

número **03**

COLECCIÓN
DE CUADERNOS
DE INVESTIGACIÓN DEL IPPG

Víctor G. Carreón Rodríguez

Análisis de capacidades de innovación en empresas
en cuatro entidades federativas del país
Estado de México, Querétaro,
San Luis Potosí y Tlaxcala



CUCEA

El mejor lugar para el talento

**Análisis de capacidades de innovación
en empresas en cuatro entidades federativas del país
Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala**



CUCEA

El mejor lugar para el talento

iipppg

Instituto de Investigación
en Políticas Públicas
y Gobierno

**Análisis de capacidades de innovación en empresas
en cuatro entidades federativas del país
Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala**

Víctor G. Carreón Rodríguez*

Agosto 2023

* Investigador del Laboratorio Nacional de Políticas Públicas del CIDE.

La colección de Cuadernos de Investigación del Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno es un medio para difundir avances de trabajos de la agenda del Instituto. La idea es permitir a los autores recibir comentarios antes de su publicación en algún medio científico editorial.

Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno
Edificio B 202, Periférico Norte No. 799,
Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100,
Zapopan, Jalisco, México.
33 3770 3412 y 33 3770 3300 ext. 25812
<https://iippg.cucea.udg.mx>

Contenido

CAPÍTULO 1.

Experiencias exitosas en sistemas regionales de innovación.....	9
1.1. Experiencias exitosas a nivel país.....	9
1.1.1. Corea	9
1.1.2. Irlanda	11
1.1.3. Israel.....	12
1.2. Experiencias exitosas a nivel ciudad	13
1.2.1. Ámsterdam	13
1.2.2. Barcelona.....	13
1.2.3. Mánchester.....	13

CAPÍTULO 2.

Innovación y desarrollo tecnológico en Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala	15
2.1. Contexto nacional.....	15
2.2. Estado de México.....	19
2.3. Querétaro	23
2.4. San Luis Potosí.....	24
2.5. Tlaxcala.....	29

CAPÍTULO 3.

Propuestas de política pública.....	33
3.1. Escenarios	34
3.1.1. Escenario 1: Inercial.....	34
3.1.2. Escenario 2: Iniciativas incipientes e integración parcial	35
3.1.3. Escenario 3. Visión de futuro y construcción de un proyecto estatal/regional	36
3.2. Propuestas de política pública.....	36
3.2.1. Propuestas transversales	36
3.2.2. Propuestas de política pública focalizadas.....	37

Anexo 1.	
Redes neuronales.....	39
A1.1. Introducción.....	39
Anexo A	
Nuevas tecnologías	40
Referencias	41

CAPÍTULO 1.

Experiencias exitosas en sistemas regionales de innovación

En este capítulo se revisan experiencias exitosas en la construcción de sistemas de innovación siguiendo dos ópticas. La primera sección se centra en la revisión de tres países: Corea, Irlanda e Israel, para revisar su evolución en indicadores que reflejan el éxito en el tiempo de sus políticas. En la segunda sección se revisan los casos de tres ciudades: Ámsterdam, Barcelona y Mánchester, las cuales han diseñado estrategias interesantes para fortalecer sus ecosistemas de innovación tomando como punto de partida sus ventajas competitivas e incorporando las tendencias en materia de tecnologías disruptivas.

1.1. Experiencias exitosas a nivel país

Las variables que se revisan en esta sección son: (i) investigadores en investigación y desarrollo por cada millón de habitantes; (ii) aplicación de patentes por residentes; (iii) GIDE como proporción del PIB; y, (iv) exportaciones de alta tecnología (millones USD corrientes), para los países seleccionados. El objetivo es extraer algunas recomendaciones que se pudieran aplicar al contexto regional de nuestro país para las entidades federativas que se analizan en este documento.

1.1.1. Corea

La política diseñada en Corea se sustenta en tres ejes fundamentales, en los cuales intervienen todos los actores del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación.

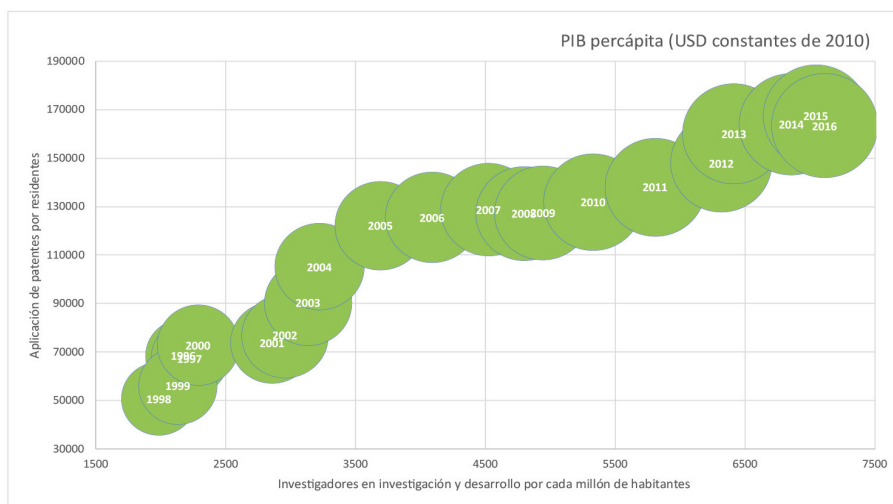
- a) *Participación del Estado*. El diseño e implementación de políticas públicas por parte del gobierno coreano fue fundamental para alcanzar el éxito, las cuales se establecieron en el “Programa Comprehensivo de Promoción de Ciencia y Tecnología (1967-1986)” y en la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Primero, la creación de institutos de investigación y desarrollo, en particular el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST, por sus siglas en inglés). Segundo, se crearon y consolidaron universidades focalizadas en ciencia e ingeniería. Tercero, se diseñó un programa de mejora de las capacidades en las escuelas técnicas. Finalmente,

se estableció un vínculo entre las áreas científicas y las áreas productivas de la economía a través del Consejo para la Economía y la Ciencia (Hwang, 2011).

- b) *Formación de capital humano de alto nivel.* Una de las claves de la política coreana es la generación de capital humano en áreas STEM. Para ello, el gobierno creó el Instituto Coreano Avanzado de Ciencia para garantizar la educación especializada que requería la estrategia de desarrollo en CTI (Hwang, 2011). Así, se priorizó la vinculación entre los sectores gubernamentales, de educación superior y privados. Por otra parte, se incentivó la investigación creativa a través del proyecto de investigación creativa, del centro nacional de investigación, del centro de investigación médica, entre otros (Hyop, 2011). Finalmente, Borja (1992) muestra con detalle los impactos positivos de las iniciativas coreanas y las pone en perspectiva comparada con Brasil y México.
- c) *Participación del sector privado.* A partir de los noventa, la política pública se focalizó en el sector privado donde el gobierno proveía los insumos y el sector privado se encargaba de implementar el desarrollo tecnológico. Por otra parte, el gobierno priorizaba el interés público de los proyectos, mientras que el sector privado se centraba en posicionarse a nivel global y obtener beneficios (Hong, 2011).

Los avances de esta política pública se muestran en la Gráfica 1.1.

GRÁFICA 1.1. DINÁMICA DEL SECTOR CTI, COREA, 1996-2016



Fuente: Estimación propia con datos de BM.

En el eje horizontal se mide el número de investigadores en actividades de investigación y desarrollo por cada millón de habitantes; en el eje vertical se mide el número

de patentes solicitadas por los residentes de Corea; y, el tamaño de los círculos mide el PIB per cápita (en dólares constantes de 2010). Así, se observa un crecimiento constante durante estos veinte años, derivado de la política implementada durante los ochenta y noventa.

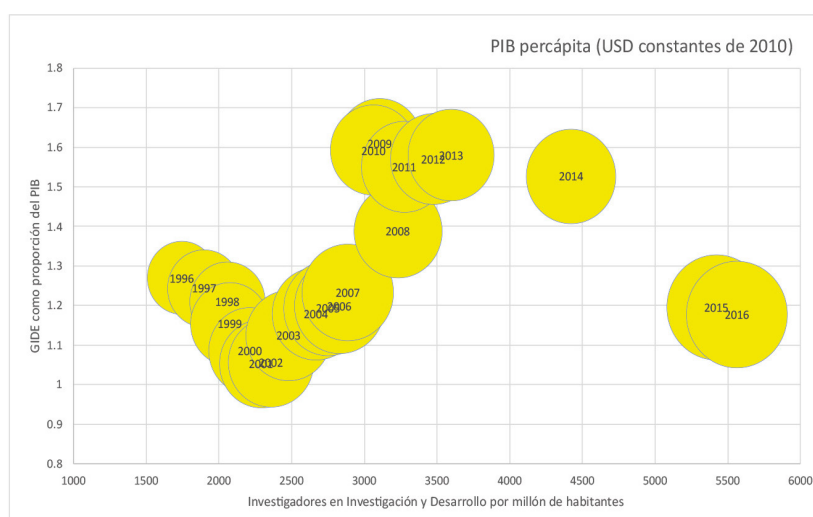
1.1.2. Irlanda

A diferencia de Corea, la estrategia en Irlanda fue diseñar apoyos directos a la industria, focalizando los sectores con una actividad tecnológica intensiva, con lo que se consiguió que la inversión privada en CTI superara a la inversión realizada por el sector público (Cassidy y Strobel, 2004). El portafolio de apoyos, basado principalmente en subsidios, tenía los siguientes componentes: (i) subsidios a la capacitación; (ii) subsidios al capital; (iii) subsidios a la compra de tecnología; (iv) subsidios a la investigación y desarrollo; y, (v) garantías y subsidios al pago de intereses (Görg y Strobl, 2007; Meyler y Strobl, 2000).

El éxito de estas iniciativas se observa en la evolución de los indicadores que reflejan las actividades de CTI en Irlanda (Gráfica 1.2). En el eje horizontal se mide el número de investigadores en actividades de investigación y desarrollo por cada millón de habitantes; en el eje vertical se mide el GIDE como proporción del PIB; y, el tamaño de los círculos mide el PIB per cápita (en dólares constantes de 2010).

Así, en este caso, también se observa un crecimiento durante estos veinte años, derivado de la política implementada, aunque con una dinámica distinta a la del caso coreano.

