de innovaciones (i), de tal forma que sumado a la investigación y desarrollo (I+D), este proceso completo se representa con las siglas I+D+i. Adicionalmente a estas innovaciones en los productos, están las innovaciones reconocidas por el Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en los procesos, la mercadotecnia y la organización (OCDE, 2005).

Cabe notar, que para el presente estudio la innovación fue considerada a través de uno de sus indicadores principales, que es la capacidad de registrar patentes, siendo este indicador uno de los resultados más comunes de la innovación en el ámbito de la industria. Dicho de otra forma, con el fin de tener una variable mensurable de la innovación, se seleccionó la “capacidad de patentar”, como un indicador de la capacidad de innovar de las empresas e instituciones.

Como antecedente sobre la capacidad de patentar, en un estudio de William Maloney del Banco Mundial, encontró en el período de la segunda revolución industrial en los E.U.A., una estrecha correlación entre el número de ingenieros y la capacidad de patentar innovaciones en productos, lo cual en alguna medida explica la brecha actual en esta capacidad de esta nación con los países de Latinoamérica (Maloney y Valencia, 2017).

Dado lo anterior, el tema elegido fue la capacidad de registrar patentes de las empresas e instituciones mexicanas, motivado por los escasos resultados en este rubro, tal como lo muestra el Índice Mundial de Innovación 2020, publicado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, OMPI (WIPO por sus siglas en inglés),

México se encuentra en el lugar 55 en este índice en el concierto mundial de países (OMPI, 2020), el cual se considera sumamente bajo en relación con el tamaño de su economía en dicho concierto, de ahí la importancia del presente trabajo, de analizar la capacidad de patentar como uno de los factores que inciden en este índice de innovación.

Por otra parte, la secuencia lógica del proceso que conduce a la innovación, particularmente en productos que se patentan, pasa por la investigación y desarrollo (I+D), por ello el problema de investigación del presente estudio fue básicamente, el impacto de las actividades de investigación y desarrollo en la capacidad de patentar en las empresas e instituciones mexicanas en las diferentes regiones del país, lo cual lleva a la pregunta general de investigación, ¿Cuál es el efecto en la capacidad de patentar como resultado de las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo por empresas e instituciones mexicanas, de acuerdo con las regiones donde se encuentran?, la cual se puede desagregar en las siguientes preguntas específicas:

¿Cómo se encuentra en las diferentes entidades federativas el nivel de madurez tecnológico en la capacidad de patentar de las empresas e instituciones?

¿Cómo está distribuido por regiones el nivel de madurez tecnológico en la capacidad de patentar de las empresas e instituciones en México?

¿Cuáles son los principales factores que determinan la capacidad de patentar de las empresas e instituciones en México?

En congruencia con lo anterior, el objetivo general del presente estudio fue conocer el impacto de las actividades de investigación y desarrollo en la innovación expresada en la capacidad de patentar en las empresas e instituciones mexicanas de acuerdo con la región donde se encuentran. De aquí que los objetivos específicos fueron:

- OE1. Identificar el número de empresas e instituciones en cada una de las entidades federativas del país de acuerdo a los niveles de madurez tecnológica, empleados por el INEGI.
- OE2. Clasificar con la técnica de conglomerados (clusters), las regiones del país en función del indicador de las empresas e instituciones con capacidad de patentar.
- OE3. Identificar la relación entre las empresas e instituciones con capacidad de patentar con los diferentes niveles de madurez tecnológica y variables relacionadas.

La justificación del presente estudio será aportar elementos para la comprensión del proceso de innovación, expresada en la capacidad de patentar, en las diferentes regiones de México, así como las variables que lo determinan, lo cual a su vez puede ser de utilidad para el diseño de políticas públicas regionales y estrategias de cámaras y empresas.

Por otra parte, se ha observado que las empresas que alcanzan un mayor nivel de madurez tecnológica son las empresas que tienen departamentos técnicos dedicados a la documentación de procesos productivos e investigación y desarrollo, así como la capacidad de patentar está en función de la capacidad de asimilar, adaptar y modificar tecnologías, por lo que se plantea la siguiente hipótesis,

H1: En las empresas existe una estrecha relación entre la capacidad de patentar con la capacidad de adaptar y modificar las tecnologías de fuentes externas.

