

La innovación tecnológica en el contexto del sistema regional de innovación y el rol de las organizaciones intermedias en Ciudad Juárez, Chihuahua, México

María de Lourdes Ampudia Rueda ¹

Lisbeily Domínguez Ruvalcaba ²

Resumen

A partir de estudios previos sobre las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI) del estado de Chihuahua, observamos la formación incipiente del Sistema Regional de Innovación. Algunos hallazgos revelan que el gobierno de Chihuahua ha impulsado acciones que favorecen a la innovación como elemento para el desarrollo regional, sin embargo, se carece de un diálogo entre los tres niveles de gobierno para concretar y fortalecer dichas iniciativas, lo cual no implica la ausencia de interacciones, sino que se debe tener claridad acerca de las capacidades de los agentes y sus vínculos. Dada la relevancia del SRI como herramienta analítica para identificar agentes involucrados en la innovación tecnológica se sabe que éstos acorde con la literatura, están presentes a nivel estatal y municipal, además, existen sectores industriales con potencial innovador, lo que revela que el estado ha realizado esfuerzos por considerar a la innovación tecnológica en su agenda. No obstante, aún falta analizar ¿cómo interactúan estos agentes –gobierno, empresas, academia y organizaciones intermedias– para llevar a cabo innovaciones tecnológicas? El propósito de este trabajo es mostrar los avances de investigación del proyecto denominado “Actores, vínculos y redes en el Sistema Regional de Innovación (SRI). Caso Chihuahua, México” respondiendo a la pregunta de ¿cómo se construye la infraestructura de conocimiento desde la intervención gubernamental para la creación de centros de innovación industrial?, tomando como referencia el Distrito de Innovación en Ciudad Juárez. Esto considerando la referencia teórica de los SRI y utilizando el método cualitativo, el cual incluye el análisis documental y entrevistas a personas clave³. Entre los hallazgos se observa la importante vinculación que se formuló entre la administración estatal (del periodo 2016-2021 como un periodo de fuerte intervención) con el desarrollo del Distrito de Innovación en Ciudad Juárez y sus tres centros operando como organizaciones intermedias.

Conceptos clave: 1. Sistema Regional de Innovación, 2. Agentes, 3. Organizaciones intermedias

Introducción

Recientemente se ha fundamentado que como parte de las iniciativas para desarrollar una industria local o incorporarla a partes de las cadenas productivas mundiales, los gobiernos

¹ Dra. en Estudios Urbanos. Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, lampudia@uacj.mx

² CDra. en Economía Internacional. Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

³ La investigación se sustenta en el análisis cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas en particular las realizadas al director General del CIA, Eduardo Castillo (entrevista in situ), al director de Vinculación, José Mireles y a la directora del Instituto de Innovación y Competitividad de la SIDE, Lisbeily Domínguez (entrevistas realizadas durante el Seminario de Innovación y Redes, ICSA-UACJ 2021).

(nacionales, regionales, estatales o locales) han diseñado e instrumentado políticas para el mejor desempeño de algunas industrias o sectores. Casos como Corea del Sur, Singapur y China son ejemplos reconocidos, cuya evidencia muestra que un factor relevante para su desarrollo fue la voluntad política para formular una estrategia industrial y establecer un bloque de políticas de ciencia y tecnología e innovación, lo cual generó un cúmulo de capacidades tecnológicas y organizacionales en determinadas industrias nacionales (Amsden, 1992, Liu et al., 2011).

Los cambios mundiales recién presentan dos aspectos que observar en la producción global: la industria 4.0 y el nearshoring; éste atrajo la atención en el ámbito económico, debido a su característica de reubicación de centros de producción y proveeduría hacia los países de origen; creando movimientos significativos sobre los mercados de factores de producción, productos y servicios. La llamada Industria 4.0 se refiere al conjunto de tecnologías encauzadas en el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la minería de datos y la manufactura aditiva (3D) (Rüßmann et al., 2015)⁴.

Las nuevas condiciones permitieron formular políticas industriales y estrategias de industrialización en los países en vías de desarrollo. Si bien la política industrial debe establecer la estructura productiva de una economía, en las últimas décadas se ha enfatizado el rol del conocimiento y la innovación como partes sustantivas del crecimiento económico, ambos desarrollados y promovidos por políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) (Nelson, 1993; Lundvall, 2010; Schot y Steinmuller, 2018).

México tiene características singulares, ya que ha efectuado, por un lado, políticas industriales pasivas, esto es, dejando que tanto las fuerzas del mercado, el desarrollo de la industria manufacturera, así como la incorporación de empresas nacionales a las cadenas de producción operen en el sistema productivo. Mientras que, por otro, ha implementado PCTI para impulsar la generación de conocimiento e innovación en sectores públicos y privados (Casas et al., 2014).

Asimismo, algunos autores analizan las PCTI demostrando la débil articulación del sistema de innovación en México (Dutrénit, et al., 2010). Ante estas perspectivas de análisis, se puede ver la deficiente comunicación entre dichas políticas, y entre los niveles de gobierno, para definir con claridad las acciones instrumentales de las PCTI. Derivado de ello, a nivel estatal se ha buscado generar las condiciones para crear y mejorar sus capacidades tanto de atracción de inversión extranjera directa (IED), como de desarrollo de industria local, basado en el enfoque de los sistemas nacionales y regionales de innovación; de los cuales se enfatiza la importancia de la participación de los diversos agentes como las empresas, universidades, organizaciones intermedias, y agencias gubernamentales (Chaminade y Edquist, 2010; Buenrostro, et al., 2011; Ordoñez, 2017).

