

DISCUSIÓN Y DESAFÍOS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL

Lourdes Ampudia Rueda y Julieta Flores Amador
(Coordinadoras)

**DISCUSIÓN Y DESAFÍOS DE CIUDAD JUÁREZ,
CHIHUAHUA, HACIA LA CONSTRUCCIÓN
DE UN SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL**

Argumentos

DISCUSIÓN Y DESAFÍOS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL

Lourdes Ampudia Rueda
Julieta Flores Amador
(Coordinadoras)

editorial
fontamara

Primera edición: abril 2022

Reservados todos los derechos conforme a la ley

©Lourdes Ampudia Rueda, Julieta Flores Amador (Coordinadoras)

©Editorial Fontamara, S.A. de C.V

Av. Hidalgo No. 47-b, Colonia Del Carmen

Alcaldía de Coyoacán, 04100, CDMX, México

Tels. 555659-7117 y 555659-7978

Email: contacto@fontamara.com.mx

coedicion@fontamara.com.mx

www.fontamara.com.mx

ISBN Fontamara 978-607-736-740-6

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

INTRODUCCIÓN

Este libro es producto del proyecto de investigación titulado *Políticas públicas de innovación tecnológica, impactos y retos para el desarrollo local dentro del contexto de los sistemas de innovación regional: estudio de caso Ciudad Juárez, México*, cuyo liderazgo estuvo a cargo de Lourdes Ampudia Rueda y con registro en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En esta entrega, que contó con la colaboración de personal investigador adscrito a distintos cuerpos académicos e instituciones de educación superior, se presentan elementos conceptuales y algunos resultados obtenidos sobre la evolución de las políticas públicas, que han operado en México, al enfocar el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) como un factor del desarrollo económico. En ese quehacer, se revisaron algunas políticas que han buscado resaltar el papel clave de Ciudad Juárez, Chihuahua, desde el marco de la caracterización del sistema regional de innovación (SRI), formulado para Chihuahua en la década de 2010. Algunos hallazgos obtenidos permitieron identificar los sectores de mayor potencial de innovación en Ciudad Juárez, Chihuahua, a partir de analizar los indicadores de concentración, el análisis de cambio-participación, la tasa de productividad y las remuneraciones per cápita dentro del sector de las manufacturas, al considerar datos de los censos económicos como un insumo principal, además de otros materiales, con el método de análisis cualitativo, para extraer información de entrevistas semiestructuradas dirigidas a algunos agentes clave dentro del SRI.

La revisión de literatura de políticas de CTI permitió observar que un aspecto clave es que incluyan iniciativas y respuestas por parte del Estado, hacia sectores significativos de la sociedad (Oszlak y O'Donnell, 1995:113) y un objetivo prioritario es que impulsen el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y empleen los resultados en amplios objetivos del Estado (Salomon, 1977). En suma, con base en Sabatier (1986) y en Teubal (1996), la formulación de las políticas puede contemplar dos vertientes: *a)* de arriba hacia abajo y *b)* de abajo hacia arriba. En el caso del enfoque del cambio tecnológico, se observan dos posibilidades: *i)* *demand-pull* y *ii)* *technology-push*. Y en cuanto a su alcance, las políticas de CTI pueden tener una escala horizontal o una vertical.

Algunos resultados observados en materia de la evolución de PCTI condujeron a delimitar que su ejercicio se divida en dos periodos: de la década 1970 a 2002 y después de 2002 a la fecha. En el primer periodo cabe distinguir que las PCT en México se focalizaron en crear el CONACYT, instituciones de educación superior y el programa de estímulos a la investigación, entre otros propósitos. En cambio, después de 2002, la tendencia se concentró en impulsar programas especiales, definir sectores prioritarios, asignar fondos y apoyos a la innovación; hubo cambios en las reglas de los estímulos otorgados a la investigación e innovación, por mencionar algunas. En definitiva, se hizo énfasis en que las PCTI constituyen un factor clave, para encaminar los esfuerzos del país hacia el crecimiento económico.

En relación con los indicadores de CTI, para caracterizar el potencial del SRI del estado de Chihuahua, la ruta a seguir consistió en presentar un análisis general de las condiciones que precisan el potencial de innovación en el estado, al considerar en esta fase dos objetivos directrices que dictaron: *1)* conocer los elementos que han impulsado o limitado el proceso del desarrollo local, basado en un Sistema Regional de Innovación (SRI), dado el carácter de ciudad industrial que ha tenido Juárez durante los últimos cincuenta años; y, *2)* conocer con cuáles indicadores se han propuesto monitorear el desempeño y los impactos de las políticas públicas enfocadas al desarrollo de la ciencia y la tecnología e innovación, planteados por organismos internacionales y nacionales,

como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el Banco Mundial, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2017-2021, entre otros.

Ante este panorama, la conjugación de esfuerzos por parte del equipo de investigación hizo posible delimitar los alcances del proyecto en esta etapa, de manera que la sistematización de información admitiera no sólo realizar diversas sesiones de trabajo en modalidad de seminario, sino dialogar con diversos especialistas que hicieron posible fortalecer la construcción del conocimiento en materia de innovación, y difundir nuestros hallazgos y reflexiones en diversos espacios académicos.

Como parte de la identificación del problema de estudio, se observa que, en la actualidad, se reconocen como factores cruciales para el crecimiento económico la generación de conocimiento inédito, el progreso tecnológico y la innovación, los cuales están muy relacionados al territorio y que, de manera común, se originan en el ámbito local. De ahí que exista un mayor y renovado interés en fomentar el desarrollo económico desde lo regional y/o lo local, al partir del entendimiento de que la dimensión espacial, tal como el territorio, implica un sistema dinámico de actores que interactúan entre sí y ostentan determinadas capacidades progresivas (Florida, 1995; Cooke y Morgan, 1998; Edquist, 1997; Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria, 1997; Lundvall, 1992).

En este contexto, los efectos de las recurrentes crisis económicas generaron consecuencias negativas en la actividad económica de las regiones, donde Ciudad Juárez no fue la excepción. En el periodo de 2010-2015, en Juárez se puso de manifiesto la fragilidad de la base productiva de la localidad, como resultado de la crisis de inseguridad local y la caída producida en la economía de Estados Unidos. Ante esta situación, el gobierno estatal de Chihuahua, entidad donde se ubica Ciudad Juárez, y algunos grupos empresariales, manifestaron un interés creciente por la innovación tecnológica, como el elemento fundamental de una nueva estrategia productiva, que hiciera posible mejorar la competitividad de la ciudad, en concordancia con las recomendaciones internacionales vertidas para impulsar el desarrollo.

Cabe observar, en particular, que el desarrollo de actividades económicas relacionadas con la innovación tecnológica tiene algunos antecedentes en la ciudad. Algunas empresas maquiladoras (que representan el principal sector económico de la ciudad) han desarrollado capacidades tecnológicas que les han permitido incursionar en las áreas de investigación y desarrollo, con impactos significativos locales (IyD) (Dutrénit y Vera-Cruz, 2002; Dutrénit y Arias, 2003). También hay evidencia sobre pequeñas y medianas empresas (PYMES), proveedoras de la maquiladora, que han logrado desarrollar capacidades tecnológicas para satisfacer los altos estándares de calidad que se les exige (Vera-Cruz y Dutrénit, 2007; Ampudia y De Fuentes, 2009). En la localidad se han desarrollado, desde hace por lo menos dos décadas, procesos productivos con cierto contenido tecnológico, relacionados con la innovación tecnológica; estos antecedentes deberían ser tomados en cuenta a la hora de plantear las políticas para el impulso de la innovación en el estado. En este sentido, el CONACYT es la institución federal encargada de diseñar e implementar políticas CIT desde hace varias administraciones. En general, los resultados han sido limitados y las políticas de CIT se transformaron en las dos últimas décadas, por lo que fue posible que algunos programas específicos para innovación se hayan implementado en Ciudad Juárez (tal como el proyecto FOMIX-CONACYT).

Por lo anterior, se considera que el planteamiento del problema circunda en tres ejes, de los cuales cada uno propone un tema central (políticas, estructura económica e innovación) y algunos cuestionamientos principales.

En el primer eje se propuso considerar en la formulación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, las preguntas de ¿cuál es el avance en términos de las PCTI en el estado de Chihuahua? ¿Las PCTI atienden las necesidades del sector industrial en Ciudad Juárez? ¿Cómo contribuye este nuevo esquema de políticas en CTI para el desarrollo de un SRI?

El segundo eje se desarrolló en torno a recapacitar los cambios y las transformaciones de la estructura económica y potencial innovador de Ciudad Juárez, impulsados por las PCTI. En este caso, se consideraron los siguientes cuestionamientos ¿cuál es nivel de innovación tecnológica

de los sectores económicos en Ciudad Juárez? ¿Cómo han evolucionado los indicadores de evaluación del desempeño de las PCTI? ¿Cómo se ha transformado dicha estructura tras los impulsos de las políticas en CTI?

El tercer eje se relaciona con los niveles de participación de los agentes locales en la creación, el soporte, la aplicación y la ejecución de las políticas de CTI. Es decir, cómo se desarrollan las microdinámicas dentro de las actividades económicas, con potencial de innovación tecnológica, con las siguientes interrogantes ¿Cómo conciben la innovación los diferentes agentes del SRI en Ciudad Juárez? Y ¿Cómo interactúan y se vinculan los agentes dentro del SRI? Ante esta oportunidad, las técnicas metodológicas instrumentadas para buscar respuestas, incluyeron integrar un acervo bibliográfico, previa revisión, selección y discriminación de artículos y materiales científicos, revisión de bases de datos, descarga de archivos, navegación en diversos sitios de Internet, filtrar información, sistematizar datos, analizar información, entre otras.

Para la ejecución del proyecto, y como estrategia metodológica el grupo de investigación, se propuso desarrollar las discusiones en el seno del Seminario de Innovación y Redes (SIREN), creado para diversos propósitos. Entre ellos realizar reuniones de trabajo de manera regular y permanente durante el tiempo de duración del proyecto de investigación, así como con agentes de los sectores empresarial, gubernamental, agentes intermedios y académicos especialistas en el tema de los sistemas regionales de innovación; bajo la modalidad de foro de discusión se desarrollaron instrumentos de exploración, como entrevista semi-estructurada, que permitiera recopilar información de los agentes clave y reconocidos dentro de los modelos de sistemas regionales de innovación.

El SIREN llevó a cabo en dos etapas, la primera llevó a cabo reuniones periódicas quincenales durante agosto 2019 a febrero 2021; en la segunda, se realizaron cuatro reuniones durante el periodo marzo-mayo 2021, de las cuales se recopiló la información, percepción y opinión de cuatro empresarios, cuyos negocios mostraban desarrollo de innovaciones, en procesos o en productos, dos académicos reconocidos, tres entrevistas a representante del gobierno estatal, cuatro representantes de organizaciones intermedias y un encuentro con representantes del Centro

de Inteligencia Artificial (CIA), para iniciar un proceso de colaboración entre el grupo de investigación y los investigadores del CIA.

Entre las temáticas propuestas en el seno del SIREL se plantearon preguntas sobre: ¿Cómo entienden los agentes a la innovación? ¿Conoce cuáles son los objetivos en cuanto al impulso que la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Chihuahua da a la innovación? ¿Considera que tiene una incidencia directa en los agentes claves del Sistema Regional de Innovación? ¿Qué planes, programas o acciones se han desarrollado en torno a la generación y al fortalecimiento de un SRI estatal? ¿Los recibe, aprovecha o promueve? ¿Cómo afectan las características económicas, geográficas y sociales de las distintas regiones del estado la implementación de dichos planes, programas o acciones? ¿Qué tipo de agentes (empresas, cámaras, centros de investigación, instituciones de educación, organizaciones intermedias, etcétera) han sido más receptivos a estos esfuerzos por fortalecer un SRI? Entre otras más específicas, que se retoman en los diferentes apartados de este documento.

El lector encontrará en este texto, entre las palabras clave, estudios del desarrollo regional-local, sistema de innovación regional, economía de la innovación, políticas de ciencia, tecnología e innovación, empresas innovadoras e indicadores.

La estructura de este libro se compone de cinco capítulos, para encontrar un hilo conductor que guíe en forma sencilla desde las principales ideas teóricas, y las definiciones y conceptos relevantes, para entender la evolución reciente de un sistema regional de innovación en la aplicación del caso del estado de Chihuahua, México, y Ciudad Juárez, su principal ciudad industrial ubicada en la frontera norte de México con Estados Unidos.

El capítulo uno, “Elementos para el análisis de la política de CTI”, de Javier Martínez y Gabriela Dutrénit, expone los elementos básicos para la PCTI. La orientación sistémico-evolutiva se ha convertido en el paradigma dominante de la PCTI, la cual justifica la intervención gubernamental en estas áreas, en la medida que busca corregir fallas de mercado y en el sistema de innovación. En las situaciones concretas, lo más probable es que dichas justificaciones interactúen con las agendas

políticas y económicas de los agentes implicados en la elaboración y aplicación de la PCTI, cuyos objetivos tienen que ver con la generación de conocimientos y su transmisión, así como el consenso de las partes involucradas. Recientemente, se plantea que debe incorporar, en sus objetivos, mejorar las condiciones de vida de la sociedad e incorporar al desarrollo a amplios segmentos de la población excluidos del desarrollo. Dentro de los instrumentos con los que cuenta la PCTI, se pueden clasificar del lado de la oferta y de la demanda, así como también en regulaciones, transferencias económicas e instrumentos blandos. Estos planteamientos de la política a nivel nacional suelen ser similares para la PCTI a nivel regional, aunque su ventaja es que a ese nivel existe mayor cercanía y conocimientos entre los actores directamente involucrados.

En el capítulo dos, “El Sistema Regional de Innovación como herramienta analítica y guía conceptual de construcción del sistema: Caso de Chihuahua, México”, Lourdes Ampudia y Ryszard Rozga plantean los referentes del sistema regional de innovación desde sus elementos teórico-conceptuales y los acercamientos diagnósticos que se habían generado para la identificación de los factores, que según la teoría estaban presentes entre el periodo 2010-2020, al atender que a nivel nacional las recomendaciones internacionales, en materia de impulsos al crecimiento económico, se vertieron en la creación de estrategias para la promoción de los sistemas estatales (regionales) de innovación. El abordaje metodológico utilizado fue principalmente el análisis descriptivo-documental y la exploración de información y datos empíricos, relacionados con la situación prevaleciente en el periodo de análisis, de tal forma que se pudiera observar la presencia de los elementos que caracterizaban al posible SRI, desde la literatura preexistente. Entre los hallazgos se identifica la formación del SRI, en el estado de Chihuahua, que era incipiente entre los años 2000-2010; sin embargo, los esfuerzos por impulsar al sistema y a la economía de este estado, lo llevó a la construcción de cierto grado de vínculos y a la identificación de algunos agrupamientos en sectores de la industria, ligado a las políticas establecidas en los Planes de Desarrollo del Estado para el periodo 2011-2021.

El capítulo tres, signado por Julieta Flores, “Políticas de ciencia, tecnología e innovación en México: el caso de Ciudad Juárez”, expone

la evolución y congruencia de las PCTI implementadas por el gobierno federal, del estado de Chihuahua y particularmente del municipio de Juárez, con las siguientes preguntas: ¿Cuál ha sido el alcance de las PCTI? ¿Cómo han participado los tres niveles de gobierno en su implementación? ¿Se han considerado las características de las localidades en la formulación e implementación de las PCTI? Con base en un análisis documental de planes de desarrollo, leyes y programas en los tres niveles, así como las iniciativas por parte de otros agentes de la localidad, se observó que las PCTI han sido formuladas con una perspectiva de arriba-hacia-abajo (*top-down*); sin embargo, se distingue una falta de claridad en la concepción de la innovación de cada uno de los niveles, así como una falta de gobernanza y especificidad de funciones. Si bien en la última década los gobiernos estatales y municipales han buscado incorporar en su agenda el apoyo a la innovación, no se han realizado acciones concretas enfocadas a esto. Por tanto, se debe estrechar la relación entre el gobierno (estatal y municipal) y las asociaciones empresariales locales, para desarrollar una propuesta de abajo hacia arriba (*bottom-up*), en el que se considere el liderazgo y las capacidades para formular las PCTI que atiendan las necesidades locales, y delinear estrategias de competitividad local, relacionada con encadenamientos internos y con la creación del valor, con acciones encaminadas a la consolidación de innovaciones.

En el capítulo cuatro se aborda la tendencia del SRI, a partir de la dinámica industrial asociada a los sectores de la economía regional tanto a nivel del estado de Chihuahua, como al comportamiento ocurrido en los últimos veinte años en Ciudad Juárez, localidad de mayor peso industrial en la región. Lourdes Ampudia y Javier Martínez, en “Dinámica industrial y potencial innovador”, se enfocan en la búsqueda del potencial innovador del desarrollo local, a partir de la identificación de factores preexistentes y emergentes en los resultados del análisis realizado, al usar métodos de medición de las estructuras económicas local y estatal, como los índices de localización industrial, el análisis de cambio participación y construcción de las tasas de productividad sectorial y remuneraciones per cápita, para identificar los sectores de mayor peso

regional. Asimismo, dentro del SIRE, se entrevistaron a diversos agentes clave identificados en la localidad, y por medio del método cualitativo se buscó identificar los tipos de vínculos y posibles niveles de cooperación entre estos agentes, al considerar al menos cinco de ellos, entre los que se encuentran la representación del gobierno del estado, la academia, los empresarios y los agentes intermedios, cuya función es desarrollar vínculos entre los agentes. Entre los hallazgos encontrados, se observa que en la última década se han desarrollado estrategias muy puntuales asociadas a las PCTI estatal, además de identificar la emergencia de agrupamientos industriales y de servicios que han aprovechado los impulsos de estas políticas, aunque algunos empresarios revelaron que no tienen soportes gubernamentales ni se vinculan con otros agentes dentro de la región, pero sí fuera de ella. A partir de estos hallazgos es necesario generar encuentros entre los agentes y propiciar mejores condiciones para el aprovechamientos de un SRI.

El capítulo cinco “Indicadores de ciencia, tecnología e innovación: un panorama. Chihuahua en la escena nacional”, de Myrna Limas Hernández, parte de reflexionar la siguiente interrogante: ¿Qué indicadores se han propuesto para dar soporte a la integración de informes que rindan cuentas, con respecto a la PCTI? La metodología documental fue la ruta atendida para identificar los organismos y especialistas que han orientado la integración de marcos teóricos, manuales y el listado de indicadores recomendados para monitorear las circunstancias de la CTI, desde el plano internacional y con un enfoque desagregado. En concreto, la revisión de registros y archivos en línea, en formato impreso y digital, su análisis y respectiva sistematización, confirmaron que los sistemas de información, estadísticas e indicadores disponibles para monitorear PCTI a nivel estatal, regional o global son amplios, pero los costos de generarlos son muy altos y sus alcances limitados. Por ello, los retos que implica integrar bases de datos con estadísticas deben estar disponibles en repositorios digitales, de modo que su consulta, uso y utilidad diseñen, implementen y evalúen políticas desde la óptica regional y local. De ese modo, se considera indispensable configurar esquemas de colaboración entre la academia, el sector privado, el sector público y la sociedad civil,

además de disponer de infraestructura científica, tecnológica, esquemas de financiamiento y recursos humanos especializados que detonen proyectos a favor del desarrollo.

CAPÍTULO 1.

ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Javier Martínez Romero¹
Gabriela Dutrénit²

Introducción

La Ley de Fomento para el Desarrollo Científico, Tecnológico y la Innovación en el Estado de Chihuahua existe desde el 2002³. Sin embargo, se puede decir que la PCTI ha cobrado relevancia a partir de las dos últimas administraciones estatales (2010-2016 y 2016-2021), en donde, como se verá, hay evidencia de acciones concretas. El estudio de dicha política ha sido hasta el momento escaso, por lo que es importante comenzar a indagar no sólo de los resultados sobre la PCTI y su influencia en el desarrollo económico y social, sino también sobre el proceso de elaboración e implementación de la PCTI en el estado de Chihuahua.

La importancia de la PCTI radica en la influencia que puede tener en el fortalecimiento de los sistemas de innovación (Dutrénit y Puchet, 2020), vistos como el conjunto de agentes y relaciones que interactúan

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, javier.martinez@uacj.mx

²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, gabrieladutrenit@gmail.com

³Mencionado en un reporte del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT, 2014: 20).

para la producción, la transferencia y el uso de conocimiento económicamente útil. Este concepto se aborda en un capítulo posterior. La relación señalada se establece primeramente desde la PCTI a nivel nacional, hacia el sistema nacional de innovación (SNI), pero también se puede plantear a un nivel subnacional, en donde la PCTI puede tener influencia en la conformación del sistema regional de innovación (SRI). En esos términos, es importante tener claro que el SRI se ve afectado por muchos otros factores, económicos y sociales, y en ese sentido es importante tener en cuenta la coordinación (o falta de) de la PCTI estatal con otras políticas relacionadas, así como su interacción con otros factores de índole económico, social y hasta cultural (Flanagan *et al.*, 2011).

Para entender los alcances de una PCTI es necesario revisar las orientaciones teórico-conceptuales en las que están basadas, los objetivos que persiguen, así como el contexto general en el que tienen que actuar. En este sentido, el objetivo de este capítulo es revisar los elementos básicos para el análisis de la PCTI, para que sirva de guía en la discusión de los siguientes capítulos. El presente capítulo está organizado de la siguiente forma. En primer lugar, se aborda la orientación teórico-conceptual de la PCTI, en donde se pone el énfasis en la justificación teórica para la intervención gubernamental en el ámbito de la CTI. En segundo lugar, se expone el tema de los objetivos que persigue la PCTI, en donde se señalan, entre otros aspectos, la reciente inclusión de metas sociales y medio ambientales, como parte de dichos objetivos. En tercer lugar, se mencionan los principales instrumentos con los que cuenta una PCTI. Finalmente, se presentan las diferencias entre una PCTI a nivel nacional y una a nivel subnacional.

Marco teórico-conceptual de la PCTI

Varios autores señalan a la teoría económica ortodoxa, como la orientación original de la PCTI, la cual pone el acento en la asignación óptima de los recursos, en este caso aquellos dedicados a la investigación y desarrollo (I+D). Este enfoque adopta la óptica de un modelo lineal, donde la ciencia básica es la primera actividad que determina el desarrollo tecnológico y finalmente la innovación tecnológica (McCann

y Ortega-Argilés, 2013). Además, los conocimientos y aprendizajes necesarios para generar la innovación son vistos como información, y son relativamente fácil de transferir y comercializar en un mercado (Dutrénit y Puchet, 2020). Como es bien conocido, esta teoría sostiene que el mejor mecanismo de asignación de recursos es el mercado. Sin embargo, existen situaciones que hacen que no funcione adecuadamente, como por ejemplo la incertidumbre del resultado final de la actividad de IyD, desincentiva su inversión. Por esta razón, en sus inicios la PCTI estaba orientada precisamente a incentivar la IyD (McCann y Ortega-Argilés, 2013).

Posteriormente, con el avance del concepto de SNI tomó fuerza una perspectiva evolutiva de la economía, y se conformó una perspectiva sistémico-evolutiva de la PCTI (Dutrénit y Puchet, 2020; McCann y Ortega-Argilés, 2013). En esta perspectiva, el conocimiento no es un sinónimo de información y tiene un componente tácito que es difícil de transferir, ya que depende, en buena medida, de los marcos de referencia, propios de quienes participaron en su desarrollo; es decir, la transacción de este conocimiento se dificulta no sólo por la incertidumbre de sus resultados, sino por su carácter contextual (Dutrénit y Puchet, 2020).

Por esta razón, el acento se pone en los procesos de aprendizaje, que además involucran a diferentes agentes y no sólo a las empresas. Desde este punto de vista, también se considera que los aprendizajes son diversos, y no solamente la IyD, conducen a la innovación (Santamaría *et al.*, 2009). Incluso la idea de innovación se vuelve relativa (Romijn y Albaladejo, 2002), ya que una entidad productiva que recién se enfrenta a una tecnología (desarrollada originalmente por un tercero), tiene que emprender esfuerzos propios (que difícilmente podría obtener externamente), para asimilar y adaptar esa tecnología. Entonces, como el término lo sugiere, la PCTI se orienta a influenciar el buen funcionamiento de un *sistema*, en donde pueden existir muy diversos agentes con diferente nivel de capacidades, que desarrollan innovaciones de diferente tipo y grado de novedad (EOCD/Eurostat, 2018).

Según Dutrénit y Puchet (2020), la orientación sistémico-evolutiva se ha convertido en el paradigma dominante de la PCTI, sin negar la influencia que aún tiene la teoría económica ortodoxa. En este sentido,

al menos desde el punto de vista teórico, la intervención gubernamental en el terreno de la CTI se justifica, en la medida que se pretenden corregir fallas de mercado, sistémicas, de capacidades y de gobierno. De acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés) (UNCTAD2017a, 2017b), Chaminade y Edquist (2010) y el proyecto Innovation Policy Platform (IPP) (citados en Dutrénit y Puchet, 2020: 102–103), las fallas se pueden clasificar de la siguiente forma:

Fallas de mercado. Hay tres tipos: i) apropiabilidad imperfecta o externalidades positivas como consecuencia de la dificultad de apropiarse completamente de los resultados de los esfuerzos de investigación; ii) incertidumbre asociada a asimetrías en el acceso a la información y a distintas percepciones de riesgo que pueden inducir una subinversión en I+D y iii) indivisibilidad asociada con la necesidad de economías de escala. Estas fallas afectan la producción, diseminación y acumulación del conocimiento, y explican el hecho de que no se alcanza un equilibrio social óptimo.

Fallas sistémicas. Hay tres tipos: i) de redes, asociadas con problemas en la coordinación/interacción entre los actores, vínculos débiles y la existencia de dependencia tecnológica (*lock-in*); ii) institucionales, relacionadas con deficiencias en instituciones públicas que no permiten que se trabaje de forma eficaz dentro del sistema de innovación, y con deficiencias en la gobernanza de los sistemas; y iii) de marcos contextuales, asociadas con deficiencias en los marcos regulatorios (vg. las normas de salud y seguridad), y deficiencias en otras condiciones del entorno como la cultura y los valores sociales. Estas fallas son imperfecciones del sistema de innovación que limitan o bloquean el desarrollo, la difusión y la utilización económicamente útil del conocimiento y la innovación.

Fallas en las capacidades y los recursos. Se refieren a problemas de gestión de la innovación, de comprensión tecnológica, y de capacidad de aprendizaje.

Fallas de gobierno. Se refieren a diferentes deficiencias del gobierno, como problemas en proveer un contexto que genere condiciones apropiadas; en particular son fallas en el diseño de la PCTI, en reglas y regulaciones que no conducen a la innovación, o de forma más general

en el marco regulatorio de la vinculación que no favorece la articulación entre los agentes, o que dificulta la creación de *start-ups* por investigadores de centros de investigación, o que carece de mecanismos nacionales de promoción y control que promuevan y premien distintos tipos de vinculación.

Como se puede apreciar, las fallas no sólo son de mercado o sistémicas, sino que también incluyen fallas en las capacidades y de gobierno. De este planteamiento se deriva que una intervención pública se justifica cuando se identifican las fallas existentes en el sistema de innovación. Es importante notar que la concepción evolutiva, como su nombre lo indica, implica que el fenómeno de la innovación es dinámico; es decir, que las diferentes capacidades dentro del sistema de innovación no son estáticas y por lo tanto la naturaleza de las fallas cambiará, por lo que la PCTI deberá ajustarse a dichos cambios (Dutrénit y Puchet, 2020; Flanagan *et al.*, 2011).