Los supuestos de los que parte esta investigación son: i) a pesar de que la economía mexicana se encuentra entre las 15 mayores del mundo, su capacidad de innovación, medida a través de las patentes se encuentra muy por debajo de este lugar; ii) la falta de organización de las actividades de innovación en el país por medio de Sistemas Regionales de Innovación acordes a cada región.

Las limitaciones del estudio están esencialmente relacionadas con la cobertura y veracidad de las respuestas de la encuesta ESIDET 2017 (INEGI, 2017) por parte de las empresas e instituciones y por otra parte su limitación geográfica y temporal es que esta encuesta se refiere únicamente a México en el año 2017, lo cual limita su capacidad de generalizar, aun cuando existen un gran número de países con problemática similar en este campo.

Las principales partes en las que se estructura este trabajo son, una breve introducción que plantea antecedentes, problema de investigación, objetivos, justificación, hipótesis, supuestos y limitaciones del estudio, seguidos de una revisión de literatura, algunas definiciones conceptuales, las principales teorías de la innovación y los esfuerzos que realizan los gobiernos a través de los sistemas de innovación. Posteriormente se describe el método seguido, basado en los datos de la encuesta ESIDET 2017, en los resultados se muestran los niveles de maduración tecnológica considerada por el INEGI haciendo una clasificación de las entidades federativas en función de la capacidad de patentar y por medio de un análisis de regresión lineal múltiple de esta misma capacidad empleando el software SPSS, finalmente se extraen las principales conclusiones y recomendaciones.

Cabe notar que el presente estudio se enfoca en la capacidad de las innovaciones de tipo tecnológico (tangibles), las más comúnmente tratadas en el ámbito de la industria y que se reflejan en el registro de patentes, pero también existen las innovaciones no tecnológicas, que generalmente no son objeto de patentes y que se desarrollan mayoritariamente en el ámbito del sector de los servicios (Ollivier, Martínez y Álvarez, 2017).

2. Eje teórico

La definición de innovación que se considera para el presente estudio es la expresada por el INEGI (2017), en el glosario de la encuesta ESIDET 2017, como:

“la introducción en el mercado de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio) o proceso (incluye método). Algunas innovaciones son resultado de proyectos de innovación bien definidos, que incluyen investigación y desarrollo tecnológico como uno de sus insumos, mientras que otras innovaciones son resultado de mejoras rutinarias, ideas espontáneas, u otros factores no sistemáticos que llevan a la empresa a desarrollar nuevos productos o procesos o a la mejora sustancial de los mismos.”

Por otra parte, el esquema tradicional del proceso de innovación en las empresas manufactureras, generalmente está basado en la innovación tecnológica en los productos que se genera en las áreas de investigación y desarrollo (I+D), que posteriormente al ser introducidos a los mercados de acuerdo con la definición de Schumpeter (1934), se convierten en innovaciones (i), cuyas ventas deben proporcionar los retornos de las inversiones efectuadas en I+D, de ahí que comúnmente este proceso completo se representa con las siglas I+D+i. En esta teoría conocida como la “destrucción creativa” que genera toda innovación, siendo el agente innovador el empresario (Schumpeter, 1934).

Sin embargo, además de estas innovaciones en los productos, están las innovaciones en los procesos, cuya principal diferencia es que normalmente estas últimas no se introducen en los mercados (salvo la venta de licencias de fabricación o Know How), sino que más bien están orientadas a mejorar los procesos de producción de la propia empresa, como puede ser para incrementar su eficiencia o productividad y/o la calidad de los productos para incrementar su competitividad. Posteriormente se suma a estos dos tipos de innovación, las realizadas en la mercadotecnia y en la organización, de tal forma que estos cuatro tipos de innovación: producto; proceso; mercadotecnia; y organización, son los reconocidos por el Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2005).

La literatura sobre el tema presenta trabajos que indican una relación positiva entre las innovaciones y el crecimiento económico de un país (Laal, 2013), por lo que la mayoría de las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología tienen como objetivo incrementar la capacidad de innovar de las naciones fomentando la inversión del sector privado en I+D+i, por medio de programas ad hoc y estímulos generalmente fiscales a las empresas (Chen y Vang 2008; Niosi, 2010; Vivarelli, 2014).

Para el fomento de la innovación, la estrategia seguida por los gobiernos es la implementación de los sistemas nacionales de innovación (SNI) o regionales (SRI), siguiendo generalmente un modelo en el que participan las tres partes, los gobiernos, las empresas y las universidades, denominado por ello la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998), inspirado en el caso de las empresas de Silicon Valley, la Universidad de Stanford y el Gobierno de California en los E.U.A. Este modelo orientado a la innovación, con sus respectivas adecuaciones ha sido implantado en diferentes países o regiones y mostrado en general su éxito (Cheng, Lin y Chu, 2013).