Se aborda en la primera sección el marco teórico-conceptual que soporta la interrelación entre las políticas de CTI para el crecimiento económico, para identificar la importancia de centros de generación de conocimiento como las instituciones de educación superior (IES) y los centros de públicos de investigación (CPI) y organizaciones intermedias

4 The Boston Consulting Group señala que la Industria 4.0 consta del internet de las cosas industrial, ciberseguridad, la nube, manufactura aditiva, realidad aumentada, análisis de bases de datos, robots autónomos, simulación, y sistemas de integración vertical y horizontal.

(OI) bajo el contexto teórico de los SRI. En la segunda sección, se presenta el marco contextual de las PCTI del estado de Chihuahua, a partir de los programas, diseño de las estrategias y acciones. Posteriormente se documentan las iniciativas de la PCTI-Chihuahua orientadas hacia la creación de organizaciones intermedias tales como el Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA), el Centro de Innovación en Moldes y Troqueles (CIMyT) y el Centro de Inteligencia Artificial (IA.Center). Por último, se ofrecen las conclusiones.

Marco teórico-conceptual: Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación

Los estudios en economía se han orientado hacia el análisis de los factores y mecanismos que generan el crecimiento, reconociendo que la política industrial es determinante para la creación de la estructura productiva.

Así mismo, se observa la relevancia de las PCTI para la generación y difusión del conocimiento como elemento clave para la innovación y el crecimiento económico. Se adiciona la importancia de la colaboración, interacción y cooperación entre los diferentes agentes –como empresas, universidades, centros de investigación, organizaciones intermedias– que contribuyen a solidificar el crecimiento económico.

Las Políticas de Ciencia Tecnología e Innovación (PCTI) y los Sistemas regionales de innovación (SRI)

Algunos autores han definido a la política industrial a partir de las actividades productivas para orientar cambios a la estructura económica e impulsar algunas actividades más que otras (Sánchez y Moreno-Brid, 2016) en colaboración entre sectores. (Rodrick, 2008).

Desde las crisis de los noventa, diversos análisis advierten la pertinencia de efectuar políticas con la intervención del gobierno para generar conocimiento tecnológico que ayude a concebir innovaciones, de ahí que se hable de un conjunto de políticas “de ciencia y tecnología, de inversión extranjera directa, sobre derechos de propiedad intelectual... contenidas de la acumulación de conocimientos información y habilidades” (Romero, 2016:17 citando a Cimoli, Dosi y Stiglitz, 2009). Por tanto, se requiere la creación y difusión del conocimiento en una economía.

A partir de entonces, la innovación juega un papel decisivo en la competitividad de las empresas y el crecimiento económico. Además, se ha argumentado que la innovación es un proceso largo, que demanda recursos financieros, humanos y de infraestructura e incluye riesgos. Por tanto, se necesita una guía que ayude a canalizar dichos recursos hacia objetivos específicos. Las PCTI han ganado protagonismo en los paquetes de políticas industriales para impulsar las inversiones en ciencia y tecnología para generar, difundir, explorar y explotar conocimiento y consolidar las capacidades tecnológicas que se traduzcan en innovaciones, analizando la evolución de las PCTI en su enfoque, sus objetivos e instrumentos. (Salomon, 1977; Oszlak y O'Donnell, 1995; Schot y Steinmuller, 2016).

Entre el periodo 1980-2000, con la globalización se enfatizó la eficiencia económica para la competitividad con la intervención del estado a fin de enmendar las fallas de sistema,

como la falta de colaboración y coordinación entre agentes. Para 2010, emerge una transformación significativa que prioriza problemas sociales y ambientales, atendiendo las características y necesidades específicas de las regiones y sus sociedades (Schot y Steinmuller, 2018).

Como las PCTI tienen por objeto generar y difundir conocimiento, se requiere la colaboración de diferentes agentes debido a la complejidad de las actuales tecnologías (biotecnología, nanotecnología, inteligencia artificial); considerando un enfoque sistémico, que reconozca a la innovación como resultado del intercambio de información y conocimientos de los agentes como empresas, centros públicos de investigación (CPI), instituciones de educación superior (IES), todos ellos actuando dentro de un entorno institucional que favorezca dichos intercambios, lo que se denomina Sistema de Innovación.

En los ochenta surge la corriente de la economía de la innovación (Freeman, 1982), la cual señala que el cambio tecnológico y la innovación lo que pueden generar crecimiento económico y analizan los procesos de generación de innovaciones en países desarrollados. Nelson y Winter (1982) mencionan que el conocimiento es el elemento principal y que el aprendizaje es el mecanismo para generar capacidades tecnológicas, desarrollar y comercializar nuevos productos apoyados por un marco institucional. Lundvall (2010), enfatiza que en países en vías de desarrollo (PEVD) también es indispensable la participación del gobierno para promover las relaciones entre los diferentes agentes tanto públicos como privados.

En los PEVD, las PCTI parten del gobierno considerando un sistema nacional de innovación. Aunque, algunos autores señalan la importancia de desarrollar un SRI, cuyos fundamentos son: el valor del conocimiento tácito (Asheim, et al., 2007), y su transferencia a través de redes donde participan diferentes agentes localizados en una región más o menos determinada (Audretsch y Feldman, 2004). Por ello, se deben conocer las características específicas de las regiones para conocer su potencial generación de conocimientos y cómo transferirlo de forma efectiva hacia las empresas (Breschi y Lissoni, 2001; Giuliani, 2006).

Así, se infiere una estrecha relación entre las políticas industriales que inciden en la definición de la estructura productiva por intervención del gobierno y las PCTI que buscan generar y difundir conocimiento que ayude a la innovación tecnológica.

Las Políticas de CTI en el estado de Chihuahua

En México, existen regiones que por más de cincuenta años acumularon experiencia y capacidades en la manufactura industrial, como el estado de Chihuahua⁵. Desde los sesenta se promovió a las maquiladoras, el comercio intraindustrial y la IED; aunque ésta, es limitada en la creación de capacidades productivas, tecnológicas y de innovación nacionales (Sánchez y Moreno-Brid, 2016; Cimoli, 2000; Dutrénit, et al., 2010).