GRÁFICA 1.2. DINÁMICA DEL SECTOR CT, IRLANDA, 1996-2016



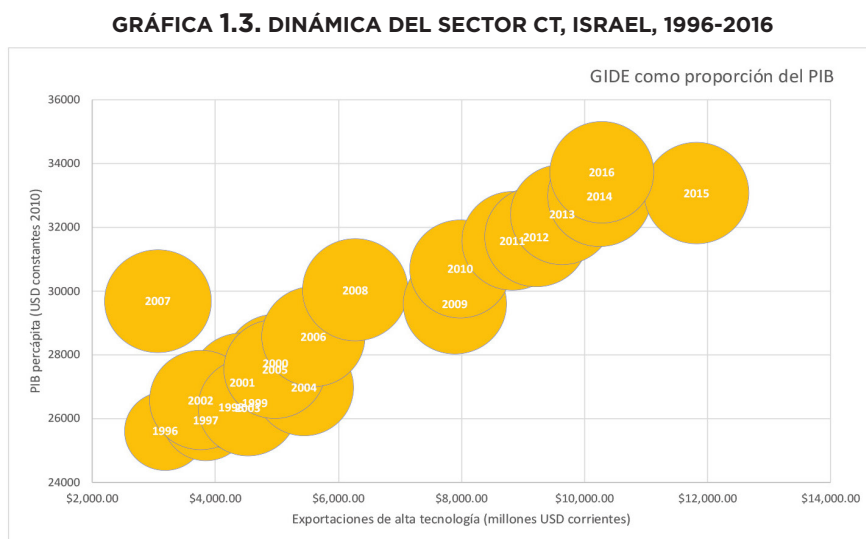
Fuente: Estimación propia con datos de BM.

1.1.3. Israel

El caso de Israel es similar al de Corea en el sentido del énfasis que se tiene en la participación del sector público en las actividades relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Por un lado, se crea la Oficina del Científico en Jefe en el Ministerio de Industria y Comercio para lanzar la señal de la importancia que tiene el sector para el estado. Por el otro, se diseñan programas para incentivar a todos los actores a participar en estas actividades. Por ejemplo, (i) programa para apoyar las actividades de investigación y desarrollo; (ii) programa para generar consorcios entre la industria y las instituciones académicas; (iii) programa de incubadoras; (iv) programa de cooperación internacional; y, (v) programas para apoyar proyectos en distintas fases del ciclo de innovación (Trajtenberg, 2002).

Al igual que Corea e Irlanda, la política sostenida en el tiempo genera beneficios que se observan en la Gráfica 1.3. En el eje horizontal se miden las exportaciones de alta tecnología (en millones de dólares corrientes); en el eje vertical se mide el PIB per cápita (en dólares constantes de 2010); y, el tamaño de los círculos mide el GIDE como proporción del PIB.

Aquí también se observa un crecimiento sostenido durante estos veinte años, con una dinámica muy similar a la del caso coreano.



Fuente: Estimación propia con datos de BM.

1.2. Experiencias exitosas a nivel ciudad

En esta sección se analizan los casos de tres ciudades que comparten características con las entidades federativas revisadas en este documento: (i) Ámsterdam; (ii) Barcelona; y, (iii) Manchester.

1.2.1. Ámsterdam

La dotación de infraestructura de comunicaciones es un elemento clave en el diseño de estrategias en ciencia, tecnología e innovación. Este es el caso de Ámsterdam. En esta región, la clave fue la conectividad portuaria, así como la presencia de una capacidad instalada de investigadores, emprendedores y empresas. Con estos insumos se diseñó una estrategia de redes de vinculación entre estos actores para generar áreas de innovación con intensidad tecnológica que aprovecharan esos recursos e infraestructura (OECD, 2013).

1.2.2. Barcelona

Barcelona es uno de los casos más estudiados en la literatura debido a sus estrategias de posicionamiento local en materia de desarrollo científico y tecnológico (CAF y OECD, 2011). Su estrategia se basa en consolidar los sectores en los cuales tiene una ventaja competitiva tradicional (moda y diseño, medios de comunicación, y comida o gastronomía), combinándola con el apoyo a sectores en los que se tiene potencial de desarrollo y posicionamiento como líderes a nivel global (biotecnología, energía y movilidad sostenibles).

Para lograr sus objetivos, se diseñaron estrategias para fomentar el emprendimiento y la innovación con base en capital humano altamente especializado; así como capacitación, asesoría y seguimiento a personas que ya tienen un emprendimiento o que quieren comenzar con alguno. Finalmente, se tiene un plan de visibilidad, vinculación y asesorías, particularmente en los sectores señalados (CAF y OECD, 2011).

1.2.3. Mánchester

El caso de éxito de Mánchester se basa en la vinculación que se ha desarrollado entre las habilidades solicitadas por las empresas y las habilidades que se están enseñando en las universidades. Esto es fruto de los procesos de desindustrialización que ha sufrido la ciudad, lo que ha generado una transición a una economía de servicios que requiere una actualización de las habilidades enseñadas y transmitidas desde los centros de enseñanza. Con base en esta experiencia se han diseñado políticas públicas para fomentar el desarrollo científico y tecnológico (OCDE, 2013).

CAPÍTULO 2.

Innovación y desarrollo tecnológico en Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala

En este capítulo, se analiza la información del Padrón de Beneficiarios del Programa de Apoyo a la Innovación Tecnológica de Alto Valor Agregado (PEI) del CONACYT, para caracterizar la inversión del sector privado en actividades de CTI en las cuatro entidades federativas de interés. Para ello, en la primera sección se presenta una revisión agregada de los datos para conocer cómo se encuentra el país. En la segunda sección se presenta el caso del Estado de México. La evolución de Querétaro se desarrolla en la tercera sección. La cuarta muestra los datos de San Luis Potosí. Finalmente, el caso de Tlaxcala se discute en la última sección.

Para los cinco casos, se enfatizan las capacidades que se relacionan con las nuevas tecnologías (Anexo) que han surgido en los últimos años y que están revolucionando todos los sectores de la economía.

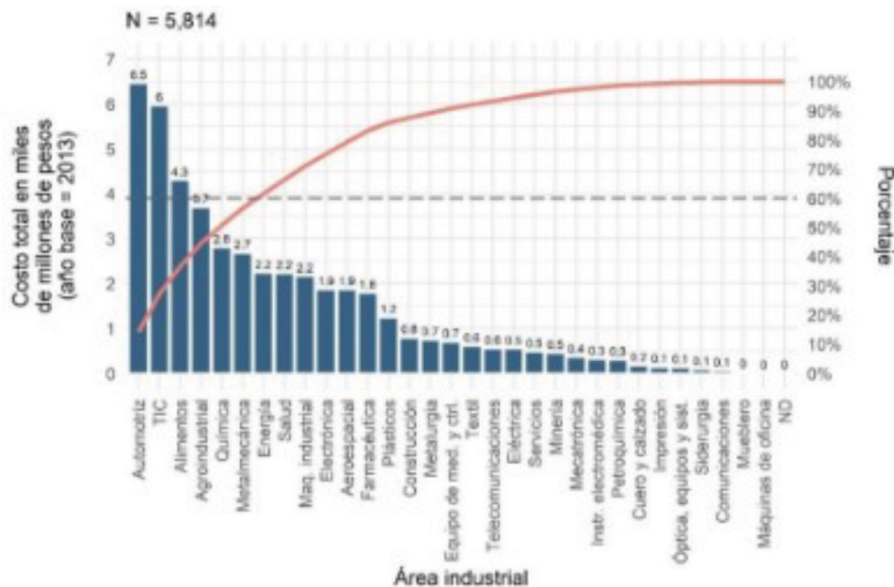
2.1. Contexto nacional

El PEI fue el programa del CONACYT para apoyar a las empresas que invertían en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación enfocados en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. Su vigencia fue de 2009 a 2018, periodo en el que se destinaron poco más de 24 mil millones de pesos en apoyos, con 70% asignado a MIPYMES.

El objetivo de este programa fue incentivar la inversión privada en actividades relacionadas con investigación, desarrollo tecnológico e innovación vía estímulos complementarios a las empresas de todo el país que cumplieran con los requisitos establecidos en las convocatorias. El PEI tenía tres modalidades, diseñadas para tres tipos de empresas/proyectos: (i) INNOVAPYME, para las micro, pequeñas y medianas empresas, en la cual las empresas podían presentar propuestas de manera individual o vinculada con Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) o ambos; (ii) INNOVATEC, para grandes empresas, donde las empresas podían presentar propuestas de manera individual o vinculada con IES, CI o ambos; y, (iii) PROINNOVA, para proyectos en red, donde las propuestas y proyectos se presentaban en vinculación con al menos dos IES, o dos CI o uno de cada uno.

En la Gráfica 2.1 muestra un diagrama de Pareto para los proyectos del PEI, organizados de acuerdo con las áreas industriales definidas en el programa. Se observa que 50% del total está concentrado en cinco áreas: tecnologías de información (TICs), alimentos, agroindustrial, automotriz y química, lo cual, de cierta forma, representa el perfil de prioridad en la innovación a nivel nacional.