De manera alterna al esquema de la Triple Hélice, que parte del principio de la cercanía geográfica, se ha desarrollado otro modelo denominado de la innovación abierta que parte del principio del uso intensivo de las comunicaciones por la red de Internet, para acceder a información generada por fuentes externas a nivel mundial, en oposición al uso exclusivo de los recursos internos de la empresa, como tradicionalmente se realizaba (Chesbrough, 2003).

Este uso intensivo de la red de Internet también facilita las alianzas de cooperación con otras organizaciones como son proveedores, clientes, instituciones de educación superior (IES), Centros de investigación, etc., para llevar a cabo proyectos relacionados a la innovación con intereses comunes (Lei, 2003; Jasso, 2004; Liu y Wang, 2013). Desde el punto de vista tanto de la innovación abierta como de las posibilidades de alianzas y esquemas de cooperación, dada la asequibilidad por medio de la red para todo el espectro de empresas, se puede ver como una democratización del proceso de innovación que introduce un elemento adicional a la competitividad (Ramírez-Montoya y García-Peñalvo, 2018).

No obstante en el caso de América Latina, este modelo de la Triple Hélice que surge en una cultura anglo sajona, no ha tenido el éxito esperado en los países de cultura latina, debido en buena parte a que los resultados de la investigación tanto en las instituciones de educación superior (IES), como en los Centros de Investigación, en general no corresponde a las necesidades industriales, sociales y de mercado locales, sino que responde a los criterios oficiales de evaluación de los investigadores, como son las publicaciones en revistas arbitradas reconocidas por índices internacionales y a la formación de recursos humanos (Quintanilla y Maltrás, 1992; Solleiro, 2009).

En el caso de México, uno de los principales obstáculos en los esfuerzos del gobierno para fomentar la innovación es la fuerte polarización de la estructura productiva, por una parte, están las grandes empresas nacionales y multinacionales y por otro, un gran número de pymes generalmente ajenas al proceso de innovación, sumado a la escasa oferta financiera y de capital de riesgo que se traduce en bajos niveles de la inversión en I+D+i (Carrillo, Hualde y Villavicencio, 2012).

Por otra parte, dada la gran heterogeneidad de las diferentes regiones de México, los investigadores Valdez-Lafarga y León-Balderrama (2015), llevan a cabo una taxonomía de los sistemas de innovación seguidos por las 32 entidades federativas, con la técnica de conglomerados, en función de su similitud de las principales actividades (o dimensiones), de innovación, resultando la agrupación de seis Sistemas Regionales de Innovación, con grandes diferencias entre ellos¹.

La principal ventaja de este enfoque de clasificar en regiones las actividades de innovación es poder visualizar el país, conformado por regiones no homogéneas que

¹Las ocho dimensiones que se consideraron para esta agrupación por conglomerados fueron: 1) Condiciones de mercado; 2) Desarrollo institucional; 3) Inversión en intangibles y capital físico; 4) Conocimiento científico; 5) Estructura productiva; 6) Comunicación externa; 7) Capacidad de difusión; y 8) Innovación.

pueden tener su propio sistema de gobernanza. Por otra parte, se ha visto que una de las formas de estudiar la innovación ha sido la clasificación taxonómica, cuyo propósito es maximizar las diferencias entre grupos y las similitudes entre los miembros del grupo (Valdez-Lafarga y León-Balderrama, 2015).

Estas grandes diferencias en los sistemas de innovación en las entidades federativas han sido incorporadas por el INEGI en la encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico (ESIDET), la más reciente en 2017, la cual es empleada como la base del presente estudio.

De los diferentes enfoques de la innovación presentados por las teorías antes mencionadas, los más importantes que dan fundamento teórico al presente estudio, son: i) el análisis taxonómico de los conglomerados en función de algún indicador de la innovación de los investigadores de Valdez y León (2015); ii) la teoría de la innovación abierta de Chesbrough (2003); y la teoría de las alianzas y cooperación de Jasso (2004), entre otros.

3. Método

Se trata de una investigación de tipo aplicada, empírica, no experimental, transversal, con enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y relacional.