En la última década se ha acentuado el debate de incorporar en la agenda gubernamental la importancia de las PCTI, aunque la industrialización del norte de México se

⁵ En Ciudad Juárez, comenzó desde la implementación del Programa de Fomento a la Industria Maquiladora de Exportación (1965) en el norte del país y acentuada por la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN-1994), hoy conocido como T-MEC (2021).

basó en maquiladoras caracterizadas por ser subsidiarias de empresas multinacionales cuya principal estrategia es bajar el costo de la producción. Este nuevo enfoque presenta diversos retos ante la globalización, la reorganización mundial de las cadenas de valor, alta dependencia con la industria de los Estados Unidos y por la reciente llegada de la Industria 4.0. Ello, traza nuevos desafíos para lograr y/o sostener el crecimiento económico y la competitividad por medio del soporte al desarrollo de capacidades y generación de innovaciones tecnológicas para los actores locales y regionales.

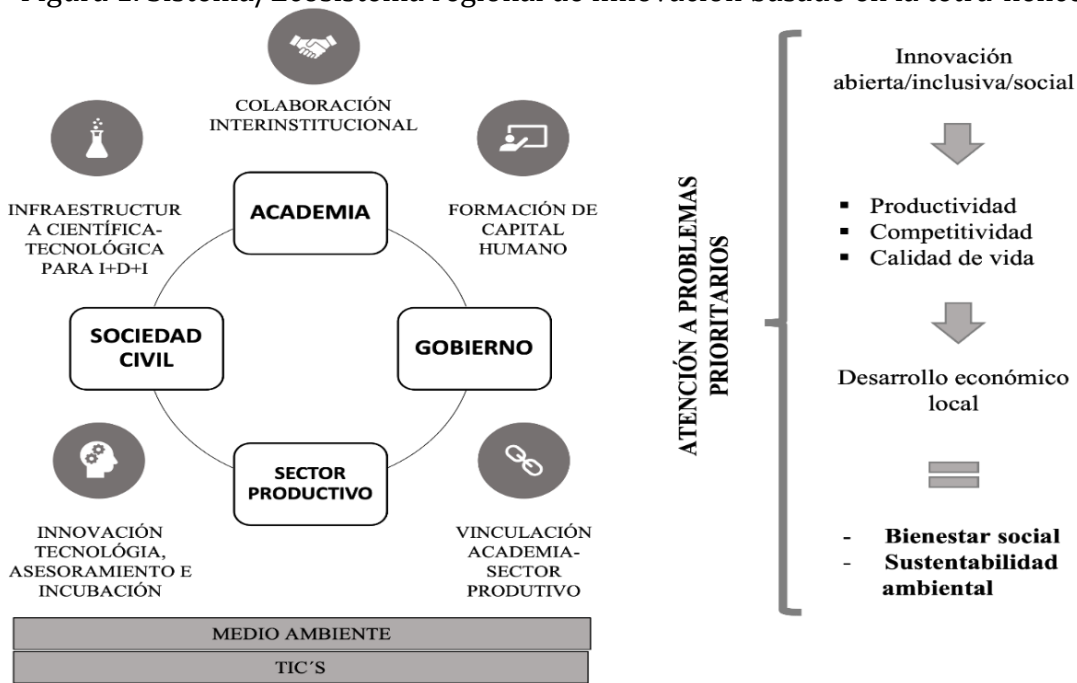
Hoy día, el estado de Chihuahua se afana en la integración del ecosistema regional de innovación con la participación de diversos actores. Tal como la colaboración a través de redes de emprendimiento e innovación, y la creación de proyectos regionales de innovación considerando sus vocaciones productivas. Además, existen proyectos de soporte para infraestructura CTI de apoyo a empresas y a emprendedores en vinculación con la academia y la sociedad. A partir del periodo 2016-2021, se introdujo el enfoque de innovación como factor de productividad, competitividad y crecimiento económico, estableciendo esta categoría en el nombre de la Secretaría de Economía a la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico (SIDE). Ello dio impulso a programas, proyectos y acciones orientados hacia la innovación, en todas las actividades de dicho organismo, con la premisa de transitar hacia una economía basada en el conocimiento, donde la integración de un ecosistema regional de innovación es fundamental para tales fines.

Este cambio hacia la innovación tecnológica en las regiones por parte del gobierno y empresarios revela hasta qué punto ésta prioridad ha sido respaldada por las políticas públicas e instituciones que ofrecen apoyo hacia una actividad que demanda grandes inversiones e infraestructura científico-tecnológica.

Además, se elaboró el modelo de innovación y desarrollo económico con el objeto de atraer inversiones intensivas en conocimiento con mayor contenido tecnológico, así como también, instrumentos financieros y de capacitación para las pequeñas y medianas empresas (PyMES) locales y el desarrollo de talento acorde con las nuevas demandas de empleabilidad del mercado laboral, ante la llegada de empresas con procesos que requieren mayor calificación de la mano de obra, bajo seis líneas de enfoque como: innovación operativa y tecnológica, creación y desarrollo de empresas chihuahuenses, atracción de visitantes, promoción estratégica para el desarrollo equilibrado, desarrollo y retención de inversiones y desarrollo, retención y atracción de talento., con el propósito de lograr mayor competitividad y valor agregado. Este modelo implementado por la SIDE, implica la conformación de estrategias para el funcionamiento de un ecosistema regional de innovación considerando un carácter sistémico donde participan diversos agentes para su integración. (Figura 1)

Haciendo referencia al enfoque de innovación operativa y tecnológica, se desarrolló la política de CTI y realizaron acciones para impactar en: la formación de talento, desarrollo tecnológico especializado, conformación de proyectos de desarrollo tecnológico en conjunto academia-industria; y el eje de desarrollo de infraestructura científica y tecnológica por región; dichas acciones se desarrollaron de manera transversal involucrando a diversas dependencias no solo al interior de la SIDE sino de otras áreas de gobierno y organizaciones externas. (Figura 2)

Figura 1. Sistema/Ecosistema regional de innovación basado en la tetra-hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Domínguez (2021).