Otro tema importante, en relación con la justificación de la PCTI, está ligado a un tema más amplio, que se vincula con la política económica, y es el asunto de la dirección de la economía por el estado (Mazzucato, 2011). Bajo la concepción de la teoría económica ortodoxa, el estado no tendría que intervenir en la dirección que tome la actividad económica, ya que distorsionaría los mercados y la asignación de recursos sería subóptima; mientras que el enfoque evolutivo, al no estar basado en una concepción de optimización,⁴ sino más bien de un resultado aceptable, se abre la posibilidad de una dirección discrecional de la actividad económica, sobre todo dentro del ámbito de la innovación, cuyo proceso, es azaroso y costoso. Incluso dentro de este marco, la participación activa del estado puede ser indispensable para los llamados procesos de *catching-up*, que requieren la canalización de esfuerzos y recursos para propósitos muy específicos, que de otra manera sería muy difícil de lograr. De alguna manera, las experiencias de países asiáticos, como

⁴No es posible no sólo porque los individuos tienen racionalidad limitada (no pueden contemplar todos los posibles cursos de acción y sus consecuencias; Simon, 1990), sino porque existe una incertidumbre *à la Knight* (ver Langlois y Cosgel, 1993); es decir, que a diferencia de la gestión del riesgo que implica asignar probabilidades a los posibles escenarios, en los procesos innovadores se presentan eventos que ni siquiera son previstos.

la República de Corea, en donde en pocos años se crearon sectores de alta tecnología como la electrónica, a partir de cero, da sustento a esta posibilidad. Como se explicará más adelante, esto no significa dar carta blanca al gobierno en la conducción discrecional de un sistema de innovación, pero sí implica que se involucre en la conformación de una visión y estrategia en conjunto, con otros agentes económicos y sociales, para concertar esfuerzos en una misma línea de acción (Flanagan *et al.*, 2011). Esto cambia la justificación de la intervención pública; como señala Mazzucato (2016), el sector público no debe ser sólo facilitador del cambio, al asumir un papel de incentivar, facilitar o reducir el riesgo del sector privado, ni ajustar las fallas de mercado o sistémicas. El estado debe asumir una visión más estratégica, basada en la orientación de la innovación y con la perspectiva de crear activamente mercados, e intervenir con una misión clara.

En términos teóricos, la justificación para la intervención pública mediante una PCTI está fuertemente basada en una concepción sistémico-evolutiva del funcionamiento del SNI. Esto implica intervenir para corregir fallas y para establecer áreas estratégicas. Es muy importante notar que la justificación a nivel teórico-conceptual puede no necesariamente corresponder con las intenciones que en la realidad motivan la acción pública. En todas las situaciones concretas lo más probable es que dichas justificaciones interactúen con las agendas políticas y económicas de los agentes implicados en la elaboración y aplicación de la PCTI. Dichas agendas pueden no necesariamente estar basadas en las racionalidades expuestas, sino obedecer a muy distintas motivaciones. Es por esto que una tarea importante, pero probablemente difícil, es comprender cuáles son las distintas racionalidades que mueven a dichos agentes.

Objetivos de la PCTI

Los grandes objetivos generales de la PCTI, en sus inicios, estaban relacionados con el crecimiento económico, derivado de la teoría económica ortodoxa y su énfasis en la I+D (McCann y Ortega-Argilés, 2013). Aunque también hay que apuntar proyectos que algunos autores han denominado como políticas orientadas por una misión (*mission-oriented*) (Mazzucato,

2018), en donde se concentran los esfuerzos en desarrollar conocimientos, tecnologías y actores específicos para lograr el cumplimiento de metas concretas. Ejemplos de este tipo de políticas, en el pasado, son el proyecto Manhattan para el desarrollo de la bomba atómica o el programa Apollo para los viajes tripulados a la luna (Mowery, 2012; Wanzenböck *et al.*, 2020). Se trata de proyectos considerados estratégicos, que por lo regular están en el ámbito militar, de telecomunicaciones, energía, seguridad, alimentación, entre otros.

Con el advenimiento del enfoque sistémico, los objetivos se vuelven más diversos y enfatizan la generación de conocimientos, su transmisión, así como el consenso de las partes involucradas. Dentro de esos objetivos se pueden enunciar los siguientes:

- a) Identificar las especificidades nacionales, debilidades y fortalezas del SNI para diseñar políticas *ad hoc* de ciencia, tecnología e innovación.
- b) Diseñar un conjunto de políticas mixtas, sostenidas y coordinadas entre los diferentes niveles de gobierno.
- c) Diseñar políticas de largo plazo basadas en consensos, asociación y compromiso de los actores clave.
- d) Apoyar el desarrollo científico para generar conocimiento, desarrollar pericia y consolidar la formación de recursos humanos en ciencia y tecnología.
- e) Promover relaciones estrechas entre la comunidad científica y los otros agentes del SNI para aplicar eficientemente el conocimiento generado en las necesidades nacionales.
- f) Combinar instrumentos de políticas de innovación directos e indirectos.
- g) Involucrar distintos niveles de gobierno, como el local, regional y nacional.
- h) Apoyar las iniciativas de desarrollo de *clústeres* con infraestructura, educación, capacitación, capital de riesgo, espacios de concertación, etcétera.
- i) Utilizar las funciones de gobierno para facilitar y catalizar cambios en el comportamiento de los agentes y promover acciones colecti-

vas y procesos de aprendizaje en vez de subsidiar el desarrollo de empresas y tecnologías previamente seleccionadas.

j) Generar un equilibrio entre la inversión en el desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales de alta y media intensidad de conocimientos con las actividades basadas en conocimientos y sistemas locales (Dutrénit, 2008: 303–305).

Como se puede apreciar, existe una diversidad de objetivos que pueden formar parte de la PCTI, por lo que el escenario es complejo. Es necesario señalar que esta multitud de objetivos se conciben principalmente desde una política a nivel nacional, y es normal que este escenario se reduzca cuando se habla del ámbito regional. Por otro lado, estos objetivos responden a los tres componentes de la política: ciencia, tecnología e innovación; sin embargo, hay algunas diferencias cuando se toma la parte de innovación por separado.

En términos generales, la política de ciencia y tecnología tiene como objetivos ampliar las fronteras del conocimiento, capacitar recursos humanos y contribuir a satisfacer necesidades sociales (medio ambiente, salud, etcétera) y contribuir al crecimiento económico (Dutrénit, 2008). Cuando tomamos por separado la política de innovación, vemos que el objetivo es aplicar el conocimiento al desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios.

Dada la importancia que se ha asignado a la competitividad últimamente, es necesario analizar las especificidades de la política de innovación, ya que precisamente es la que más se vincula con ese objetivo. En ese sentido, ya que la capacidad innovadora de las empresas depende del entorno económico general y del SNI, las políticas de innovación buscan remediar las deficiencias de las empresas y del contexto en que operan, con el objetivo de incrementar la tasa y el éxito de la introducción de productos, procesos y servicios (Dutrénit, 2008). Al igual que las políticas de ciencia y tecnología, las de innovación también se orientan a la creación y difusión del conocimiento, al ser un canal muy importante para ello estimular el gasto de las empresas en I+D. Una labor significativa en este sentido es hacer que las empresas reconozcan el valor de invertir en este tipo de actividades. Es conveniente señalar que no sólo

se promueven las actividades de I+D, sino todas aquellas que conlleven a la innovación no sólo tecnológica, sino también organizacionales o de mercadotecnia, por ejemplo (Dutrénit, 2008).

Si bien es cierto que la PCTI, en lo general, o sus componentes en lo individual, se ha orientado hacia objetivos de competitividad, ha habido desarrollos conceptuales que pugnan por que se oriente de forma explícita a mejorar las condiciones de vida de la sociedad e incorporar al desarrollo a amplios segmentos de la población, que han estado excluidos (Dutrénit y Puchet, 2020). Basados en Schot y Steinmuller (2018), se describen algunos de los argumentos de este enfoque, llamado política de innovación transformativa, que cuestiona el proceso innovador en sí, ya que muchas veces se asume que la innovación, por definición, traerá beneficios; y en caso de traer problemas, se presentarán en el corto plazo, mientras que en el largo plazo se encontrarán soluciones que los remedien. Sin embargo, se señala que el desarrollo tecnológico contribuye a una economía que es intensiva en recursos, basada en el paradigma de la producción en masa y del consumo en masa, lo cual genera una degradación del ecosistema, en donde las afectaciones son mayores en los países en desarrollo. En este sentido, la política de innovación se debe enfocar más en buscar amplias transformaciones sistémicas. Este enfoque de política de innovación transformativa pugna por nuevas formas de asociación entre el sector público y privado, y sobre todo por la incorporación de la sociedad civil en la deliberación y dirección de una agenda en común.

Los objetivos de la PCTI pueden ser muy variados, y varían en función de quienes intervienen de manera efectiva en su planteamiento, de su experiencia, así como de las fortalezas y debilidades que caractericen a un sistema de innovación en un momento determinado.

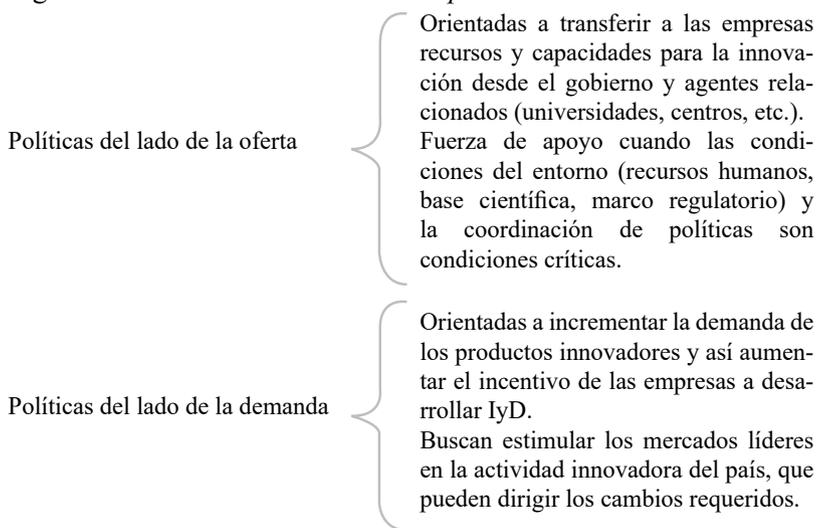
Instrumentos de la PCTI

Como se ha insistido, en el marco sistémico-evolutivo en el que se basa la moderna PCTI, la intervención pública en este dominio se justifica con base en la corrección de fallas, entre las que destacan, aunque no son las únicas, las fallas de mercado y sistémicas. El diagnóstico apropiado de dichas fallas es necesario para establecer objetivos y diseñar una combinación de instrumentos apropiados (Dutrénit y Puchet, 2020). En esta

revisión, presentaremos dos formas de categorizar estos instrumentos, que no son excluyentes, sino que ponen el acento en un eje distinto. La primera forma divide a los instrumentos encaminados a la oferta y aquellos alineados del lado de la demanda. La segunda forma, basada en Borrás y Edquist (2013), retoma categorías utilizadas en el ámbito de las políticas públicas y divide a los instrumentos en regulaciones, transferencias económicas e instrumentos blandos.⁵ De alguna forma, la primera categorización hace referencia al tipo de falla, mientras que la segunda a la función que cumple dentro del marco amplio de la política.

Como se aprecia en la Figura 1, las políticas del lado de la oferta hacen referencia a la generación de conocimientos científicos y tecnológicos, que eventualmente son la base de las innovaciones.

Figura 1. *Instrumentos directos de la política de innovación*



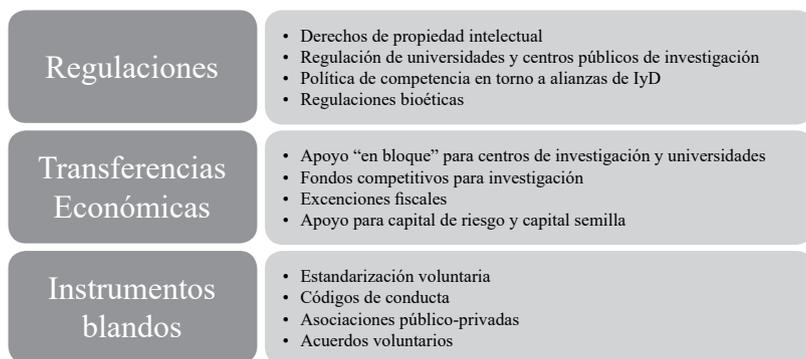
Fuente: Dutrénit (2008: 307).

⁵ Los autores explican que la primera categoría hace referencia al “garrote” (*stick*); es decir, a la parte en donde la autoridad obliga a la acción por medio de un castigo; la segunda se refiere a la “zanahoria”; es decir, al estímulo para que se realice la acción por medio de una recompensa; finalmente, la tercera, se refiere al “sermón”; es decir, a la motivación para lograr un estado de ánimo favorable a la acción deseada.

Tradicionalmente, estas políticas favorecen la generación de dichos conocimientos, a partir de las organizaciones generadoras de conocimiento, como las universidades y los centros públicos de investigación. La normatividad de la propiedad intelectual forma parte también de este tipo de políticas, que busca mejorar la producción de conocimientos; otro ejemplo es la formación de recursos humanos que tengan precisamente las competencias necesarias para el desarrollo de nuevas tecnologías.

Por otra parte, las políticas del lado de la demanda se centran más en las empresas, ya que son los agentes que al final de cuentas logran, por medio de sus capacidades, traducir una serie de conocimientos e información para innovar en sus procesos, productos y hasta en su organización. En este sentido, las políticas orientadas a la mejora de las capacidades tecnológicas de las empresas caen dentro de este tipo de políticas. Recientemente se ha puesto de nuevo como una política importante la opción del “aprovisionamiento público” (*public procurement*), que hace referencia al hecho de que las instancias públicas, por medio de su volumen de demanda, sirva como un incentivo para que las empresas desarrollen actividades innovadoras para satisfacer dicha demanda.

Figura 2. *Ejemplos de instrumentos de política de innovación*



Fuente: Borrás y Edquist (2019: 1517).

Una mirada distinta a los instrumentos se muestra en la Figura 2. Sin hacer hincapié en la división tradicional de oferta y demanda, esta categorización plantea que hay una serie de instrumentos que, de alguna manera, ponen las reglas del juego que los diversos agentes deberán observar para interactuar de forma efectiva con los demás. El proponer las transferencias económicas, como segundo componente, es bastante útil desde el punto de vista financiero, ya que precisamente uno de los problemas de la PCTI en muchos países es justamente la cantidad de fondos dedicados a esta actividad. Por supuesto que esto es todavía más apremiante en el caso de los países en desarrollo como México, en donde la inversión en estos temas ha estado por debajo de las recomendaciones de los organismos internacionales. Llama la atención el último componente que de alguna manera refleja el liderazgo que puede tener una política para incitar a la vinculación y el acuerdo de los diversos agentes hacia metas comunes. La proliferación de agrupaciones empresariales con el nombre de *clústeres* podría ser un ejemplo de ello.

En la Figura 3 se muestran las deficiencias que estos instrumentos buscan subsanar y se pueden dividir en cuatro: recursos, incentivos, capacidades, y oportunidades (Dutrénit, 2008). Los recursos se refieren a su insuficiencia para emprender proyectos de investigación. En cuanto a los incentivos, muchas veces no están alineados para las actividades de innovación; por ejemplo, promover la articulación entre los agentes. La parte de capacidades, como su nombre lo indica, tiene que ver con su carencia por parte de las organizaciones. En lo que se refiere a oportunidades, se hace referencia a la dificultad para generar oportunidades de innovación (Dutrénit, 2008).

Figura 3. Instrumentos de política de innovación y deficiencias atendidas

Instrumentos	Recursos	Incentivos	Capacidades	Oportunidades
Apoyo a la investigación básica				
Apoyo a la investigación pública dirigida a la industria				
Apoyo a la capacitación y la movilidad de investigadores				
Donaciones, subvenciones, apoyos y premios para la I+D industrial				
Estímulos fiscales a la I+D				
Financiamiento inicial para el capital de riesgo				
Medidas de co-localización				
Apoyo para la información e intermediación entre agentes				
Medidas para la creación de redes				
Demanda de nuevos bienes o servicios				
Políticas sistémicas				

Fuente: Dutrénit (2008: 308), basado en Georghiou (2004).

La PCTI a nivel subnacional

Algunos estudios sobre innovación ponen de manifiesto que dicha actividad tiende a concentrarse en áreas geográficas más o menos definidas (Asheim y Gertler, 2005). Otra característica que se observa en esos estudios es la especialización de esas áreas geográficas en ciertos sectores de actividad económica o tecnológica (Asheim y Gertler, 2005). Se plantea la existencia de derramas de conocimiento como factor clave para explicar esta concentración (Audretsch y Feldman, 1996). También, como se mencionó anteriormente, se habla de la parte tácita del conocimiento, como una característica que favorece los intercambios persona a persona, y por lo tanto la cercanía geográfica sería una ventaja. Sin embargo, la forma en que se genera el conocimiento y cómo se transmite entre los diferentes agentes localizados en la región, depende de las relaciones precisas que establecen y de las capacidades tecnológicas y de absorción que poseen estos agentes, y muchas de estas relaciones o estos vínculos pueden estar o no circunscritos a una región (Breschi y Lissoni, 2001; Giuliani, 2007). De hecho, la capacidad de los agentes para establecer vínculos externos a la región puede ser clave para que la región no se estanque (*lock-in*).

Los aprendizajes que se generan dentro y entre los agentes de una misma región tienden a reforzarse, por lo que se refuerza la especialización en determinadas áreas tecno-económicas, fenómeno que es descrito mediante el concepto de *path-dependency* (Asheim y Gertler, 2005). Esto tiene implicaciones importantes en términos de PCTI, ya que las trayectorias que se pretenden impulsar para el futuro en una determinada región dependen fuertemente de las trayectorias pasadas (Harmaakorpi, 2006). En este sentido, es importante tener presente que la PCTI a nivel regional tiende a poner el acento en los temas relacionados con la competitividad, ya que por lo regular ciertos temas estratégicos, como la defensa o la salud, son frecuentemente abordados desde el nivel nacional (Uyerra, 2010). Esto desde luego puede variar, al depender de la configuración de los países pero, como señalan algunos autores, es importante que la política a nivel regional sepa cuáles son las posibilidades efectivas de influir en el comportamiento de los diversos agentes. Muchos de estos

agentes, por ejemplo, centros de investigación enfocados en temas específicos, tienen mandatos muy claros que podrían no favorecer la interacción con el medio local (Uyarra, 2010).

Como se vio, el concepto de SRI tiene implícito un alcance que abarca un país entero, en donde si bien existe la posibilidad de que se involucren en la PCTI diversos agentes, es el gobierno a nivel nacional quien tiene la batuta en ese sentido. Empero, en general, en diversos países se experimenta cada vez más una dispersión del poder, no solamente del gobierno nacional a los subnacionales, sino también del gobierno hacia otros agentes, lo que da como resultado un escenario complejo de la PCTI, en donde existen multiniveles y multiactores (Flanagan *et al.*, 2011). Estas nuevas tendencias, tanto en la conceptualización como en la parte empírica, proponen un enfoque de abajo hacia arriba, por oposición del enfoque de arriba hacia abajo, el cual caracterizó la política en general por muchos años (McCann y Ortega-Argilés, 2013). Esta dispersión del poder, si bien es positiva en el sentido de que recoge las ideas y expectativas de distintos sectores, también puede hacer más difícil la efectividad de las políticas gubernamentales (Flanagan *et al.*, 2011). La coordinación o gobernanza del SRI es clave en este asunto, y en teoría se plantea que, a nivel local o regional, dichas actividades podrían favorecerse al haber mayor cercanía entre los diferentes agentes, aunque desde luego no es una garantía.

En resumen, una PCTI a nivel regional puede partir de racionalidades e instrumentos similares a los que se plantean a nivel nacional (con excepción de algunas prioridades estratégicas); la diferencia estriba en que debe tener una mayor claridad sobre las capacidades tecnológicas y los vínculos que establecen los diferentes agentes activos en la región. Este conocimiento, más detallado sobre la configuración y la trayectoria tecnológica local, hace que la PCTI a nivel regional esté más afinada para atender las necesidades locales. Esto no significa que no deba haber interacción entre la política nacional y local de CTI; todo lo contrario. La efectividad de esta relación dependerá de la experiencia de las entidades en cuestión.

De alguna forma, algunos aspectos se han destacado en este capítulo y coinciden con lo que se manifestó en la primera sesión del Seminario

sobre el Sistema Regional de Innovación y Redes, en donde la doctora Lisbeily Domínguez, en su calidad de directora del Instituto de Innovación y Competitividad, presentó varias de las acciones de PCTI que el estado de Chihuahua había realizado en la administración 2016-2021 (Domínguez Ruvalcaba, 2021).

En la entrevista no se hace un especial énfasis acerca de si la PCTI, que lleva a cabo el estado de Chihuahua, tiende a corregir fallas de mercado o sistémicas, o de otra naturaleza. Se hace mención de que el gobierno debe subsidiar las actividades de IyD, hasta cierto punto y por tiempo limitado. También se menciona la necesidad de fortalecer la relación universidad-empresa, a la que se califica como muy importante y a la vez como difícil de lograr; de forma implícita, la política se justifica hasta cierto punto por ambos tipos de fallas. Cabe destacar, también, las constantes menciones de que es necesaria la colaboración entre los diversos agentes del sistema, como el gobierno, las universidades, los empresarios y la sociedad civil. Incluso, dentro de los empresarios se distingue entre micropequeñas y medianas empresas (MIPYMES) y grandes corporativos.

La PCTI se plantea desde el marco de referencia de los sistemas de innovación, en donde existe una diversidad de agentes. Esto también resalta el carácter local, en el sentido de que el hecho de que los agentes se conozcan, compartan un mismo espacio y un interés común, hace posible el diálogo y la subsecuente concreción de los programas, al menos según lo comentado por la entrevistada.

En la plática se plantean objetivos de bienestar social, aunque esto pareciera estar más ligado a los objetivos de toda la política estatal y no necesariamente a la de CTI. De hecho, casi todos los proyectos que se mencionan tienen que ver con el desarrollo y la competitividad económica. No se hace mención de algún proyecto o programa para mejorar algún aspecto específico que aqueje a la sociedad o al medio ambiente. Es importante anotar que esto no significa necesariamente que no existan este tipo de proyectos, sino que en la plática no se mencionaron. Se comenta en varias ocasiones la necesidad de preparar a la fuerza laboral, para enfrentar el futuro digital que se avecina. Algunas acciones, para

este efecto, tienen que ver con la capacitación de empleados y con la promoción de estos temas entre estudiantes de niveles básicos.

En cuanto a los instrumentos, merece especial atención la creación de varios centros de investigación aplicada en el estado. Esto se corresponde con la idea de políticas del lado de la oferta e implica importantes transferencias económicas, al ser producto de aportaciones federales y estatales. Queda por clarificar qué tipo de conocimiento se genera en esos centros. Se enfatiza que la idea es hacer investigación aplicada e incluso orientada por las necesidades de las empresas. Sin embargo, no es clara la forma en que se lograría ese objetivo; en algunos casos pareciera ser que cumplen también con la función de formación y capacitación de aquellos campos tecnológicos en donde no hay una oferta educativa para tal efecto. En fin, ese tema es importante abordarlo en el futuro. También hay medidas que podríamos considerar desde el lado de la demanda y, en su caso, instrumentos blandos que tienen que ver con la creación de agrupamientos o *clusters* empresariales. De alguna forma, esto se hace con el objetivo de incentivar a las empresas a que, por medio de la agrupación, sean más efectivas sus demandas en términos de conocimientos, tanto tecnológicos como de mercado, e incluso regulatorios.

Referencias

- Asheim, B. T. y Gertler, M. S. (2005). “The geography of innovation: Regional innovation systems”, en *The Oxford handbook of innovation*.
- Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1996). “R&D spillovers and the geography of innovation and production”, en *The American economic review*, núm. 86(3), pp. 630-640.
- Borrás, S. y Edquist, C. (2013). “The choice of innovation policy instruments”, en *Technological forecasting and social change*, núm. 80(8), pp. 1513-1522.
- Borrás, S. y Edquist, C. (2019). *Holistic innovation policy: Theoretical foundations, policy problems, and instrument choices*. Oxford University Press.

- Breschi, S. y Lissoni, F. (2001). “Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey”, en *Industrial and corporate change*, núm. 10(4), pp. 975-1005.
- Chaminade, C. y Edquist, C. (2010). “Rationales for public policy intervention in the innovation process: Systems of innovation approach”, en *The theory and practice of innovation policy*. Edward Elgar Publishing.
- Domínguez Ruvalcaba, L. (2021). *Política pública de I+D+i en el Estado de Chihuahua*. Seminario Sobre el Sistema Regional de Innovación y Redes, Tema: El sector gobierno y la gestión para la innovación, Ciudad Juárez, México. Disponible en <<https://www.facebook.com/watch/?v=3842509412498239>>.
- Dutrénit, G. (2008). “Premisas e instrumentos de la política de innovación: Una reflexión desde el caso mexicano”, en *Generación y protección del conocimiento: Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*.
- Dutrénit, G. y Puchet, M. (2020). “Aprendizajes sobre la formulación de la política de cti en América Latina y el Caribe”, en *Teoría de la innovación: Evolución, tendencias y desafíos: Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje*. Ediciones Complutense, Edicioines UNGS.
- FCCYT (2014). *Diagnósticos Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014. Chihuahua*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Disponible en <<https://doi.org/10.13140/2.1.2912.7682>>.
- Flanagan, K., Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). “Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation”, en *Research policy*, núm. 40(5), pp. 702-713.
- Georghiou, L. (2004). “Innovation policies and regions”, working paper, PREST and Institute of Innovation Research, University of Manchester.
- Giuliani, E. (2007). “The selective nature of knowledge networks in clusters: Evidence from the wine industry”, en *Journal of economic geography*, núm. 7(2), pp. 139-168.

- Harmaakorpi, V. (2006). “Regional development platform method (RDPM) as a tool for regional innovation policy”, en *European Planning Studies*, núm. 14(8), pp. 1085-1104.
- Langlois, R. N. y Cosgel, M. M. (1993). “Frank Knight on risk, uncertainty, and the firm: A new interpretation”, en *Economic inquiry*, núm. 31(3), pp. 456-465.
- Mazzucato, M. (2011). “The entrepreneurial state”, en *Soundings*, núm. 49(49), pp. 131-142.
- Mazzucato, M. (2016). “From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy”, en *Industry and Innovation*, núm. 23 (2), pp. 140-156.
- Mazzucato, M. (2018). “Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities”, en *Industrial and Corporate Change*, núm. 27(5), pp. 803-815.
- McCann, P. y Ortega-Argilés, R. (2013). “Modern regional innovation policy”, en *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, núm. 6(2), pp. 187-216.
- Mowery, D. C. (2012). “Defense-related R&D as a model for ‘Grand Challenges’ technology policies”, en *Research Policy*, núm. 41(10), pp. 1703-1715.
- OECD/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, París/Eurostat, Luxembourg. Disponible en <<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>>.
- Romijn, H. y Albaladejo, M. (2002). “Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England”, en *Research policy*, núm. 31(7), pp. 1053-1067.
- Santamaría, L., Nieto, M. J. y Barge-Gil, A. (2009). “Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low-and medium-technology industries”, en *Research Policy*, núm. 38(3), pp. 507-517.
- Schot, J. y Steinmueller, W. E. (2018). “Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change”, en *Research Policy*, núm. 47(9), pp. 1554-1567.

- Simon, H. A. (1990). “Bounded rationality”, en *Utility and probability*. Springer.
- UNCTAD (2017a). *Curso de formación sobre Políticas de CTI - MÓDULO 2: Formulación y evaluación de políticas de CTI (Manual del Participante)*. Ginebra: UNCTAD. Disponible en <<http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1943>>.
- UNCTAD (2017b). *Curso de formación sobre Políticas de CTI - MÓDULO 3: Fomento de la actividad innovadora (Manual del Participante)*. Ginebra: UNCTAD. Disponible en <<http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1944>>.
- Uyarra, E. (2010). “What is evolutionary about ‘regional systems of innovation’? Implications for regional policy”, en *Journal of evolutionary economics*, núm. 20(1), pp. 115-137.
- Wanzenböck, I., Wesseling, J. H., Frenken, K., Hekkert, M. P. y Weber, K. M. (2020). “A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem-solution space”, en *Science and Public Policy*, núm. 47(4), pp. 474-489.

CAPÍTULO 2.

EL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN COMO HERRAMIENTA ANALÍTICA Y GUÍA CONCEPTUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA: CASO DE CHIHUAHUA, MÉXICO

*María de Lourdes Ampudia Rueda¹
Ryszard Rozga Luter²*

Introducción

Las regiones, conforme se desarrollan, cada vez más buscan identificar sus factores internos de desarrollo que les permitan mantener este proceso. Uno de esos factores internos del desarrollo regional son las innovaciones –especialmente las endógenas–, que tienen su origen en las capacidades regionales, particularmente de las empresas y de otras instituciones del sistema regional de innovación. El objetivo de este capítulo consiste en identificar, en primer término, cuáles son las instituciones básicas para que se hable del sistema regional de innovación y, consecuentemente recomendar, cuáles propician y se desarrollan dentro de la región.