En su diseño se considera como fuente primaria de los datos, la encuesta realizada por el INEGI sobre investigación y desarrollo tecnológico en 2017, denominada ESIDET 2017, realizada a empresas e instituciones mexicanas, considerando 58,947 de ellas, que se encuentra en el siguiente enlace, (<https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017>).

La aportación metodológica que hace el presente estudio es a partir de estos datos, realizar algunos análisis como fueron, por una parte, la clasificación por conglomerados de las entidades federativas en función de una variable seleccionada, en este caso la capacidad de patentar y por otra, el modelo de regresión lineal múltiple considerando esta misma variable como dependiente para identificar su determinación por parte de las variables predictoras (o independientes), seleccionadas.

En cuanto a las unidades de análisis o sujetos, esta encuesta es realizada a empresas con 20 o más empleados, instituciones de educación superior (IES), organizaciones de la sociedad civil (OSC) y gobiernos cuyo marco muestral y la muestra seleccionada se presentan en las tablas siguientes (INEGI-CONACYT, 2017).

Tabla 1. Marco muestral de las distintas organizaciones

<i>Organización</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Porcentaje</i>
Empresas	57,746	97.9%
Instituciones de educación superior	561	0.95%
Organizaciones de la sociedad civil	498	0.84%
Dependencias de Gobierno	142	0.24%
Suma	58,947	100%

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

De este marco muestral se tomó una muestra de las empresas con un nivel de confianza del 95%; un error relativo del 9% y una tasa de no respuesta máxima del 20%, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Muestra de empresas (sector productivo) e instituciones IES, OSC y gobiernos

<i>Sector</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tasa de no respuesta</i>	<i>Muestra recuperada</i>
Productivo	14,721	17.4%	12,159
Instituciones	1,201	13.0%	1,045
Suma	15,766		13,204

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

Las principales variables fueron,

- La madurez tecnológica, medida a través de los siguientes seis niveles en orden ascendente.

1º Adquiere licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo para ampliar o actualizar sus procesos de producción y la pone en marcha sin modificaciones

2º Adquiere licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo, y las asimila al documentar los aspectos relacionados con estas tecnologías

3º Adapta y modifica las tecnologías sobre productos o procesos, maquinaria o equipo adquiridos con la finalidad de establecer mayores niveles de eficiencia en la producción

4º Genera o desarrolla tecnología propia para el uso exclusivo de la empresa o de empresas del mismo grupo al que pertenece

5º Patenta los productos o tecnologías desarrolladas

6º Además de generar o desarrollar tecnología propia, la empresa vende la tecnología a otras empresas

- La existencia de un departamento técnico para documentar procesos de producción.
- La cantidad de personas que laboran en estos departamentos.
- El porcentaje de productos nuevos en las ventas.

El instrumento es el cuestionario a través del cual el INEGI realizó la encuesta que se encuentra disponible en el siguiente enlace, (https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/esidet/2017/doc/Cuestionario_ESID_ET2017.pdf).

4. Resultados y discusión

Los principales resultados descriptivos de las variables tomadas para el presente estudio para las 32 entidades federativas, se muestran en las siguientes tablas. En la tabla 3 se presentan los principales parámetros en la cantidad de empresas e instituciones y los trabajadores en ellas en las 32 entidades federativas.

Tabla 3. Parámetros descriptivos de la cantidad de empresas y trabajadores de la muestra para las 32 Entidades Federativas

	<i>N</i>	<i>Valor mínimo</i>	<i>Valor máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
Empresas e instituciones	32	37	6,998	481.38	1212.841
Trabajadores	32	24,547	2,574,966	252,960.97	458,709.436

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

Se observa que, de las 13,204 empresas e instituciones de la muestra, la media por entidad federativa es de 481.38 organizaciones, con una gran dispersión dada la heterogeneidad de su establecimiento en los diferentes estados, expresado en el rango entre el valor máximo y mínimo y un alto coeficiente de variación CV de 2.52. Esta dispersión igualmente se ve reflejada en menor medida en el número de trabajadores, con una media de 252,961 por entidad federativa.

En cuanto a las variables seleccionadas relativas a la existencia de un departamento técnico para documentar procesos de producción, el personal que labora en ellos y el porcentaje en las ventas de productos nuevos, se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros descriptivos de la cantidad de empresas e instituciones que tienen un departamento técnico (DT), para documentar procesos de producción, el personal que emplean en estos departamentos y el porcentaje de las ventas de productos nuevos (%MPN), de la muestra para las 32 Entidades Federativas

	<i>N</i>	<i>Valor mínimo</i>	<i>Valor máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>
Dpto.Tec.*	32	23.00	995.00	296.19	295.18
Personal	32	110.00	11188.00	2277.87	2685.04
%V.P.N.**	32	.00	86.00	21.4344	18.76

Notas: * Empresas con un departamento técnico para documentar procesos de producción.