Figura 2. Ejes y programas de ciencia, tecnología e innovación



Fuente: Elaboración propia con base en SIDE (2017) y SIDE (2022).

Se destaca el desarrollo de centros de innovación estratégicos en el estado sobre todo en la zona norte que contempla la Región Juárez, pues, aunque se ubican en la zona diversas industrias de los sectores automotriz, biomédico, electrónica y electrodomésticos, etc., y

cuenta con importantes IES estatales y nacionales, se carecía de infraestructura CTI especializada que se articulara y brindara soluciones de tecnología de punta.

Sobre el Desarrollo de infraestructura CTI por región se generaron los siguientes centros (SIDE,2017):

Región Juárez Distrito de Innovación: Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA); Centro de Innovación en Moldes y Troqueles (CIMYT) y Centro de Inteligencia Artificial (CIA)

- Región Chihuahua: Science and Innovation Park, CT-HUB
- Región Cuauhtémoc: Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIDET)
- Región Delicias: Hub de Desarrollo e innovación para la agroindustria.

Es relevante observar la forma de organización y administración de los centros y la inversión para su instalación. También, la forma de gobernanza de éstos es distinta con respecto a cada tipo de centro, proliferando la existencia de asociaciones civiles como forma de operación, para evitar que cambios de gobierno puedan afectar la operación, y financiamiento de éstos.

Organizaciones intermedias como agentes vinculantes e importancia en el SRI

Las interacciones entre los agentes desde la perspectiva del SRI ocurren dentro de las actividades innovadoras, mediante acciones entre los agentes que crean tecnologías y generan conocimiento con los usuarios de estos.

Entre los agentes clave están las organizaciones intermedias (OI), las cuales desempeñan un importante papel en esta mediación ya que son agentes que interpretan las necesidades de las tecnologías en desarrollo de los usuarios (Pérez, 2016). También, las OI realizan diversas acciones en el proceso de innovación, ya que posibilitan las relaciones entre otros agentes, propiciando ambientes de confianza y certidumbre, contribuyen al aprendizaje, la creatividad de nuevos diseños y productos, así como la expansión de las redes. Como enlaces, sus funciones tienen como intención incorporar nuevos productos al mercado, procesos, métodos organizacionales y comerciales y fortalecer el contexto institucional (Pérez, 2016).

Casalet y González (2006) afirman que la diversidad de las funciones de las OI, su flexibilidad organizativa, cambio de actividades y roles, y baja burocratización permiten cimentar un mercado integrado de servicios, articulando a empresas, centros de investigación y gobierno, orientados hacia el fomento productivo. La emergencia de las OI, su carácter híbrido y afianzamiento es manifestación de un modelo interactivo de innovación que recalca la generación de conocimiento en diferentes ámbitos institucionales, redes y organizaciones híbridas de investigación (Jaso, 2011; Lam, 2002).

Los principales argumentos de autores como Van Lente et al. (2003), Van der Meulen (2007) y Stezano (2009) sostienen que el crecimiento, expansión y diversidad de las OI ocurre principalmente por la naturaleza del conocimiento científico, la investigación y el lugar que las OI tienen en la vida social y en el debate político, además de su inclusión en las

políticas. También, mencionan como otras razones, el hecho de que la mayor complejidad de conocimientos e innovaciones se produce y sostiene por redes de empresas e instituciones, la presencia de imitación transnacional y ciertas tendencias en las políticas públicas; el origen del financiamiento gubernamental a la ciencia e investigación y los aspectos relacionados con su autonomía e independencia.

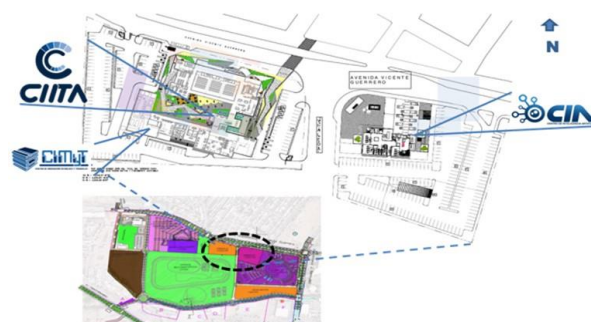
Acorde con las argumentaciones teóricas previas, en el estado de Chihuahua, las PCTI se orientaron hacia el fomento y creación de algunas OI con el propósito de potenciar el desarrollo sustentable. Buena parte de la infraestructura de conocimiento está principalmente en las universidades, ya que cuenta con más de cien IES, pero pocas se centran en áreas de innovación tecnológica. Además, las OI que operan en Chihuahua como centros de investigación son pocas las que generan conocimientos en investigación y desarrollo; podemos advertir que de la red de los Centros Públicos CONACyT, el estado alberga la sede del Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., (CIMAV), subseces del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., (CIAD) localizadas en las ciudades de Cuauhtémoc y Delicias; El Colegio de la Frontera Norte, A.C. y El Colegio de Chihuahua localizados en Ciudad Juárez.

De acuerdo con SIDE, 2017 y 2022 las estrategias de impulso a la innovación para el desarrollo sustentable de la entidad y por iniciativa de agentes como IES y empresas, durante el periodo 2017-2021 se crearon cuatro OI en el estado, tres en la Región Juárez: el Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA), el Centro de Innovación en Moldes y Troqueles (CIMYT) y, el Centro de Inteligencia Artificial (IA.Center), conformado un complejo denominado distrito de innovación.