Vale la pena hacer la aclaración que el sistema regional de innovación se puede entender tanto como una herramienta analítica del estado del

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, lampudia@uacj.mx

²Universidad Autónoma Metropolitana, r.rozga@correo.ler.uam.mx

desarrollo de los elementos de este sistema, así como una guía conceptual en las pruebas de construcción y desarrollo. Al entender el sistema regional de innovación como herramienta analítica, supone que los elementos del sistema existen dentro de la realidad regional, y a través de esta herramienta se intenta verificar si aparecieron en la realidad regional y diagnosticar el estado de su desarrollo. Al considerar el concepto del Sistema Regional de Innovación (SRI) como una guía del desarrollo del sistema, se asume que ofrece indicaciones sobre cuáles elementos se debería complementar el sistema y poner especial atención.

A toda esta tarea se requiere tener un punto de partida, que consiste en analizar el origen, la estructura y los elementos del SRI, lo que posteriormente permite operacionalizarlo y tratar de elaborar algunas indicaciones sobre qué dirección debería desarrollarse el sistema en situación concreta.

Origen del concepto SRI

Algunos autores atribuyen la definición del concepto de SRI a Cooke (1992), muy probablemente derivado de las aportaciones sobre la demarcación del Sistema Nacional de Innovación (SNI) de Freeman (1987). En la emergencia del concepto y la misma escuela de pensamiento de los sistemas regionales de innovación, intervinieron marcadamente dos líneas de conocimiento, la primera corriente de los sistemas de innovación (Edquist, 1997; Navarro, 2001a; Lundvall, 2007), tal como lo señalan Hommen y Doloreux (2003, 2005), y Doloreux y Parto (2004, 2005); Navarro (2009), así como la segunda tendencia sobre los desarrollos del entorno social e institucional en los que la innovación ocurre en el contexto del desarrollo de las ciencias regionales (Moulart y Sekia, 2003; MacKinnon *et al.*, 2002; Navarro y Mikel, 2009).

Los antecedentes históricos del concepto de sistemas regionales de innovación se pueden ubicar en los trabajos de Marshall (1932), donde la organización y el conocimiento se consideran elementos centrales para la trayectoria evolutiva del capitalismo. Trascendente en la teoría marshalliana de organización industrial de distritos industriales, es que asigna el papel central al cambio técnico y organizacional, así como a los cambios de

las relaciones, tanto inter como intra-firma, y reconoce la importancia del aprendizaje en el proceso de formación del conocimiento.

Los estudios contemporáneos de los distritos industriales ponen más atención que Marshall en las bases colectivistas e institucionales para la colaboración exitosa. Enfatizan la influencia de la comunidad (entendida desde la familia hasta los partidos políticos), en garantizar los estándares de comportamiento, los cuales generan confianza y cooperación, y consecuentemente refuerzan las redes inter-firma. Dentro de la rama industrial se considera que las asociaciones desempeñan el papel central, al proporcionar los servicios técnicos, financieros, de mercadeo, de entrenamiento, entre otros.

En este contexto, los investigadores europeos (por ejemplo, Aydalot [1986] y Camagni, [1991]) han adoptado el término “ambiente innovador” para describir los procesos del agrupamiento local de los productores altamente innovadores de los productos y servicios de alta tecnología. La existencia del ambiente innovador se puede considerar como precondition para que se conforme el SRI; sin embargo, tuvieron que existir algunas condiciones para que surgiera también este concepto de ambiente innovador.

En la literatura se mencionan dos razones del por qué surgieron investigaciones sobre los SRI. Primero, de manera coincidente, a principios del decenio de 1990, los científicos regionales empezaron a reunir elementos que anteriormente se analizaban por separado: los complejos tecnológicos regionalizados (Saxenian, 1994) y los arreglos con carácter de “tecnópolis” a gran escala (Castells y Hall, 1994). Estas investigaciones pusieron en tela de juicio que no existe la innovación regional, si no tiene carácter sistémico. La segunda razón de por qué surgieron las investigaciones científicas sobre la existencia de los sistemas regionales de innovación, ha sido la literatura floreciente sobre el post-fordismo (por ejemplo, el trabajo de Amin [1995]), la de *clusters* industriales (Porter, 1991) y la del crecimiento del estado regional (Ohmae, 1997).

En este contexto surgió el concepto de SRI, que según Philippe Cooke (1998) es relativamente nuevo y fue por primera vez desplegado en el año 1992 por él, en un artículo publicado en la revista *Geoforum*, titulado “Regional innovation systems. Competitive regulation in the

new Europe". Jeremy Howells (1999) complementa la fundamentación de Cooke y añade otras dos posibles perspectivas para observar a los sistemas regionales de innovación: 1) desde arriba hacia abajo y 2) desde abajo hacia arriba.

Una de las opciones para ver los sistemas regionales de innovación es la perspectiva desde arriba hacia abajo, proporcionada básicamente por los autores de la definición de SNI, mencionado en el capítulo anterior, en la que se parte de la suposición de que los elementos que existen en los sistemas de innovación en el ámbito nacional también deben existir en el ámbito regional, conformando en algún sentido la desagregación de dichos sistemas nacionales.

En el análisis de los SRI también es válida la perspectiva desde abajo hacia arriba. Los sistemas específicos de innovación deben presentar sus propias interacciones internas entre los agentes, sus propios arreglos institucionales dentro del sistema y tener cualidades más amplias, al operar como los sistemas identificables.

Se puede decir que en las décadas de 1980 y 1990 se conjugaron diferentes nociones que conectaron la tecnología y las políticas del desarrollo regional. Estas llevaron a una yuxtaposición de la industria de alta tecnología, el desarrollo de los parques científicos, de las redes de tecnología y las políticas regionales de innovación. Si añadimos a esto el enfoque sistémico, por consecuencia nació el concepto del SRI.

La ubicación del SRI en el sistema de innovación

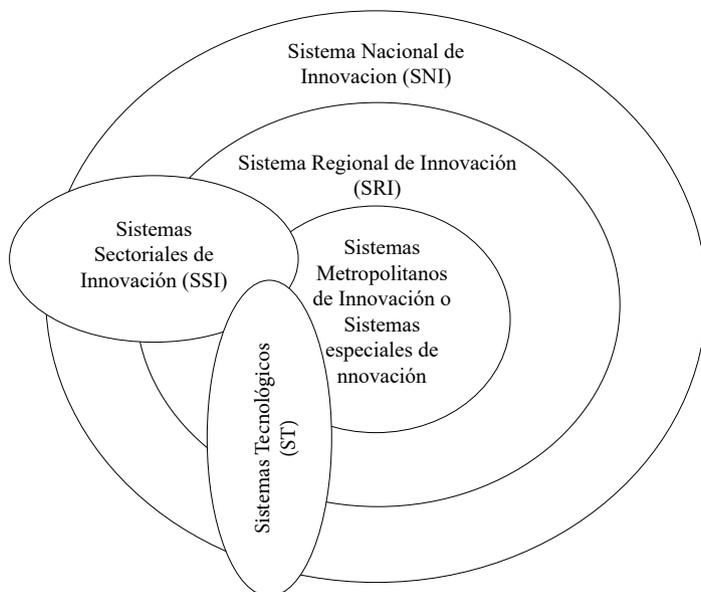
Son varios los factores que han contribuido a la construcción de los sistemas de innovación como herramienta analítica, pero el principal motivo es la idea de que las empresas difícilmente innovan individualmente, siempre requieren de otros actores organizacionales (otras empresas, consumidores, universidades, centros de investigación), los cuales adoptan cierta estructura organizacional (leyes, normas, estándares productivos), donde a partir de la interacción e interdependencia surgen las principales características del enfoque de los sistemas de innovación.

Aquí hay que considerar a importancia del concepto del Sistema de Innovación (SI), que tiene una trayectoria más larga que los SRI. Los SI

pueden ser definidos como todos los elementos que abarcan e influyen en el desarrollo, en la difusión y en el uso de innovaciones, mientras sea posible la relación entre estos elementos (Edquist, 2000); así, un SI se describe como los elementos relevantes (actores y organizaciones) que interactúan en un proceso interactivo de aprendizaje, al propiciar la innovación (Anderson y Karlsson, 2004). O'Doherty y Arnold (2004) mencionan que no existe una relación unidireccional sencilla entre la “producción de conocimiento” y la “absorción de conocimiento” como aspectos de la innovación, por lo que es necesario un método sistémico para entender las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación. Esta herramienta analítica presenta diversas definiciones, según las relaciones encontradas en el país de estudio. González (2003) menciona que un SI es entendido como el conjunto de agentes e instituciones, así como las interacciones que entre ellos se producen, que participan y dan forma a procesos de innovación en un determinado espacio geográfico, sector económico e incluso industria.

El SI puede ser estudiado en el contexto nacional, regional o sectorial; así, los sistemas pueden coexistir y complementarse entre ellos, al ser el SI el centro del pensamiento sobre innovación y su relación con crecimiento económico, competitividad y empleo (Edquist, 2000) (Figura 1).

Figura 1. *Taxonomía de los sistemas de innovación*



Fuente: Domínguez Romero (2009), con base en Edquist (2000) y Anderson y Karlsson (2004).

Lo interesante de este esquema es que demuestra la posibilidad de existencia de los SI en sus diferentes dimensiones paralelamente, al depender del espacio que analizamos. El mismo SI puede tener características del sistema regional, metropolitano y sectorial. En este esquema claramente se destaca el SRI como el nivel intermedio, entre el sistema nacional y el enfoque de los sistemas locales.

Existe una preocupación por parte de las autoridades o de los encargados de política sobre el crecimiento económico y la competitividad en sus diferentes regiones, que depende ampliamente de la capacidad de las empresas propias a innovar. Ante tal situación, los mecanismos o las relaciones a favorecer deben ser identificados plenamente para tener una capacidad de respuesta e incluirlos en la agenda de política regional (Rondé y Hussler, 2005).

La importancia de realizar estudios regionales es crucial, para identificar las potencialidades de una región, conocer su situación y tendencias,

y comprender la naturaleza de las relaciones entre sus miembros, a fin de mejorar los mecanismos de fomento, al generar condiciones propicias para incrementar el bienestar mediante una mayor intensidad del proceso innovador. La dimensión regional aparece en un mundo cada vez más globalizado e intercomunicado, y es más adecuada porque es un espacio natural de identidad cultural, de operación y relación socioeconómica, donde la innovación encuentra una mejor manera de incentivarse.

El enfoque regional ha demostrado que el territorio no actúa como un simple escenario inerte y neutral, donde tienen lugar los procesos de innovación, sino que se ven influenciados por las cualidades de la región, pues se modifican por su interdependencia (Méndez, 1997). La herramienta analítica de los SRI ha sido utilizada para generar políticas de innovación, sobre todo en la Unión Europea. Al mismo tiempo, se tiene evidencia de que el progreso económico de un país se centra en regiones específicas; además, se menciona que la mayor parte de la actividad innovadora y el sustento económico se centra en tres de las 16 regiones, para el caso de la República de Corea; de igual manera, Buesa *et al.* (2006) afirman que en España sólo algunas regiones (Madrid, Cataluña, Navarra y el País Vasco) han consolidado diversos componentes de sus respectivos SRI.

Elementos de los SRI

En las diversas experiencias se han visto involucrados distintos elementos que interactúan y establecen relaciones de cooperación y propician las condiciones necesarias para el proceso innovador. Es necesario precisar que en cada uno de los casos analizados, la intensidad y el grado de participación de algunos elementos es distinta, pero se han tenido coincidencias entre ellos. Para Anderson y Karlsson (2004), los SRI tienen distintas características en diferentes regiones, dependiendo de su especialización industrial y, aun con estructuras industriales similares, llegan a presentar notables diferencias.

Aunque los elementos que contiene un SRI son similares a los del SNI, se encuentran distintas concepciones, ya que en el ámbito regional se presenta una mayor homogeneidad entre los agentes que comparten

más características comunes y por lo tanto, se puede construir un nivel de agregación entre los elementos que se identifiquen. Del concepto de SNI se han utilizado ciertos razonamientos de su metodología, que se han incorporado al estudio de regiones y localidades.

Para Fernández *et. al.* (2000), los sistemas nacionales y/o regionales de innovación constituyen espacios socioculturales de identidad homogéneos, en los que se produce la creación de riqueza a través de múltiples, diversos, complejos e imprevisibles procesos de emprendimiento, gestión, aprendizaje y creación de nuevos conocimientos.

González (2003), al estudiar el sistema gallego de innovación, encontró que los elementos que lo integran son:

Las empresas: uno de los agentes más importantes de un sistema de innovación, ya que son ellas las que, en la mayoría de los casos, materializan y trasladan los nuevos conocimientos y tecnologías al sistema productivo y a los mercados.

La colaboración entre la universidad y las empresas: una de las formas más comunes de interacción entre los elementos de un SI.

Las medidas de carácter público, dirigidas a reforzar las capacidades innovadoras constituyen otro de los elementos básicos de un SI. Otro aspecto importante para una región o un país es la capacidad de interactuar con agentes e instituciones externas que ofrezcan conocimientos y oportunidades de aprendizaje, que de otra forma no existirían (Teubal y Galli, 1997, en González, 2003).

Un factor importante para la innovación es la trayectoria que tenga la región, por lo que el desempeño tecnológico es fundamental, pero no sólo depende de la investigación que se realiza, sino también, en buena medida, de la interacción entre las empresas, universidades y organizaciones públicas y privadas, lo que da pauta a una relación sistémica.

En su revisión de la literatura, Gerstlberger (2004) encuentra que son cuatro los principales componentes del SRI: elementos públicos, privados, públicos-privados, acciones individuales y componentes abstractos. Cada uno debe de coexistir e interactuar con los otros, para que en el largo plazo el aprendizaje regional pueda progresar y fortalecerse. Por su lado, Asheim e Isaksen (2001) designan al SRI como un *clúster* regional, que

está soportado por un conjunto de organizaciones. Argumentan que el SRI presenta dos rasgos: a) empresas en un *clúster* principal regional y b) una infraestructura institucional.

Resumiendo, y tratando de llegar a una lista –aunque sea esquemática– de los elementos básicos del SRI, podemos mencionar la de Nicos Komninos (2002), que abarca los siguientes elementos (Cuadro 1):

Cuadro 1. *Elementos básicos del SRI*

- (1) Grandes complejos industriales.
- (2) Firmas innovadoras.
- (3) Universidades.
- (4) Institutos y servicios tecnológicos.
- (5) Infraestructuras de conexión internacional.
- (6) Mecanismos de información.
- (7) Fondos de capital de riesgo.
- (8) Servicios para negocios.
- (9) Programas de apoyo para la innovación.
- (10) Mecanismos de acceso a la educación e instalaciones de investigación.
- (11) Espacios residenciales de alta calidad.

Fuente: Conti y Spriano (1991, en Komninos, 2002: 29).

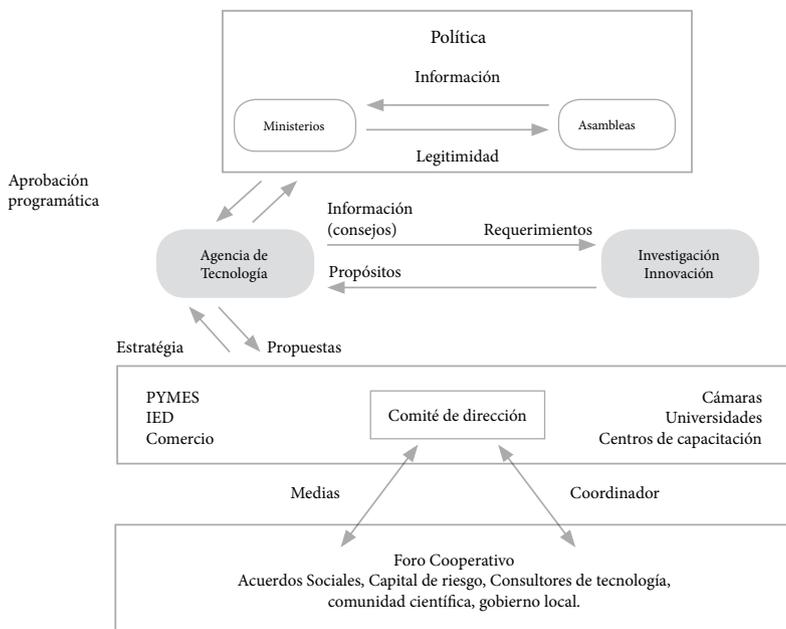
Como cada lista de los elementos del SRI, esta puede ser tanto incompleta, como demasiado exhaustiva para las regiones concretas.

Esquemas y clasificaciones del concepto de los SRI

Los elementos expuestos, en la serie de puntos anteriores, nos dan la pauta para expresar el conjunto de relaciones que se presentan en una región entre los elementos de su SRI, al dar lugar a distintas direcciones en materia de política para mejorar el sistema. A continuación se presentan tres posturas que nos otorgan ciertos puntos importantes a considerar. Cooke (1998) muestra un SRI soportado por empresas (Figura 2), donde existen tres grupos de elementos del sistema: la política, la dirección del

sistema y el foro de cooperación, en el que se encuentra representada la ciencia y la tecnología, al menos por un centro de investigación, una universidad o una propuesta de política. Así se generan las sinergias indispensables para estimular la innovación.

Figura 2. Modelo del SRI soportado por las empresas

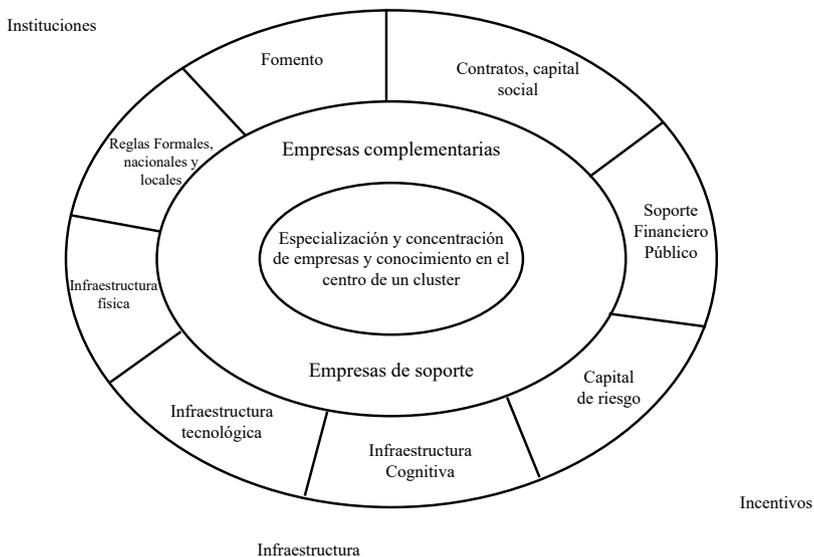


Fuente: Cooke (1998).

Otro puede ser el esquema presentado por Anderson y Karlsson (2004), quienes en su revisión realizan una representación de los componentes de un SRI, en la cual se toma en cuenta que el concepto surge de la concentración de empresas; analizan tres categorías: la *infraestructura*, las *instituciones* y los *incentivos*, con el papel crítico de empresas de

soporte y complementarias que brindan servicios necesarios para la innovación (Figura 3).³

Figura 3. *Modelo del SRI soportado por la especialización y concentración de empresas*



Fuente: Anderson y Karlsson (2004).

Al considerar la estructura anterior, Anderson y Karlsson (2004) mencionan que en una región difícilmente se pueden encontrar todas las características de la Tabla 2, lo que da lugar a una tipología de SRI desarrollada por Asheim y Isaksen (2001), la cual muestra, a partir de una matriz de doble entrada, cómo se asocia la territorialidad y las cualidades del aprendizaje en la región por medio de los flujos de co-

³ Aunque el esquema no ilustra el sentido de las relaciones entre los elementos que no son empresas, muestra claramente cada uno de los actores que se analizaron en la encuesta desarrollada por estos autores.

nocimiento (Tabla 2), la importancia de la cooperación y la localización del conocimiento, lo que dan tres tipos de SRI.

Tabla 2. *Tipología de los SRI por tipo de relación y flujos de conocimiento*

Principal tipo de SRI	Localización del conocimiento organizacional	Flujo de conocimiento	Importancia del estilo de cooperación
Territorialmente compuesto por redes de innovación regional	Localmente; sin embargo, algunas organizaciones relevantes de conocimiento	Interactivo	Geográfica, social y proximidad regional
Región soportada por SI	Localmente, un fortalecimiento de (la cooperación con) proveedores de conocimiento	Interactivo	Soportado por la planeación sistémica
Regionalización de SNI	Principalmente fuera de la región	Más lineal	Individuos con la misma educación y experiencias comunes

Fuente: Asheim y Isaksen (2001).

A cada uno de estos tipos se le puede dar nombre que representaría su rasgo principal ,y de esta manera se pueden identificar dentro del SRI como: i) de redes de innovación, ii) propiamente regionales y iii) nacionalmente descentralizadas. Es difícil evaluar el valor de cada uno de los tipos, pero el tipo que parece más adecuado para el desarrollo de los SRI en un ambiente real, sería la síntesis del primero y el segundo.

Como uno de los más difundidos, presentamos el modelo del SRI demostrado por Nikos Komninos, que, aunque es bastante simple, refleja las relaciones existentes dentro de él (Figura 4).

Figura 4. *Modelo del SRI según Komninos*

Sistema productivo regional



Fuente: Komninos (2002).

Por último, presentamos una de las clasificaciones de los SRI, donde también aparece México y cuyos sistemas regionales están clasificados como sistemas tipo de red y de moderadamente descentralizados (Tabla 3).

Tabla 3. *Tipología de los sistemas regionales de innovación en la economía mundial según criterios cualitativos - los países en cuyas regiones domina el tipo determinado del SRI*

Grado de descentralización de los recursos y competencias en la esfera de CTI	Tipos de los SRI en diferentes países
Descentralización significativa	Desde abajo Austria, Bélgica, Alemania, Suiza, Australia, Canadá, Estados Unidos, Brasil, Italia, España, Gran Bretaña (Escocia, Gales, Irlanda Norte)
Descentralización moderada	De carácter de la red México, Corea del Sur, Suecia, Holanda, Gran Bretaña (regiones de Inglaterra), Noruega, Polonia
Falta de descentralización	Dirigido desde fuera Grecia, Finlandia, Luxemburgo, Eslovenia, Islandia, Nueva Zelanda, Hungría, Irlanda, Dinamarca, Portugal, Eslovaquia, Turquía, R. Checa, Japón

Fuente: Wersa (2012: 109).

Lo interesante en esta clasificación es que México aparece en el grupo de países mayoritariamente medianos en tamaño de población y también con el nivel de desarrollo económico mediano o alto.

Práctica de los SRI en México. Sistemas estatales de CTI

a) El contexto nacional

Diversos diagnósticos externos e internos al país han señalado las deficiencias que preexistían en el SI en México. En dichas diagnósticos refieren que en nuestro país se han realizado inversiones insuficientes en ciencia, tecnología e innovación, y como resultado de ello, el crecimiento potencial de su economía es inferior al necesario para alcanzar el nivel de otros países y lograr una competitividad comparable a la de otras economías emergentes. Según el reporte *Perspectivas OCDE (2010)*, y de

acuerdo con los indicadores disponibles, el nivel general de la innovación en nuestro país era realmente bajo, en comparación con los países de la OCDE y con las economías emergentes más dinámicas, ejemplo de ello es el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D), como porcentaje del PIB, que era inferior al 0.5%, en contraste con un promedio superior al 2% en la zona OCDE y cercano al 1.5% en China.

Desde el punto de vista de la OCDE, México debía aprovechar plenamente sus considerables recursos para impulsar un desarrollo basado en el conocimiento y explotar sus activos, que incluyen polos de excelencia en la educación superior y en la investigación científica, un acervo considerable de técnicos e ingenieros altamente calificados, una rica cartera de emprendedores y, sobre todo, una población muy joven.⁴

En cuanto a innovación, ciencia y tecnología, se ha señalado que los bajos niveles de innovación en México pueden atribuirse a la existencia de un marco poco propicio y deficiencias en la gobernabilidad del sistema mexicano de innovación. Esto pudiera explicar la persistencia de un nivel insuficiente de inversión, tanto pública como privada, en la materia. El nivel de competencia aún es bajo en sectores estratégicos para la innovación, como las telecomunicaciones, la producción y la distribución de energía y el transporte. Entre las observaciones mencionadas se establece que es indispensable mejorar las capacidades del capital humano a todos los niveles y en los sectores de la economía, y que las nuevas empresas, basadas en tecnologías, deberían tener mejor acceso al financiamiento privado. Además, se veía la existencia de múltiples barreras reglamentarias que obstaculizaban la actividad empresarial, y las deficiencias en materia de gobierno corporativo que reducían los incentivos para promover la actividad innovadora.

Los reportes de la OCDE, dirigidos a países como México, son relativamente nuevos, acorde con los análisis del SNI y el SRI, que también son relativamente recientes. Por ello, la OCDE recomienda hacer un esfuerzo por mejorar la gobernabilidad del SI, al garantizar un orden claro de prioridades y una implementación eficiente. Este esfuerzo

⁴ Perspectivas OCDE: *México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible*, octubre 2010. Disponible en <<https://www.oecd.org/mexico/45391108.pdf>>.

debe incluir una mejor coordinación entre las secretarías de Estado y las agencias responsables de la elaboración y aplicación de las políticas; una evaluación más sistemática y mejores mecanismos para incorporar los resultados de la evaluación en el diseño de políticas y la asignación de recursos, así como una mayor descentralización de las políticas de fomento a la innovación.

Acorde con las referencias teórico-conceptuales, las menciones de la OCDE señalaban que lo anterior debería ir acompañado de un esfuerzo paralelo, orientado a fortalecer la capacidad institucional, financiera y de infraestructura de las diferentes regiones, con el propósito de elaborar y aplicar sus propias estrategias. Según este organismo, a México correspondería realizar esfuerzos presupuestarios para apoyar la inversión en I+D e innovación, al introducir reformas orientadas a garantizar una mayor eficiencia del gasto; una mayor dependencia de apoyos directos, en lugar de incentivos fiscales; la simplificación y reestructuración de los sistemas de ayuda directa; y la ampliación de los programas para mejorar las sinergias entre la investigación y el desarrollo, público y privado, en áreas prioritarias, como salud, energía, gestión del agua, suministro de alimentos, entre otros.

Por una parte, según el informe de la OCDE (Síntesis, 2009), el sector de las telecomunicaciones es un ejemplo de cómo la falta de competencia obstaculiza el desarrollo de la infraestructura de innovación en México, y dificulta la difusión de las innovaciones en el resto de la economía y la sociedad. No obstante, que mejoró en los últimos años, el país aún es considerado como uno de los miembros de la OCDE con la infraestructura de telecomunicaciones más atrasada y con los precios de los servicios telefónicos más elevados. La introducción de reformas para aumentar la competencia en el sector es un imperativo para estimular la innovación, el crecimiento y la competitividad de la economía mexicana.

El desarrollo de infraestructura de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) sería particularmente beneficioso para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), cuyo papel en la economía mexicana es vital, pues representan aproximadamente el 99% de las empresas, pero se ven afectadas por un acceso inadecuado a la tecnología y una baja participación en las redes de conocimiento. La densidad de banda ancha

en México es la segunda más baja de los países de la OCDE y la velocidad de descarga aún es lenta, como resultado de la inversión insuficiente en infraestructura. Esta debilidad del sector de las telecomunicaciones guarda estrecha relación con la insuficiente competencia en el sector y un régimen de inversión relativamente restrictivo, que en el caso de la telefonía fija impone límites a la propiedad extranjera. Por otra parte, el desarrollo de una competencia eficaz se ve dificultada por el uso abusivo del derecho de amparo, ya que las empresas recurren a procedimientos judiciales para poner trabas a la aplicación de las decisiones de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), el organismo regulador de las telecomunicaciones, y de la Comisión Federal de Competencia.

México tiene algunos de los servicios de banda ancha más caros de la OCDE y las velocidades y los servicios existentes son inferiores a los disponibles en otros países. Los precios pagados por los mexicanos son muy superiores a los de otros países de la OCDE. De ahí que las reformas del marco normativo pueden contribuir a facilitar la entrada de nuevos participantes en el mercado y estimulan la competencia. Por ejemplo, el acceso no discriminatorio de terceros a las redes mediante la desagregación del bucle local (*local loop unbundling*, LLU) y el aumento de operadores en la red móvil virtual podría tener un efecto importante en la competencia de precios. En México, los precios de interconexión son altos, la interconexión se ofrece en puntos que no siempre son técnicamente eficientes y hay dificultades para aplicar sanciones por violaciones de interconexión. En este contexto, es importante que el organismo regulador esté facultado para imponer tarifas de interconexión, basadas en los costos y para dictar regulaciones asimétricas en casos en que haya dominancia y cuellos de botella para las instalaciones esenciales.