** Porcentaje de las ventas de productos nuevos

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

Se observa, por una parte, que la media de la existencia de departamentos técnicos 296.2 corresponde a 61.5 % de la media que es de 481.38 empresas e instituciones con más de 20 empleados de la muestra y por otra parte el número medio de personal es de 7.7 trabajadores en estos departamentos. Igualmente, se observa que sólo 21.43% de las ventas de estas empresas corresponden a productos nuevos.

En cuanto al número de empresas e instituciones que poseen estos niveles en las 32 entidades federativas, se muestran los principales parámetros, como son, la media y la dispersión en la tabla 5.

Tabla 5. Parámetros descriptivos de la cantidad de empresas e instituciones en los seis niveles de madurez tecnológica de la muestra para las 32 Entidades Federativas

	<i>N</i>	<i>Valor mín.</i>	<i>Valor máx.</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Empresas</i>
Nivel 1	32	16	789	143.43	158.84	4 591
Nivel 2	32	12	564	92.34	107.04	2 957
Nivel 3	32	18	813	164.56	173.79	5 266
Nivel 4	30	0	780	114.33	161.67	3 443
Nivel 5	23	0	269	38.88	57.80	991
Nivel 6	21	0	299	25.40	55.30	854

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

De manera general, se observa un valor decreciente en el número de empresas e instituciones a medida que se incrementa el nivel de madurez tecnológica, con la excepción del nivel 3, que tiene un número mayor de empresas que los niveles 1 y 2, lo cual indica que son más las empresas e instituciones que adaptan y modifican la tecnología que las que adquieren licencias sobre productos o procesos. Por otra parte, esta situación de tener un mayor número de empresas en un nivel de complejidad mayor que en los menores, rompe con la lógica de una escala progresiva lineal.

En esta misma Tabla 5, se puede observar a través de la relación entre la media y la desviación estándar, la gran heterogeneidad en el país en el número de empresas e instituciones en los seis niveles de madurez tecnológica, debido principalmente a la conocida gran diversidad cultural, económica, industrial y en consecuencia tecnológica que caracteriza a las diferentes regiones del país, por lo que se decidió profundizar en el análisis de este fenómeno con el fin de identificar en cada una de las 32 entidades federativas las empresas o instituciones en los distintos niveles de madurez tecnológica, particularmente en los niveles mayores o más avanzados, lo cual se presenta en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6. Cantidad de empresas e instituciones en cada uno de los seis niveles de madurez tecnológica, por entidad federativa

Estado	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Aguascalientes	97	67	102	40	9	17
Baja California	179	117	174	100	22	20
Baja California Sur	23	25	41	11		
Campeche	56	47	50	15		11
Coahuila	177	96	162	103	29	14
Colima	55	36	37	18		14
Chiapas	61	46	45	20	10	
Chihuahua	157	126	192	188	36	116
Distrito Federal	789	564	813	780	269	299
Durango	75	33	73	34	4	
Guanajuato	439	199	403	181	102	22
Guerrero	18	12	18			
Hidalgo	72	40	76	45	9	
Jalisco	309	254	484	348	120	52
México	347	197	368	306	92	64
Michoacán	118	70	150	46	6	13
Morelos	32	22	132	44	15	9
Nayarit	16	25	36			
Nuevo León	364	237	461	401	70	32
Oaxaca	137	37	37	32		
Puebla	188	98	189	158	24	33
Querétaro	133	81	140	94	32	17
Quintana Roo	28	30	25	9	13	
San Luis Potosí	108	77	140	86	18	9
Sinaloa	92	88	128	44	27	12
Sonora	72	86	259	23		5
Tabasco	34	21	19	19		
Tamaulipas	110	37	163	90	33	31
Tlaxcala	31	27	33	14	7	10
Veracruz	119	85	192	60	16	
Yucatán	125	53	76	101	9	13
Zacatecas	29	22	48	20		

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

En la tabla 6, se observa la heterogeneidad antes mencionada en el país en el hecho de que en algunos estados no cuentan con empresas e instituciones en los niveles 4, 5 y 6, mientras que en la CDMX cuenta con 780, 269 y 299 respectivamente con estos niveles. Una posible explicación a este fenómeno es que en la CDMX se concentran un gran número de instituciones educativas que realizan investigación, como son la UNAM, el IPN, la UAM, etc.