Distrito de Innovación

El distrito tiene la finalidad de fortalecer, crear e integrar empresas de mediana y alta tecnología, mediante la actuación de los centros, siendo factores de articulación e impulso de la productividad regional a través de la formación de talento, desarrollos tecnológicos y servicios requeridos por el sector industrial, y por la población en general para su inserción en la transición digital y conocimiento de tecnologías avanzadas. El desarrollo de éstas OI contó con una inversión en infraestructura y equipo por un monto de \$329 millones de pesos cuyas fuentes fueron diversas, pero principalmente de origen estatal. A continuación de describe a cada una de las OI mencionadas. (Figura 3).

Figura 3. Distrito de innovación



Fuente: Elaboración propia con base en SIDE (2017)

Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA)

El CIITA surge como una iniciativa empresarial de una organización conocida como CONREDES (Consejo Regional para el Desarrollo de la Educación y Sustentabilidad) en 2015. Entre el 2015 y 2016 que Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A.C. y el Municipio de Juárez, financian el anteproyecto conceptual y estratégico para el desarrollo del CIITA (DECJ, 2017). Para el 2016-2018, a través del Instituto de Innovación y Competitividad (I2C) de la SIDE, se desarrolla el proyecto ejecutivo inicial para su construcción. En 2018 en colaboración con CONACYT, se establece como demanda estratégica para la obtención del financiamiento para su construcción y equipamiento con el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Chihuahua por un monto de 160 millones de pesos y una aportación complementaria del Fideicomiso de Puentes Internacionales del Gobierno del Estado de Chihuahua por 80 millones de pesos, cuyo monto total fue de 240 millones de pesos, siendo el Instituto Politécnico Nacional (IPN) el encargado de su ejecución (FOMIX, 2018; Domínguez, 2021).

La región de Juárez es de vocación predominantemente industrial, principalmente la IME, donde se desarrollan productos para diferentes sectores entre ellos: Automotriz y Autopartes, Aeronáutica, Eléctrico y Electrónica, Equipo Médico y Biomédico, así como Logística y Distribución de productos (DECJ, 2017; FOMIX, 2018). Actualmente el CIITA, brinda integración de nuevas tecnologías e investigación aplicada con innovación, para atender necesidades en formación de talento, desarrollo tecnológico de alto nivel, desarrollo de nuevos productos y servicios en áreas de manufactura avanzada, electrónica avanzada y tecnología de información y comunicación para las diferentes industrias locales, IME y PyMes industriales (CIITA, 2023).

Cuenta con infraestructura de laboratorios disponible para la industria, desarrollo de nuevos productos y capacitación en alta tecnología ((CIITA, 2023): de maquinados avanzados, de metrología, de manufactura aditiva, de prototipado electrónico SMT, de cómputo avanzado, de pruebas EMC (compatibilidad electromagnética), de integración tecnológica y de integración social. Otros servicios a las empresas son: mapeo de procesos productivos, proyectos vinculados, transferencia tecnológica (propiedad intelectual, comercialización, vigilancia tecnológica, diagnóstico e identificación de alternativas tecnológicas, etc.).⁶

Además, el CIITA se articula con las IES de la región, organizaciones de la sociedad civil, con otros centros de investigación e innovación nacionales y extranjeros y comunidades de emprendimiento tecnológico, a fin de atender los problemas, necesidades y oportunidades no solo de la región fronteriza sino también del estado y el país. Adicionalmente, siendo parte del sistema politécnico, se integra a la Red de centros de innovación y centros de vinculación y desarrollo regional que se encuentran en el país (15 centros). La finalidad del CIITA es impactar en la productividad regional, ser soporte para el desarrollo de fortalezas mediante

6 Con los diversos programas y servicios que despliega el CIITA han atendido requerimientos diversos solicitados por más de 20 empresas del ramo industrial entre PyMES e IME. Además de haber impactado en más de 500 personas en los diversos cursos y talleres certificados que han proporcionado de 2022 a la fecha (CIITA, 2023).

el talento y detonador para la transformación en la gestión de los diversos procesos productivos de la industria.

Su gobernanza es un consejo de gobierno presidido por el IPN que incluye representantes de la comunidad académica local, (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ); de la IME líderes en la región (Aptive, Lear, Bosch, Safran, Johnson&Johnson), de la industria local (SEISA, REXMED) y de PyMEs industriales (PIMA), así como representantes de la sociedad civil (Fondo Unido) y del sector gubernamental (SIDE, CONACYT), a fin de que orienten hacia dónde desarrollar proyectos tecnológicos y talento humano acorde con las tendencias globales, ya que el CIITA deberá ser autosostenible financieramente en el corto plazo con la implementación de proyectos en vinculación con la industria, la provisión de servicios altamente especializados y capacitación de alto nivel tecnológico (CIITA, 2021).

Centro de Innovación en Moldes y Troqueles (CIMyT)

El CIMyT surge por iniciativa del Gobierno del Estado de Chihuahua a través de la SIDE para desarrollar capacidades técnicas, científicas, recursos humanos y poseer equipos especializados para atender la demanda creciente en esta área tecnológica de moldes y troqueles. Los recursos económicos para desarrollar y constituir al CIMyT provinieron de fondos del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software e Innovación (PROSOFT) de la Secretaría de Economía Federal en la convocatoria de 2018 para la implementación de centros industriales de innovación, también de la SIDE a través del I2C, de la UACJ, del Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología (CENALTEC) y de Industria Local de Ciudad Juárez. La coordinación del proyecto quedó a cargo de Desarrollo Económico de Juárez, A.C., y la inversión conjunta fue de 24.5 millones de pesos (CIMyT, 2019; I2C, 2022).