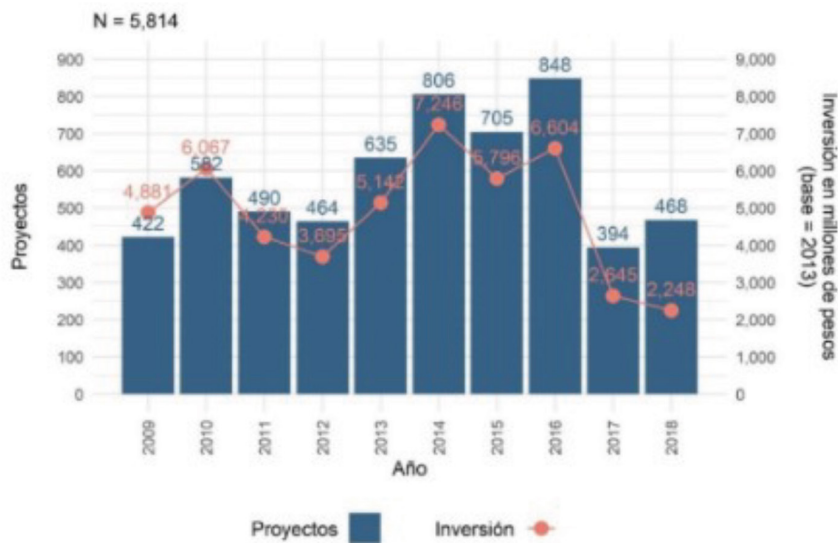
GRÁFICA 2.1. DIAGRAMA DE PARETO, ÁREAS INDUSTRIALES, NIVEL NACIONAL



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

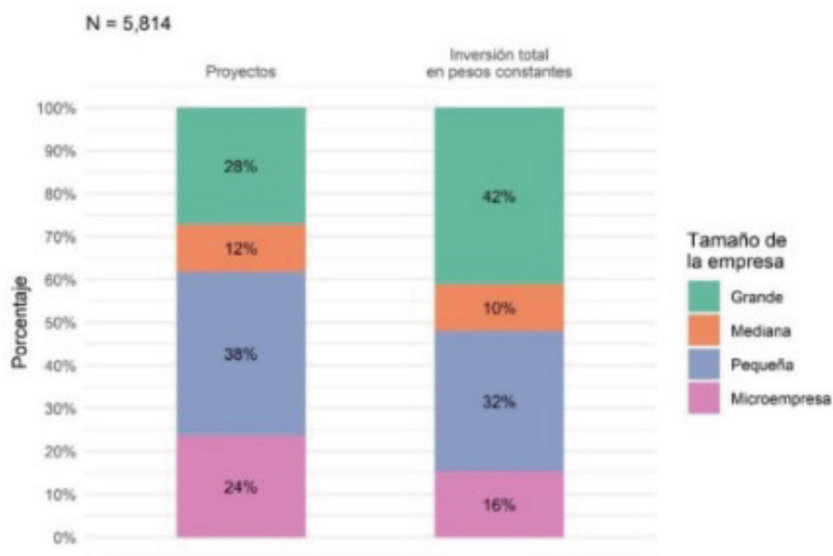
El total de proyectos apoyados de 2009 a 2018 se muestra en la Gráfica 2.2. Como se observa, el total de apoyos pasó de 422 en 2009 a 848 en 2016; para luego tener una caída en 2017 y 2018. Por otra parte, el porcentaje de proyectos por tamaño de empresa beneficiaria (Gráfica 2.3), se concentra en las MIPYMES, con 72%; mientras que sólo 28% se asignó a las empresas grandes. Sin embargo, las proporciones de inversión se distribuyen de diferente manera. Las MIPYMES contabilizan 58% del total y las empresas grandes tienen 42%.

GRÁFICA 2.2. TOTAL DE PROYECTOS, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

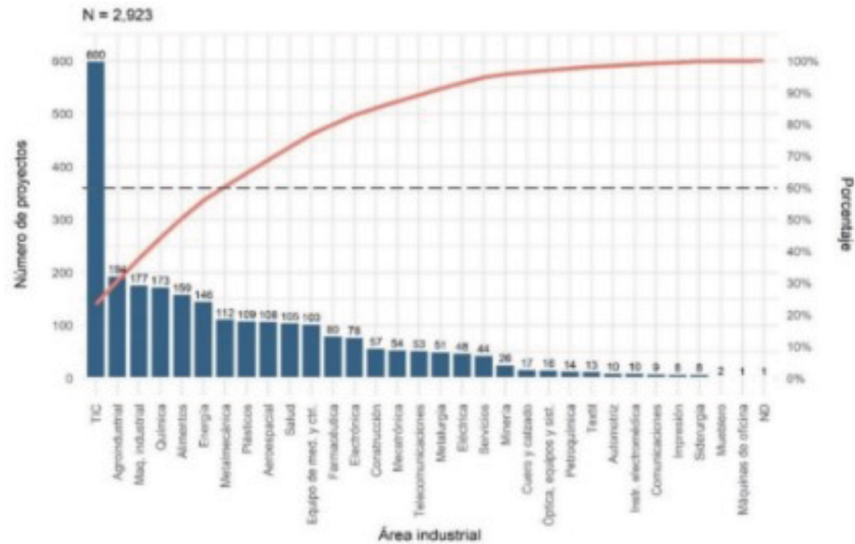
GRÁFICA 2.3. PROPORCIÓN DE PROYECTOS E INVERSIÓN, POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

La Gráfica 2.4 muestra las áreas industriales más importantes relacionadas con las nuevas tecnologías; 50% de estos proyectos se concentran en 5 sectores: TICs, Agro-industrial, Maquinaria Industrial, Química y Alimentos. El sector TICs por sí sólo representa 25% de estos proyectos.

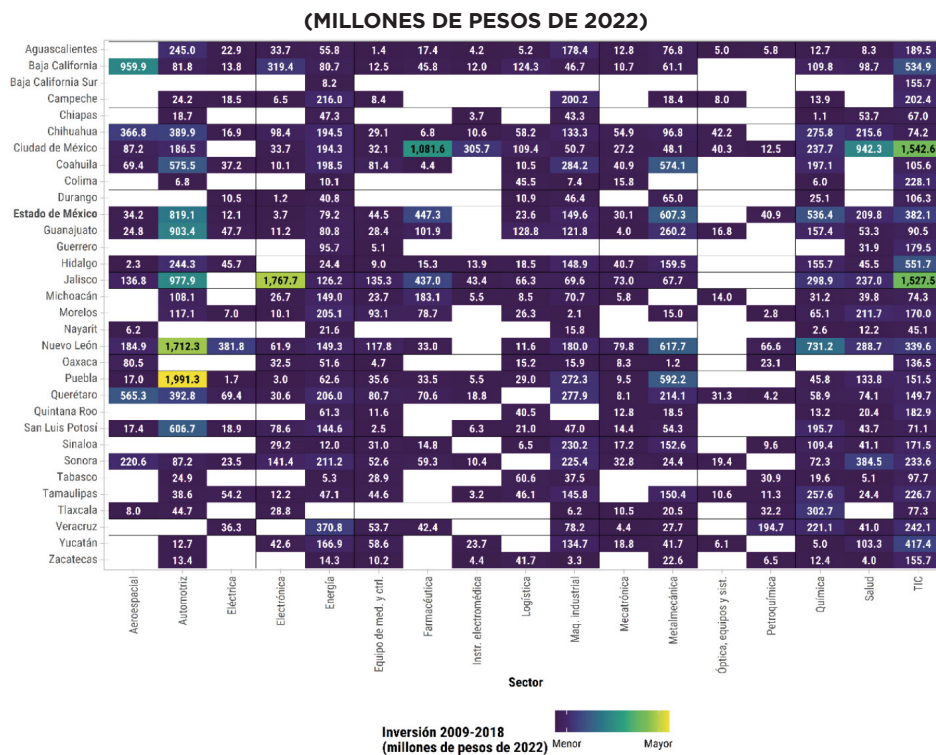
GRÁFICA 2.4. TOTAL DE PROYECTOS EN TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS, POR ÁREA INDUSTRIAL



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

En la Gráfica 2.5 se presenta la clasificación de las entidades federativas por sector de inversión del PEI.

GRÁFICA 2.5. INVERSIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN EL PEI, POR ENTIDAD FEDERATIVA, POR SECTOR, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

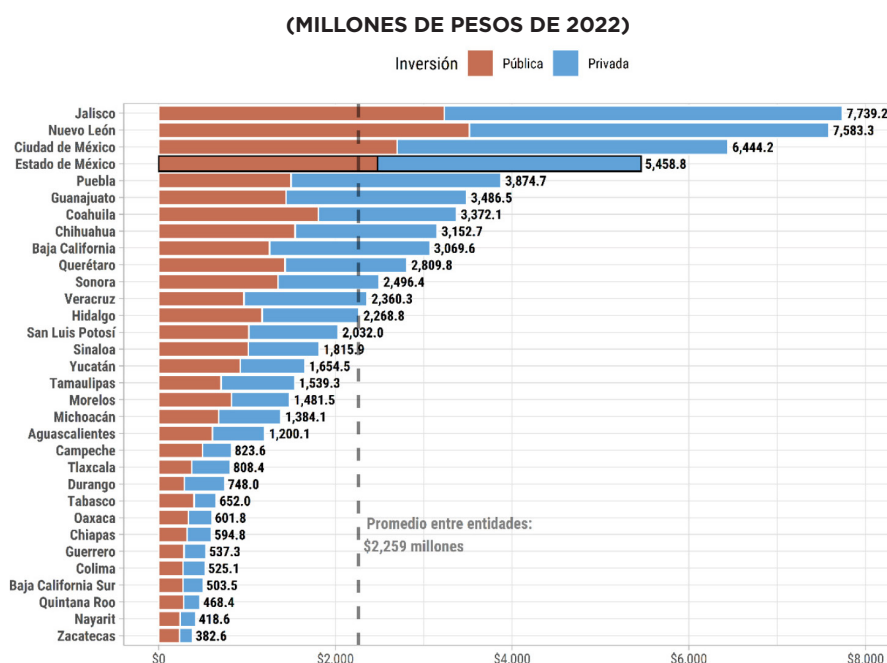
Destaca el Estado de México como una de las entidades con presencia en casi todos los sectores que componían el PEI. Destaca Querétaro en Automotriz y Aeroespacial, San Luis Potosí en automotriz y Tlaxcala en Química. En las siguientes secciones revisamos con más detalle las ventajas de cada una de estas entidades federativas.

2.2. Estado de México

En esta sección se revisan las capacidades que tienen las empresas del Estado de México para realizar proyectos en innovación y desarrollo tecnológico.

El Estado de México se coloca entre las cinco entidades con mayor inversión en el periodo 2009-2018, con \$5,458 millones de pesos de 2022 (Gráfica 2.6). El promedio nacional de inversión es \$2,259 millones, equivalente a 41% de lo invertido en el Estado de México. Con respecto al número de proyectos, el Estado de México desarrolló 375 proyectos, total que está por encima del promedio nacional (185 proyectos).