Además, se pudo identificar, en el reporte denominado Innovación regional en 15 estados mexicanos, Síntesis (2009), un conjunto de recomendaciones relacionadas con diversas acciones que los gobiernos de los estados federativos, junto con sus gobiernos locales, podrían llevar a cabo para elevar sus potencialidades de crecimiento, basados en el impulso a la innovación y la tecnología, listando algunos de ellos se mencionan los siguientes:

● Falta mejorar el marco de condiciones para la innovación, mediante la inversión en capital humano a todos los niveles y en todos los sectores de la economía. ● Reducir los obstáculos normativos y financieros para la actividad empresarial y mejorar la gobernabilidad de las entidades del sector público. ● Mejorar la gobernabilidad del sistema de innovación, mediante una mejor coordinación entre los ministerios y organismos, una evaluación más sistemática y la descentralización de la política de innovación. ● Mejorar el acceso de las PYMES a las nuevas tecnologías, así como su participación en las redes de conocimiento. ● Apoyar la inversión en I+D+I e innovación, al introducir reformas que garanticen una mayor eficiencia del gasto, en particular mediante el fomento de la colaboración público-privada en áreas prioritarias. ● Promover la competencia para aumentar la innovación en todos los sectores y el desarrollo de las infraestructuras esenciales, en particular en las industrias de redes. ● Eliminar los límites a la inversión extranjera y a la propiedad de la infraestructura de telecomunicaciones por línea fija y en el sector de los servicios; permitir el acceso no discriminatorio de terceros a las redes y reformar el marco de interconexión.

No obstante, han transcurrido más de diez años de las diversas recomendaciones a nuestro país. Según los resultados del estudio *Government at a Glance 2021*, se reconoce a México como el país de la OCDE con la menor inversión pública en América, que representa un factor relevante por sus repercusiones en el desarrollo económico, en los servicios públicos, como la educación y la salud y orden público, en la protección ambiental, en la vivienda y en los servicios comunitarios, recreación y cultura, educación y la seguridad social.

En comparación con otros países, como Canadá, Colombia y Estados Unidos, los cuales fueron los únicos países que superaron el promedio de la organización en materia de inversión pública, como proporción del PIB, México, Chile y Brasil quedaron por debajo del promedio. Entre los integrantes de las naciones más ricas en América, México se colocó al

fondo de la tabla en el segmento de análisis, con un 1.3% de inversión pública como proporción del PIB.⁵

El reporte de la OCDE pone en la mesa de la discusión los SRI que el país adolece, de diversos factores relevantes para la definición y de su fortalecimiento. De ahí que se hayan vertido el conjunto de recomendaciones para lograr un mejor desarrollo. Además de que los SRI en México son relativamente recientes, acordes con la naturaleza de la emergencia de los estudios del Sistema Nacional de Innovación, como se mencionó anteriormente.

No obstante, las recomendaciones de la OCDE, García (2017), en sus investigaciones sobre los SRI, desarrolla algunas críticas del concepto, por medio de segmentaciones conceptuales, aunque afirma que en el caso de las agendas de innovación estatales y regionales en México, las instituciones y organizaciones de diferentes subsistemas se informan e interrelacionan entre sí. La idea central es que entre las partes generen conocimiento e innovaciones; sin embargo, se encuentran incorporadas en diferentes escalas territoriales y de coordinación gubernamental, lo cual implica una dificultad para ubicarlas de forma específica en el plano regional o estatal, dada la centralización de las políticas y organizaciones de ciencia y tecnología.

Entre otras aportaciones, señala que en México concurren incipientes SRI, esencialmente conformados desde abajo hacia arriba; además, reconoce la presencia de relaciones dinámicas que permiten el brote, el fortalecimiento y la posible madurez del SRI; aunque se observa algún grado de desarticulación derivada de vínculos e interacciones débiles, crean positivas externalidades económicas. Ello se puede reconocer en la formación de PYMES intensivas en conocimiento, con procesos de innovación incremental que resultan de separaciones de grandes empresas tecnológicas, debido a procesos de transferencia tecnológica, donde hay presencia de articulaciones con centros de investigación e instituciones de educación superior, que se verán beneficiadas por la política de CIT, a través de fondos destinados a la innovación.

⁵ <<https://www.eleconomista.com.mx/economia/Mexico-es-el-pais-de-la-OCDE-con-la-menor-inversion-publica-en-America-20210717-0009.html>>.

b) Acercamiento al ambiente estatal-local

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico, desde su creación en México, procuró el fomento a la colaboración entre los actores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de los sectores empresarial, académico y la sociedad en dichas entidades, además de contar con acuerdos de colaboración con la federación, y el propósito de contribuir a la toma de decisiones con información especializada, estudios y análisis diversos.

Ante la complejidad, caracterización y geografía diversa de cada entidad, la estrategia fue desarrollar diagnósticos específicos para cada estado, donde el caso de Chihuahua resalta por ser la entidad con mayor número de kilómetros de la frontera con Estados Unidos, lo que permite diversos accesos a ese país y facilita la exportación de bienes y servicios; además, es el estado con mayor porcentaje de la población económicamente activa, lo cual impacta en aspectos sociales, como menor tasa de desocupación en el sector formal. Al igual, se caracteriza por su riqueza en recursos naturales forestales y mineros al sur y la actividad industrial en Ciudad Juárez, principal localidad fronteriza.

Para consolidar y acrecentar los estudios acerca de los sistemas estatales de CTI, los diagnósticos están dirigidos principalmente a quienes toman decisiones para facilitar una visión integral del estado, de ello, se deriva el análisis de los Planes Estatales de Desarrollo y Programas estatales de Ciencia Tecnología e Innovación, desde principios de la década 2010.

El Programa Estatal de Ciencia y Tecnología del periodo 2011-2016 definió tres ejes y trece estrategias. El primer eje se enfocó en la consolidación del sistema estatal de ciencia, tecnología e innovación, y las estrategias a desarrollar fueron: *a)* elaborar un diagnóstico de la CTI; *b)* fortalecer la formación de recursos humanos; *c)* fortalecer la infraestructura científica y tecnología de las Instituciones de Educación Superior y los Centros de Investigación Pública; *d)* aumentar la participación estatal y federal en el Fondo Mixto del Conacyt, y *e)* fomentar la cultura de la propiedad intelectual. El segundo eje consta de tres estrategias: *a)* Realizar eventos de difusión; *b)* fomentar la publicación de resultados de investigación y *c)* implementar el sistema estatal de información científica y tecnológica.

El tercer eje se centró en promover la relación entre los actores del CTI, por medio de las siguientes cuatro estrategias: *a)* formar redes de investigación investigativa; *b)* fortalecer la vinculación universidad-empresa; *c)* elaborar un catálogo de servicios de investigación y posgrado, y *d)* impulsar la figura de empresario-investigador. Estos ejes y estas estrategias se encuentran muy relacionados con el reporte de recomendaciones emitidas por la OCDE, en 2009.

Por otro lado, en el mismo periodo, el organismo encargado de la CTI en Chihuahua era el Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua (COECYTECH), quien coordinaba el desarrollo científico, tecnológico y de innovación de la entidad, al ejercer las atribuciones derivadas de la Ley del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua y de la Ley de Fomento para el Desarrollo Científico, Tecnológico y la Innovación en el estado.

Esta ley tiene por objeto promocionar, organizar, impulsar y fortalecer el desarrollo de la investigación científica en todas las áreas del conocimiento, de la tecnología, la innovación y la transferencia de tecnología; definir los criterios del gobierno estatal para impulsar y fortalecer actividades científicas y tecnológicas en los sectores público, privado y social. Además, busca establecer lineamientos en CYT, para el desarrollo económico y social municipal, estatal, regional y coadyuvar al nacional. Impulsar la aplicación de los resultados de la investigación científica, tecnológica y de innovación, para el desarrollo del estado; determinar los instrumentos para otorgar apoyos a la investigación científica en todas las áreas del conocimiento; también, sentar las bases para la consolidación de una cultura científica en la entidad; y normar la aplicación y administración de los recursos que en materia de desarrollo científico y tecnológico destinen los gobiernos estatal y municipal, a través de organismos propios u organizaciones no gubernamentales. Es decir, que el marco legal fue creado para dar soporte a la construcción de un sistema regional de innovación.⁶

⁶ <http://www.congresochihuahua2.gob.mx/biblioteca/leyes/archivosLeyes/1089.pdf>.

Asimismo, se han documentado casos de PYMES intensivas en conocimientos, que están vinculadas con el fortalecimiento de regiones caracterizadas por una presencia masiva de empresas multinacionales y con un entorno que propicia la innovación, pero estas regiones aún están en procesos de maduración, y recientemente estas PYMES y regiones se han visto favorecidas por la política de CTI (Contreras, Carrillo y Olea, 2012). Un ejemplo de lo anterior se puede observar en el caso de la industria de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua, cuya emergencia y desprendimiento de la industria maquiladora de autopartes dejó en claro cómo las capacidades de absorción y derramas de conocimiento fueron posibles en el desarrollo de las nuevas PYMES, que generaban productos y procesos con algún grado de innovación (Ampudia, 2008). El impulso a la innovación tecnológica en el ámbito subnacional tiene su referente en la política de innovación, al finalizar la primera década de los 2000, con la emergencia de diagnósticos para los estados federativos en México.

De acuerdo con la agenda de innovación del estado de Chihuahua, el proyecto sobre agendas estatales y regionales de innovación tienen por objetivo desarrollar la agenda estatal de innovación, al seguir la metodología, de forma tal que se defina un conjunto de áreas prioritarias de innovación con alto nivel de consenso.

Los diagnósticos para el análisis de desarrollo de la ciencia y la tecnología han previsto dar un breve panorama socio-demográfico y económico del estado, que permita caracterizarlo. Así, en 2020, Chihuahua registró una población de 3.742 millones de habitantes, donde el 50.5% eran mujeres y 49.5% hombres; además, la entidad ocupaba el lugar 12 por su número de habitantes a nivel nacional; el 85% de la población era urbana y el 15% rural, comparado a nivel nacional el dato es de 78% y 22% respectivamente. Ciudad Juárez es la localidad de mayor tamaño, con más de 1 millón 512 mil habitantes, seguido del municipio de Chihuahua, con 934 mil habitantes (Inegi, 2020).

A partir de los Censos de Población y Vivienda (2020), el Inegi reportó que en el año 2000 6.2 de cada 10 personas de 12 años y más son económicamente activas, y la tasa de participación económica es de 74.9 en hombres y 50.0 en mujeres. Además, el 15.7% de la población en la entidad tiene alguna limitación en la actividad cotidiana,

discapacidad o algún problema o condición mental. Entre 2010 y 2020, el porcentaje de población que declaró estar afiliada a los servicios de salud aumentó de 73.1 a 84.4 %. En tanto, que la tasa de analfabetismo se redujo de 4.8%, en 2000, a 3.7%, en 2010, y a 2.6%, en 2020; y el grado promedio de escolaridad aumentó de 7.7 años en 2000, a 8.8% en 2010 y a 10 en 2020.

También se observó un aumento en el número de viviendas particulares habitadas; en 2000 había 755,379 viviendas, pasó a 944,379 en 2010 y al 2020 se elevó a 1 millón 146 395 viviendas particulares habitadas. El promedio de ocupantes por vivienda tiene una tendencia decreciente, de 4.0 ocupantes en 2000, pasó a 3.6 en 2010 y a 3.2 en 2020. El porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua entubada pasó de 76.5 a 93.6% entre 2000 y 2020. Asimismo, la disponibilidad de teléfonos celulares en viviendas creció de 74.9 a 91.8%, entre 2010 y 2020; el Internet prácticamente se duplicó, de 24.6 a 56.8%; las viviendas con disponibilidad de computadoras o laptops crecieron de 34.3 a 42.7%; en ese lapso y las líneas telefónicas fijas descendieron de 46.1 a 40.2 por ciento.

En cuanto al empleo, Chihuahua cuenta con una Población Económicamente Activa (PEA) de 1 763 997 personas, que representan 59.9% de la población de 15 años y más, de la cual 1 698 954 se encuentran ocupadas; así, la tasa de ocupación pasó de 93.08, en 2014, a 96.3% en 2020 (ENOE, 2020-4). La población subocupada en el primer trimestre de 2020 tuvo una tasa de 4.7%, con respecto a la población ocupada, en tanto que la tasa de desocupación fue de 3.5% de la PEA. Por actividad económica, el sector que tenía mayor número de trabajadores era el terciario, 51.3% del empleo total en el estado, el sector secundario con el 36.9% y el primario tenía una composición del 10%; y en cuanto al tamaño de la unidad económica, los micronegocios registran el mayor número de empleos, con 31.8% del total en el ámbito no agropecuario (ENOE-Inegi, 2020). En el capítulo cuatro se abordan los detalles de la composición de las industrias, tanto en el estado de Chihuahua como en Ciudad Juárez.

Por otra parte, con base en información de la Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET, 2012), Chihuahua registró una

tasa de 4.72 empresas innovadoras por cada mil empresas nacionales, indicador muy por debajo de la tasa media nacional de 8.23 empresas. Además, el diagnóstico encontró que las empresas del sector productivo de la entidad presentan un grado de madurez tecnológica de 1.42, el cual es comparativamente bajo con respecto al nivel del promedio nacional, que es de 2.07. Asimismo, cabe mencionar que 49.39%, realizaron innovaciones incrementales en producto, lo que representa una proporción relativamente alta, con respecto al nivel nacional de 19.06%. De igual modo, 21.02% de las empresas innovadoras en producto realizaron innovaciones con alcance mundial, porcentaje de empresas ligeramente por debajo del nivel nacional de 21.3%. Asimismo, Chihuahua registró 528 empresas del sector productivo que contaban con un departamento técnico para documentar los procesos de producción (ESIDET-Inegi-CONACYT, 2017).

En cuanto a instituciones de educación superior, para 2020 Chihuahua aumentó a 94 el número de instituciones públicas y privadas, de las cuales 20 se localizan en Ciudad Juárez y 46 en la ciudad de Chihuahua; estas dos ciudades concentran el 70% de este tipo de infraestructura. Es relevante mencionar los esfuerzos de formación del capital humano para identificar el desarrollo y la conformación del sistema regional de innovación. De acuerdo con el reporte del Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC-CONACYT), en 2019 se contabilizaron 78 programas de posgrado en el estado de Chihuahua, en sus diferentes niveles de consolidación, de los cuales 56 son de nivel maestría, 18 son programas de doctorado y cuatro son especialidades; en cuanto a su distribución, cerca del 30% corresponden al área de las ingenierías⁷ (Tabla 4).

⁷ Indicadores pnpc-conacyt. Disponible en http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/datos_abiertos/REGIONALIZACION_PNPC_%20SNI_%202019.pdf.

Tabla 4. *Programas de posgrado en el PNPC-CONACYT en el estado de Chihuahua 2019*

Áreas de Conocimiento CONACYT	Programas	%
Área I: Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra.	1	1.3
Área II: Biología y Química.	7	9.0
Área III: Medicina y Ciencias de la Salud.	8	10.3
Área IV: Humanidades y Ciencias de la Conducta.	19	24.4
Área V: Ciencias Sociales.	11	14.1
Área VI: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.	9	11.5
Área VII: Ingenierías.	23	29.5
Total	78	100.0

Fuente: elaboración propia con datos de indicadores PNPC-CONACYT.

De acuerdo con el reporte señalado, el 59% de los programas se localizan en Ciudad Juárez, y el 55% pertenecen a los programas de posgrado de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Igualmente, el estado cuenta con una amplia infraestructura para la investigación y desarrollo; tiene nueve centros públicos de investigación, de los cuales cuatro pertenecen a la Red de Centros Públicos CONACYT.

Entre la infraestructura física para la investigación y el desarrollo, la entidad cuenta con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD); el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV); el Instituto de Ecología (INECOL), el Instituto de Innovación y Competitividad; el Colegio de la Frontera Norte (COLEF); el Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRENA); el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); el Colegio de Chihuahua; el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE); los Centros de Diseño e Ingeniería privados; el Parque de Innovación y Transferencia de Tecnología del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; el Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Chihuahua (ICATECH); el Parque de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Chihuahua; los Centros de

Entrenamiento en Alta Tecnología (CENALTEC) y el Instituto de Apoyo al Desarrollo Tecnológico, entre otros.⁸

Otros elementos derivados de los diagnósticos elaborados por los gobiernos estatales del periodo 2012 al 2021, fueron sobre los términos de la reducción de la pobreza del país, a partir de las estrategias de impulso al desarrollo de la innovación, porque era considerada una valiosa herramienta que contribuye a los fines del desarrollo y que tiene que estar articulada con los propósitos del desarrollo nacional, por ello una política de ciencia, tecnología e innovación debería contribuir al proceso de desarrollo económico de la región.

Ello deriva en la necesidad de que todo el contexto anterior se alinee a un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, que permita integrar a los grandes grupos de agentes como el académico. Como se mencionó, este rubro engloba al conjunto de instituciones de educación superior, los centros públicos de investigación, otros centros de investigación que no son públicos, sino privados, y todo el capital humano formado requerido en los sectores productivos. Incluye, además, al sector gubernamental, en tanto se encarga por medio de las administraciones públicas responsables de diseñar las políticas y el sector legislativo a cuyas instancias, como el H. Congreso de la Unión, corresponde analizar y aprobar las leyes; finalmente, los agentes del sector productivo y empresarial, quienes orientan sus esfuerzos hacia la producción de bienes y servicios. Esto es la suma de todos ellos; desde el contexto regional, detonan los procesos de desarrollo del SRI.

El enfoque sistémico llega a través de los organismos internacionales, y si bien partimos del origen desde el análisis de los sistemas nacionales de innovación, el énfasis es principalmente desde el diseño de la política y del marco analítico en los ámbitos regional y local.

Así se expresa, como ejemplo de las acciones de impulso a la innovación, la estrategia de desarrollo de nuevos sectores —entre otros sectores promovidos por el estado durante 2011-2016—, donde la industria

⁸ Fuente: Programa Estatal de Ciencia y Tecnología e Innovación en Chihuahua 2011-2016. Disponible en <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sf/uploads/indtfisc/progSER2010-2016/ProgEst_CienciaTecnologia.pdf>.

aeroespacial ha sido un sector atractivo, en el cual, el estado procuró el desarrollo de capacidades de recursos humanos e infraestructura, por lo que la inversión extranjera directa en el área fue importante. Eso no es todo. Esta industria también representó una estrategia gubernamental entre 2016-2021,⁹ para impulsar al sector, en paralelo al impulso del gobierno federal, al menos en el discurso político como en las estrategias de los Planes de Desarrollo del Estado de Chihuahua, que así lo señalan. A reserva de recapacitar este tema, en capítulos subsecuentes se desarrolla el análisis más específico, en relación con los sectores de la industria en el estado, donde encontramos que esta actividad económica tuvo una caída en su participación en la ocupación y en el tamaño de industria, lo que posiblemente propició su relocalización de la ciudad de Chihuahua hacia Ciudad Juárez.

El impulso al emprendimiento y la innovación en Ciudad Juárez también ha sido notorio. Esta ciudad, localizada en la frontera, frente a El Paso, Texas, es un centro muy importante de fabricación; alberga a más de 329 empresas maquiladoras, con más de 303 mil empleados.¹⁰ Los sectores clave incluyen el transporte, la informática equipos relacionados y equipos eléctricos. Juárez es visto como un centro para producción binacional, flujo de piezas y componentes al sur de Estados Unidos.

Debido a que la mayoría de los insumos se importan de Estados Unidos, la ciudad busca aumentar la participación de contenido local. Junto con socios en universidades y en la comunidad empresarial, Juárez trabaja con algunos éxitos para crear un sistema de innovación, que

⁹ “En el 2018 la industria aeronáutica en Chihuahua exportó 1.2 billones de dólares y generó más de 17 mil empleos directos, que representan el 30 por ciento de los puestos de trabajo del sector en el país, declaró el gobernador, Javier Corral Jurado, al inaugurar la 1ª Asamblea General Ordinaria de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (Femia). En el evento celebrado en Expo Chihuahua, el titular del Ejecutivo expresó que esta es una industria que registra un crecimiento anual del 14% en los últimos ocho años, y Chihuahua, dijo, el estado cuenta con 47 empresas, entre manufactureras y de proveeduría, así como con dos centros de investigación y desarrollo, lo que lo posiciona como uno de los principales destinos de la industria en México. Así mismo, señaló que México ocupa el lugar número 12 entre los países exportadores de componentes de la industria aeroespacial, por lo que invitó a trabajar para ocupar un lugar entre las primeras 10 a finales del presente año”. Disponible en <<http://www.chihuahua.gob.mx/contenidos/chihuahua-se-consolida-como-destino-en-la-industria-aeroespacial-javier-coral>>.

¹⁰ Según Inegi, datos informados en enero de 2021.

permita mover la ciudad hacia una producción de mayor valor y crear empresas por medio de *startups*. Esto incluye proporcionar herramientas e infraestructura para aumentar la I+D, en la mayor medida de aproximadamente 70 empresas que operan en Juárez, con la participación de universidades líderes, como la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez y el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, las cuales apoyan en torno a la formación de capital humano y desarrollo de la capacidad investigadora, así como la creación de centros que incluyen el Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA), el Centro de Inteligencia Artificial (CIA) y el Centro de Investigación en Aplicaciones en Ciencia y Tecnología (CICTA).¹¹

De acuerdo con el reporte de la *US-Mexico Foundation* (2021), otro factor identificado dentro del posible SRI es la variedad de iniciativas gubernamentales estatales y locales enfocadas en el desarrollo empresarial. Ello, por medio de la creación de vínculos entre las instituciones de educación superior y las incubadoras privadas, incluyendo el *Technology Hub*, el cual alberga cerca de 100 empresas.

El agrupamiento de los *startups* en Juárez es pequeño y el acceso al capital de riesgo es muy limitado. El liderazgo de la ciudad está estratégicamente enfocado en construir su eco-sistema de innovación. La base de manufactura local y la producción binacional en particular crea una plataforma, tanto para la inversión como para la aplicación de tecnologías innovadoras y avanzadas; así, la ciudad aumenta su base tecnológica y de I+D.

Conclusiones

El rasgo común de todos los sistemas territoriales de innovación es la concentración geográfica de las actividades e instituciones intensivas en conocimiento, involucradas en el manejo del conocimiento y las que crean un ambiente favorable de la renovación de producción y procesos.

¹¹ Fuente: US-Mexico Foundation (2021). *Southern Connection: Innovation Clusters in Mexico and the Bridge to Silicon Valley*.

De esta manera, se puede decir que las estrategias regionales de innovación se basan en las teorías interactivas e institucionales de innovación, con énfasis en las relaciones no lineales entre la I+D y la innovación, junto con la contribución de usuarios al paso del desarrollo tecnológico e innovación, con la capacidad institucional de manejar la innovación tecnológica.

En la conformación de *clusters*, agrupamientos y la creación de vínculos entre los diferentes agentes, se identifica una compleja red de relaciones intersectoriales a nivel microeconómico, sin dejar de lado la importancia del ambiente macroeconómico para observar y promover desde las regiones el crecimiento económico y, aún más allá, su desarrollo.

De lo planteado en este trabajo, se deducen algunas afirmaciones, como el hecho de que Chihuahua es un estado federativo económicamente importante para el país, por su contribución al PIB, la captación de inversión extranjera directa y su cercanía a Estados Unidos.

Por otra parte, el empleo formal que genera, conjugado con las bajas tasas de desempleo, su orientación hacia la industria, la formación de capital humano en el área de las ingenierías y la creación de nuevas instituciones de educación superior, así como la existencia de políticas y estrategias de impulso a la innovación y vínculos entre el conjunto de agentes económico, emergentes en los últimos años, dan cuenta de la presencia de factores asociados al Modelo del Sistema Regional de Innovación, según Komninos (2002).

Además, se observa que, a pesar de que normativamente tiene un sistema estatal de ciencia y tecnología que es relativamente joven (menos de 10 años), y que está en ciernes de consolidarse, la entidad ha acumulado diversos factores, que conforman un nivel de maduración del sistema regional de innovación.

Tanto el antes denominado Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Chihuahua (COECYTECH) y actualmente el Instituto de Innovación y Competitividad (ICC) han procurado entre sus estrategias fortalecer y aprovechar la disposición de los grupos empresariales, para impulsar la innovación mediante mecanismos articuladores.

Las instituciones de educación superior y los centros de investigación pueden proveer los profesionistas necesarios para los principales sectores del estado; es decir, que el capital humano formado con altas cualificaciones y la cada vez más fuerte infraestructura educativa y los centros de investigación que desarrollan las capacidades investigativas, dan mayor certeza para brindar atención a las demandas de las empresas, tanto nacionales como extranjeras que buscan establecer o fortalecer sus instalaciones en las localidades donde dicho capital humano, la infraestructura y la disposición de proveeduría les favorezcan.

Aunque el financiamiento estatal para actividades científicas y tecnológicas se ha centrado fundamentalmente en el Fondo Mixto y en el Programa de Estímulos a la Innovación, las políticas, estrategias y acciones de los sectores públicos perseveran en el desarrollo de agrupamientos, para propiciar el desarrollo económico de la región, así como también las empresas hacen esfuerzos –ya sea individuales o colectivos– para favorecerse de las redes y de articulaciones, por medio de la colaboración.

Finalmente, cabe observar que durante los periodos de gobierno del estado de Chihuahua 2011-2016 y 2016-2021, se identifica claramente la promoción del desarrollo económico a través del impulso al sector aeroespacial, como un ejercicio serio de empuje a la innovación, ya que esta industria actualmente está en expansión y el gobierno estatal ha creado las condiciones para la formación de los recursos humanos y la infraestructura para apoyarlo, al conservar el fomento por parte del gobierno federal, en virtud de la inversión extranjera directa en el área.¹² Es claro que en el caso de Chihuahua y en particular en Ciudad Juárez existe una preocupación por parte de los encargados de política sobre el crecimiento económico y la competitividad; y que ello depende ampliamente de la capacidad de las empresas para innovar. Lo cual implica que deben ser identificados los mecanismos y las relaciones a favorecer para tener una capacidad de respuesta e incluirlos en la agenda de política regional

¹² Disponible en <http://www.chihuahua.gob.mx/contenidos/chihuahua-se-consolida-como-destino-en-la-industria-aeroespacial-javier-corral>.

Referencias

- Ampudia, L. y de Fuentes, C. (2009). “La industria de maquinados industriales en Querétaro y Ciudad Juárez”, en *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes: el caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Andersson, M. y C. Karlsson (2004). “Regional Innovation Systems in Small & Medium-Sized Regions. A critical Review & Assessment”, en *CESIS Electronic Working Paper Series*, núm. 10. Disponible en <<http://www.infra.uk/cesis/research/workpap.htm>>.
- Asheim, B.T. y A. Isaksen (2002). “Regional innovation systems: The integration of sticky and global ubiquitous knowledge”, en *Journal of Technology Transfer*, núm. 3, pp 573-578.
- Aydalot, P. (1986). *Milieux innovateurs*. París: GREMI.
- Amin, A. (1995) *Post-Fordism: A Reader*.
- Buesa, M., J. Heijs, M. Martínez Pellitero y T. Baumert (2004). “Configuración estructural y capacidad de producción de conocimientos en los sistemas regionales de innovación; un estudio del caso español” (documento de trabajo no. 45) IAIF UCM.
- Camagni, R. (ed.) (1991). *Innovation Networks: Spatial Perspectives*. Londres: Belhaven Press.
- Castells, M. y P. Hall (1994). *Las tecnópolis del mundo*. México: Ed. Alianza.
- CONACYT (2019). INDICADORES PNPC-CONACYT. Disponible en <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/datos_abiertos/REGIONALIZACION_PNPC_%20SNI_%202019.pdf>.
- Conti y Spriano (1991). *Intelligent Cities. Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*.
- Contreras, Carrillo y Olea (2012). “Desprendimientos de las multinacionales: ¿Una vía para el aprendizaje y la innovación en empresas locales?”, en Jorge Carrillo, Alfredo Hualde y Daniel Villavicencio (coords.), *Dinámicas de la innovación en México: Dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*. El COLEF-CONACYT.