El objetivo del CIMyT es fortalecer a las PyME a través de la capacitación altamente especializada para el área de moldes y troqueles, así como, proveer servicios de manufactura y mecánica avanzada y proponer proyectos de desarrollo e innovación tecnológica (CIMyT, 2019).

En una primera etapa se llevaron a cabo cursos para ingenieros de las empresas socias del centro, con certificación en el uso de software especializado para el diseño de moldes (NX de Siemens y Solid Works); y además, se adquirió equipo para brindar servicios de mecanizado de alta precisión y mantenimiento correctivo: Centro de Mecanizado Vertical con capacidad de corte de grafito, Electroerosionadora de Penetración, y Electroerosionadora de hilo, a este equipamiento se suma la aportación en especie de un Centro de Mecanizado Vertical de cinco ejes instalado en UACJ, un Microscopio electrónico de barrido en UACJ y un Equipo de Soldadura Laser instalado en CENALTEC.

El CIMyT se encuentra en el CENALTEC pero en el corto plazo el equipamiento será ubicado en el área creada para ello en el Distrito de Innovación y será operado mediante un acuerdo de colaboración que actualmente se encuentra en proceso. A través del CIMyT se brindan servicios de capacitación en sus áreas tecnológicas (manufactura y mecánica avanzada), servicios de mecanizado de alta precisión, soldadura por método laser, caracterización de materiales por microscopía electrónica, asesoría para el desarrollo e innovación tecnológica de proyectos postulados por emprendedores, micro, pequeñas y medianas empresas, desarrollo de ingeniería de manufactura, capacitación en

mantenimiento de moldes de inyección, diseño de moldes en NX o SOLIDWORKS, programación y operación de centros de mecanizado de alta precisión (CIMyT, 2019).

El CIMyT es una asociación civil cuya gobernanza considera un consejo directivo conformado por cinco empresas PyMES (SEISA, REXMED, Tamuse Systems, PIMA, Solutions Tools), una organización empresarial (Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A.C.), un cluster internacional de moldes, troqueles y herramientas, dos representantes de gobierno estatal (I2C y CENALTEC), una IES (UACJ) y un centro de innovación (CIITA) (I2C, 2022).

Centro de Inteligencia Artificial (IA.Center)

El IA.Center fue iniciativa de la SIDE Chihuahua a través del I2C, para atender una demanda creciente manifestada por diversos agentes del SRI, con respecto a la importancia de la transformación del talento humano hacia la adopción y desarrollo de habilidades digitales y la posterior concreción en proyectos tecnológicos y startups fundamentados en diversas áreas de la Inteligencia Artificial (IA), esto para atender los requerimientos presentados en la región por capital humano calificado en estas tecnologías y, también, para proporcionar otras herramientas a la población que les permitirán contar con una mayor movilidad social mediante el mejoramiento de sus niveles ingreso a través del incremento de sus capacidades y cualificaciones en estas tecnologías emergentes.

Es así, que el I2C en conjunto con expertos en el tema, desarrollaron el proyecto conceptual-estratégico del Centro y, la Subsecretaría de Obras Públicas del gobierno del Estado en Ciudad Juárez realizó el proyecto ejecutivo para su construcción que comenzó en 2019 con recursos de multas electorales y presupuesto estatal, representando una inversión de 64.5 millones de pesos (I2C, 2022).

Para 2020 el IA.Center comienza operaciones con el propósito de “...desarrollar programas y proyectos de aprendizaje, innovación y emprendimiento enfocados en generar conocimiento aplicado aprovechando tecnologías del área de la inteligencia artificial para fomentar la competitividad tecnológica de la región y bienestar público mediante una vinculación con los sectores industrial, académico, social y público” (<https://www.ia.center/es/>). Los programas y servicios se engloban en tres marcas: a) IA-Skills (aprendizaje), que implementa programas y actividades para el desarrollo de talento orientado a niños, jóvenes y adultos (cursos, certificaciones, diplomas); b) IA-Solutions (innovación) que despliega actividades para el desarrollo tecnológico en Inteligencia Artificial (IA) vinculados con la industria (cursos, diplomas, certificaciones, proyectos tecnológicos, servicios, consultoría); y, c) IA-Start (emprendimiento), desarrollo de actividades para el emprendimiento de base tecnológica. En cada uno de ellos se aplica la IA, ciencia de datos e Industria 4.0, así como cómputo numérico, medios digitales, blockchain, programación (Python), machine learning, robótica, ciberseguridad, manufactura digital, DevOps, sistemas embebidos, Big Data, etc.⁷

⁷ Se han emitido 36 convocatorias e impartido más de 150 cursos con tres mil personas capacitadas y certificadas de un registro de 10 mil aspirantes, lo que representa una eficiencia terminal del 30% superior a otros centros similares como Coursera o Edx (6% - 7%) (IA.Center, 2022).

Adicionalmente, cuenta con bolsa de trabajo donde está registrado el recurso humano capacitado por este centro y de esta manera impulsa la proveeduría de fuerza laboral capacitada en IA. También ofrece servicios de alquiler de espacios para capacitación y de oficinas equipadas con internet de 10 GB, y cursos masivos abiertos en línea con contenido de diseño propio y ha integrado recursos humanos formados por el centro como capacitadores.

El desarrollo de los diversos programas y actividades que realiza el IA.Center es en vinculación con diversas instituciones educativas (UACJ, Instituto Tecnológico de Juárez, Universidad Tecnológica, IPN, Instituto Tecnológico de Monterrey, etc.), organizaciones de la sociedad civil (Fondo Unido y el Instituto Promotor de la Educación, etc.), gubernamentales (SIDE, I2C, SEyD, Juárez Limpio), así como con la industria (Honeywell, Microsoft, Transtelco, Hubbell, Teleflex, Aptiv, etc), formando toda una red de colaboración compartiendo contenidos, dando soporte técnico, soporte financiero, o bien otorgando servicios de capacitación y desarrollo de aplicaciones (IA.Center, 2023).