GRÁFICA 2.6. INVERSIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN EL PEI, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2009-2018

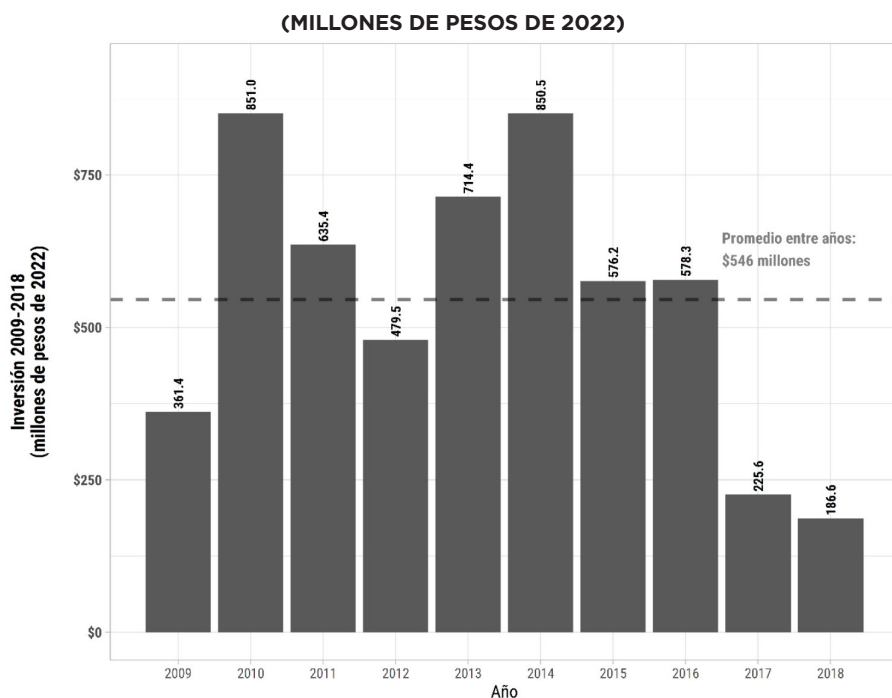


Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI

La trayectoria de proyectos e inversión en el PEI por parte del Estado de México tuvo variaciones entre 2009 y 2018. El promedio de inversión fue de \$546 millones de pesos de 2022, con un promedio de 38 proyectos (Gráfica 2.7). Por un lado, 2010 y 2014 fueron los años con más inversión (arriba de \$850 millones). Por el otro, al final

del periodo de análisis, se tuvo la menor inversión (alrededor de \$200 millones). Por su parte, el año con más proyectos (54) fue 2014.

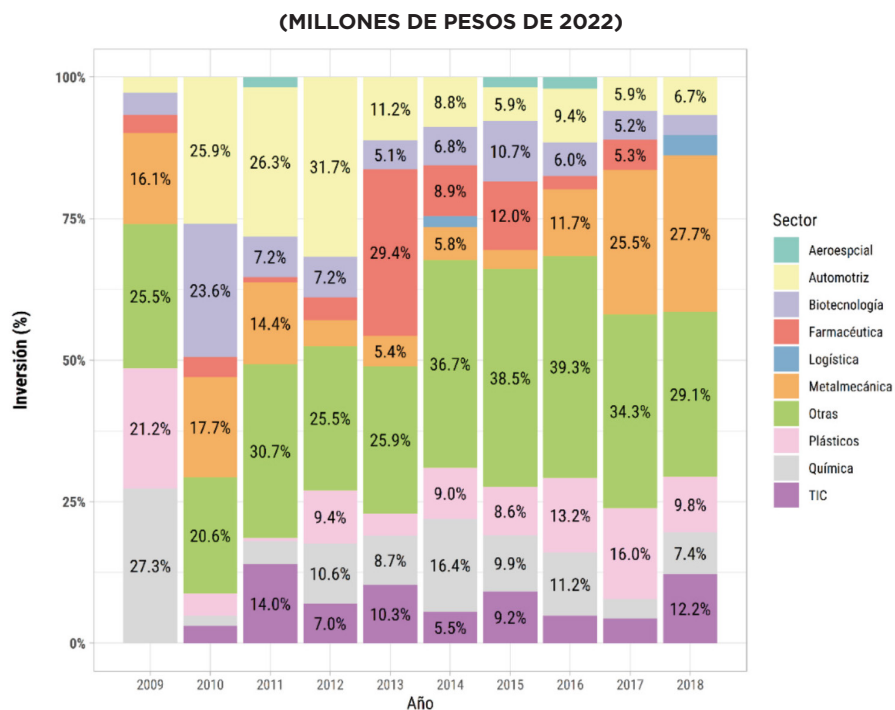
GRÁFICA 2.7. INVERSIÓN PÚBLICA-PRIVADA EN EL PEI, ESTADO DE MÉXICO, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

Para determinar los sectores más importantes en esta entidad, analizamos la evolución de los porcentajes de inversión de 2009 a 2018. De 2010 a 2013, sobresale el sector automotriz, al igual que el sector TICs (Gráfica 2.8). Por su parte, el sector farmacéutico tiene tres años con buena inversión, mientras que biotecnología estuvo relativamente constante en todo el periodo. Además, plásticos y metalmecánica tuvieron sus mejores años en 2017 y 2018. Fueron los que mejor cerraron en términos de proporción en el tiempo. Finalmente, dos sectores que no mostraron liderazgo, pero que se encuentran entre los que mayor potencial tienen para el Estado de México son el sector aeroespacial y el sector logística.

GRÁFICA 2.8. INVERSIÓN PÚBLICA-PRIVADA EN EL PEI, ESTADO DE MÉXICO, POR SECTORES, 2009-2018

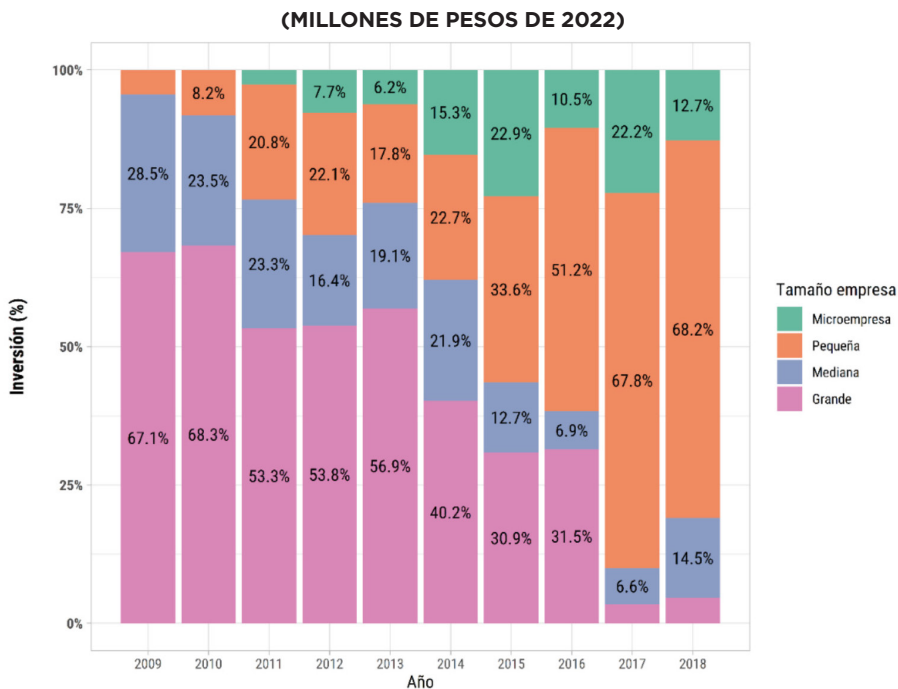


Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

Para terminar la revisión en esta entidad, se clasifica la información por tamaño de empresa. La Gráfica 2.9 muestra que de 2009 a 2014, las empresas grandes fueron las que tuvieron la mayor participación en la inversión del PEI. Esta tendencia se empezó a revertir a partir de 2015, con mayor importancia de las empresas pequeñas. Así, para 2017 y 2018, las MIPYMES alcanzaron 95% de la inversión total.

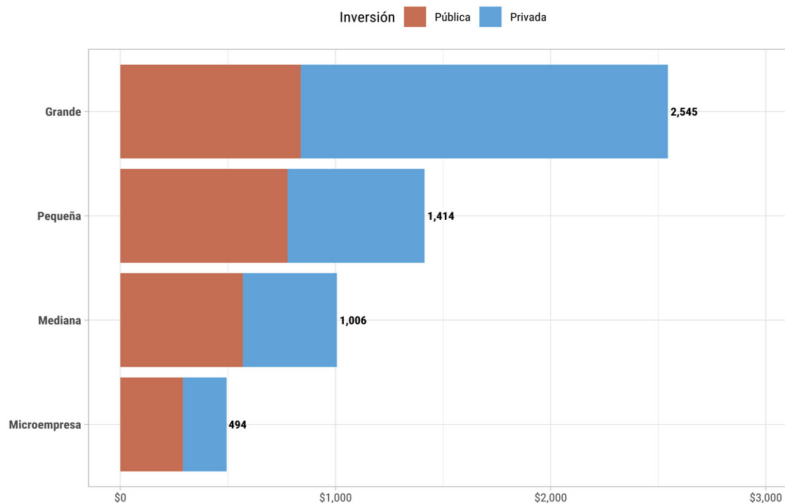
Por su parte, la Gráfica 2.10 muestra que la mayor parte de la inversión total en el PEI se realizó en las empresas grandes, con una inversión de de \$2,545 millones de pesos de 2022. Por su lado, las empresas pequeñas, presentaron una inversión de \$1,414 millones; las empresas medianas invirtieron \$1,006 millones; y, las microempresas contribuyen con \$494 millones.