- Cooke, P. (1992). “Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in New Europe”, en *Geoforum*, vol. 23, núm. 3, pp. 365-382.
- Cooke, P. (1998). “*Introduction. Origins of the Concept*”, en H-J. Braczyk, P. Cooke y M. Heidenreich, *Regional Innovation Systems. The role of Governance in a Globalized World*. London, GB y Bristol, USA: UCL Press.
- Diagnósticos estatales de ciencia, tecnología e innovación 2014*.
- Doloreuxa, David y Saeed Parto (2004). *Regional innovation systems: a critical synthesis*, United Nations University-Institute for New Technologies, Maastricht.
- Doloreuxa, David y Saeed Parto (2005). “Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues”, en *Technology in Society*, núm. 27, pp. 133–153.
- Domínguez Romero, Argel (2009). *Actividad innovadora en Morelos. Análisis desde el enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación, 1988-2006*. Tesis de Maestría en Economía y Gestión de la Innovación, México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco.
- Edquist, Christopher (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter Publishers/Cassell Academic.
- Edquist, Charles, Marie-Louis Eriksson y Hans Sjögren (2000). “Collaboration in product innovation in the east Gothia regional system of innovation”, en *Enterprise and Innovation Management Studies*, núm. 1 (1), pp. 37-56.
- Fernández *et al.* (2001). “El Sistema Valenciano de Innovación en el inicio del siglo XXI”, en *Curso-Taller sobre Promoción y Gestión de Proyectos de Innovación Tecnológica en el contexto del MERCOSUR*, Montevideo, 11 al 16 de diciembre de 2000, Organización de Estados Iberoamericanos, la ciencia y la cultura. Disponible en <http://www.oei.es/cyturuguaylect.htm>.
- Freeman, Christopher (1987). *Technology policy and economic performance; lessons from Japan*, London. New York: Frances Pinter Publishers.

- García Fuentes, Maciel (2017). “El enfoque de sistemas de innovación regionales: Una crítica a su aplicación en México”, en *Frontera norte*, núm. 29(57), pp. 177-186. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722017000100177&lng=es&tlng=es>.
- Gerstlberger, W. (2004). “Regional innovation systems and sustainability—selected examples of international discussion”, en *Technovation*, núm. 24 (9), pp. 749-758.
- Gobierno de Chihuahua (2020). *Chihuahua se consolida en la industria aeroespacial*. Disponible en <<http://www.chihuahua.gob.mx/contenidos/chihuahua-se-consolida-como-destino-en-la-industria-aeroespacial-javier-coral>>.
- Gobierno de Chihuahua (2016). *Programa Estatal de Ciencia y Tecnología e Innovación en Chihuahua 2011-2016*. Disponible en <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sf/uploads/indtfisc/PROG-SER2010-2016/ProgEst_CienciaTecnologia.pdf>.
- González, M. (2003). “El Sistema Gallego de Innovación: características, debilidades y potencialidades”, en *Revista de Estudios Regionales*, núm. 68, pp. 39-59.
- Hommen, L. y Doloreux, D. (2003). “Is the regional Innovation System Concept at the End of Its Life Cycle?”. Papel presentado a la Conferencia Innovation in Europe: Dynamics, Institutions and Values, Roskild University, Dinamarca.
- Hommen, L. y Doloreux, D. (2005). “Bringing labour back in: a ‘new’ point of departure for the regional innovation systems approach?”, en Flensburg, P., Hörte, S.A. y Karlsson, K. (eds.), *Knowledge spillovers and knowledge management in industrial clusters and industrial networks*. London: Edward Elgar.
- Howells, Jeremy (1999a). “Research and Technology Outsourcing and Innovation Systems: an Exploratory Analysis”, en *Industry and Innovation, Taylor & Francis Journals*, vol. 6(1), pp. 111-129.
- Howells, J. (1999b). “Regional Systems of Innovation?”, en D. Archibugi, J. Howells y J. Michie, *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge, Nueva York, Melbourne: Cambridge University Press.

- Inegi (2020). *Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación*. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/enoe_ie/enoe_ie2020_05_Chih.pdf>.
- Inegi (2012). *Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico*. Disponible en <<https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2012/>>.
- Inegi y CONACYT (2017). *Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico*. Disponible en <<https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017/#Tabulados>>.
- Komninos, N. (2002). *Intelligent Cities. Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*. Londres y Nueva York: Spon Press.
- Lundvall, B.A. (1992). *National Systems or Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Pub.
- Lundvall, B. (2007). “National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool”, en *JOUR*, vol. 14. Disponible en <DOI 10.1080/13662710601130863>.
- MacKinnon, D. A. Cumbers y K. Chapman (2002). “Learning, innovation and regional development: A critical appraisal of recent debates”, en *Progress in Human Geography*, vol. 26, núm. 3, pp. 293-311.
- Moulaert y Sekia (2003). “Territorial Innovation Models: A Critical Survey”, en *Regional Studies*, núm. 37, pp. 289-302.
- Marshall, A. (1932). *Elements of Economics. Volume 1: Elements of Economic of Industry*. Londres: Macmillan.
- Méndez, R. (1997). *Geografía económica. La lógica espacial del capitalismo global*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Navarro, M. (2001). *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Documento de trabajo del Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.
- Navarro, Mikel (2009). “Los sistemas regionales de innovación. Una revisión crítica”, en *EKONOMIAZ*, núm. 70, pp. 25-59.

- O'Doherty y Arnold (2004). "Entender la innovación: La necesidad de un método sistémico", en *The IPTS Report*. Disponible en <<http://www.jrc.es/home/report.html>>.
- OCDE (2009). *Innovación regional en 15 estados mexicanos*. Disponible en <<https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/43058465.pdf>>.
- OCDE (2010). *México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible*. Disponible en <<https://www.oecd.org/mexico/45391108.pdf>>.
- Ohmae, K. (1997). *El fin del Estado nación. El ascenso de las economías regionales*. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Porter, M.E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Vergara.
- Rondé P. y C. Hussler (2005). "Innovations in Regions: What Does Really Matter?", en *Research Policy*, núm. 34, pp. 1150-1172. Disponible en <<http://www.sciencedirect.com>>.
- Saxenian, A. L. (1994). *Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- US Mexico Found (2021). *Southern Connection: Innovation Clusters in Mexico and the Bridge to Silicon Valley*. Disponible en <<https://www.usmexicofound.org/investigacion/southern-connection>>.
- Teubal y Galli (1997). *El Sistema Gallego de Innovación: características, debilidades y potencialidades*.
- Wersa, Marzenna Anna (2012). *Systemy innowacyjne we współczesnej gospodarce światowej (Sistemas innovativos en la economía mundial contemporánea)*. Warszawa, Polonia: Wydawnictwo Naukowe PWN.

CAPÍTULO 3.

POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: EL CASO DE CIUDAD JUÁREZ

Julieta Flores Amador¹

Introducción

La industrialización de México está sustentada en la recepción de inversión extranjera directa (IED) y en el Programa Maquila de Exportación, más recientemente con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ahora llamado T-MEC. Uno de los principales argumentos de la localización de la maquila en el norte del país se centraba en la posibilidad de desarrollar capacidades productivas (Schmidt, 1998). A partir de los noventa del siglo pasado, la globalización acentuó la necesidad de la articulación entre unidades de producción, proveedores y distribuidores, así como incrementó la necesidad de generar estrategias de competitividad a nivel internacional, nacional y regional (local).

Fue en Ciudad Juárez donde se establecieron las primeras empresas del programa Maquila hace más de 50 años. A lo largo de estos años, se han consolidado capacidades productivas; particularmente, se han desarrollado recursos humanos calificados con conocimientos y habilidades requeridas por la industria y por algunos proveedores de maquinados (Dutrénit, 2009); cabe destacar que algunos proveedores especializados,

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, julieta.flores@uacj.mx

llamados integradores, en la última década han incorporado conocimiento más complejo y multidisciplinario en las soluciones para las líneas de producción de las empresas de maquila (MACH, 2018). Sin embargo, el desarrollo de proveedores especializados no se ha podido consolidar, al restar competitividad y crecimiento económico a la localidad.

Debido a la transformación industrial que se ha generado con la globalización, algunos países y algunas regiones han diseñado estrategias para mejorar su competitividad y crecimiento económico. Un elemento clave dentro es la generación de innovaciones tecnológicas, que requieren de la colaboración de diferentes agentes para generar y utilizar conocimiento, apoyados por marcos institucionales, que dan lugar al concepto de sistemas de innovación (Lundvall, 1992; Cooke, 2001). Esta herramienta de análisis permite identificar a los agentes involucrados, las interacciones entre ellos y las políticas y los programas que dan soporte a dichas innovaciones. En este sentido, las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) son un medio que permite determinar estrategias y otorgar recursos, para la colaboración entre agentes, así como la creación y difusión de conocimiento para la generación de capacidades de CTI (Corona *et al.*, 2013). Además, el concepto de sistema de innovación ha permitido el análisis de la generación de innovaciones en diferentes niveles; es decir, nacional, regional y sectorial. Precisamente, en los últimos años el papel de los sistemas regionales de innovación se ha destacado, debido a que es en el ámbito local donde las dinámicas de aprendizaje tecnológico toman mayor lugar; por tanto, es necesaria la intervención del gobierno a través de las PCTI.²

En México se han generado políticas de ciencia y tecnología desde 1970, pero es a partir de 2002 que se designa una ley específica para la CTI. Al considerar la importancia de dicha política, varios autores han analizado su formulación, implementación y resultados, así como han generado recomendaciones para mejorar su desempeño (OCDE, 2009; Dutrénit *et al.* 2010; Corona *et al.*, 2013). Los análisis no sólo han sido a nivel nacional, sino también internacional; cabe mencionar que en 2009 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

² Ver capítulo dos de este texto.

(OCDE) hizo una evaluación del sistema de innovación de México y de 15 estados, entre ellos Chihuahua. En estos análisis se resalta la importancia de las políticas y programas de CTI que estimulen la innovación, la capacitación de recursos humanos con especialización y la colaboración entre agentes, tanto en el país como dentro de los estados. En el mismo sentido, diferentes autores han analizado la importancia de las PCTI a nivel regional, al resaltar que si bien algunos gobiernos han incluido estas políticas en sus agendas, aún queda por diseñar e implementar instrumentos y programas que consoliden los SRI, a través de objetivos hacia la consolidación de las capacidades tecnológicas locales y la colaboración entre agentes, además de la coordinación de las PCTI con otras políticas relacionadas con la industrial, la educación, la salud, etcétera, así como generar programas a mediano y largo plazo, y definir fuentes de financiamiento que acompañen estos plazos (Solleiro *et al.*, 2009).

Con base en las PCTI (2002), en México algunos gobiernos estatales han desarrollado políticas y programas enfocados en la generación de capacidades de innovación (por ejemplo, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, recientemente Puebla y Guanajuato) (Valdez y León, 2015). El gobierno de Chihuahua, en el periodo 2013-2021, en un esfuerzo por dar un impulso a la innovación tecnológica, cambió el nombre de la Secretaría de Economía a Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico, al mismo tiempo que creó el Instituto de Innovación y Competitividad (I2C),³ como un brazo articulador de los agentes y con actividades relacionadas con el impulso y la socialización de la innovación. Incluso se hicieron modificaciones a la ley de CTI del estado de Chihuahua; se modificó la Ley del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua de 2008,⁴ para generar la Ley de Impulso al Conocimiento, Competitividad e Innovación Tecnológica para el Desarrollo del Estado de Chihuahua, de 2014.⁵ Sin embargo, la evaluación de los resultados

³ Ver <<https://i2c.com.mx/>>.

⁴ Ver <<http://www.congresochoihuahua2.gob.mx/biblioteca/legislacionAbrogada/archivosPdf/21.pdf>>.

⁵ Ver <http://www.congresochoihuahua2.gob.mx/biblioteca/legislacionAbrogada/archivosPdf/34.pdf>

de dichas políticas es limitada, debido a la falta de información sistematizada para el estado.⁶

Con base en lo anterior, el objetivo de este capítulo es analizar la evolución y congruencia de las PCTI implementadas por los tres niveles de gobierno de México en el estado de Chihuahua, particularmente en Ciudad Juárez. Para cumplir este objetivo, se plantean tres preguntas de investigación: ¿cuál ha sido el alcance de las PCTI? ¿Cómo han participado los tres niveles en la implementación? ¿Se han considerado las características de las localidades en la formulación e implementación de PCTI?

Para dar respuesta a estas preguntas, se sigue una metodología de análisis documental de las PCTI, los planes de desarrollo, las leyes y los programas en los tres niveles –nacional, estatal y municipal–, así como las iniciativas por parte de otros agentes dentro del sistema regional de innovación.

Después de esta introducción, el resto del capítulo se divide de la siguiente forma: se presenta el marco conceptual acerca de la importancia de las PCTI, así como los aspectos que la conforman. Posteriormente, se revisa la evolución de las PCTI de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal). Por último, se presentan algunas reflexiones finales.

Marco conceptual

Es ampliamente aceptado que la innovación tecnológica juega un papel relevante para el crecimiento y desarrollo económico de los países, al ser un proceso que requiere de tiempo y de una cantidad considerable de recursos (financieros, humanos y de infraestructura), lo cual implica algún riesgo. Por tanto, se hace necesario considerar una guía que permita canalizar dichos recursos hacia objetivos específicos de los países.

Las PCTI son un conjunto de políticas públicas que incluyen iniciativas y repuestas por partes del Estado hacia sectores significativos de la sociedad (Oszlak y O'Donnell, 1995: 113). Tienen el objetivo de impulsar el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, y emplear sus

⁶ En el capítulo cinco de este texto, se hace un análisis de los indicadores de CTI.

resultados en amplios objetivos del Estado (Salomon, 1977), también ayudan a guiar los esfuerzos para consolidar las capacidades tecnológicas a nivel nacional. Debido a los cambios políticos, económicos y sociales, las PCTI también han evolucionado desde su enfoque, sus objetivos e instrumentos.⁷ Schot y Steinmuller (2016) analizan la evolución de los encuadres que se han desarrollado en las formulaciones de PCTI. De acuerdo con estos autores, el primer encuadre abarca las décadas de 1950-1960, la intervención del Estado se justifica para promover el avance de la ciencia y generar grandes programas Estatales (nacionales) para el desarrollo de energía, comunicaciones, defensa y salud. Además, se generaron diversos instrumentos para estimular el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) por parte de las grandes empresas. Lo anterior justificaba la formulación de una política de arriba hacia abajo (Sabatier, 1996). Un segundo encuadre abarca las décadas 1980-2000, y se caracteriza por la globalización y búsqueda de la eficiencia económica; por tanto, se justifica la intervención del Estado para corregir las fallas de sistema, como son la falta de colaboración y coordinación entre agentes. Por último, un tercer encuadre surge a partir de 2010 y se concentra en un cambio transformativo, en el sentido de priorizar los problemas sociales y ambientales a nivel global; por tanto, se enfatizan las diferencias entre las regiones y se resaltan sus características. Uno de los esfuerzos por dirigir las políticas públicas (entre ellas las PCTI) hacia la solución de problemas sociales y ambientales son los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), definidos por la Organización de las Naciones Unidas.⁸ En este encuadre, el Estado tiene una amplia participación en el diseño de las PCTI, pero también se busca la participación de la sociedad y sus necesidades; por tanto, las estructuras de gobernanza se priorizan y se buscan nuevas formas de compartir y difundir conocimientos (Schot y Steinmuller, 2018).

El proceso de innovación tecnológica requiere de una cantidad considerable de recursos (financieros, materiales y humanos), además de que

⁷ En el capítulo uno de este texto, se revisaron los enfoques, objetivos e instrumentos de las PCTI.

⁸ Ver <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>>.

conlleva un riesgo acerca de la factibilidad de que las invenciones lleguen a la comercialización. Por tanto, las agendas de PCTI deben considerar un enfoque sistémico, que reconozca que la innovación es el resultado del intercambio de información y conocimientos de diversos agentes, tales como empresas, centros públicos de investigación (CPI), instituciones de educación superior (IES), entre otros, que actúan dentro de un entorno institucional que favorezca dichos intercambios, lo que se denomina Sistema Nacional de Innovación (SNI) (Nelson, 1993; Lundvall, 2010; Edquist, 2013), y más recientemente se incluye una dimensión regional a la que se denomina Sistema Regional de Innovación (SRI) (Cooke, 2001; Asheim y Gertler, 2005).

El reconocimiento de la región en la innovación tiene su fundamento en los trabajos que han señalado la importancia del conocimiento tácito (Asheim y Coenen, 2005), y cómo se transfiere en redes compuestas de distintos agentes, localizados en una región más o menos determinada (Audretsch y Feldman, 2004). En este sentido, es importante conocer las características particulares de las regiones, para saber su potencial para generar conocimientos y diseminarlos de forma efectiva (Breschi y Lissoni, 2001; Giuliani, 2007). Dentro del debate de los enfoques de arriba-hacia-abajo (*top-down*) o de abajo-hacia-arriba (*bottom-up*) (Sabatier, 1986), el SRI reivindica la especificidad del territorio y pone de manifiesto que los agentes locales son los que están en mejor posición para proponer políticas que les benefician. Además, las PCTI deben considerar sectores estratégicos de desarrollo en el largo plazo; es decir, políticas verticales y horizontales (Teubal, 1996), así como una coordinación entre las PCTI a nivel nacional y estatal en la implementación (Niosi, 2002), lo cual se relaciona con la institucionalidad y gobernanza.

Si bien se ha destacado la importancia de las PCTI a nivel nacional, en las últimas dos décadas se ha dinamizado el análisis de estas políticas en el contexto regional-local. Asimismo, se han hecho análisis de los SRI que destacan la participación de los diferentes agentes y cómo se vinculan en determinado contexto. De acuerdo con Uyarra (2008), si bien se ha enfatizado la vinculación entre agentes, poco se ha reconocido la importancia de las empresas y sus procesos de aprendizaje local en el diseño e implementación de PCTI. De hecho, esta autora (2008: 18-19) señala

que es la falta de entendimiento de i) las características subnacionales, ii) de los multiniveles de gobernanza, iii) de la especificidad del contexto local, y iv) de las dinámicas de cambio y adaptación de la región las que limitan el diseño e implementación de PCTI regionales. Debido a esto, algunos autores argumentan que las PCTI regionales generalmente son el resultado de una transferencia política del nivel nacional al nivel regional (Dolowitz y March, 2000), lo cual no necesariamente refleja los procesos locales ni atiende a sus necesidades.

PCTI en México

El objetivo de este apartado es revisar la evolución de las políticas públicas que han resaltado el papel de la CTI, como elementos necesarios para el desarrollo económico de México, particularmente en el caso subnacional del estado de Chihuahua y en el municipio de Ciudad Juárez.

Es importante mencionar que la formulación e implementación de las políticas públicas en México, siguen un modelo de arriba hacia abajo (Sabatier, 1986), en el cual el gobierno ha sido el encargado de fomentar y coordinar dichas políticas, a través de tres niveles: el federal, el estatal y el municipal. En cuanto a las PCTI, se identifican claramente dos niveles de interacción en su formulación e implementación. En el nivel federal, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) dicta los objetivos nacionales, prioridades, estrategias y líneas de acción para guiar el desarrollo integral y sustentable del país. En un segundo nivel se encuentran los estados, los cuales a través del Plan Estatal de Desarrollo (PED), diseñan una guía para el desarrollo socio-económico de cada estado, a través de la generación de programas sectoriales (por ejemplo, en salud, educación, e industrias) y alineados al PND. El tercer nivel es el municipal, el cual, en términos de formulación de PCTI, parece influir menos, aunque participa en la implementación a través de los programas sectoriales de CTI a nivel federal y estatal.

Si bien el gobierno federal dicta las directrices en materia de políticas públicas y en las dos últimas décadas el PND ha resaltado la importancia de la CTI para el progreso y desarrollo económico del país, es el CONACYT el órgano ejecutor de la PCTI. Sus estrategias van encaminadas a

fortalecer y consolidar los elementos de formación de capital humano altamente calificado, el desarrollo de parques industriales y el apoyo a las empresas innovadoras en los estados, por lo que se desarrollaron las Agendas Estatales y Regionales de Innovación. Además, en la última década, se han generado estrategias y acciones para fortalecer y consolidar los sistemas estatales de innovación.⁹

Evolución de las PCTI en México y el marco institucional

El análisis de la evolución de las PCTI da una perspectiva de la temporalidad, y la importancia que han tenido en el desarrollo de los estados, incluyendo a los estados fronterizos del norte. La temporalidad de las PCTI en México se puede dividir en dos grandes periodos: antes y después del siglo XXI. A continuación, se describen ambos periodos.

El primer periodo (1970-2000) se caracteriza por políticas de ciencia y tecnología, cuyo objetivo era generar una base de recursos humanos calificados y con conocimiento pertinente para el desarrollo tecnológico nacional. En este periodo se establecieron instituciones de creación de conocimiento como universidades, centros nacionales de investigación y centros universitarios de investigación, así como agencias gubernamentales enfocadas al apoyo en actividades de financiamiento y exportación para las empresas. En 1970 se creó el CONACYT, cuyo mandato ha sido desde entonces diseñar e implementar la política de ciencia y tecnología nacional. Además, hubo una expansión del establecimiento de universidades estatales y la creación de centros de investigación.¹⁰ En este periodo se cambió de modelo económico, en el cual se privilegiaba la liberación de importaciones y la promoción de la inversión extranjera, y se continuó con el fortalecimiento en la formación de recursos humanos y el desarrollo de programas de investigación.¹¹ Entre 1993 y 1994 se

⁹ Ver <<https://www.conacyt.gob.mx/Desarrollo%20Regional.html>>.

¹⁰ En el periodo 1970-1982 se establecieron 20 Centro Públicos de Investigación-CONACYT. Ver <<http://cpi20.cide.edu/centros>>. Actualmente existen 26 CPI. Ver <<https://centroconacyt.mx/quienes-somos/>>.

¹¹ A pesar de la crisis económica (1982), se establecieron programas encaminados a fortalecer el desempeño de la investigación científica; por tanto, en 1984, se estableció el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Este programa es administrado por el CONACYT

crearon los SRI, para apoyar proyectos de investigación que permitieran entender la problemática regional y proponer alternativas.

El segundo gran periodo empieza con el nuevo siglo (a partir del 2000) y se caracteriza por comenzar a estructurar un marco institucional de apoyo a la CTI. En 2002 se promulgó la Ley para el Fomento de la Investigación Científica (a partir del decreto de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT), 1999)¹² y durante la primera década del siglo se llevaron a cabo acciones para continuar con el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología. El mayor impulso se generó en 2002 con, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2002-2008, la creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), la instalación del Comité Intersecretarial para la Integración del Presupuesto Federal de Ciencia y Tecnología, la instalación de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, y la publicación de la Ley de Ciencia y Tecnología (2002), alineada con la nueva Ley orgánica del CONACYT.¹³ En 2002 se constituye el Fondo Mixto (FOMIX), uno de los principales instrumentos de apoyo a proyectos científicos-tecnológicos para la innovación en los estados, el cual tiene como objetivos “atender problemas, necesidades u oportunidades estratégicas que contribuyan al desarrollo económico y social sustentable, a la vinculación, al incremento de la productividad y competitividad de los sectores productivos y de servicios, y al fortalecimiento y consolidación de las capacidades del sistema de ciencia, tecnología e innovación”.¹⁴ En el periodo 2003-2006 se crearon más centros nacionales de investigación y se generaron sus marcos regulatorios e institucionales. En 2008 se aprobó el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2008-2012, en el cual se mencionó explícitamente la necesidad de la innovación tecnológica

y permite a los investigadores obtener ingresos adicionales (no integrados al salario), de acuerdo con una evaluación de pares.

¹² Ver <<http://www.diputados.gob.mx/comisiones/cienyttec%20-%20Copia/leycyt.htm>>.

¹³ Estas medidas estuvieron acompañadas de recursos financieros que buscaban impulsar la ciencia y la tecnología nacional (creación del ramo presupuestal 38 para CONACYT) y la creación y puesta en marcha de 17 fondos sectoriales y 32 fondos mixtos (Dutrénit *et al.*, 2010).

¹⁴ Ver <<https://conacyt.mx/conacyt/areas-del-conacyt/uasr/desarrollo-regional/fondos-2/fondos-mixtos/>>.

para alcanzar el desarrollo económico. En 2009 surge el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), para el fortalecimiento de los sistemas regionales de innovación.

En la década de 2010 se creó el Comité Técnico Especializado en Estadísticas de Ciencia, Tecnología e Innovación y se modificó la LCYT, al incorporar una visión de largo plazo (25 años). En 2011 se creó el Comité Intersectorial para la Innovación (CII), el cual aprobó el Programa Nacional de Innovación (PNI), con el objetivo de “establecer políticas públicas que permitan promover y fortalecer la innovación en los procesos productivos y de servicios para incrementar la competitividad de la economía nacional en el corto, mediano y largo plazo” (Secretaría de Economía, 2011: 6). El PNI se basaba en seis pilares: i) mercado nacional e internacional, ii) generación de conocimiento con orientación estratégica, iii) fortalecimiento a la orientación empresarial, iv) financiamiento a la innovación, v) formación de capital humano, y vi) marco regulatorio e institucional. Principalmente, en el pilar del financiamiento, se reconoce que los proyectos de innovación requieren de recursos considerables y por tanto es necesario buscar fuentes alternas de financiamiento. En 2013 se creó la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CNCTI), la cual adquiere un papel central como instancia de coordinación institucional entre las entidades federativas y el CONACYT (CONACYT, 2014a). Posteriormente se presentó el PECITI 2014-2018, en donde se establecieron áreas prioritarias que serían atendidas a través de la innovación.

Para este periodo se habían diagnosticado los problemas regionales y propuesto algunas soluciones, al considerar la vinculación academia-industria como factor clave; por tanto, en 2015 se modificó nuevamente la LCYT, lo que permitió que las instituciones de educación y CPI crearan unidades de vinculación y transferencia de conocimiento;¹⁵ es decir, que la vinculación se asume como un elemento clave para la generación de innovaciones tecnológicas. Y finalmente, en 2016, se fusionaron los

¹⁵ Ver DOF, 08-12-2015. Disponible en <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lct.htm>>.

programas FOMIX y FORDECYT, para crear el programa de Fomento Regional de las Capacidades Científicas, Tecnológicas y de Innovación, con el objetivo de “fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de los Sistemas Locales y Regionales de CTI, tanto en el ámbito nacional, estatal, municipal y regional”.¹⁶

Recientemente, en 2019, el gobierno de Andrés Manuel López Obrador generó su Plan Nacional de Desarrollo, que dentro de la sección de Economía menciona el apoyo a la ciencia y tecnología, y que el CONACYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación.¹⁷

Los programas especiales de CTI

Como se mencionó, el programa que se concibe como promotor de la CTI en el país es el PECITI. Aquí se menciona brevemente cómo es que estos programas establecen estrategias que contribuyan al desarrollo y a la consolidación de las capacidades en CTI del país, a través de la descentralización de los recursos financieros, humanos y de su infraestructura.

PECITI 2008-2012

El PECITI 2008-20012¹⁸ se concibió con la finalidad de avanzar hacia un desarrollo económico nacional más equilibrado, al fomentar las ventajas competitivas de cada región o entidad federativa, con base en la formación de recursos humanos altamente calificados, al promover la investigación científica en instituciones de educación superior y centros de investigación, e impulsando el desarrollo tecnológico y la innovación en las empresas, así como generar la vinculación entre los agentes del sector ciencia y tecnología para lograr un mayor impacto social (CONACYT, 2008:7-8). Para ello se propusieron cinco objetivos que buscaban 1) fortalecer la educación y la vinculación academia-industria; 2) descentralizar las actividades de CTI para contribuir en el desarrollo regional,

¹⁶ Ver <<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-regional>>.

¹⁷ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019. Consultado 23 diciembre 2020

¹⁸ Se generó en la administración del presidente Felipe Calderón Hinojosa (2006-2012).

al atender necesidades locales a través de tecnologías desarrolladas en las diferentes regiones, para ello se necesitaba contar con programas estatales de CTI; 3) identificar fuentes alternas de financiamiento, que incluyan recursos provenientes de empresas; 4) aumentar la inversión en infraestructura CTI (desde laboratorios hasta parques tecnológicos), y 5) canalizar los recursos hacia áreas prioritarias.

En cuanto a las estrategias, se destaca que se buscó fortalecer y consolidar los sistemas estatales de CTI, así como fortalecer la cooperación y financiamiento internacional en CTI, por lo que se propusieron acciones como:

- Desarrollar esquemas y programas que promuevan la inversión extranjera en infraestructura e investigación científica y tecnológica
- Promover aportaciones de recursos de agencias internacionales para apoyar programas nacionales de investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de capital humano.