Actualmente, el IA.Center es autosostenible financieramente gracias a que sus ingresos propios han incrementado debido a la creciente demanda en formación de capital humano en IA, logrando continuar con sus operaciones y no depender de recursos del gobierno del estado que, desde la entrada de la nueva administración, a partir del 2021, dejó de suministrarles fondos.

Por último, es importante destacar que el IA.Center se conformó como una asociación civil cuya gobernanza se basa en un consejo directivo formado por dos representantes del gobierno del estado (I2C, SEyD), cuatro representantes de sector industrial (Southwest Maquila, Honeywell, Transtelco, Microsoft), y tres representantes de la sociedad civil (Fondo Unido, IPE, AgroIA) (I2C, 2023). La articulación de los diversos actores en las actividades que desarrolla el IA.Center permiten ver algunos aspectos sobre el funcionamiento del microsistema de innovación el cual tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades del entorno local.

Conclusiones

Ante las preguntas de ¿cómo interactúan estos agentes –gobierno, empresas, academia y organizaciones intermedias– para llevar a cabo innovaciones tecnológicas? y ¿cómo se construye la infraestructura de conocimiento desde la intervención gubernamental para la creación de centros de innovación industrial?, podemos inferir algunas respuestas derivadas de las evidencias tanto documentales como de las entrevistas a los agentes clave.

En primera instancia se observa que durante el periodo 2017-2021 se conjuntaron esfuerzos tanto del gobierno estatal de Chihuahua, organismos descentralizados y organizaciones privadas para incrementar la infraestructura, la creación y difusión del conocimiento con la instauración de los llamados centros de innovación (CIITA, CIMYT y el IA.Center) así como las necesidades de las subsidiarias de EMN y de los empresarios locales para atender sus vocaciones industriales en las diferentes regiones del estado y en particular la Región Juárez.

La articulación entre los agentes se capitalizó mediante el desarrollo de estrategias de innovación creadas por el gobierno estatal, las empresas, las instituciones de educación superior (IES) y las organizaciones intermedias revelando la presencia de un sistema regional de innovación cuyos ejes se potenciaron debido a la identificación de las necesidades locales y la vocación industrial de la Región Juárez.

Dada la naturaleza de la tecnología que atienden los Centros (CIITA, CIMYT y el IA.Center), se observa un amplio potencial para aumentar la atención a las demandas de desarrollo de las capacidades tecnológicas del estado, principalmente de Ciudad Juárez, la cual alberga a más de 300 subsidiarias de EMN, mismas que potencialmente requerirán un cambio en sus procesos productivos, y así, demandarán principalmente de capacitación en las áreas de minería de datos e inteligencia artificial, formación de recursos humanos especializados, el desarrollo tecnológico para la solución de problemas industriales, y el emprendimiento de base tecnológica.

El desarrollo de las diferentes regiones del Estado de Chihuahua en particular la de la Región Juárez, presenta diversos retos,

Se puede observar que:

- Las capacidades de desarrollo de conocimientos y las estrategias para su divulgación entre los diversos organismos y agentes y sus impactos en la población cuyas capacidades de especialización en las áreas de la tecnología e innovación se verán mejoradas y potenciadas para la inserción a nuevos trabajos con mayor remuneración.
- Dado el rol de las organizaciones intermedias de origen gubernamental deben tener estructuras organizacionales que les garanticen ser autosustentables, únicamente con impulsos financieros iniciales orientados hacia la consolidación de estos y en plazos determinados.
- En el caso de la creación de nuevas empresas y fortalecimiento a las Pymes existen demandas para para consolidar los potenciales emprendimientos mediante fuentes de financiamiento.
- La emergencia de colaboración y cooperación de tipo tetra-hélice, pero aún falta mucho quehacer por parte de los agentes del SRI para avanzar en una conformación de mayor solidez; particularmente porque algunos esfuerzos aún se ven desarticulados.
- Ante la idea de que las empresas se crean de manera independiente y que el agente gobierno no crea soportes, se requiere socializar lo que hacen las organizaciones intermedias y crear los mecanismos de difusión para que los agentes construyan la confianza y con mayor colaboración se vinculen de manera más efectiva.
- Conjugar las interacciones de las Pymes con las OI y orientar bien su potencial de inversión hacia las innovaciones, aprovechando el enorme mercado local de las maquiladoras.
- Deben crearse esquemas de financiamiento a fondo perdido y orientar claramente a las empresas hacia tecnologías relacionadas con las vocaciones regionales.
- Una tarea sustantiva pendiente por desarrollar en la investigación es si lo que se vislumbra como clúster de innovación de la Región Juárez, podría ser un nicho importante para la transformación de la industria y el tipo de empleo que genera. Cuestionar ¿Qué desarrollos tecnológicos realizan en conjunto? ¿Cómo se potencian a partir de su cercanía geográfica? O bien ¿Qué agentes en común tienen y de qué tipo son sus relaciones?