GRÁFICA 2.9. INVERSIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN EL PEI, ESTADO DE MÉXICO, POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

GRÁFICA 2.10. INVERSIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN EL PEI, ESTADO DE MÉXICO, POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2009-2018



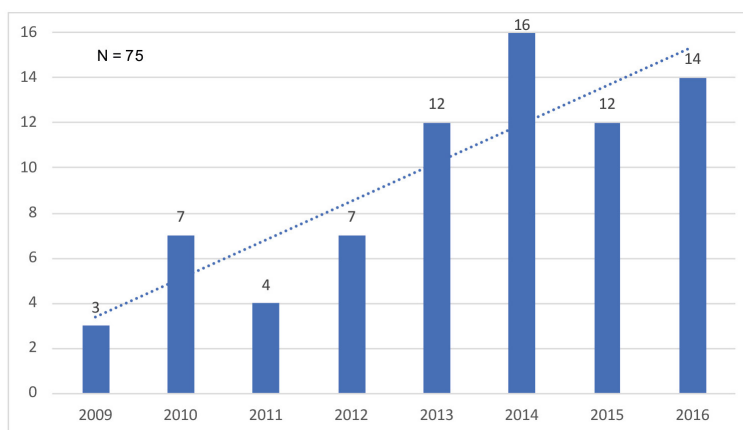
Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

2.3. Querétaro

En esta sección se analiza la inversión del sector privado de Querétaro en proyectos de innovación y desarrollo tecnológico para el periodo de análisis, utilizando la base de datos del padrón de beneficiarios del PEI. En la Gráfica 2.6 se observa que Querétaro se colocó en la décima posición entre las entidades federativas con mayor inversión público-privada en el PEI para el periodo 2009-2018.

La Gráfica 2.11 muestra la cantidad de proyectos relacionados con los sectores estratégicos en Querétaro, en el periodo de referencia. Se observa que el total de proyectos se multiplicó por seis, donde 2014 y 2016 fueron los años con más proyectos.

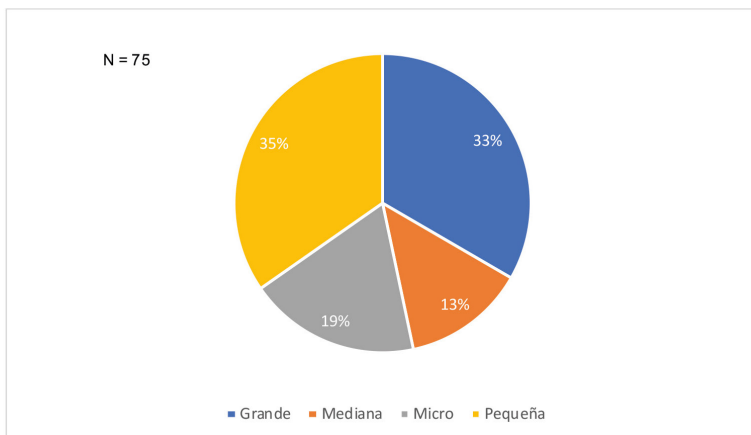
GRÁFICA 2.11. TOTAL DE PROYECTOS EN EL PEI, SECTORES ESTRATÉGICOS, QUERÉTARO, 2009-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

Con respecto al tamaño de las empresas involucradas en estas actividades de inversión, la Gráfica 2.12 muestra que 35% de los proyectos relacionados con los sectores estratégicos fueron realizados por empresas pequeñas; 33% por grandes; 19% por micro; y, 13% por medianas.

GRÁFICA 2.12. PROYECTOS DEL PEI, QUERÉTARO, SECTORES ESTRATÉGICOS, POR TAMAÑO DE EMPRESA



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

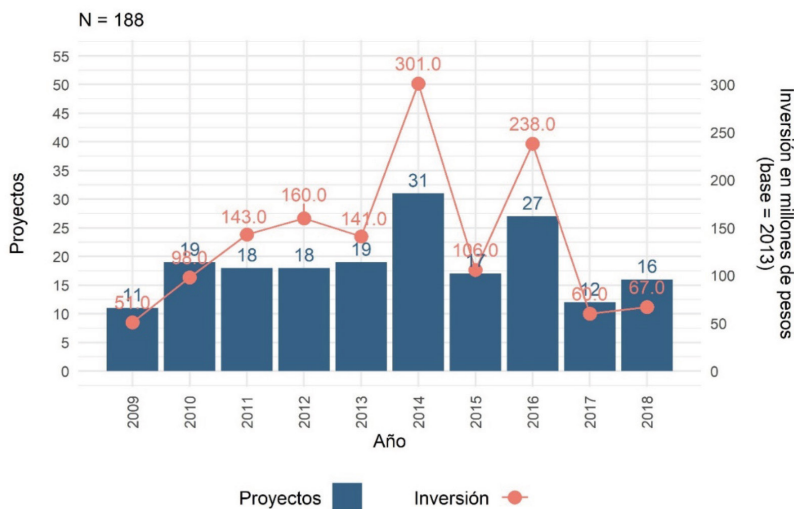
2.4. San Luis Potosí

En esta sección se analizan los proyectos que se realizaron en San Luis Potosí con financiamiento del PEI, para el periodo 2009-2018. Esta entidad federativa se encuentra en el lugar catorce entre las entidades con mayor inversión total en el PEI (Gráfica 2.6).

La Gráfica 2.13 muestra el total de proyectos realizados en San Luis Potosí. En este periodo se realizaron 188 proyectos en innovación y desarrollo tecnológico, donde 2014 fue el año más importante con 31 proyectos con inversión de 301 millones de pesos.

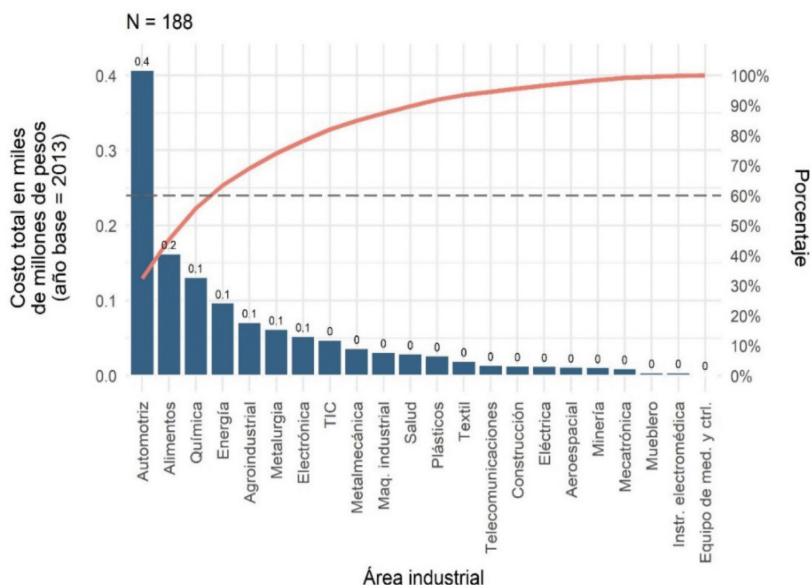
Por su parte, el diagrama de Pareto de la Gráfica 2.14 muestra que en San Luis Potosí son cuatro sectores los que concentraron 60% de los recursos invertidos en el PEI: automotriz, alimentos, química y energía. Otros sectores que destacan, pero con menor relevancia, son agroindustria, metalurgia, electrónica y TIC.

GRÁFICA 2.13. TOTAL DE PROYECTOS E INVERSIÓN EN EL PEI, SAN LUIS POTOSÍ, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

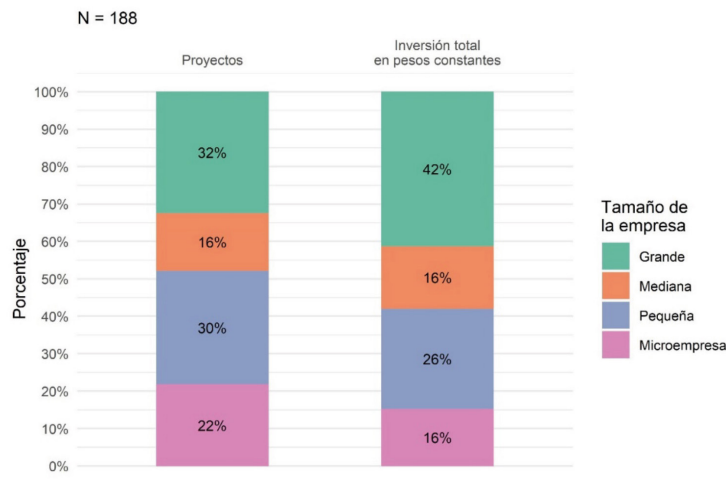
GRÁFICA 2.14. TOTAL DE INVERSIÓN EN EL PEI, POR ÁREA INDUSTRIAL, SAN LUIS POTOSÍ



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

Con respecto a la participan por tamaño de empresa, 32% de los proyectos del PEI fueron realizados por empresas grandes, con un monto de inversión que representó 42% (Gráfica 2.14).

GRÁFICA 2.14. PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS E INVERSIÓN DEL PEI, SAN LUIS POTOSÍ, POR TAMAÑO DE EMPRESA

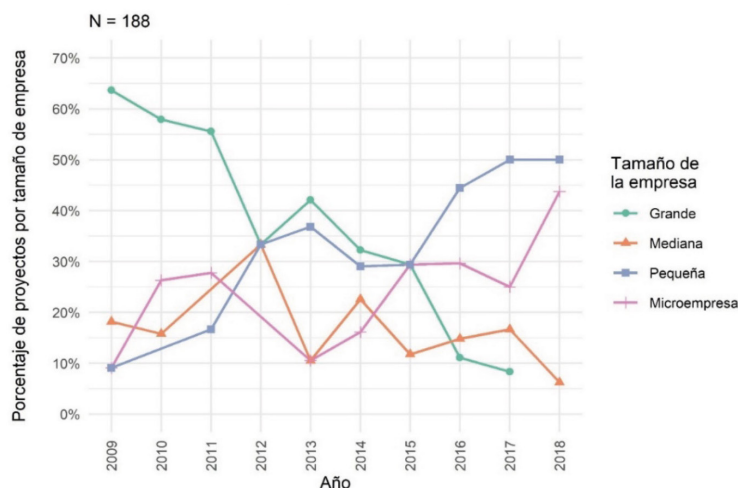


Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

La presencia de las empresas grandes estuvo por encima de 55% en los primeros tres años, pero posteriormente descendió de forma sostenida hasta que en 2018 llegó a cero. De forma contraria, la presencia de las empresas pequeñas empezó en menos de 10% en 2009 pero llegó a 50% en 2018. Por su parte, las microempresas también empezaron por debajo de 10% pero llegaron a 44% en 2018. Poco más de 94% de los proyectos de 2018 se llevaron a cabo por micro o pequeñas empresas (Gráfica 2.15).