También se buscó una mayor vinculación academia-industria a través de

- Impulsar programas compartidos de equipamiento y utilización de laboratorios por parte de instituciones, empresas e investigadores.
- Incentivar la conformación de instrumentos para la creación de consorcios y *clusters* para el sector empresarial de base tecnológica.

PECITI 2014-2018

El PECITI 2014-2018¹⁹ continuó concibiendo a la CTI como pilares para el crecimiento económico, se destacó la heterogeneidad de los estados y se subrayó la importancia de la vinculación academia-industria. En este programa se presenta un diagnóstico de la situación de la CTI

¹⁹ Se generó en la administración del Presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018).

en los estados del país en rubros, como la inversión en CTI, formación de recursos humanos, infraestructura de CTI, desarrollo tecnológico, innovación y vinculación, apropiación social del conocimiento y cooperación internacional en CTI. Un aspecto sumamente importante de este diagnóstico es que se reconoce que los vínculos al interior de la academia son robustos, pero los vínculos entre academia e industria aún son muy limitados, además de que la colaboración entre diferentes actores no es evidente. Con base en este diagnóstico, se generaron cinco estrategias orientadas al avance hacia una economía de conocimiento: 1) incrementar la inversión en CTI; 2) formación de capital humano de alto nivel; 3) impulsar el desarrollo de innovaciones locales para fortalecer el desarrollo local y regional; 4) contribuir a la vinculación academia-industria, y 5) incrementar la científica y tecnológica del país (CONACYT, 2014a:12-13).

En este programa se empieza a mencionar la necesidad de diseñar políticas públicas de CTI diferenciadas, que tome en cuenta la heterogeneidad existente entre los estados de la república. En cuanto al desarrollo tecnológico, innovación y vinculación, se crearon instrumentos de política para incentivar el desarrollo de emprendedores, la inversión en investigación y desarrollos experimental (IDE) y la vinculación entre diferentes actores.²⁰ También se destaca la cooperación internacional en CTI, la cual ha sido más en el ámbito académico (formación de recursos humanos e investigación) que en el ámbito de la innovación tecnológica.

Con base en el análisis anterior, se puede decir que si bien se han hecho esfuerzos por generar un marco institucional que promueva la generación de innovaciones tecnológicas, ha sido concebido desde una perspectiva centralista-federalista. Es hasta principios de la reciente década que se propone que se formulen políticas de CTI que atiendan los diferentes contextos de los estados e incluso se consoliden sistemas regionales, en el ámbito municipal.

²⁰ Por ejemplo, el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) y el programa de Estímulos a la Innovación (PEI).

En 2020 se publicó el Programa Institucional de 2020-2024 del CONACYT,²¹ que se alinea a los lineamientos del PECITI y al PND 2019-2024, con seis objetivos prioritarios: i) fortalecer, entre otras, a las comunidades de CTI para enfrentar los problemas prioritarios nacionales; ii) articular un sistema de innovación respetuoso de la riqueza biocultural y a favor de la sociedad; iii) incrementar la incidencia del conocimiento a través de programas nacionales estratégicos; iv) fortalecer y consolidar las capacidades científicas, humanísticas y tecnológicas nacionales; v) articular y fortalecer las capacidades científicas, humanísticas y tecnológicas, a través de la vinculación con actores regionales, y vi) ampliar el impacto de las ciencias, las humanidades y las tecnologías, para mejorar las políticas públicas nacionales para el bienestar social. Este documento plantea la necesidad de modificar el marco legal para la CTI en México.

Con base en la revisión anterior, se destaca que los programas especiales de CTI han resaltado la importancia de las condiciones particulares de las regiones en México; sin embargo, los resultados han sido limitados.

El caso del estado de Chihuahua

Con base en el análisis de la evolución de la política de CTI en México, vemos que se ha avanzado en la construcción de capacidades científicas y tecnológicas, aunque existen rezagos que atender; por ejemplo, la falta de vinculación entre diferentes agentes que se traduzca en innovaciones tecnológicas de alto impacto (Cimoli, 2000; Dutrénit *et al.*, 2010). Además, estos avances han sido diferentes en los estados de la república, como lo señala un análisis de las capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI. Este análisis permite posicionar (*ranking*) a las 32 entidades, de acuerdo con diez dimensiones²² que evaluaron

²¹ Ver DOF 23 junio 2020. Disponible en <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020>.

²² 1. Infraestructura académica y de investigación; 2. formación de recursos humanos; 3. personal docente y de investigación; 4. inversión en CTI; 5. productividad científica e innovadora; 6. infraestructura empresarial; 7. tecnologías de la información y comunicaciones; 8. componente institucional; 9. género en la CTI; 10. entorno económico y social (FCCYT, 2013).

las condiciones institucionales para llevar a cabo actividades de CTI e industriales (FCCyT, 2013: 53).

Los estados fronterizos del norte de México (excepto Tamaulipas) están posicionados en el grupo con mejores puntajes. En el *ranking* nacional, el estado de Chihuahua ocupó el lugar siete de 32 entidades. Se destacan las dimensiones de infraestructura académica y de investigación, inversión en CTI, productividad científica e innovadora, e infraestructura empresarial (FCCyT, 2013: 92).

Con la intención de identificar estrategias o acciones que busquen consolidar las actividades de CTI en el estado de Chihuahua, se revisaron las leyes y los programas que han impulsado la CTI en el estado, así como los Programas Estatales de Desarrollo (PED) de Chihuahua.

En sintonía con las políticas de CTI a nivel nacional, en el estado de Chihuahua se fortaleció la formación de recursos humanos especializados y la capacitación; por tanto, entre 1994 y 1997 se establecieron dos centros de investigación y un centro de capacitación: el Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) y el Instituto de Apoyo al Desarrollo Tecnológico (INADET).²³

El marco institucional para el desarrollo de la CTI en el estado de Chihuahua se ha modificado en varias ocasiones. En 2005, se aprobó la Ley de Fomento para el Desarrollo Científico, Tecnológico y la Innovación. En 2008, se publicó la Ley de Creación del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYTECH); y en 2014, se publicó la Ley de Impulso al Conocimiento e Innovación Tecnológica.

En cuanto a la relevancia de la CTI en los programas estatales de desarrollo de Chihuahua se pudo observar lo siguiente. En el PED 2010-2016 se menciona la importancia de la innovación para la competitividad y el desarrollo regional, en tanto que las estrategias están encaminadas a la formación de recursos humanos; asimismo, se considera a la colaboración internacional como un elemento que puede servir en la creación de un

²³ Las unidades de capacitación se ubican en Ciudad Juárez (2000), Chihuahua (2006), Cuauhtémoc (2015) y Parral (2016). Disponible en <<https://www.inadet.com.mx/quienes-somos/>>.

nodo de logística en la Región Paso del Norte, aunque no se mencionan acciones concretas.

En el PED 2016-2022 se consideran regiones y subregiones del estado y se mencionan como ejes rectores la formación de recursos humanos calificados, el fomentar la investigación aplicada, la adopción de nuevas tecnologías, el impulso a las MIPYMES y la generación de energías renovables. En este periodo se designó al Instituto de Innovación y Competitividad (i2C) como una organización que busca fortalecer e impulsar las capacidades CTI, mediante proyectos y programas estratégico en cuatro ejes: 1) infraestructura científica y tecnológica; 2) desarrollo, retención y atracción de recurso humano especializado; 3) fomento a la innovación y emprendimiento de alto impacto, y 4) divulgación y promoción de la ciencia, tecnología e innovación.²⁴

El caso del municipio de Juárez

En lo referente a los Planes Municipales de Desarrollo, el tema de la CTI se asume como importante para el desarrollo económico del municipio, pero no se mencionan programas o acciones concretas de manera explícita para apoyar dichas actividades.

El PMD 2013-2016 tiene un apartado de Desarrollo Económico, cuyos objetivos abarcan i) promoción del sector industria, el cual se enfoca en la atracción de la industria de exportación y generación de proveeduría local; ii) promoción comercial, que se enfoca en el emprendimiento y reactivación económica, y iii) turismo, atendiendo la organización de eventos y acciones para el mejoramiento de la imagen de la ciudad. En este documento no se mencionan acciones concretas de apoyo a las actividades de innovación.

En el PMD 2016-2018 se mencionó el apartado de Emprendedores e Innovación, en el cual el gobierno municipal se compromete a fortalecer la coordinación con la federación y el estado, particularmente para obtener fondos de la Banca de Desarrollo a proyectos innovadores y productivos, brindando asesoría y capacitación.

²⁴ <<https://i2c.com.mx/nosotros/>>.

Para la elaboración del PMD 2018-2021 se realizó una consulta pública, con diferentes actores de la industria y sociedad civil, para generar un plan enfocado en las necesidades de la ciudadanía, incluso se hizo un ejercicio de alinear los objetivos del PMD con los ODS-ONU. Este PMD está organizado en cinco ejes²⁵ sectoriales: i) Juárez responsable, ciudadano y sostenible; ii) Juárez próspero e innovador; iii) Juárez con bienestar social; iv) Juárez bonito y ecológico, y v) Juárez seguro y en paz. En el eje sectorial, relacionado con innovación tiene como objetivo fomentar el emprendimiento, la innovación y la competitividad, particularmente se busca promover el desarrollo de la infraestructura y el fomento a la pequeña industria, así como su integración a las cadenas de valor y a los mercados. Aunque se mencionan varias estrategias y líneas de acción, estas se enfocaron a la organización de eventos, foros y mesas de negociación para emprendedores.

En 2021 se realizó un cambio de gobierno municipal, el cual organizó una serie de foros²⁶ de participación ciudadana, en donde se involucraron universidades, colegios de profesionales, cámaras empresariales, comités de vecinos y consejos ciudadanos, con la finalidad de analizar las posibles soluciones a las problemáticas de la ciudad. Los foros estuvieron organizados en cinco temas, los cuales consideraron los ODS-ONU. En el foro que se relaciona con el ODS de Industria, Innovación e Infraestructuras, se buscaron propuestas que atendieran el tema de economía para el bienestar en los siguientes apartados: la diversificación de la economía, PYMES, energías renovables, apertura rápida de empresas, empresas y créditos para mujeres, y economía para la industria y la manufactura.²⁷

Acciones del sector privado

En el estado de Chihuahua, Ciudad Juárez tiene dos características relevantes: i) más de cincuenta años acumulando y configurando capacidades

²⁵ Este PMD retoma los ejes del Plan Nacional de Desarrollo del gobierno Federal de 2012. En el PMD también se consideran ejes transversales relacionados con valores (honestidad y transparencia) y derechos.

²⁶ Estos foros se llevaron a cabo en el mes de agosto 2021. Disponibles en <<https://forosjuarez.com/presentacion/>>.

²⁷ Disponibles en <<https://forosjuarez.com/convocatoria/>>.

de manufactura que le han permitido avanzar en la complejidad de los procesos que se realizan en las empresas maquiladoras, y ii) ser una ciudad fronteriza con una relación muy estrecha con la ciudad vecina de El Paso, Texas, lo que impacta sus dinámicas y necesidades. Dadas estas características, en los últimos años se ha enfatizado la necesidad de beneficiarse de la derrama de conocimientos que pudiera permitir el escalamiento de la complejidad tecnológica de las empresas locales nacionales establecidas y eventualmente la creación de nuevas empresas de base tecnológica.

Con el ánimo de mantener la competitividad de Ciudad Juárez, algunas asociaciones de empresarios locales han realizado esfuerzos para generar y apoyar actividades de CTI. Por ejemplo, se han hecho esfuerzos para realizar planes de acción con el objetivo de identificar las principales necesidades de las empresas en el área de recursos humanos (CONREDES);²⁸ se creó el *Technology-Hub*, una organización intermedia que engloba una incubadora binacional y equipos de trabajo para estimular y apoyar la innovación, el emprendimiento y la industria de la región,²⁹ y recientemente, en 2019, se generó la iniciativa Frente Norte, en donde confluyen organizaciones de la iniciativa privada, la academia y el gobierno estatal y municipal, con el objetivo de generar una estrategia de especialización inteligente para Ciudad Juárez, que incluye varios proyectos locales y transfronterizos.³⁰

Finalmente, como parte del proyecto al que se suscribe este análisis, se realizó el Seminario del Sistema Regional de Innovación y Redes (SIREN), en donde se expusieron las percepciones de diferentes actores acerca del papel del gobierno a través de la política pública para el impulso y soporte a las empresas de la localidad. En el caso de las organizaciones intermedias, los participantes comentaron que se ha avanzado en el soporte a las actividades de CTI, ya que recientemente, de 2020 a 2021, se establecieron en la localidad dos centros participativos, que tienen las funciones de capacitación, investigación aplicada, transfe-

²⁸ Disponible en <<http://conredes.org/>>.

²⁹ Disponible en <<http://t-hub.mx/sobre-tech-hub>>.

³⁰ Disponible en <<https://frentenorte.org/quien-somos/>>.

rencia de tecnología y apoyo al desarrollo empresarial de las empresas de la localidad (maquila y MIPYMES). Si bien esto es un avance, aún es necesario ampliar la difusión de los beneficios y el potencial que estos centros pueden generar en la localidad. En el caso de los empresarios invitados al seminario, señalaron lo siguiente: 1) falta de credibilidad del interés del gobierno –de los tres niveles, federal, estatal y municipal– en la intención de desarrollar económicamente a la ciudad; 2) algunos empresarios se han relacionado con programas de CONACYT, pero este acercamiento ha sido casi fortuito, ya que no se han generado programas específicos a las necesidades de las empresas locales; 3) reconocen el papel de las universidades en la formación de recursos humanos y que los vínculos entre universidad-empresa están más enfocados en la profesionalización que en el desarrollo de tecnología; 4) no descartan la posibilidad de colaborar con las universidades de la localidad para el desarrollo tecnológico, pero mencionan la falta de claridad en los procedimientos, y 5) algunos empresarios que han acumulado capacidades y trabajan con las maquilas, buscan incursionar en otros mercados. Lo anterior genera un área de oportunidad para el gobierno, a nivel estatal y municipal, de acercarse a los empresarios con desarrollos tecnológicos y formular estrategias de apoyo a estos emprendimientos con sus actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Reflexiones finales

Las dinámicas locales son sumamente importantes, pues determinan cómo se vinculan los agentes y cómo se llevan a cabo los procesos de generación de conocimiento y aprendizaje en las empresas. Estos procesos deben tomarse en cuenta para el diseño e implementación de PCTI.

Con base en la revisión de las PCTI nacionales y estatales, los planes de desarrollo de los tres niveles de gobierno (nacional, estatal y municipal) y sus programas relacionados con CTI se tuvieron los siguientes resultados.

Las PCTI han sido formuladas con una perspectiva de arriba-hacia-abajo, lo cual se ve reflejado en los planes de desarrollo de los tres niveles; sin embargo, se distingue una falta de claridad en la concepción de la

innovación de cada uno de los niveles, así como una falta de gobernanza y especificidad de funciones.

A partir del 2000, las PCTI se han enfocado en la consolidación de infraestructura científica y tecnológica, la formación de recursos humanos especializados, y algunos programas de apoyo para la generación de innovaciones. En el caso particular del estado de Chihuahua, las PCTI se crearon a partir de 2008, siguiendo los objetivos de la PCTI nacional, y en 2016 se creó un Instituto estatal con el objetivo de impulsar las capacidades CTI del estado, el cual se ha enfocado en cuatro áreas –infraestructura, recursos humanos, fomento a la innovación y al emprendimiento, y la divulgación–, y sus actividades principales son de articulación y gestión. En este marco se han desarrollado diferentes programas, los cuales mantienen el apoyo del gobierno nacional y estatal, aunque recientemente se han reducido los presupuestos. Aquí es importante destacar que los programas creados hacia el emprendimiento e innovación han sido apoyados ampliamente con recursos del sector privado, al ser asociaciones empresariales locales y transfronterizas.

En cuanto al gobierno municipal de Juárez, su participación es casi nula en la formulación e implementación de programas de CTI; en los últimos años se ha señalado su importancia, pero se queda en el discurso y hay una falta de comunicación con el Instituto estatal, lo cual se contrapone con la importancia de la localidad, que concentra el mayor porcentaje de personas en edad productiva, empresas y empleos del estado, y de forma indirecta retiene la mayor cantidad de la Inversión Extranjera Directa (IED). Además, esta importancia económica y potencial innovador no se ve reflejada en el bienestar social (ODS), pues tiene una fuerte problemática urbana y social que frena su desarrollo (Plan Estratégico de Juárez, 2019).³¹

Los gobiernos estatales y municipales han buscado incorporar en su agenda el apoyo a la innovación, aunque es una noción, pues no hay acciones concretas para desarrollar.

³¹ En el capítulo cuatro de este texto se analizan la dinámica económica de algunos sectores que podrían ser considerados estratégicos dentro de las PCTI del estado de Chihuahua.

En el caso del estado de Chihuahua, se ha generado una movilización desde el sector privado para ofrecer alternativas que ayuden al crecimiento económico y a la innovación.

En síntesis, se ha manifestado que la formulación de políticas y programas en México debe contemplar la propuesta de abajo hacia arriba (*bottom-up*), de modo que contribuyan tanto a delinear las necesidades de los agentes involucrados, como a mejorar el entorno social de cada región o territorio. Con base en el análisis del caso de Ciudad Juárez, se sugiere estrechar la relación entre el gobierno (estatal y municipal) y las asociaciones empresariales, pues estas han tomado el liderazgo para llevar a cabo actividades de apoyo a la innovación, a través de estrategias de competitividad local, relacionada con encadenamientos internos y creación de valor. Mientras las acciones del gobierno están más enfocadas en la asesoría y capacitación para la captación de fondeo, el cual también es limitado.

Referencias

- Asheim, B. T. y Coenen, L. (2005). “Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters”, en *Research policy*, núm. 34(8), pp. 1173-1190.
- Asheim, B. T. y Gertler, M. S. (2005). “The geography of innovation: regional innovation systems”, en *The Oxford handbook of innovation*.
- Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (2004). “Knowledge spillovers and the geography of innovation”, en *Handbook of regional and urban economics*, vol. 4, pp. 2713-2739.
- Breschi, S. y Lissoni, F. (2001). “Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey”, en *Industrial and corporate change*, núm. 10(4), pp. 975-1005.
- Cimoli, M. (2000). “Creación de redes y Sistema de Innovación: México en un contexto global”, en *El Mercado de Valores: Innovación y Desarrollo en México*, núm. 60 (1).
- Cooke, P. (2001). “Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy”, en *Industrial and Corporate Change*, núm. 10(4), pp. 945-974.

- CONACYT (2001). *Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2002-2008*.
- _____ (2008). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2008-2012*.
- _____ (2014a). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018*.
- _____ (2014b). *Agenda de Innovación de Chihuahua*. Disponible en <<http://www.agendasinnovacion.mx/>>.
- Corona, J.M., G. Dutrénit, M. Puchet y F. Santiago (2013). *Cambios en la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación y Papel en la Construcción de Sistemas de Innovación: el caso de México*. Memorias Congreso LALICS Rio de Janeiro, Brasil.
- Dolowitz, D. P. y Marsh, D. (2000). “Learning from abroad: The role of policy transfer in contemporary policy-making”, en *Governance*, núm. 13(1), pp. 5-23.
- Dutrénit (coord.) (2009). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las PYMES. El caso de la industria de maquinados industriales*. UAM-Textual S.A.
- Dutrénit, Capdevielle, Corona Alcantar, Puchet Anyul, Santiago y Vera-Cruz (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Edquist, C. (2013). *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. Routledge.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2010). *Plan Estatal de Desarrollo*.
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2017). *Plan Estatal de Desarrollo*. Disponible en <www.chihuahua.gob.mx/planestatal/PLAN%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO.pdf>.
- Gobierno del Municipio de Juárez (2016). *Plan Municipal de Juárez*.
- Gobierno del Municipio de Juárez (2018). *Plan Municipal de Juárez*.
- Giuliani, E. (2007). “The selective nature of knowledge networks in clusters: evidence from the wine industry”, en *Journal of economic geography*, núm. 7(2), pp. 139-168.

- FCCYT (2013). *Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y Oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI*. FCCYT: México
- _____ (2014). *Diagnósticos Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación: Chihuahua*. FCCYT: México.
- Lundvall, B. Å (Ed.) (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London.
- Lundvall, B. Å. (Ed.) (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning (Vol. 2)*. Anthem press.
- MACH (2018). *MACH one*, 1 Clúster de Manufactura Avanzada de Chihuahua
- Nelson (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press.
- Niosi, J. (2002). “National systems of innovations are “x-efficient” (and x-effective): Why some are slow learners”, en *Research policy*, núm. 31(2), pp. 291-302.
- Sabatier, P. A. (1986). “Top-down and bottom-up approaches to implementation research: a critical analysis and suggested synthesis”, en *Journal of public policy*, núm. 6(1), pp. 21-48.
- 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*. London and Beverly Hills: SAGE Publications
- Secretaría de Economía (2011). *Programa Nacional de Innovación*. Secretaría de Economía: México.
- Schmidt, S. (1998). *En busca de la decisión: La industria maquiladora en Ciudad Juárez*. Cambridge University Press.
- Schot, J. y Steinmueller, W. E. (2018). “Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change”, en *Research Policy*, núm. 47(9), pp. 1554-1567.
- Solleiro, J.L., K. Luna y R. Castañón (2009). “Políticas Públicas que sustentan los sistemas regionales de innovación”, en Villavicencio, D. y López de Alba, P. L. (Coords.). *Sistemas de innovación en México: regiones, redes y sectores*, Plaza y Valdés Ed: México.

- Teubal, M. (1996). “R&D and technology policy in NICs as learning processes”, en *World development*, núm. 24(3), pp. 449-460.
- OCDE (2009). *OECD Reviews of Innovation Policy: Mexico 2009*. Disponible en <oced-ilibrary.org>.
- Oszlak, O. y O’Donnell, G. (1995). “Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación”, en *Redes*, núm. 2(4), pp. 99-128.
- Plan Estrategico de Juárez (2019). *Economía Informe 2019*. Ciudad Juárez, México: Plan Estratégico de Juárez, A.C.
- Valdez-Lafarga, C. y León-Balderrama, J. I. (2015). “Hacia una taxonomía de los sistemas regionales de innovación en México”, en *Economía, sociedad y territorio*, núm. 15(48), pp. 517-553.
- Uyarra, E. (2008). “What is evolutionary about regional systems of innovation? Implications for regional policy”, en *Manchester Business School Working Paper*, núm. 565.

CAPÍTULO 4.

DINÁMICA INDUSTRIAL Y POTENCIAL INNOVADOR DEL DESARROLLO LOCAL

María de Lourdes Ampudia Rueda¹
Javier Martínez Romero²

Introducción

En la actualidad, la generación de conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación se han señalado como factores que inducen el crecimiento económico, que a su vez se relacionan con el territorio y se originan en el ámbito local. Esto ha renovado el interés de fomentar el desarrollo económico desde lo regional o lo local. Esta perspectiva pone el acento en un sistema dinámico de actores que interactúan entre sí y ostentan determinadas capacidades. Los teóricos de la innovación han acuñado el término de Sistema Regional de Innovación (SRI) para dar cuenta de este fenómeno (Florida, 1995; Cooke y Morgan, 1998; Edquist, 1997; Cooke *et al.*, 1997; Lundvall, 1998).

Para el caso de Ciudad Juárez, localidad fronteriza situada en el norte del estado de Chihuahua, su competitividad se ha visto comprometida, como resultado de diversas crisis, tanto económicas como de seguridad. Durante 2010-2015, la crisis de inseguridad local y la baja en la eco-

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, lampudia@uacj.mx

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, javier.martinez@uacj.mx

nomía de Estados Unidos, puso de manifiesto la fragilidad de la base productiva de la localidad. El actual gobierno estatal y algunos grupos empresariales han mostrado interés por la innovación tecnológica, como elemento de una nueva estrategia para mejorar la competitividad de la ciudad.

Dado que la estructura económica y potencial innovador en Ciudad Juárez, en el contexto de la creación de SRI en México, es reciente, se aprecia que su aparición obedece a la necesidad de alinear la PCTI a la estructura y organización de la actividad económica local. Para esta efectiva alineación, se identifican los sectores económicos considerados prioritarios, así como el dinamismo tecnológico y su propensión a innovar.

Existen diversas lógicas de desarrollo detrás de la PCTI, así como a su interior donde hay diversos motivos y métodos para designar sectores económicos prioritarios. En Chihuahua, particularmente en Ciudad Juárez, se advierte una necesidad más o menos compartida por diversos sectores sociales, que es necesario modificar la base productiva actual. En términos generales, la industria maquiladora, principal sector económico, ha generado una cantidad importante de empleos, pero en términos de valor agregado y salarios el panorama no es alentador. Es precisamente mediante una PCTI que se pretende dar un salto en ese sentido.

Este estudio tiene dos objetivos: 1) identificar y caracterizar la estructura económica y potencial innovador de Ciudad Juárez, al analizar la concentración espacial y especialización industrial, los cuales revelan la estructura económica actual de la región; 2) analizar la dinámica de la participación en el valor agregado y el empleo de las diferentes industrias en el estado de Chihuahua, para el periodo 2004-2019, y contrastar esos resultados con las prioridades de la PCTI estatal.

La metodología se basa en las técnicas de análisis económico regional, mediante la construcción de índices de localización industrial, que contribuyen a la identificación de los sectores económicos que tienen mayor potencial de desarrollo. Con base en los datos de los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Inegi), periodo 2004-2009-2014-2019, se analizan las variables de empleo, el valor agregado censal bruto y las remuneraciones. Las comparaciones entre cada periodo permiten observar qué ramas de la

economía son dominantes y en qué medida la localidad se orienta hacia una economía externa de aglomeración orientada hacia la especialización –localización–, al considerar el crecimiento de la ciudad en los últimos 20 años.

Crecimiento económico y desarrollo tecnológico, derivado del cambio en las estructuras económicas locales

Entre los factores fundamentales del crecimiento económico se encuentra el cambio estructural, relacionado a una mayor división del trabajo en la economía, con crecientes economías de escala, derivadas de una mayor especialización. De acuerdo con Katz, una economía en crecimiento es más compleja con la emergencia de sectores económicos nuevos, ingreso de empresas con uso intensivo de conocimiento, formación de instituciones, capacidades y procesos de aprendizaje, principalmente por medio de las estructuras productivas y sociales. Derivado de que “el aprendizaje, la acumulación de capacidad tecnológica local los cambios institucionales y el mejoramiento de la capacidad de organización productiva se consideran fuentes ‘últimas’ de desarrollo económico y social, y representan fuerzas sociales ocultas que operan bajo la superficie”; dado que no solían medirse o no se sabía cómo medirlas; no obstante, están presentes y son parte primordial del desarrollo. Esto desde la mirada clásica de Kuznets, Abramovitz, Kaldor, Nelson, Winter y Saviotti, y J.L. Gaffard, citados por Katz (2006).

La economía debe describirse en términos macroeconómicos de largo plazo, como lo predice la teoría, pero también habrá que observar las interacciones microeconómicas y la evolución conjunta de fuerzas económicas, institucionales y tecnológicas que convergen en el proceso de desarrollo económico. De acuerdo con Katz, el desarrollo se articula con la incorporación de nuevas actividades en la economía, más allá del efecto de una favorable gestión de las variables macroeconómicas que operan en las expectativas y en la tasa de formación de capital; es una locución social compleja que conjetura, sobre todo, cambios institucionales, la profundización de la división del trabajo, procesos de aprendizaje enriquecidos y el esparcimiento de la capacidad de organi-

zación productiva. Es indiscutible que la estabilidad macroeconómica conforma una condición necesaria para lo anterior, pero no debe considerarse suficiente para que el proceso ocurra.

Asimismo, después de la agregación de nuevas ramas de actividad en la economía, poco a poco se generan variaciones en la organización industrial y en la competencia de sus actividades, en las que aparecen nuevas empresas, aumenta la contienda del mercado y fortalecen los esfuerzos de diferenciación de productos y la competitividad internacional. Katz (2006) señala que de ello emergen nuevas formas de colaboración y aglomeración productiva e interdependencia directa entre las empresas y se desarrollan nuevos patrones de interacción entre ellas y las demás organizaciones de la economía, como las universidades, las empresas de ingeniería, los sindicatos, la banca y las aseguradoras, los organismos regulatorios y las municipalidades, entre otras.