Con el fin de analizar esta heterogeneidad, se emplea la técnica de clasificación por conglomerados (clusters) de “k-medias”, en función del nivel cinco de madurez tecnológica que es el relacionado con la capacidad de patentar. Cabe mencionar que, en los estados en los que no aparecen organizaciones es debido a que no se proporcionó información.

Tomando como referencia la definición del INEGI, del nivel cinco referido a las patentes tecnológicas, es cuando la empresa e institución no solo tiene la capacidad de diseñar y desarrollar nuevas tecnologías, sino que además estas tecnologías tienen la novedad suficiente que pueden ser patentadas tanto en México como en el extranjero. Por otra parte, este es un indicador de la intensidad de innovación de la empresa comúnmente empleado.

A continuación, se presenta en la tabla 7 la clasificación de las entidades federativas en conglomerados o clusters en función al nivel de madurez tecnológico cinco que corresponde a la capacidad de las empresas e instituciones de registrar patentes.

Tabla 7. Clasificación de Entidades Federativas agrupadas en seis conglomerados (cluster), considerando la variable de clasificación de empresas con el nivel 5 de madurez tecnológica “Patenta los productos o tecnología desarrollada”, por entidad federativa, donde el centro del cluster es expresado en empresas e instituciones

Cluster 1 (centro 8.17)	Cluster 2 (centro 27.6)	Cluster 3 (centro 70)	Cluster 4 (centro 97)	Cluster 5 (centro 120)	Cluster 6 (centro 269)
Aguascalientes Chiapas Durango Guerrero Hidalgo Michoacán Morelos Oaxaca Quintana Roo Tlaxcala Veracruz Yucatán	Baja California Coahuila Chihuahua Puebla Querétaro Sn. Luis Potosí Sinaloa Tamaulipas	Nuevo León	Guanajuato México	Jalisco	Ciudad de México

Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

Con el fin de explorar los posibles factores de los que depende la capacidad de registrar patentes, se analiza un modelo de regresión lineal teniendo la variable dependiente las empresas que patentan que corresponde al nivel cinco (N5) y como predictoras (independientes), las empresas en los cuatro niveles precedentes, el porcentaje en las ventas de productos nuevos y la existencia de un departamento técnico (DT).

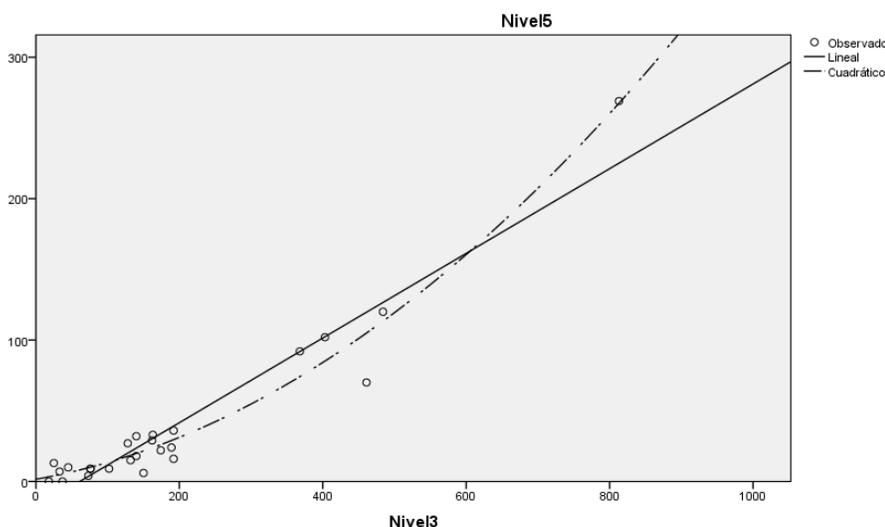
Empleando en el SPSS el método hacia atrás (backward) en la regresión lineal, se detectó colinealidad en los niveles 1, 2, 4 y en el porcentaje en las ventas de productos nuevos, por lo que fueron eliminadas, quedando el modelo con un coeficiente de determinación R^2 ajustado de 0.871 de la siguiente ecuación (1) para las empresas e instituciones en el nivel cinco que son las que tienen capacidad de patentar los productos o tecnologías desarrolladas.