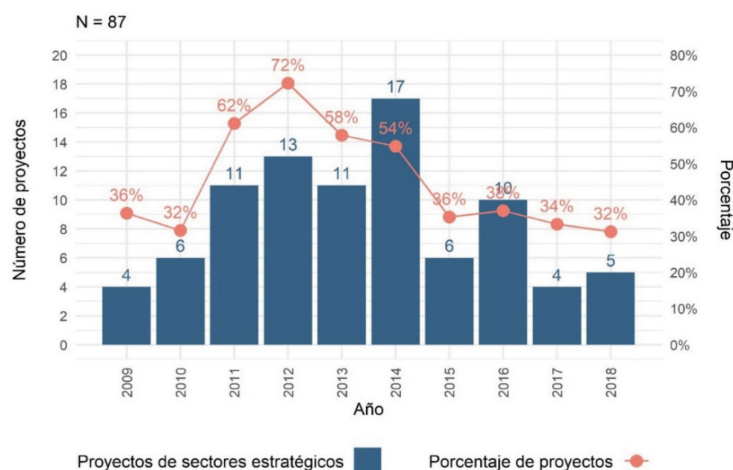
Finalmente, la Gráfica 2.16 muestra los 87 proyectos que se realizaron en San Luis Potosí, con apoyo del PEI, que se relacionan con los sectores estratégicos de la entidad. Tanto los números absolutos como relativos de este tipo de proyectos se incrementaron de 2009 a 2012, disminuyeron de 2013 a 2015, para, posteriormente, quedar estacionados en esas cifras hasta 2018.

GRÁFICA 2.15. PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DEL PEI, SAN LUIS POTOSÍ, POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

GRÁFICA 2.16. TOTAL DE PROYECTOS DEL PEI, SECTORES ESTRATÉGICOS, SAN LUIS POTOSÍ, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

En términos de inversión, se aprecia que el porcentaje se redujo de forma consistente desde 2011 (Gráfica 2.17).

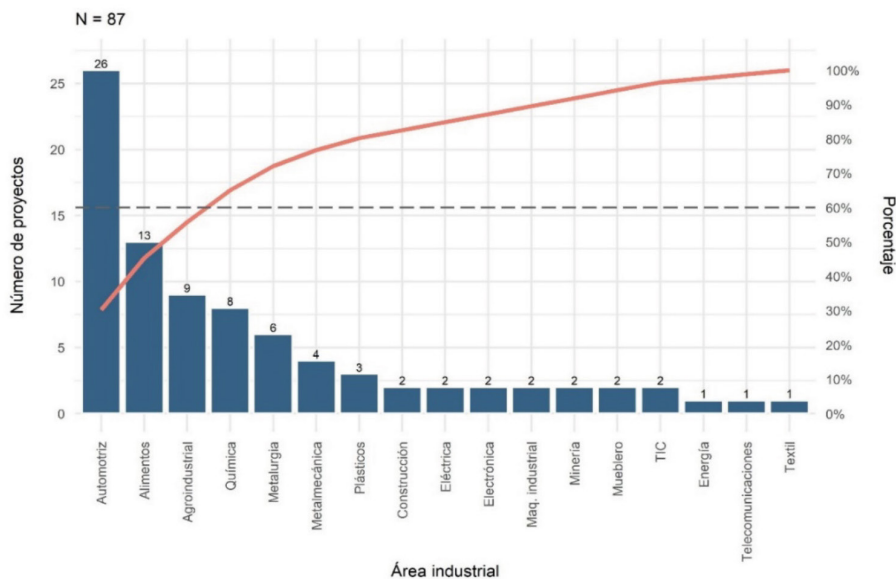
En este caso son tres las áreas industriales que aglutinan al 60% de los proyectos en sectores estratégicos: Automotriz, Alimentos y Agroindustrial. Se aprecia que son áreas industriales distintas a las que ocupan los primeros lugares de los proyectos de tecnologías disruptivas (Gráfica 2.18).

GRÁFICA 2.17. TOTAL DE INVERSIÓN EN EL PEI, SECTORES ESTRATÉGICOS, SAN LUIS POTOSÍ, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

GRÁFICA 2.18. TOTAL DE PROYECTOS EN EL PEI, ÁREA INDUSTRIAL, SAN LUIS POTOSÍ



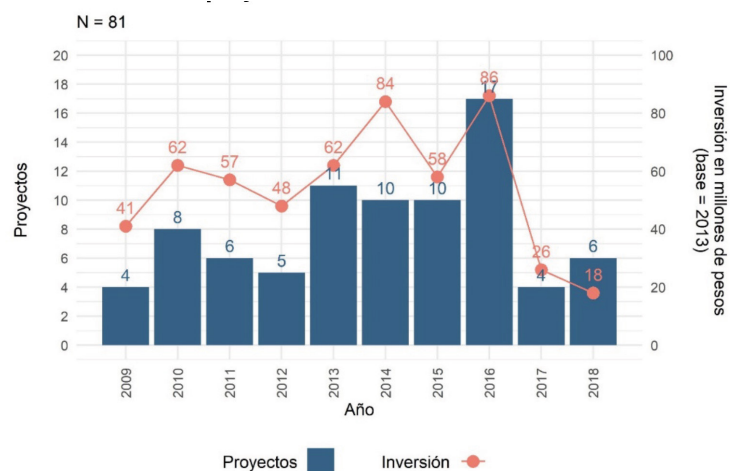
Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

2.5. Tlaxcala

En esta sección se analizan los proyectos realizados en Tlaxcala con financiamiento del PEI para el periodo de 2009 a 2018. Tlaxcala se encuentra en el lugar 22 por el monto total de inversión en el PEI (Gráfica 2.6). Sin embargo, su relevancia se incrementa cuando se calculan los montos de inversión en terminos relativos, controlando por el tamaño de la población.

En Tlaxcala se realizaron 81 proyectos con 542 millones de pesos de inversión en el periodo estudiado. Para el total de proyectos, su mejor año fue 2016 con 17. Por volumen de inversión, 2014 y 2016 tuvieron los montos más altos con 84 y 86 millones de pesos, respectivamente (Gráfica 2.19).

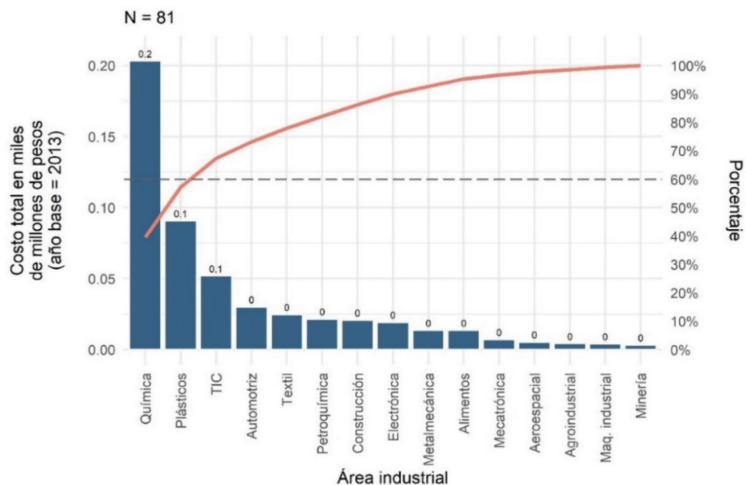
GRÁFICA 2.19. TOTAL DE PROYECTOS E INVERSIÓN EN EL PEI, TLAXCALA, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

En esta entidad federativa, 75% de la inversión vía el PEI se concentra en cinco sectores: Química, Plásticos, TICs, Automotriz y Textil. Sobresale el sector de Química que por sí sólo tiene más de 40% de la inversión total del estado. Un sector relacionado estrechamente con el químico es el sector de plásticos. Entre estos dos, se tiene 60% de la inversión total de la entidad (Gráfica 2.20).

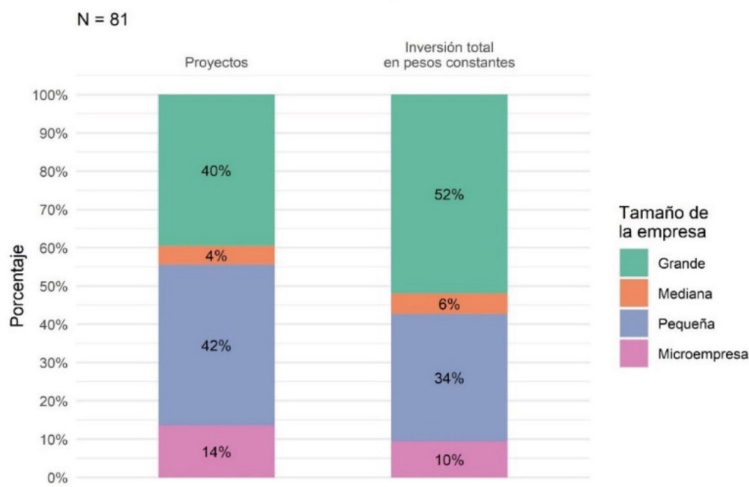
GRÁFICA 2.20. TOTAL DE INVERSIÓN EN EL PEI, ÁREA INDUSTRIAL, TLAXCALA



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

Por otra parte, Tlaxcala tiene una composición diferente a la nacional con respecto a las empresas que desarrollaron proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. En este caso, las empresas grandes tuvieron 40% de los proyectos y 52% de la inversión total. Por el otro lado, las microempresas y las medianas empresas participaron con 10% y 6%, respectivamente (Gráfica 2.21).