Además, Katz menciona que, dado que no existe un modelo único de evolución estructural útil que refiriera el conjunto situacional que ocurre en la realidad, la dinámica de la transformación social y tecnológica representan el componente de la naturaleza del proceso referido. En general, el operador dinámico que impulsa la agregación de una nueva actividad en la economía es la llegada de una o más empresas transnacionales, que juega un rol esencial en la transmisión de tecnología, la apertura de los mercados externos, la capacitación de mano de obra local y de subcontratistas, y el perfeccionamiento de prácticas internas de ingeniería. En otros procesos este quehacer se lleva a cabo por las PYMES familiares o grandes agrupamientos nacionales, de orden público o privado. De ahí que el modelo de organización industrial y el proceso de aprendizaje que ejercen las empresas y organizaciones públicas difieren de acuerdo con el desempeño y estructura del mercado, así como la manera de interactuar entre las empresas, así como las prácticas de subcontratación y la entrada a mercados externos, entre otros factores.

Aunque que el Estado no es propiamente un agente neutral en el proceso, tiene un rol activo, por medio de la regulación, las instituciones financieras, las universidades y los mandos municipales, en la prestación de bienes públicos, la creación de mercados e instituciones y el fortalecimiento de la capacidad tecnológica local, que actúa como

catalizador del proceso; el cual, en sus primeras etapas, se relaciona con el establecimiento de una nueva actividad productiva donde el crecimiento está condicionado a la métrica de la creación de capacidad productiva (Saviotti y Gaffard, 2004). Ya que con la entrada de nuevas empresas locales y extranjeras al mercado se ponen fábricas y se contrata mano de obra.

De acuerdo con Katz, es posible que la expectativa de creación de un gran mercado incorpore incentivos para crear nuevas capacidades productivas, pero su ritmo de creación estará en función de la disposición de recursos financieros, conocimientos en materia de producción, mano de obra calificada y condiciones regulatorias e institucionales propias de cada país y sector. Así, “los altos márgenes de utilidad bruta que normalmente se obtienen en el periodo inicial tienden a bajar a medida que aparecen las imitaciones e ingresan nuevas empresas al mercado. La estructura del mercado cambia gradualmente y se transforma en una estructura más competitiva en que el crecimiento está determinado por el ritmo de expansión de la demanda, tanto interna como externa. Gradualmente la industria alcanzará una meseta en que los rendimientos schumpeterianos de la innovación bajan y la competencia de precios y la diferenciación de productos pasan a ser componentes esenciales de la estrategia de cada empresa” (Katz, 2006).

La innovación tecnológica como detonante del crecimiento económico

En años recientes, tanto la innovación como el cambio tecnológico, se han conformado como tópicos relevantes en el análisis económico y en la toma de decisiones políticas de países desarrollados y en desarrollo, de ahí que la innovación tecnológica sea considerada como el motor fundamental para el desarrollo económico (Schumpeter, 2009); y reconocida entre los factores más importantes del crecimiento económico de un país (Velázquez y Salgado, 2016). Asimismo, a través del tiempo se identifican progresivos cambios del pensamiento, en los cuales los procesos de producción –mediante las innovaciones históricas correspondientes– han sido esenciales para el desarrollo económico.

De acuerdo con Beltrán-Morales (*et al.*, 2018), existen diversos factores que llevan a una economía al crecimiento y desarrollo económico. Mediante la economía de la innovación, se busca explorar y entender las diferentes dimensiones del fenómeno de la innovación, desde una perspectiva multidisciplinaria (Corona, 2011), ya que las innovaciones tecnológicas son fundamentales en el aumento de la productividad de los factores en las economías que han logrado un mayor nivel de industrialización y, por tanto, de desarrollo.

A través de la innovación es posible crear nuevos patrones y sistemas de mercado y generar nuevo conocimiento, al estrechar la relación entre crecimiento e innovación, de modo que el desarrollo de las diferentes naciones depende, en buena medida, de la capacidad de producir e incorporar estas tecnologías a la transformación productiva. De ahí que la naturaleza de la innovación sea originada por la creatividad humana. Vinculado a lo anterior, Pulido San Román (2008) refiere que las innovaciones están dotadas de capital intelectual humano, que puede entenderse como el valor intangible, asociado a la combinación de recursos humanos y activos intangibles latentes.

Se puede afirmar que la economía de la innovación tiene carácter multidisciplinario, pues su complejidad requiere el sustento conceptual de disciplinas que van desde la ingeniería, sociología, psicología social e individual, teoría del aprendizaje, administración, estudios territoriales, bioeconomía, biotecnología y dentro de la ciencia económica: historia económica, economía evolutiva, nueva microeconomía, economía cognitiva, economía institucional y psicología económica (Beltrán-Morales *et al.*, 2018).

En México, hasta 2008, el desarrollo innovador alcanzaba bajos niveles que no beneficiaban, de manera suficiente, a las micro, pequeñas y medianas empresas; en consecuencia, su potencial de apalancamiento económico era reducido y de bajos efectos en los niveles de bienestar de la población (Velázquez y Salgado, 2016).

Ello se replica en algunas regiones, y con mayor énfasis a nivel local, lo que deriva en la búsqueda de identificar el concepto que mejor contribuya a identificar la dimensión territorial, asociada a los efectos de los procesos de innovación.

El Sistema Regional de innovación. Ecosistema innovador

En México se ha dado una atención relativamente baja al concepto de Sistema Regional de Innovación (SRI), cuya definición se sustenta en la idea de que los procesos de innovación y aprendizaje son substancialmente sociales, porque involucran la interacción entre las instituciones académicas, las firmas, las agencias de promoción de la innovación y los centros de investigación, lo cual significa que el proceso no acontece sólo al interior de estas instituciones (Llisterri, Juan, Pietrobelli y Carlo, 2011).

Además, debe señalarse que la aglomeración territorial de la actividad económica ha sido estudiada desde hace algunas décadas, cuyos resultados han generado diversos conceptos para explicar dicho fenómeno, entre los que se encuentran los distritos industriales, aglomeraciones *clusters*, sistemas productivos, arreglos productivos, y más recientemente sistemas regionales de innovación (Rozga y Solleiro, 2017). Es precisamente, el SRI es el concepto que más ha sido utilizado, tanto para el análisis como para la implementación de las políticas de CTI a nivel regional.

Desde el punto de vista estratégico, el apoyo a los diversos sectores o *clusters* puede seguir diferentes lógicas. Por ejemplo, Asheim (*et al.*, 2019) proponen que las acciones que emprenden los SRI pueden clasificarse en diversos patrones de desarrollo, tales como: continuidad de la base industrial existente; escalamiento (nuevas tecnologías, innovación organizacional, escalar en la cadena global de valor [CGV]); establecimiento de industrias nuevas para la región (por lo regular con empresas extranjeras); diversificación relacionada con la base existente; diversificación no relacionada con la base existente; nuevas industrias basadas en tecnologías radicales.

Caracterización del sector manufacturero de Ciudad Juárez

La estrategia metodológica es caracterizar el dinamismo del sector manufacturero para partir del supuesto, que tiene una relación con los niveles de innovación tecnológica. Con la información disponible, es difícil determinar con precisión cuáles son los sectores más innova-

dores, pero se puede sugerir que detrás del dinamismo, observado es muy probable que en algunos estén detrás de los esfuerzos innovadores de las empresas. En adelante, equiparamos este dinamismo con el potencial innovador; en ese sentido, comparamos dicho potencial observado en la localidad de Ciudad Juárez, con el resto del estado.

De acuerdo con el Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), el estado de Chihuahua perdió competitividad durante los últimos 20 años, pues pasó de la posición 7, en 2004, hasta la posición 20, en 2018; en cuanto al indicador de innovación, paso de 9, en 2004, a la posición 11, para el 2018. Es posible que la crisis que atravesó la economía estatal y local impactaran la competitividad alcanzada durante periodos previos a los años 2000.

Al ser Ciudad Juárez una ciudad industrial, se podría suponer que las políticas de ciencia tecnología e innovación estatales estarían dirigidas hacia esta localidad, lo cual ha sido relativo, pues las manufacturas desarrolladas localmente se caracterizan por mano de obra de baja calificación; es decir, los recursos humanos altamente formados son demandados en menor medida.

La economía estatal concentra su desarrollo tecnológico, principalmente en Chihuahua capital y en Ciudad Juárez, que juntas concentran el 80% de las manufacturas, cuya composición del personal ocupado era de 77.8%, en 2004, y creció a 87%, en 2019, al ser Juárez el municipio que contiene dos terceras partes de este componente (Inegi, s/f).

Además, los indicadores de valor agregado censal bruto (VACB) y las remuneraciones alcanzan mayores proporciones de concentración en Ciudad Juárez. El desempeño económico local toma mayor importancia en términos de las remuneraciones totales generadas durante el periodo del 2004-2019, al aumentar gradualmente su participación en la composición del estado, del 55.7%, en 2004, al 69.5%, en 2019, lo que significa que el 70 de cada 100 pesos remunerados del personal ocupado se pagaban en esta localidad. Respecto al VACB, las variaciones del periodo pasaron del 57.5%, en 2004, y aumentaron a 62.8%, en 2014, pero cayeron al 62.2%, en 2019.

Otro aspecto para identificar un sistema regional de innovación son las remuneraciones per cápita de los trabajadores; para este caso

observamos que en 2004 Chihuahua capital superaba el ingreso de los trabajadores en Juárez; para los años subsecuentes, de 2009 a 2019, las diferencias fluctuaban entre los \$6,653.80 y \$16,192.29, respectivamente. Posiblemente las remuneraciones reflejan el incremento salarial de 2019, como efectos de la política federal sobre la franja fronteriza.

En cuanto a la productividad laboral, en Ciudad Juárez era menor a la de ciudad de Chihuahua; para 2004 la capital tenía una productividad laboral por arriba de los 214 mil pesos anuales por trabajador, mientras Juárez reportaba cerca de 193 mil pesos anuales, una diferencia aproximada de 22 mil pesos anuales; sin embargo, para 2019, Chihuahua elevó su productividad a 362, 137.51 pesos y Juárez a 281, 189.96 pesos; es decir, una diferencia cercana a los 81 mil pesos anuales.

Este indicador es revelador, pues implica que las actividades realizadas en Ciudad Juárez tienen menor componente de valor agregado, debido a que las actividades localizadas en esta ciudad eran actividades de sectores manufactureros de ensamble o producción de piezas y partes automotrices electrónicas, como el de los arneses, que son partes que no requieren mano de obra de alta calificación.

Para efectos del patrón de localización, se presentan los resultados del periodo 2019. Las principales actividades que concentran en el estado de Chihuahua son las ramas de fabricación de computadoras y equipo periférico (3341); la fabricación de partes para vehículos automotores (3363); la fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico (3345); la fabricación de equipo de comunicación (3342); la fabricación de equipo aeroespacial (3364), y la rama de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos (3391), así como la rama de actividad de fabricación de accesorios de iluminación (3351), esencialmente por su alta concentración localizacional en Ciudad Juárez. Estas actividades tienen una posición entre las diez actividades de mayor concentración en el estado, cuyo componente de conocimiento e innovación de producto y proceso es de mayor requerimiento para la producción. La concentración de las actividades para el 2019 se presentan en orden jerárquico de mayor a menor del top 10; en primer lugar, se concentra la fabricación de

computadoras y equipo periférico (3341); subsecuentemente, la de equipo de comunicación (3342); la de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos (3391); la de equipo de generación y distribución de energía eléctrica (3353); la de partes para vehículos automotores (3363); la de componentes electrónicos (3344), y la de otros equipos y accesorios eléctricos (3359).

Potencial de innovación tecnológica en Ciudad Juárez

Las nuevas políticas, junto con el rápido proceso de globalización de la economía mundial que se desarrolló durante los noventa, originaron una transformación de los ambientes económico, institucional y tecnológico en México, cuyas regiones experimentaron algunos cambios en su estructura productiva y en su modelo de funcionamiento institucional y socioeconómico, lo que incidió de diversas formas e intensidades en su crecimiento, competitividad nacional e internacional, y desarrollo de las capacidades tecnológicas locales (Katz, 2006).

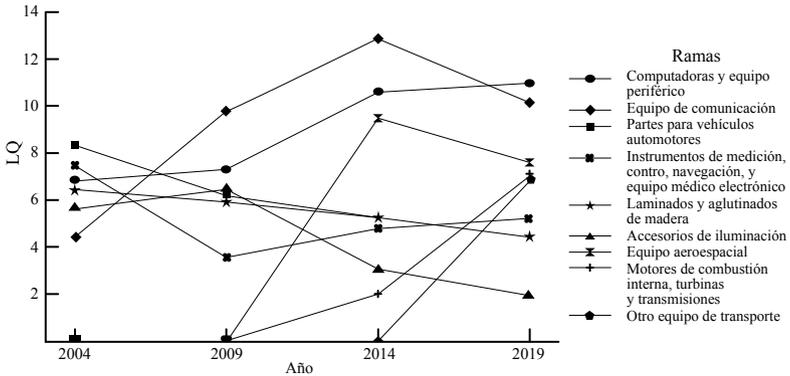
El cambio tecnológico generó la emergencia de nuevos sectores de la economía y desaparición de sectores obsoletos o antiguos. Como se muestra en los siguientes diagramas, tanto en el estado como en Juárez ha habido cambios en la importancia relativa de las diferentes ramas industriales, e incluso se ha experimentado el surgimiento de nuevas ramas que se han posicionado en los primeros lugares de dinamismo.

Para determinar las de mayor participación en la configuración productiva, tanto del estado como de Juárez, se calculó el coeficiente de localización (LQ), que en este caso mide el peso relativo de una rama industrial, en el total de la actividad manufacturera en la localidad, con respecto al peso relativo de esa rama, en el total de la actividad manufacturera, pero a nivel nacional. Se hace el ejercicio tanto para el estado de Chihuahua, como para el municipio de Juárez.

En términos del personal ocupado, se aprecia para el estado de Chihuahua, que la rama de computadoras y equipo periférico ha consolidado su posición, aunque tuvo una ligera baja, la rama de

equipo de comunicación es el segundo lugar en cuanto al LQ de personal. Es notorio el surgimiento, en importancia de la rama de equipo aeroespacial, la de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones, así como otro equipo de transporte. Las ramas relacionadas, tanto con el sector aeroespacial como el automotriz, toman fuerza en cuanto a la concentración del personal ocupado.

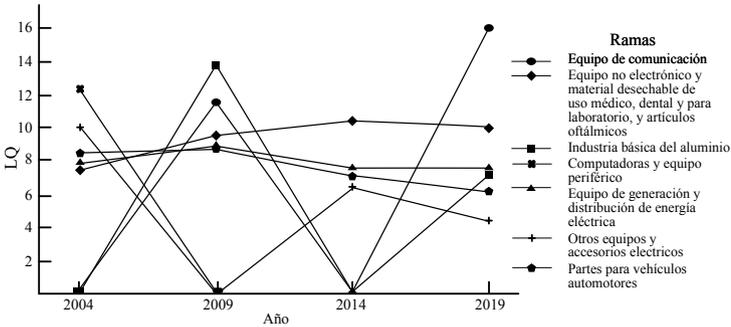
Figura 1. Índice de concentración LQ del personal ocupado para el estado de Chihuahua 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Cuando se hace el análisis anterior, pero para el municipio de Juárez, se observan algunas diferencias. En primer lugar, las ramas que más destacan son el equipo de comunicación, el no electrónico y el material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos. En este caso, no se observa el surgimiento de nuevas ramas; hay una fluctuación de varias de ellas. Es de notar que la parte de equipo médico ha mostrado estabilidad a lo largo del tiempo, y podría ser una fuerza para el futuro de la ciudad, dadas las particularidades de ese sector, que tiene que obedecer diferentes regulaciones internacionales con estrictos controles.

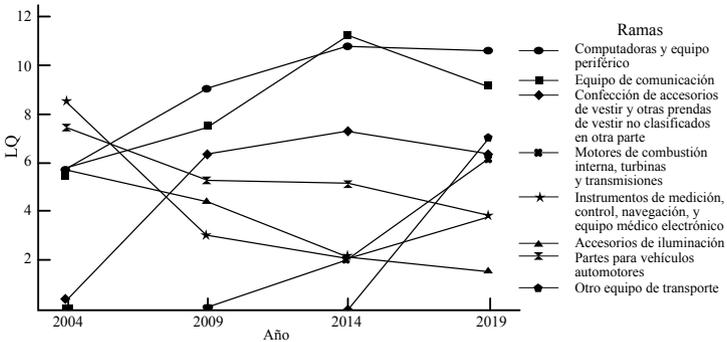
Figura 2. Índice de concentración LQ del personal ocupado para Ciudad Juárez 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Es importante tener en mente que los resultados anteriores no significan necesariamente que las ramas destacadas sean las que más personal ocupado emplean, sino que el empleo en esas ramas, a nivel nacional, se concentra de forma importante, tanto en el estado como en Juárez. También es importante notar que las ramas no coincidieron entre el estado y Juárez, por lo que seguramente las especializaciones del estado obedezcan a las tendencias de la ciudad de Chihuahua, dado que este tipo de sectores están asociados a las dos principales ciudades del estado.

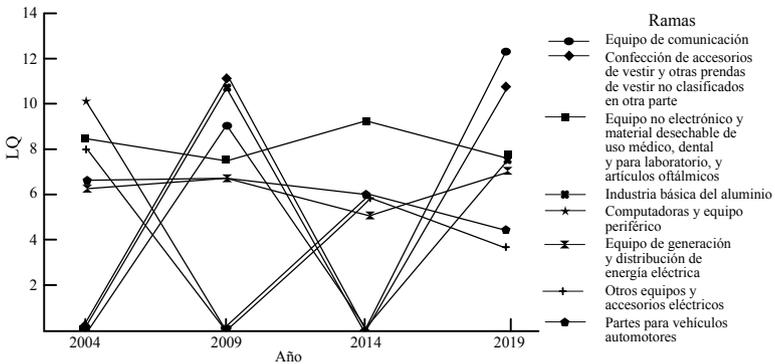
Figura 3. Índice de concentración LQ de las remuneraciones para el estado de Chihuahua 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

En el caso de la figura 3, vemos nuevamente que la rama de computadoras y equipo periférico, y la de equipo de comunicación, son las que más destacan en el rubro de remuneraciones a nivel estatal. Esto apuntaría a que el personal ocupado en esas ramas, tienen una remuneración acorde a su especialización laboral. En este caso, las ramas que surgen desde abajo vuelven a ser motores de combustión interna y otro equipo de transporte. Esto apunta a una futura especialización del estado en ese tipo de ramas, relacionadas con la fabricación de equipo de transporte.

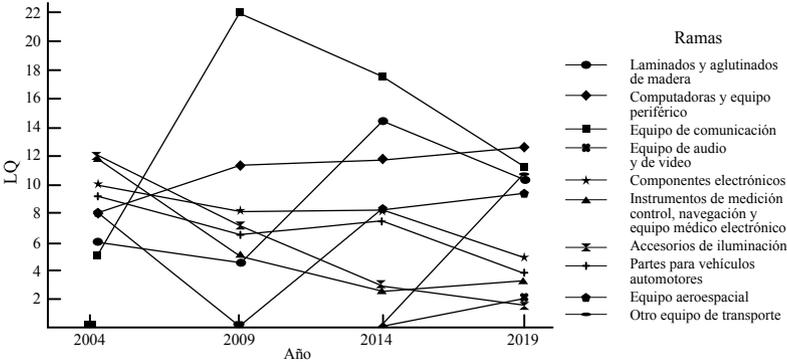
Figura 4. Índice de concentración LQ de las remuneraciones para Ciudad Juárez 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Para el caso de Juárez, nuevamente la rama de equipo de comunicación resultó la que más destacó, seguida de la de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificadas en otra parte. Es de notar que el comportamiento de ambas ramas ha sido de altas y bajas, junto con la del aluminio, que se agrega a esa tendencia. Sería interesante indagar acerca de la similitud en la tendencia de estas tres ramas. Aparentemente no hay una explicación sencilla que explique la semejanza en la tendencia errática de estas tres ramas. Nuevamente, la rama con mayor estabilidad y un valor relativamente alto es la relacionada con equipo médico.

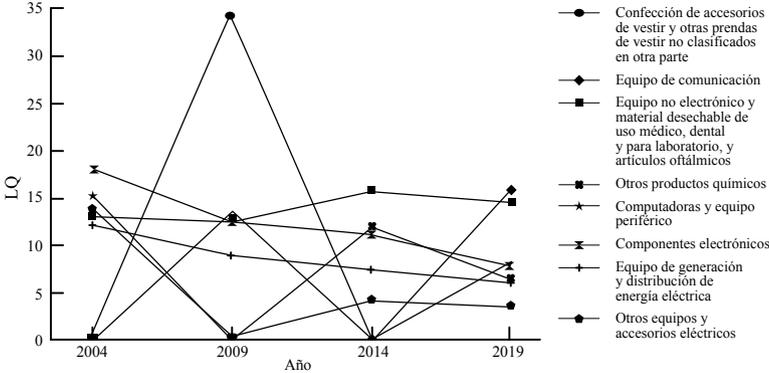
Figura 5. Índice de concentración lq del valor agregado censal bruto para el estado de Chihuahua 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Al pasar al indicador de valor agregado, se observa a nivel estatal valores muy altos para la rama de equipo de comunicación, aunque luego descienden a niveles parecidos a otras ramas. De hecho, hay cinco ramas en 2019 con valores muy cercanos. Al igual que en el indicador de personal ocupado, la rama de equipo aeroespacial y la de otro equipo de transporte surgen en 2009 y 2014, respectivamente, para lograr de los más altos valores. Es necesario un mayor análisis, pero esto podría reflejar una productividad importante en esas dos ramas, ya que salieron con valores altos en personal ocupado y valor agregado; sin embargo, no se ven muy beneficiados los trabajadores, ya que en remuneraciones el valor no destaca.

Figura 6. Índice de concentración LQ del valor agregado censal bruto para Ciudad Juárez 2004-2019



Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Para el caso de Juárez, en cuanto al valor agregado se refiere, nuevamente observamos la aparición de la rama relacionada con el equipo médico, como la más constante y con un valor alto. Se observa un pico muy grande para el 2009 de la rama de accesorios de vestir. Aparentemente, no hay ningún evento que explique este comportamiento, e incluso tal vez valdría la pena ver si no hay un error en las bases de datos oficiales, pero en todo caso se puede considerar una anomalía. La rama de equipo de comunicación vuelve a destacar, aunque presenta un comportamiento errático.

Continuando con el análisis del dinamismo de las ramas, la tabla 1 integra los tres indicadores analizados; es decir los LQ de personal ocupado, las remuneraciones y el valor agregado. Como se vió en el caso de Juárez en las gráficas, algunas ramas ocupaban primeros lugares en uno o más de los tres indicadores. En la tabla 1 se establece cuáles son las ocho ramas que aparecieron con valores más altos en uno o más de los tres indicadores. Adicionalmente, se muestra la composición en términos del tamaño de las empresas que integran cada una de las ramas del top.

Tabla 1. *Ramas con mayor concentración en uno o más indicadores (personal ocupado, remuneraciones, valor agregado) en Ciudad Juárez, según número de establecimientos, 2019*

Rama	Número	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
Partes para vehículos automotores	118	6	15	20	77
Componentes electrónicos	43	3	5	12	23
Equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	39	10	3	3	23
Equipo de generación y distribución de energía eléctrica	16	2	2	3	9
Equipo de comunicación	13	3	1	0	9
Otros productos químicos	6	3	2	0	1
Industria básica del aluminio	6	1	2	0	3
Accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte	3	2	0	0	1

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2019 (Inegi).

Así, cuando se ordenan los valores de mayor a menor, la rama de partes para vehículos automotores tiene un número total de establecimientos considerablemente mayor, lo que se repite también al considerar

solamente el número de empresas grandes. La rama de componentes electrónicos y la que se relaciona con equipo médico son la que continúan con 43 y 39 establecimientos, respectivamente. De alguna forma, esta tabla nos muestra cuáles son las ramas que además de ser dinámicas, tienen un potencial de incidir en la localidad en virtud del número y el tamaño de establecimientos.

El dinamismo de las ramas de actividad económica y su potencial de innovación se pueden observar también por medio de la medición de la productividad (al ponderar el valor agregado censal bruto entre el total del personal ocupado) de cada rama en el top de la concentración; por medio de la Tabla 2 se puede apreciar que la rama producción de otros productos químicos alcanzó el mayor valor de productividad con 684.72 miles de pesos anuales, seguida de la producción de partes para vehículos automotores, con 291.95 mil pesos; cabe recordar que una gran parte de las industrias localizadas en la región son maquiladoras que emplearían a trabajadores calificados, pero con niveles de salario bajos, comparados con los que reciben los profesionistas en las mismas industrias localizadas al otro lado de la frontera norte.

Tabla 2. *Productividad y remuneraciones per cápita, según ramas con mayor concentración en Ciudad Juárez, 2019*

Rama	Valor agregado/ Personal ocupado (miles de pesos/ persona)	Remuneraciones/ Personal ocupado (miles de pesos/per- sona)
Partes para vehículos automotores	291.95	128.5
Componentes electrónicos	252.18	148.62
Equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	228.78	149.27
Equipo de generación y distribución de energía eléctrica	223.81	204.41
Equipo de comunicación	201.88	173.5

continúa

continuación

Otros productos químicos	684.72	212.04
Industria básica del aluminio	232.12	133.35
Accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte	170.79	156.64

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2019 (Inegi).

Para establecer algún nivel de crecimiento, derivado de la competitividad de la región o de la ciudad, se caracterizó la estructura económica del estado de Chihuahua y para Ciudad Juárez, a través del personal ocupado, así como de las remuneraciones por medio de la técnica de análisis cambio-participación³ (*Shift and Share*), la cual permite tener una mirada retrospectiva de las causas del crecimiento de una región menor, con respecto de otra región mayor, en la cual está contenida la primera. Esta técnica es un análisis de tipo estático; ambas variables se analizaron para el periodo 2004-2019; finalmente, para analizar los resultados, se tomaron las cinco ramas más altas del total de las actividades manufactureras.

Así, en la tabla 3 se observa que para el caso del estado de Chihuahua, durante el periodo de análisis, las cinco principales ramas que lograron en suma un crecimiento económico favorable, al ser la fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos, la rama que más creció, al generar más de 26 mil empleos, seguida de la fabricación de partes para vehículos automotores con más de 24 mil plazas generadas; no obstan-

³ $Dei = ei \left(\frac{ET^*}{ET} - 1 \right) + ei \left(\frac{ET_i^*}{ET_i} - \frac{ET^*}{ET} \right) + ei \left(\frac{ei^*}{ei} - \frac{ET_i^*}{ET_i} \right)$

El primer término $ei \left(\frac{ET^*}{ET} - 1 \right)$ indica el crecimiento que ocurriría si la industria local i creció en el índice promedio nacional. El segundo término $ei \left(\frac{ET_i^*}{ET_i} - \frac{ET^*}{ET} \right)$ indica crecimiento extra (o disminución), porque una industria particular creció más (o menos) rápidamente que el índice de crecimiento promedio nacional total. El tercer término $ei \left(\frac{ei^*}{ei} - \frac{ET_i^*}{ET_i} \right)$ indica el componente de competitividad de la región o localidad de la industria i . Mide la diferencia entre el nivel actual del empleo en la región y el que resultaría de considerar únicamente los primeros dos componentes. Este factor residual no es explicado por la participación nacional ni por los cambios en la estructura económica de la región. Este diferencial (positivo o negativo), en ocasiones es atribuido a la existencia de ventajas o desventajas comparativas de Porter. Fuente: Blair (1994) y Ampudia (2019).

te, esta última rama y la de fabricación de componentes electrónicos mostraron una fuerte pérdida de empleo, durante el periodo la primera tuvo una caída de más de 203 mil personas ocupadas y la segunda fue poco mayor de 14 mil; es altamente probable que esta pérdida se derive de los efectos de las dos crisis sufridas en el mundo (2000-2005) y la de la región (2009), al observar una disminución en el componente de competitividad principalmente. Para el caso de Ciudad Juárez, la tendencia en los resultados (Tabla 4) son similares; es decir, que el peso de ambas industrias dentro del estado es elevado y el crecimiento de estas actividades económicas en la localidad se vio fuertemente afectado, al menos en el periodo se observa una pérdida cercana a los 80 mil empleos en torno al componente competitividad. Es muy posible que la pérdida en Ciudad Juárez haya sido mucho más elevada; sin embargo, el dinamismo de crecimiento y recuperación, principalmente de las industrias maquiladoras, hayan contribuido entre los años posteriores al 2004 y al 2014 en la recuperación de los empleos.