$$\text{Empresas N5} = -0.8201 + 0.043 \text{ DT} + 0.136 \text{ Empresas N3} \quad (1)$$

En este modelo de la ecuación (1), los valores de las betas estandarizadas de las variables predictoras son, DT de 0.397 y la de N3 de 0.552 ($P < 0.05$), lo cual indica que es ligeramente mayor la importancia del nivel 3, el cual corresponde a las empresas e instituciones que adaptan y modifican las tecnologías sobre productos o procesos, maquinaria o equipo adquiridos con la finalidad de establecer mayores niveles de eficiencia en la producción, que la existencia de un departamento técnico.

En función de lo anterior, con el fin de analizar la relación entre el nivel 5 y el nivel 3, a continuación, se muestra el diagrama de dispersión entre la variable N5 y la variable N3.

Figura 1: Diagrama de dispersión entre las variables Nivel 5 y Nivel 3, mostrando curvas lineal y cuadrática



Fuente: Elaboración propia con base a ESIDET 2017

Los valores de la R2 en el caso de: i) la curva lineal es de 0.91 ($P < 0.01$); ii) la curva cuadrática es de 0.963 ($P < 0.01$). En consecuencia, el modelo que mejor explica esta relación es la relación cuadrática que tendría la siguiente expresión,

$$N5 = 1.587 + 0.9 N3 + 0.000292 N3^2 \quad (2)$$

Este modelo de la ecuación (2) significa que la capacidad de patentar varía en función cuadrática (más importante que la lineal), de la capacidad de adaptar y modificar tecnologías, que como antes se comentó está relacionada con la innovación abierta.

5. Discusión

Se observó que, dada la gran heterogeneidad de las capacidades en investigación, desarrollo e innovación en las diferentes entidades federativas del país, se consideró una estrategia de análisis de clasificación en conglomerados en función de la capacidad de patentar (N5), considerada como un indicador de la capacidad de innovar.

Esta dispersión en la capacidad de patentar, se muestra en el número desigual de entidades federativas en los seis clusters mostrados en la Tabla 7, de tal forma que en un extremo en el cluster 1 se tienen 12 entidades federativas con una media de 8.17 empresas e instituciones con capacidad de patentar (N5) y en el otro extremo en el cluster 6 se compone de una sola entidad federativa que es la CDMX con 269 empresas con esta capacidad.

Por otra parte el análisis de regresión mostró en la ecuación (1), que la variable que determina con mayor peso las empresas con capacidad de patentar, son las empresas e instituciones en el nivel 3 que adaptan y modifican tecnologías sobre productos o procesos, lo cual permite probar la hipótesis H1 con un 95% de probabilidad: H1: En las empresas e instituciones existe una estrecha relación entre la capacidad de patentar con la capacidad de adaptar y modificar las tecnologías de fuentes externas. Este resultado sugiere la importancia que reviste la innovación abierta en el proceso de patentar.

6. Conclusiones y recomendaciones

De los resultados anteriores, se pueden extraer las siguientes conclusiones en el orden de los objetivos específicos, partiendo del análisis de los datos de la encuesta ESIDET 2017 realizada por el INEGI.

- Se encontró una gran heterogeneidad en el número de empresas e instituciones en función de los niveles de madurez tecnológica, lo cual se pone de relieve en la Tabla 6 donde se muestra la distribución de empresas

e instituciones con los diferentes niveles de madurez tecnológica en las entidades federativas del país.

- La clasificación por conglomerados en la Tabla 7 permite analizar estadísticamente al poner de relieve esta gran heterogeneidad en el número de empresas e instituciones con capacidad de patentar y su distribución en diferentes regiones de México.
- El análisis de regresión múltiple del modelo de la ecuación (1), permitió poner de relieve que la variable predictora de mayor peso en la capacidad de las empresas e instituciones de patentar es la capacidad de asimilar y modificar tecnologías, correspondiente al nivel tres, lo cual muestra la importancia de los procesos de innovación abierta,

Como conclusión general se puso de relieve, por una parte, la gran heterogeneidad de los niveles de madurez tecnológica en de las empresas e instituciones de las entidades federativas del país con una fuerte concentración en la CDMX y por otra, la relación positiva de la capacidad de patentar con la capacidad de asimilar y modificar tecnologías, relacionada a la innovación abierta.