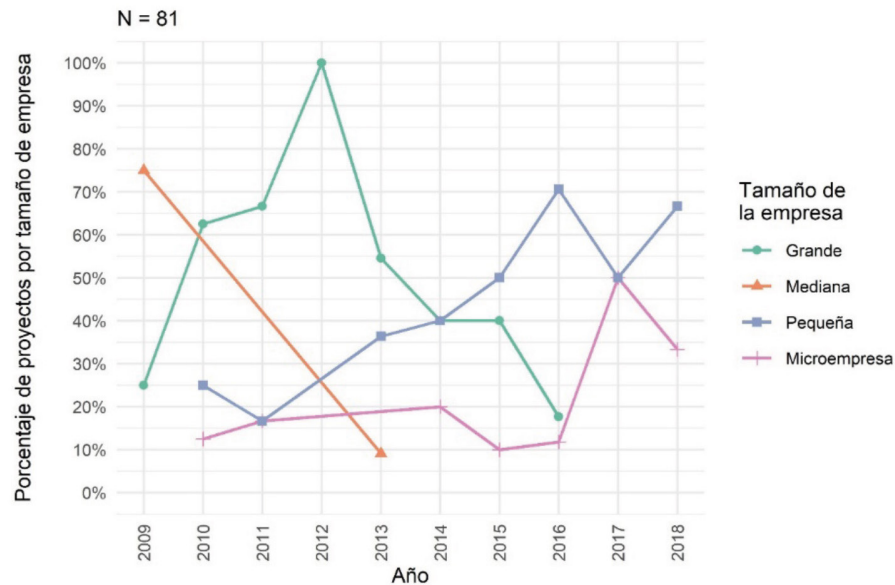
GRÁFICA 2.21. PORCENTAJE DE PROYECTOS E INVERSIÓN EN EL PEI, TLAXCALA, POR TAMAÑO DE EMPRESA



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

En cuanto a la evolución en el tiempo, las empresas grandes alcanzaron su mayor importancia relativa en la realización de proyectos en el periodo 2010-2015 (Gráfica 2.22). Al cierre del periodo de revisión, dejaron de participar. Por su parte, las empresas medianas alcanzaron su nivel más alto en 2009 y dejaron de participar a partir de 2014. Por su lado, las micro, pero principalmente las pequeñas empresas, aumentaron participación relativa al final del periodo estudiado.

GRÁFICA 2.22. PORCENTAJE DE PROYECTOS DEL PEI EN TLAXCALA POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2009-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI.

CAPÍTULO 3.

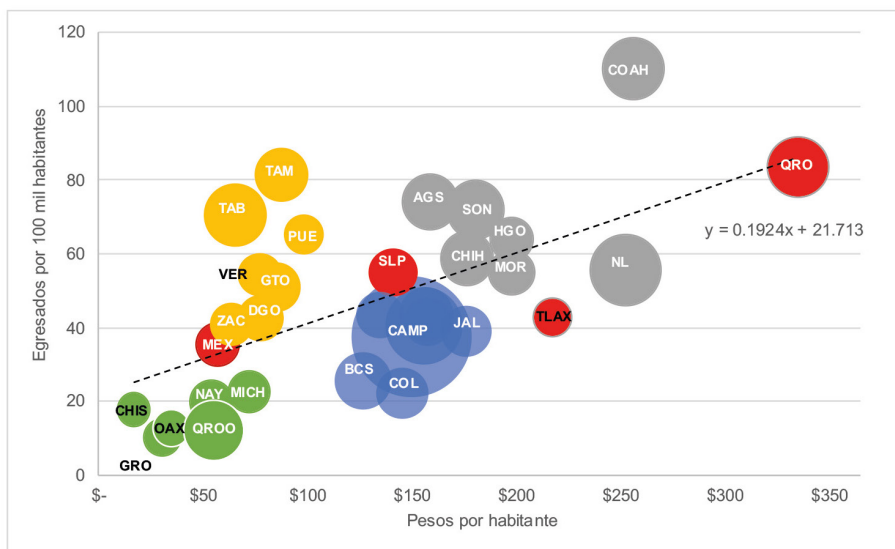
Propuestas de política pública

Con base en la evidencia mostrada en el capítulo anterior, así como las experiencias internacionales mostradas en el primer capítulo, construimos escenarios genéricos respecto de la posible evolución de estas cuatro entidades. Posteriormente, se presenta un conjunto de propuestas de política pública para cada estado. Algunas de ellas son compartidas por los cuatro, mientras que otras son particulares a cada una de ellas.

El punto de partida de las 32 entidades federativas se muestra en la Gráfica 3.1. En el eje horizontal se muestra la inversión pública privada, por habitante, en proyectos de inversión y desarrollo tecnológico relacionados con las nuevas tecnologías que están impactando todos los sectores de la economía. En el eje vertical se tiene el total de egresados, por cada 100 mil habitantes, en programas de formación de recursos humanos especializados en las nuevas tecnologías. Finalmente, el tamaño de los círculos mide el PIB per cápita en cada entidad.

Las entidades están agrupadas en cuatro categorías en función de los valores de estos indicadores. El grupo más avanzado es el grupo gris, en el cual se encuentra Querétaro. El segundo grupo, por nivel de avance es el grupo azul, donde se encuentra San Luis Potosí. El tercero es el grupo amarillo, en el cual está el Estado de México. El grupo más rezagado es el grupo verde. Finalmente, tenemos a Tlaxcala que tiene un comportamiento particular que no permite clasificarlo en ninguno de los cuatro grupos y, por esa razón, es uno de los estados de nuestro interés.

GRÁFICA 3.1. POSICIÓN RELATIVA DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS



Fuente: Elaboración propia con datos del padrón de beneficiarios del PEI, formato 911 de la SEP, e INEGI.

3.1. Escenarios

Siguiendo la estrategia mostrada en Cabrero *et al.* (2021), en esta sección construimos tres escenarios para las entidades federativa analizadas.

3.1.1. Escenario 1: Inercial

En este escenario, la inercia de las entidades federativas prevalece, por lo que no se generan las estrategias requeridas para una articulación de la acción pública orientada a enfrentar las amenazas del cambio tecnológico. En este caso, no se tienen iniciativas encaminadas a diseñar una posible hoja de ruta de la entidad.

La característica principal de este escenario es una total desconexión entre los sectores empresarial, académico, gubernamental y social. Cada uno de estos sectores estará tomando la mejor decisión posible, dentro de sus posibilidades, sin incorporar las decisiones del resto de los actores.

Por un lado, el sector empresarial sin incorporar una visión de sistema regional de innovación, que se rezaga en la incorporación de capacidades de innovación y aprendizaje en las nuevas tecnologías y, además, desvinculado del sistema de investigación y enseñanza de la entidad. Por el otro, el sector académico se mantiene alejado del sector empresarial, sin una estrategia para modificar sus planes de estudio acordes a la nueva realidad. Por su parte, el sector gubernamental (estatal y municipal) ajeno al diseño de políticas públicas que avancen en el surgimiento de un ecosistema local propicio

para la innovación y el desarrollo tecnológico. Finalmente, un sector social totalmente alejado de los temas relacionados con la ciencia y el cambio tecnológico.

El resultado esperado de esta desarticulación de intereses es una acción pública prácticamente inexistente. El resultado será un estancamiento generalizado, sin posibilidades de avanzar en materia de innovación y desarrollo tecnológico. En el mejor de los casos, las cuatro entidades permanecerán en los grupos en los que se encuentran actualmente, con un riesgo alto de caer en uno más rezagado.

3.1.2. Escenario 2: Iniciativas incipientes e integración parcial

En este escenario, se presentan iniciativas por parte de algunos grupos empresariales, académicos, gubernamentales y sociales, preocupados por el nuevo entorno global dirigido por los líderes que han tomado ventaja de la presencia de las nuevas tecnologías. Se forman redes de colaboración incipientes entre el sector empresarial y academia. Ello lleva a una respuesta por parte de los gobiernos estatal y municipal que permiten denotar una acción pública de intensidad media con cierta colaboración y acuerdos entre actores.

En este escenario surgen iniciativas locales interesantes en los que algunas entidades federativas empiezan a construir una visión a futuro. Se presentan algunas acciones concretas para construir un sistema local de innovación, con políticas públicas que incentivan la vinculación entre sector empresarial y académico. Además, se concretan algunas iniciativas sectoriales que aprovechan las ventajas competitivas presentes en la entidad federativa, lo cual sienta las bases para una colaboración interestatal encaminada a la creación de un sistema regional de innovación.

Este escenario, aunque no ideal, puede sentar las bases para transitar hacia un sistema local de innovación dinámico. Se tendría cierto nivel de colaboración entre los diferentes actores, basada en iniciativas puntuales y no en la institucionalización de una estrategia conjunta. Es posible que se obtenga un liderazgo a nivel nacional en aquellos sectores en los cuales ya se tenía una ventaja competitiva inicial, sin llegar a competir con los líderes globales.

Finalmente, este escenario ampliará las brechas que ya existen entre las entidades federativas. Aquellas que ya muestran un liderazgo, como las analizadas en este documento (y algunas otras), se despegarán del resto de los estados.

La dinámica en este caso permitirá que las entidades federativas analizadas puedan transmitir del grupo en el que se encuentran a un grupo con un nivel de desarrollo superior. Para el caso Querétaro, se tendría la posibilidad de que se convierta en el líder nacional.

3.1.3. Escenario 3. Visión de futuro y construcción de un proyecto estatal/regional

Este es el escenario ideal. Las entidades federativas alcanzarían todo el potencial, dadas las ventajas competitivas que tienen actualmente. Se tendría una hoja de ruta con un objetivo claro de largo plazo, una visión de futuro a 20-30 años, en la cual todos los actores toman decisiones de manera coordinada y consensuada, donde la meta es llegar a un sistema local/regional de innovación que compite con los líderes globales.

La coordinación entre los diferentes actores genera condiciones para la institucionalización de los compromisos y establece mecanismos de cooperación para implementar una pública de alta intensidad.

La innovación y el desarrollo tecnológico se convierten en un activo permanente en todas las empresas (micro, pequeñas, medianas y grandes). La vinculación entre la academia y el sector empresarial se vuelve una estrategia permanente. El sector académico internaliza la importancia de la innovación como proceso para generar mayor bienestar social. Finalmente, el sector gubernamental (estatal y municipal) despliega un portafolio políticas públicas para alinear los incentivos para el surgimiento de sistemas regionales/estatales de innovación.

El resultado esperado de este escenario es construir ecosistemas como los que se revisaron en el capítulo uno (Ámsterdam, Barcelona, Manchester), donde se tiene liderazgo global, basado en las ventajas competitivas existentes, acompañado de una selección de sectores estrategias en los cuales se tiene potencial de posicionarse entre los líderes a nivel nacional.