Referencias

- Amsden, A. H.** (1992). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford University Press.
- Audretsch, D. B., y Feldman, M. P.** (2004). Knowledge spillovers and the geography of innovation. En *Handbook of Regional and Urban Economics*, 4, 2713–2739.
- Breschi, S., y Lissoni, F.** (2001). Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 975–1005.
- Buenrostro, E., Stezano, F., Casalet, M., Oliver, R., y Abelanda, L.** (2011). Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos en México: los desafíos de la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro (No. 411). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Casalet, M. y González, L.** (2006). El entorno institucional y la formalización de las redes en el sector electrónico de Chihuahua. En Villavicencio, D. (Coord.). *La emergencia de dinámicas institucionales de apoyo a la industria maquiladora de México*, (pp. 49-87). México: Cámara de Diputados/UAM/Miguel Ángel Porrúa.
- Casas, R., Corona, J. M., y Rivera, R.** (2014). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. En América Latina: entre la competitividad y la inclusión social. *Perspectivas Latinoamericanas en el Estudios Social de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento*. México: Siglo XXI, 137-154.
- CIITA** (2023). *Numeralia. Presentación ejecutiva de avances*. Instituto Politécnico Nacional.
- CIITA** (2021). *Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas. Presentación ejecutiva para empresas del sector industrial*. Instituto Politécnico Nacional.
- CIMyT** (2019). *Manual de operación del Centro de Innovación en Moldes y Troqueles. Reporte técnico*.
- Cimoli, M., Dosi, G., y Stiglitz, J.E.** (2009). *Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation*. Initiative for Policy Dialogue, Prefacio, Oxford University Press, Gran Bretaña.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)** (2012). *Cambio estructural para la igualdad*. CEPAL.
- Chaminade, C., y Edquist, C.** (2010). Rationales for public policy intervention in the innovation process: Systems of innovation approach. In *The theory and practice of innovation policy*. Edward Elgar Publishing.
- DECJ** (2017). *Diseño conceptual, estratégico y operativo del CIITA. Reporte técnico final, Desarrollo Económico de Ciudad Juárez*.
- Domínguez, L.** (09-de junio-2021). *Política pública de I+D+i en el Estado de Chihuahua para la Innovación y Competitividad, Ponencia presentada en la Universidad de Xalapa, Veracruz, México*.

- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J. M., Puchet, M., Santiago, F., y Vera-Cruz, A.** (2010). El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos. University Library of Munich, Germany.
- Freeman, C.** (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. London: Frances Pinter.
- FOMIX** (2018). Fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del Estado de Chihuahua. Demanda específica Fonfo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Chihuahua. Consultado en https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/fondos_mixtos/chihuahua/2018-01_FOMIX_CHIHUAHUA/2018-01_FOMIX_CHIHUAHUA_DEMANDA_ESPECIFICA.pdf
- Giuliani, E.** (2006). The selective nature of knowledge networks in clusters: evidence from the wine industry. *Journal of Economic Geography*, 7(2), 139–168.
- I2C** (2022). Presentación de proyectos y programas del Instituto de Innovación y Competitividad: Avances. SIDE-Gobierno del Estado de Chihuahua.
- IA.Center** (2023). Informe de actividades 2022. Presentación. Centro de Inteligencia Artificial.
- Jaso, M.** (2011). El surgimiento de nuevos intermediarios para la innovación en México. En Villavicencio, D., Martínez, A. y López, P. (Coords.). *Dinámicas institucionales y políticas de innovación en México* (pp. 19-42). México: UAM/Plaza y Valdés.
- Lam, A.** (2002). Modelos societales alternativos de aprendizaje e innovación en la economía del conocimiento. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (171). Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/lam.pdf>
- Liu, F., Simon, D.F., Sun, Y, y Cao, C.** (2011). China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory, *Research Policy*, 40(7), 917-931. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.05.005>.
- Lundvall, B. Å.** (Ed.). (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*, (Vol. 2). Anthem Press.
- Nelson, R. R.** (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press.
- Nelson, R. y Winter, S.** (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge.
- Romero, J.** (2016). Política industrial: Única vía para salir del subdesarrollo. *Economía Informa* 397, 3-38. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.03.002>.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., y Harnisch, M.** (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group, 9(1), 54-89.
- Salomon, J.-J.** (1977). "Science policy studies and the development of science policy". En Ina Spiegel-Rösing y Derek de Solla Proce, Eds. *Science, technology and society. A cross-disciplinary perspective*, pp. 43-70, London and Beverly Hills: SAGE Publications.

- Sánchez, I. L., y Moreno-Brid, J.C.** (2016). El reto del crecimiento en México: industrias manufactureras y política industrial. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(2), 271-99. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.2.4>.
- Stezano, F.** (2009). *Redes ciencia-industria para la transferencia en México, Estados Unidos y Canadá: Regímenes institucionales y tecnológicos y mecanismos de intermediación*. Tesis de doctorado. México: Flacso México.
- Ordóñez, S.** (2017). Sistemas de innovación y conocimiento: el caso de Jalisco, México. *Problemas del Desarrollo*, 48(191), 161-184.
- Oszlak, O., & O'Donnell, G.** (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes*, 2(4), 99-128.
- Pérez, M.P.** (2016) Las organizaciones intermedias en los procesos de innovación en México. *Perfiles Latinoamericanos*, 24(48), 161-183. DOI: 10.18504/pl2448-007-2016 en 0188-7653-perlat-24-48-00161.pdf (scielo.org.mx)
- Schot, J., y Steinmueller, W. E.** (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.
- Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico-SIDE** (2017). Programa Sectorial de Innovación y Desarrollo Económico 2017-2021, Gobierno del Estado de Chihuahua, consultado en <https://docplayer.es/65386334-Programa-sectorial-de-innovacion-y-desarrollo-economico.html>
- Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico-SIDE** (2022). Programa Sectorial de Innovación y Desarrollo Económico 2022-2027, Gobierno del Estado de Chihuahua, consultado en <https://planestatal.chihuahua.gob.mx/files/10.%20SIDE%20Entrega%20Final.pdf>
- Van der Meulen, B.** (2007). Report for Prime Review 2007. En Workshop Intermediaries Organization and Process. Recuperado de www.prime-noe.org
- Van Lente, H., Hekkert, M., Smits, R. y Van Waveren, B.** (2003). Roles of Systemic Intermediaries in Transition Processes. *International Journal of Innovation Management*, 7(3), 1-33.