De esta forma, la contribución del presente estudio fue de permitir una mayor comprensión de la distribución de las capacidades tecnológicas en un país en desarrollo como es México, caracterizado por una gran diversidad cultural y económica en las diferentes regiones del país.

Recomendaciones

Una recomendación importante que resulta del presente estudio es que las políticas públicas de fomento a la investigación, desarrollo e innovación de las empresas e instituciones deben estar regionalizadas, es decir adecuadas a las características de cada región debido a la gran dispersión en sus características y capacidades, por lo que se sugiere que estas políticas sean operadas a través de diferentes Sistemas Regionales de Innovación (SRI), estudiadas y diseñadas de acuerdo a las características y capacidades de las empresas e instituciones de cada región, lo cual se propone como un estudio futuro.

7. Referencias

- Carrillo, J., Hualde, A. y Villavicencio, D. (2012). *Dilemas de Innovación en México: Dinámicas sectoriales, territoriales, e institucionales*. México: Carrillo.
- Chen, Y. y Vang, J. (2008). MNCs, global innovation networks and developing countries: Insights from Motorola in China. *International Journal of Business and Management Science*, 1(1), 11-30.
- Cheng, Ch., Lin, Y. y Chu, P. (2013). Facilitators of national innovation policy in a SME-dominated country: A case study of Taiwan. *Innovation: Management, policy & practice* 15(4), 405–415. <https://doi.org/10.5172/imp.2013.15.4.405>

- Chesbrough, HW. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. EE.UU.: Harvard Business School Press.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1998). The endless transition: A 'triple helix' of university industry-government relations. *Minerva*, 36(3), 203–208.
- Gazni, A., Sugimoto, C. y Didegah, F. (2012). Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(2), 323–335. DOI: 10.1002/asi.21688.
- INEGI (2017). *Términos de Referencia*, Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico ESIDET 2017. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017>
- INEGI-CONACYT (2017). *Documento de Diseño Muestral*, Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico ESIDET 2017. México: INEGI.
- Jasso, J. (2004). *La Empresa y el Entorno de la Innovación: Vinculación, Redes y Sistemas de Innovación. El Valor de la Tecnología en el Siglo XXI*. México: Fondo Editorial FCA, UNAM.
- Laal, M. (2013). Lifelong Learning and technology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 83,980-984.
- Lei, D. (2003). Competition, cooperation and learning: The new dynamics of strategy and organization design for the innovation net. *International Journal of Technology Management*, 26(7), 694-716. DOI: 10.1504 / IJTM.2003.003452
- Liu, Z. y Wang, D. (2013). Analysis of profit allocation in technology innovation alliance game model of industrial chain. *Canadian Social Science*, 9(2), 68-78.
- Maloney, F. y Valencia, F. (2017). Engineering Growth: Innovative Capacity and Development in the Americas (February 20, 2017). *CESifo Working Paper Series No. 6339*. <https://ssrn.com/abstract=2932756>.
- Niosi, J. (2010). Rethinking science, technology and innovation (STI) institutions in developing countries. *Innovation: Management, Policy & Practice* 12, 250–268. DOI: 10.5172 / impp.12.3.250
- OCDE (2005). *Manual de Oslo*. Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación. México: OCDE.
- Ollivier, J., Martínez, H. y Álvarez J. (2017). La innovación en empresas de los sectores industrial y de servicios: Caso Ciudad de Chihuahua, México. *Nova Rua*, 8 (15), 9-25.

- OMPI (2020). Índice Mundial de Innovación 2020. Organización Mundial de la propiedad Intelectual. WIPO, PR/2020/860. https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2020/article_0017.html.
- Quintanilla, M. y Maltrás, B. (1992). La estructura de la producción científica en España (1981-1989) y las prioridades del plan nacional. *Revista Arbor*, 554, 107-130.
- Ramírez-Montoya, M. y García-Peñalvo, F. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar*, 54, 9-18.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Solleiro, J. (2009). *Gestión del Conocimiento en Centros de Investigación y Desarrollo de México, Brasil y Chile*. México: FLACSO.
- Tejinder, S. (2010). Innovations and development. Role of innovation in growth of countries. *Perspectives of Innovations, Economics & Business*. 4(1), 15-17.
- Valdez-Lafarga, C. y León-Balderrama, J. (2015). Hacia una taxonomía de los sistemas regionales de innovación en México. *Economía, Sociedad y Territorio*. 15 (48), 517-553.
- Vivarelli, M. (2014). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature. *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.