En este caso, los cuatro estados se convertirán en los líderes a nivel nacional, con capacidades para competir con los líderes a nivel global, generando estadios de bienestar para su población muy superiores al resto de las entidades federativas.

3.2. Propuestas de política pública

Para finalizar este capítulo, se presenta un portafolio de propuestas de política pública, dividido en las que son comunes a todas las entidades federativas, seguida de una lista de propuestas individuales para cada una de ellas.

3.2.1. Propuestas transversales

Existe un portafolio de propuestas de política pública que son comunes a las cuatro entidades federativas de nuestro interés, independientemente del sector en el que tienen su ventaja competitiva. Estas se detallan a continuación.

- a) *Desarrollar una visión de largo plazo.* El principal ingrediente para transitar a un sistema local/regional de innovación es contar con un horizonte de planeación a 20-30 años para eliminar los ciclos económicos y políticos que están presentes en todas las economías, tanto a nivel local como a nivel nacional y global.
- b) *Formación de capital humano especializado.* La dinámica actual requiere de la presencia de capital humano altamente especializado, principalmente en las áreas relacionadas con las nuevas tecnologías. Ello requiere una coordinación estrecha entre las necesidades del sector empresarial y la oferta de las instituciones de educación superior, los centros de investigación y las escuelas de formación técnica.
- c) *Construcción de andamiaje institucional.* Para garantizar un tránsito hacia un sistema local/regional de innovación, se requiere de un arreglo institucional que permita coordinar las estrategias de los diferentes actores participantes, así como dirimir sus diferencias incorporando los costos y beneficios presentes en todo el ecosistema.

3.2.2. Propuestas de política pública focalizadas

Dadas las diferencias entre las cuatro entidades federativas mostradas en el capítulo uno, en esta sección se presentan algunas propuestas particulares para cada una de ellas.

Estado de México

- a) *Impulso de una agencia de promoción de los bienes y/o servicios producidos en la entidad.* Dado el liderazgo mostrado por el Estado de México, se requiere ampliar su presencia en los mercados globales.
- b) *Fomento de un nuevo modelo de parques industriales inteligentes.* El Estado de México cuenta con infraestructura carretera y de aeropuertos muy importante. Esto posibilita que se convierta en un nodo de transporte y logística de vanguardia, tanto a nivel nacional con internacional.

Querétaro

- a) *Focalización en la formación de capital humano.* Esta entidad federativa requiere concentrarse primordialmente en la formación de capital humano de alto nivel para los sectores automotriz y aeroespacial, en los cuales es el líder a nivel nacional.
- b) *Fomento de la robotización.* Se requiere la articulación de los instrumentos de política pública para el fomento de la robotización y automatización para que la entidad no pierda la competitividad que tiene en sus sectores estratégicos.

San Luis Potosí

- a) *Inducir la automatización en su sector productivo.* Esta estrategia de introducción de automatización e incorporación de inteligencia artificial es fundamental para mantener a la entidad entre los líderes a nivel nacional. Ello será un elemento de atracción de inversiones y empresas a la entidad.
- b) *Focalización de apoyos.* La entidad debe concentrarse en el fomento a la innovación en sectores estratégicos: automotriz, alimentos, química, energía.

Tlaxcala

- a) *Creación de capacidad institucional.* Dadas las características de esta entidad, se requiere la creación de un Sistema Interinstitucional de Ciencia, Tecnología e Innovación, que permita coordinar los esfuerzos entre los actores relevantes, tanto en la entidad federativa como en las entidades vecinas.
- b) *Asesoría focalizada.* Se requiere la creación de un grupo de asesoría para las empresas locales con el objetivo de aprovechar los programas gubernamentales, así como fondos de organizaciones internacionales.

ANEXO UNO

REDES NEURONALES

A1.1. Introducción

Para la estimación de los indicadores que se reportan en este estudio se utilizaron algoritmos de inteligencia artificial, los cuales permitieron analizar las bases de datos del PEI y del formato 911 de la SEP.

La Inteligencia Artificial es un área de investigación que surge de la necesidad de realizar tareas en la computadora que son normalmente inherentes al ser humano. En nuestro caso, utilizamos *Machine Learning*, donde dado un conjunto de datos posibles, se busca determinar una posible solución. Esta área se caracteriza por los trabajos en clasificadores de datos. Así mismo, en el *Machine Learning* encontramos el *Deep Learning*, que consiste en el uso de *Redes Neuronales Artificiales* (RNA) para la clasificación de datos.

Las RNA son una de las herramientas más utilizadas en el reconocimiento de patrones; textos, imágenes, entre otros. Esta herramienta permite dar solución a problemas de clasificación que los humanos resuelven de manera rutinaria, pero que normalmente es complicado de resolver computacionalmente. Dentro de las ventajas tenemos que se evita la fatiga, el costo, el sesgo personal, condiciones emocionales y los horarios de trabajo.

Sin embargo, las RNA, como los humanos, no tienen conocimiento *per se* sobre un tema. Las RNA se entrenan a partir de ejemplos, algunas veces un gran número de ellos, para aprender. La cantidad de ejemplos requeridos para identificar un patrón depende de la complejidad del fenómeno. La problemática de conseguir suficientes ejemplos para entrenar una red neuronal es el punto de partida de la implementación. En nuestro caso, el objetivo es explotar las bases de datos públicas para identificar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico y programas de estudios relacionados con temas las nuevas tecnologías.

Con la finalidad de conseguir los ejemplos necesarios para el entrenamiento de la red neuronal y alcanzar el objetivo planteado se diseñó una metodología en tres etapas. La primera consiste en una serie de métodos que permite conseguir un primer conjunto de narrativas para el entrenamiento de la red. La segunda etapa consiste en la implementación de la red neuronal (entrenamiento y búsqueda). Finalmente, en la tercera etapa se realiza la unión de los datos de las distintas fuentes de información y se genera un conjunto de narrativas para la definición de reglas para un refinamiento de la salida final.

Anexo A

Nuevas tecnologías

Este Anexo es parte del libro de Cabrero *et al.* (2021). El cambio tecnológico puede ser continuo o disruptivo. La diferencia no tiene que ver sólo con la rapidez, sino con el cambio en el principio tecnológico utilizado para incrementar el desempeño de un artefacto o dispositivo. Un concepto clave para comprender esta diferencia es el de tecnología dominante, que es la que se utiliza de forma preponderante en los bienes o servicios que se ofrecen en un determinado mercado. En ese sentido, las tecnologías sostenibles son aquellas que se fundamentan en cambios continuos e incrementales sobre algunos de los componentes de una tecnología dominante para satisfacer de mejor forma los atributos que más valora el mercado. Por su parte, las tecnologías disruptivas son las que surgen a partir de un principio tecnológico distinto al que se considera dominante, aunque no necesariamente nuevo, que puede satisfacer los atributos más valorados por el mercado e incluso crear nuevos.

Una tecnología disruptiva es la que surge a partir de un principio tecnológico distinto al que se considera dominante, aunque no necesariamente nuevo, que puede satisfacer los atributos más valorados por el mercado e incluso crear nuevos. El cambio tecnológico, así como sus efectos, no son situaciones inéditas en la historia de la humanidad, la gran diferencia es que, a partir de su interconexión con la ciencia, así como con el sistema capitalista, estos cambios ocurren con una rapidez inaudita. Esto puede evidenciarse al revisar algunos de los principales inventos, entre los que podemos contar: fuego (hace 1 millón de años), agricultura (12,000 aC), escritura (4,000 aC), rueda (3,500 aC), embarcaciones (3,000 aC), pólvora (800), imprenta (1450), motor a vapor (1712), ferrocarril (1811), teléfono (1871), auto (1879), bombilla eléctrica (1879), satélite de comunicaciones (1960), internet (1974), impresión 3D (1980), Deep Learning (2006), DeepFace (2014).

Una tecnología dominante, normalmente, inicia con un bajo desempeño, que después se incrementa aceleradamente hasta llegar al punto en que madura para dejar de crecer. De forma simultánea, una o varias tecnologías emergen para resolver el mismo problema que la dominante, siguiendo la misma trayectoria en forma de S, aunque con niveles iniciales de desempeño más bajos. Pero en algún momento, las tecnologías emergentes superan a la dominante con lo que ocurre un cambio tecnológico en los mercados más importantes. Existe una oleada de tecnologías disruptivas que están desplegándose en industrias enteras: inteligencia artificial, nanotecnología, biotecnología, manufactura aditiva, cómputo cuántico, a las cuales nos referimos como nuevas tecnologías a lo largo de este documento.

Referencias

- Borja, A. (1992). Comparación de la Industria de Cómputo en Corea del Sur, México y Brasil: El papel del Estado. *Foro Internacional*. Vol. 32. No. 3.
- Cabrero Mendoza, E., Carreón Rodríguez, V. G., y Guajardo Mendoza, M. A. (2020). *México frente a la sociedad del conocimiento. La difícil transición*. Siglo XXI Editores. México.
- CAF y OECD. (2011). La economía local: Las funciones de las agencias de desarrollo (No. 2; Políticas públicas y transformación productiva). CAF/OECD.
- Cassidy, Mark y Eric A. Strobl (2004). "The Role of Grant Provision in Sectoral Employment Growth in Irish Manufacturing", *Journal of Industry, Competition, and Trade*, vol. 12, pp. 95-107.
- Görg, H. y Strobl, E. (2007). The Effect of R&D Subsidies on Private R&D. *Economica*, 74(294), 215-234. <http://www.jstor.org/stable/4541527>.
- Hong, Sungjoo (2011). "Sti in history: Korean sti Policies in Technology Catching-up Stage", *Sti Policy Review*, 2(4), 19-27.
- Hwang, Yongsoo (2011). "Sti in history: Korean sti policies in the Institutional Building Stage", *Sti Policy Review*, 2(4), 9-17.
- Meyler, Aidan y Eric Strobl (2000). "Job generation and regional industrial policy in Ireland", *Economic and Social Review*, 31(2), 111-128.
- OECD. (2013). *Delivering Local Development: New Growth and Investment Strategies*. OECD.
- Trajtenberg, M. (2002). Government Support for Commercial R&D: Lessons from the Israeli Experience. *Innovation Policy and the Economy*, (2), 79-134. <http://www.jstor.org/stable/25054490>.