Tabla 3. *Análisis de cambio participación en Personal Ocupado Estado Chihuahua 2004-2019*

Rama de actividad	Nacional	Industria	Región	Total
Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	9892	14588	1988	26469
Fabricación de partes para vehículos automotores	106757	121034	-203424	24367
Fabricación de equipo de comunicación	5024	-2347	10384	13061
Fabricación de productos de plástico	5322	1009	2796	9129
Fabricación de componentes electrónicos	15471	5246	-14439	6279

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2019 (Inegi).

Tabla 4. *Análisis de cambio participación en Personal Ocupado en Ciudad Juárez, Chihuahua 2004-2019*

Rama	Nacional	Industria	Regional	Total
Fabricación de partes para vehículos automotores	54828	62160	-70197	46792
Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	7166	10568	5376	23112
Fabricación de equipo de comunicación	4600	-2149	7099	9551
Fabricación de productos de plástico	2550	483	5953	8988
Fabricación de componentes electrónicos	11178	3790	-9465	5503

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004 y 2019 (Inegi).

Dentro del análisis realizado, con la variable remuneraciones, los resultados revelaron una tendencia parecida a la variable personal ocupado, para el caso del estado de Chihuahua y Ciudad Juárez. En las Tablas 5 y 6 se puede ver que la industria de la fabricación de partes para vehículos automotores tuvo una disminución en el componente regional (competitividad) de 25 mil millones de pesos, otras dos actividades que también mostraron déficit fueron la fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico dental, para laboratorio y artículos oftálmicos, así como la de fabricación de componentes electrónicos.

Tabla 5. *Análisis de cambio - participación en las remuneraciones en el estado Chihuahua 2004-2019 (millones de pesos)*

Rama	Nacional	Industria	Región	Total
Fabricación de partes para vehículos automotores	20619	13901	-25091	9430
Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	1981	3186	-651	4516
Fabricación de equipo de comunicación	1071	523	1247	2841
Fabricación de componentes electrónicos	3003	1762	-2266	2499
Fabricación de computadoras y equipo periférico	1572	-968	1224	1829

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

Tabla 6. *Análisis de cambio - participación en las remuneraciones en Ciudad Juárez, Chihuahua 2004-2019 (millones de pesos)*

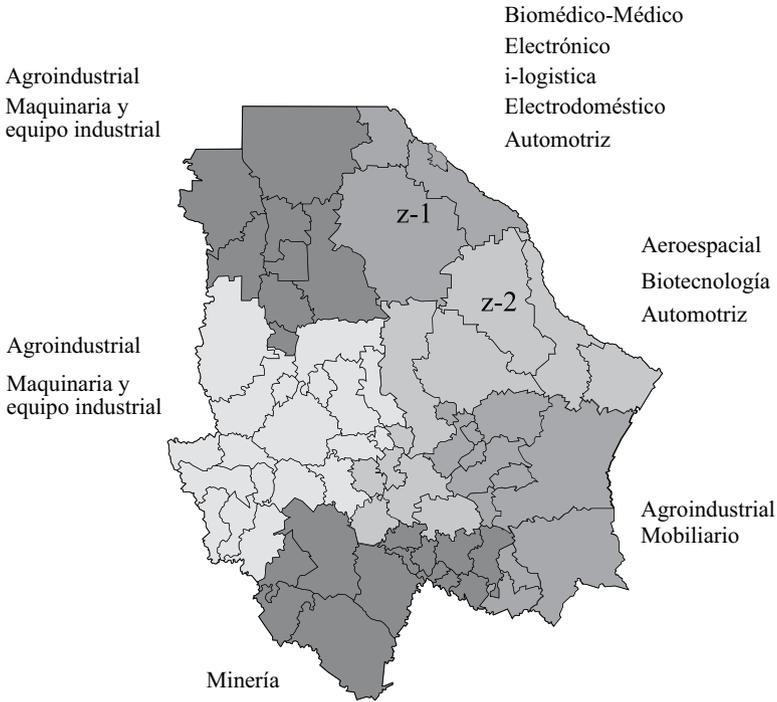
Rama	Nacional	Industria	Regional	Total
Fabricación de partes para vehículos automotores	9740	6567	-6340	9967
Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	1607	2584	-227	3964
Fabricación de equipo de comunicación	1025	500	632	2158
Fabricación de computadoras y equipo periférico	1456	-896	1348	1907
Fabricación de componentes electrónicos	2076	1218	-1396	1898

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2008, 2014 y 2018 (Inegi).

El análisis de cambio participación reveló que las capacidades de recuperación de las industrias potencialmente innovadoras, en el caso de Ciudad Juárez y el estado de Chihuahua, tuvieron resultados positivos, crecieron por arriba del promedio nacional y a un ritmo similar al de la mezcla industrial, salvo en la fabricación de equipo de comunicación. Estas industrias mostraron mejores comportamientos con relación a las graves crisis económicas y estructurales ocurridas en 2000 y 2009. Además de ser contempladas en las estrategias de desarrollo económico durante los gobiernos del estado de Chihuahua en el periodo del 2011-2021. Así lo revelan las políticas de innovación y tecnología mostradas por el Instituto de Innovación y competitividad 2021. Mediante entrevista a la directora de este instituto, se revela la importancia que tuvo para las instancias gubernamentales poder recuperar sectores potenciales de la economía y también por la forma en que había afectado seriamente a las familias la pérdida de cientos de mil empleos.

En la figura 7 se muestran los sectores que el gobierno del estado considera como estratégicos para las diferentes regiones del estado. En este caso, son seis regiones y vemos claramente como para la región en donde se ubican Ciudad Juárez (z-1) y la ciudad de Chihuahua (z-2) hay sectores que se pueden considerar de mayor contenido tecnológico, comparados con los de las otras regiones. También es importante notar que, salvo por el sector automotriz, se promueven diferentes sectores en ambas regiones mencionadas.

Figura 7. Políticas públicas de Innovación y Tecnología 2021



Fuente: Instituto de innovación y competitividad, Chihuahua 2021.

Una interrogante que surge es cómo se determinaron estos sectores. Sería interesante saber cómo la política estatal combina las tendencias económicas presentes con ejercicios de prospectiva para tomar esas decisiones. De lo anterior, también se deriva la pregunta acerca de por qué son diferentes los sectores impulsados para Juárez y Chihuahua. No es claro si esto obedece a trayectorias muy definidas en ambas ciudades o a una especie de especialización productiva, impulsada desde el gobierno (sin que necesariamente obedezca a tendencias actuales), con el objetivo de aprovechar ventajas de aglomeración (*clusterización*).

Asimismo, la tabla 7 hace una breve interpretación de la conformación del SRI, a partir de los referentes observados durante el análisis

cualitativo, mediante entrevistas a algunos agentes clave dentro de los componentes que el sistema establece en forma teórica. De ahí que se observe la presencia de instituciones de educación superior y centros de investigación, empresas que revelaron claramente que sus actividades son de base tecnológica, así como la presencia de organizaciones de transferencia y aquellas que promueven las capacidades investigativas y las de formación de recursos humanos altamente especializados, las instituciones financiadoras y la creación de instancias que sistematicen la información necesaria para el análisis del avance en la innovación, la ciencia y la tecnología.

Tabla 7. *Elementos del SRI en Chihuahua 2021*

Universidades y Centros de Investigación	UACJ, IPN, ITCJ, UT, U La Salle, UACH
Empresas Base Tecnológica	Mechatronics, Injelectronic, DCI, Repinel
Organizaciones de transferencia tecnológica	CLÚSTER TI Living Lab, ULSA (Parque de Innovación, La Salle, Chihuahua), Tech Hub, AIC Centro de Inteligencia Artificial, Centro de Innovación e Integración de Tecnologías Avanzadas. CITA, Centro de Innovación en Moldes y Troqueles (CIMYT)
I +D Laboratorios	UACJ LAB (software, nanotecnología), CIMAV
Recursos Humanos y Centros de Capacitación	INADET-Cenaltec
Financiamiento a la Innovación	Gobierno del estado de Chihuahua, CONACYT, Innovation Challenge, Chihuahua Innova
Sistemas de Información Tecnológica	CONACYT, Inegi, IMPI, SIGIE- Chih.

Fuente: elaboración propia.

La estructura económica local, basada en el análisis de concentración y de los cambios del periodo de estudio, revela una tendencia a la

especialización de las manufacturas en sectores, como la fabricación de al menos cuatro sectores de Ciudad Juárez, que se empatan con las estrategias de innovación estatal del periodo de gobierno 2016-2021.

Tabla 8. *Análisis comparativo entre las actividades con potencial innovador y las estrategias estatales para el desarrollo económico e innovación en el estado de Chihuahua 2019*

Sectores con tendencia a la especialización en Ciudad Juárez	Estrategia de innovación estatal
Computadoras y equipo periférico, Equipo de comunicación	Electrónico
Equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	Biomédico-Médico
Componentes electrónicos	Electrodoméstico - Automotriz
	i-Logística

Fuente: elaboración *propia con datos del Instituto de Innovación y Competitividad*, gobierno del estado de Chihuahua, 2021.

En la Tabla 8 se muestran estos puntos de coincidencia entre los sectores considerados como estratégicos por parte del gobierno estatal y las ramas que resultaron más importantes para Juárez. Será importante en el futuro saber si las políticas han incidido en el dinamismo de estos sectores o si más bien obedece a factores externos como lo podrían ser la demanda externa.

Conclusiones

La orientación hacia la especialización de la industria en Ciudad Juárez permite observar que el sector automotriz está presente de manera significativa en cuanto al personal ocupado; sin embargo, su potencial innovador no es del todo claro, ya que, comparado con la ciudad de Chihuahua, el valor agregado censal bruto y la productividad per cápita parecen tener menor valor, así como en los ingresos per cápita.

Algunas de las ramas industriales más dinámicas, como la mencionada automotriz, según lo revelado en este análisis, están en efecto consideradas como prioritarias por el gobierno estatal. Dichas ramas o dichos sectores cuentan con una presencia importante y de algunos años en la entidad. En este sentido, la estrategia estatal parece estar basada en un escalamiento de tecnologías y en subir en la cadena de valor de dichas ramas o sectores existentes, desde donde se impulsa un SIR que fomente la innovación y el desarrollo económico. Esta definición de sectores estratégicos, que se impulsan en Chihuahua, parece ser una apuesta válida. Sin embargo, será importante indagar más acerca de la forma en que se establecen las articulaciones con los actores clave, ya que aparentemente no son del todo sólidas. Varios de estos sectores prioritarios están conformados por empresas subsidiarias, que por lo regular tienen un margen de acción acotado en términos estratégicos, razón por la cual la influencia de la política local en sus procesos tecnológicos es en principio limitada. En este sentido, será importante en el futuro analizar las formas precisas en que la política estatal de CTI tiene un efecto en la acumulación de capacidades de dichas empresas.

Finalmente, se observa que las actividades económicas con potencial innovador no son las mismas en Ciudad Juárez que en el estado de Chihuahua, en su conjunto. Salvo un análisis más detallado, esto parece implicar que la ciudad de Chihuahua se ha especializado en otras ramas, que son las que afectan el dinamismo a nivel estatal.

Referencias

- Asheim, B. T., Isaksen, A. y Trippl, M. (2019). *Advanced introduction to regional innovation Systems*.
- Beltrán-Morales, Luis Felipe, Almendarez-Hernández, Marco Antonio y Jefferson, David J. (2018). “El efecto de la innovación en el desarrollo y crecimiento de México: una aproximación usando las patentes”, en *Problemas del desarrollo*, núm. 49(195), pp. 55-76. Disponible en <<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.195.63191>>.
- Cooke, P. y Morgan, K. (1998). *The associational economy. Firms, regions and innovations*. Oxford: Oxford University Press

- Cooke, P., Gómez Uranga, M. y Etxebarria, G. (1997). “Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions”, en *Research Policy*, núm. 26, pp. 475-491.
- Corona, J. M. (2011), *Evolución Teórica de la Economía de la Innovación y la Tecnología*, UAM-X, Departamento de Producción Económica Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación. Presentado en la Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Edquist, Ch. (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organisations*. Londres/Nueva York: Routledge.
- Florida, R. (1995) “Toward the learning region”, en *Futuros*, vol. 25, núm 5, pp 527-536. Elsevier Science Ltd Printed in Great Britain.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Llisterri, Juan José y Pietrobelli, Carlo (2011) “Los sistemas regionales de innovación en américa latina”, en Mikael Larsson (Editores) *Banco Interamericano de Desarrollo, 2011*. 1300 New York Ave., N.W. Washington, D.C.
- Rozga, Ryszard y Solleiro Jose Luis (2017). *Sistemas Regionales de Innovación como instrumento de la política pública de innovación*. México: UAM, Editorial Juan Pablos S.A. Editor.
- Schumpeter, J. A. (2009). *Essays: On Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles, and the Evolution of Capitalism*. R. Clemence, New Brunswick, USA, Transaction Publishers.
- Velázquez, V. Guillermo y Salgado, J. Josué (2016). “Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: proyección a 2018)”, en *Análisis Económico*, vol. XXXI, núm. 78, pp. 145-170, 2016, Universidad Autónoma Metropolitana. Censos Económicos del Inegi (años 2004,2009, 2014 y 2019).

CAPÍTULO 5.

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: UN PANORAMA. CHIHUAHUA EN LA ESCENA NACIONAL

Myrna Limas Hernández¹

Introducción

La iniciativa de elaborar un proyecto de investigación denominado *Políticas públicas de innovación tecnológica, impactos y retos para el desarrollo local dentro del contexto de los sistemas de innovación regional: estudio de caso Ciudad Juárez, México*, requirió hacer coincidir a un equipo de economistas con diversas especialidades de formación y líneas de investigación, cuya puesta en común de sus saberes sintetizaran inquietudes en dos preguntas clave, a saber: ¿Cuáles son las políticas y estrategias que han impulsado o buscado impulsar el sistema regional de innovación en Chihuahua en el siglo XXI? Y ¿cuáles indicadores se han propuesto para dar soporte a la integración de informes que rindan cuentas respecto a la política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI)?

La necesidad de respuestas a la segunda interrogante tomó protagonismo en esta entrega; lo que llevó a optar por la metodología documental como la ruta a seguir para identificar los organismos y especialistas que han dictado cuáles indicadores monitorean las circunstancias de la

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, mlimas@uacj.mx

ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) desde el plano internacional y con un enfoque desagregado. En concreto, la revisión de registros y archivos en línea, su análisis y sistematización, hizo posible conocer cuáles organismos, manuales, estándares y propuestas han orientado la construcción de indicadores para delinear estadísticas de ciencia y tecnología, por un lado. Y por otro, se conoció cuál listado de indicadores emitió la administración 2017-2021 del gobierno de Chihuahua para rastrear los logros en innovación y otros temas para posicionar al estado en un *ranking*, con respecto al plano nacional o regional.

Otras estrategias complementarias y paralelas sugirieron que el grupo de investigación realizara lo siguiente: *a)* llevar a cabo un seminario anual de discusión; *b)* integrar y compartir un acervo bibliográfico común; *c)* discutir las políticas de CTI implementadas a nivel nacional y estatal en mesas de diálogo; *d)* elaborar reportes parciales de avances del proyecto; *e)* divulgar hallazgos; *f)* identificar problemas específicos del desarrollo local asociados con el contexto de los sistemas de innovación regional en Chihuahua, y *g)* sugerir esquemas de vinculación entre la academia y agentes empresariales, entre las principales.

Al final, ese conjunto de acciones orientó la identificación de aciertos, contrastes, retos y alcances, derivados del análisis de los datos cuantitativos, además de facilitar un ejercicio para verificar bajo qué formatos los sistemas de información y de indicadores sugeridos para Chihuahua están alineados con la agenda de distintos organismos internacionales, como el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Naciones Unidas, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico de México, para rendir cuentas en materia de CTI.

Sin duda, un aprendizaje obtenido en esta ardua tarea condujo a confirmar que los sistemas de información, estadísticas e indicadores disponibles para monitorear PCTI a nivel estatal, regional, nacional o global son amplios, pero los costos de generarlos son muy altos y sus alcances limitados. Por ello, los retos que implica integrar bases de datos con estadísticas van más allá de integrar una lista amplia con títulos de indicadores e integrar sus fichas técnicas. Se requiere definir acciones, presupuestos, recursos y mecanismos que estimulen la colaboración entre

distintos agentes, cuyo denominador común sea conseguir resultados a favor del desarrollo. De esta manera, una parte del trabajo desarrollado en este proyecto para conocer los indicadores que se disponen para integrar informes en materia de CTI y qué datos están disponibles para Chihuahua, guiaron el contenido de esta entrega. Su exposición se agrupa en cuatro apartados generales que abordan: i) marco conceptual de los indicadores; ii) consideraciones metodológicas en los indicadores: el interés en ciencia, tecnología e innovación; iii) los sistemas regionales de innovación: posición de Chihuahua y su propuesta, y iv) conclusiones.

Marco conceptual de los indicadores

La pregunta básica para orientar el abordaje conceptual de este apartado dictó cuestionar ¿qué son los indicadores? Una primera referencia, tomada de Iizuka y Hollanders (2017), señala que indicador tiene su origen en el vocablo latín *indicare*, que *significa señalar, mostrar, indicar*. Especifican que los indicadores son recursos que proporcionan información para simplificar la realidad y pueden auxiliar para describir situaciones o revelar tendencias. Además, reconocen que son señales de advertencia que permiten hacer comparaciones y reflejar situaciones a través del tiempo, de modo que favorecen la toma de decisiones, con base en evidencias y datos relacionados con variables diferentes.

Sobre la misma pregunta, la Guía de asistencia técnica para la producción y el uso de indicadores de género, publicada por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2006), plantea que “los indicadores son medidas de comparación en relación con una norma que son útiles para evaluar los cambios sufridos por el objeto de análisis”. Añade que los indicadores son herramientas que expresan mediciones o datos de una situación determinada que parte de una pregunta y se sitúa en determinado contexto; lo que generalmente constituye una medida de comparación que aprecia cuán lejos o cerca se encuentra esa cifra de la norma.

En esa misma línea, el volumen 6 del texto *Desarrollo local con igualdad de género* publicado por el Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres, 2012), expone que “los indicadores son herramientas que

permiten captar información sobre una situación determinada, expresada a través de hechos significativos y relevantes [...] se usan para generar informaciones específicas y clave en la comprensión de un fenómeno, ya sea como punto de partida de un diagnóstico para el diseño de una política, o como punto de llegada para una evaluación”. Con base en otros documentos, este texto resalta lo que se apuntó líneas arriba: indicador es un vocablo que tiene como su origen el latín *indicare*. Y agrega que los indicadores constituyen medidas numéricas, valores, variables, expresiones o elementos utilizados para medir información cuantitativa o cualitativa, y los resultados relacionados, ya sea con metas, objetivos y actividades de algún proyecto o con cambios vinculados con las acciones de algún programa.

Una penúltima referencia seleccionada que trata el concepto en cuestión fue publicada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2013) de México. En el *Manual para el diseño y la construcción de indicadores* se plantea que “un indicador es una herramienta cuantitativa o cualitativa que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado; brinda una señal relacionada con una única información, lo que no implica que ésta no pueda ser reinterpretada en otro contexto”. Los autores puntualizan que los indicadores son instrumentos que deben representar la relación entre dos o más variables y estar contextualizados en términos geográficos y temporales, de modo que proveen información de cierta condición o logro de resultados.

Y la Comisión de estadística de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (2016), última referencia seleccionada, estipula que los indicadores permiten medir los progresos y apoyan la creación de capacidad estadística en los países en desarrollo. Por ello, cada indicador está supeditado a definir objetivos y metas, con base en plazos establecidos, de modo que la sistematización de los datos contempla velar por el cumplimiento pleno de los compromisos.

En síntesis, se aprecia que un indicador puede expresarse como una medida, un dato, una señal, una herramienta o un recurso que al contextualizarse en tiempo y lugar permite analizarlo, en relación con una norma, variables, resultados, metas o logros, que permiten favorecer la

toma de decisiones. Ello significa que la definición del término puede considerarse un aspecto relativamente sencillo de resolver. Las complicaciones se presentan en lo metodológico.

Un tema recurrente en el estudio de los indicadores, desde un punto de vista metodológico, es enfatizar que cada uno requiere aprobarse para poder utilizarse; por lo que detrás de toda aprobación se dispone de una fundamentación teórica previamente documentada y validada. Los requisitos básicos y criterios técnicos mínimos que debe cumplir todo indicador según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2016) de México y el Coneval (2013) son seis: ser claro (entendible), relevante (provee información esencial), económico (disponible a un costo razonable), monitoreable (puede sujetarse a una comprobación independiente), adecuado (provee bases para medir) y brindar un aporte marginal (proveer información adicional respecto a otros indicadores propuestos). Además, un indicador validado es coherente, útil, focalizado, permite la rendición de cuentas y abona en la toma de decisiones.

En la práctica, cada indicador dispone de una ficha técnica. Conforme al INEE (2016) y a la CEPAL (2006), tal ficha especifica el nombre y la estructura del indicador, su propósito, definición, la forma de cálculo, la dimensión(es) a medir, el método de cálculo, la frecuencia de la medición, desagregación geográfica o niveles de desagregación, las características de las variables o los medios de verificación, e identifica las fuentes disponibles de información.

Y, se insiste, un uso principal de los indicadores es que permiten comprender fenómenos o problemas multidimensionales o complejos, cuya claridad en su explicación depende de la información compilada, como del tipo de indicadores seleccionados o requeridos.

En su uso, las principales formas de su cálculo incluyen medidas de tendencia central (léase medias o promedios aritméticos y medianas); distribuciones porcentuales u otras de frecuencias acumuladas (deciles, cuartiles, percentiles); proporciones; porcentajes; razones o ratios; tasas de variaciones porcentuales; coeficientes o números índices. Y desde luego, sus unidades de medida y parámetros de referencia depende del caso de estudio. Ante esta riqueza de criterios técnicos que facilitan la compilación, selección final y cálculo de indicadores para dar cuenta

de un problema, surge la pregunta ¿Cuáles directrices metodológicas se disponen para la clasificación de indicadores y en particular sobre la temática de CTT?

Consideraciones metodológicas en los indicadores: el interés en ciencia, tecnología e innovación

Una revisión exploratoria de diversos documentos condujo a elegir un texto publicado en 1989 y otro divulgado 17 años más tarde, para dar cuenta sobre cómo se abordaban los indicadores antaño. El primero, un material del Departamento de asuntos económicos y sociales internacionales de las Naciones Unidas (1989), de orden internacional, aporta que los indicadores sociales para estudiar los territorios se hacía contemplando 13 áreas, denominadas: 1) composición y cambio de la población; 2) asentamientos humanos y vivienda y distribución geográfica de la población; 3) hogares y familias, estado civil y fecundidad; 4) salud y servicios sanitarios, deficiencias e incapacidades, nutrición; 5) enseñanza y servicios educativos; 6) actividad económica y población no económicamente activa; 7) grupos socioeconómicos y movilidad social; 8) ingresos, consumo y riqueza; 9) seguridad social y servicios asistenciales; 10) ocio, cultura y comunicaciones; 11) distribución del tiempo; 12) orden y seguridad públicos; y 13) otros campos a considerar en ulteriores actuaciones (entorno natural, relaciones sociales y actividades políticas).

Las fuentes de los datos principales para construir los indicadores incluían: censos de población, de vivienda y agrícolas; encuestas de hogares por muestreo; registro civil y otros registros; datos administrativos; datos de las administraciones no estatales; y experiencias nacionales en fuentes de información para indicadores, donde la pauta estaba marcada por publicaciones canadienses, finlandesas, francesas, suecas, noruegas, de Estados Unidos, de Hungría o del Reino Unido.

Algunas directrices contempladas para contar con indicadores válidos en diferentes ámbitos (según la misma fuente) se supeditaban a ofrecer información desagregada en conformidad con los siguientes criterios: a) grupos de edad y sexo; b) grupos nacionales o étnicos; c) zonas urbanas

y rurales; ciudades y aglomeraciones urbanas; regiones geográficas; *d)* tamaño y composición de los hogares; cabezas de familia; *e)* nivel educativo; *f)* ocupación; *g)* categoría laboral; *h)* grupo socioeconómico; *i)* distribuciones en percentiles del ingreso y el consumo de los hogares; *j)* distribución del tiempo según actividades en horas semanales; *k)* rama de actividad económica, funciones de la administración pública y el sector institucional; *l)* producto interno bruto; que, en suma, permitían presentar cuadros de datos básicos asociados con propósitos y objetivos específicos. En esa propuesta no figuraban aspectos relacionados con ciencia, tecnología o innovación.

En el caso latinoamericano, una guía de la CEPAL (2006) propuso siete áreas temáticas para el uso de indicadores, a saber: *I)* población; *II)* familia y hogares; *III)* educación; *IV)* salud; *V)* trabajo y economía; *VI)* participación política, y *VII)* violencia contra la mujer. Las novedades de esta propuesta fueron sugerir indicadores que incorporaran la perspectiva de género para cada área, al especificar un marco normativo de soporte, un referente conceptual, situaciones de contexto, indicadores por área y subtemas, definición y cálculo, fuentes de información, observaciones para cada indicador, un glosario pertinente y la bibliografía utilizada por capítulo al contemplar los mandatos de la comunidad internacional, que condujeron a revelar los vacíos de información que se apreciaban al monitorear los asuntos de género. Las fuentes de datos incluían censos de población, encuestas de hogares, encuestas de demografía y salud, estadísticas vitales, encuestas del uso del tiempo, encuestas periódicas a establecimientos educacionales, registros administrativos, encuestas de nutrición, sistemas de registros, encuestas y la medición de las condiciones de vida en América Latina y el Caribe, encuestas del sector informal, registros administrativos sobre demanda de servicios médicos y de procuración de justicia, entre otros.

Dado este apunte, se hizo una pausa para resaltar lo siguiente. De 1990 en adelante, el uso de computadoras personales en las viviendas fue creciente, lo que invita a pensar en tecnología. En México, los datos sugieren que, en el 2000, dos millones de hogares tenían computadora, laptop o tablet, y en 2020 tal cifra aumentó a 13.2 millones (Inegi, 2000, 2020). Datos como estos hicieron recapacitar que las dependencias de

los diversos países, además de integrar bases y mejorar sus plataformas de información tuvieron que incluir indicadores en sus temáticas para abordar problemáticas y circunstancias que relacionaran la tecnología con el crecimiento, la ciencia, la innovación o el desarrollo. Por ello, al atestiguar y reflexionar que el acceso masivo a información en tiempo real impulsó el desarrollo de tecnologías de la información y la comunicación en el último cuarto del siglo XX, hubo ocasión para cuestionar ¿En los manuales de indicadores de años recientes, se incluye alguna temática vinculada con ciencia, tecnología o innovación? Si es así, ¿Cuáles organismos o especialistas han orientado ese registro y cuáles indicadores se han validado para rendir cuentas en materia de CTI?

Un dato relevante encontrado, relacionado con estas cuestiones, fue que en 2012 se creó la Conferencia de Ciencia, innovación y tecnologías de la información y las comunicaciones mediante la resolución 672 (XXXIV) de la CEPAL y la resolución 2012/35 del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, con el interés de promover el desarrollo y mejorar las políticas nacionales de ciencia, tecnología e innovación y aquellas vinculadas con la sociedad de la información y el conocimiento. En ese entendido, la primera reunión de la conferencia tuvo lugar en 2014 (Santiago, Chile), la segunda en 2016 (San José, Costa Rica) y la tercera en 2021 (Buenos Aires, Argentina).²

La producción científica, derivada de esas reuniones, destaca que en 1950 se tuvieron las primeras experiencias en el diseño y en la ejecución de políticas de innovación en América Latina. Pero la década 1980, a raíz de la apertura de las economías y las transformaciones suscitadas en el sistema internacional (crisis económicas, cambios en los patrones de migración, costos medioambientales, aceleración de la revolución tecnológica, entre otras), propició que la nueva economía del conocimiento y la economía digital posicionaran la innovación como un factor central para impulsar el crecimiento (Rivas y Rovira, 2014; CEPAL, 2016). La expectativa era que la ciencia, la tecnología y la innovación, al seguir procesos de generación, difusión y apropiación del conocimiento y ca-

² Ver CEPAL (2021). Disponible en <<https://www.cepal.org/es/organos-subsidiarios/conferencia-ciencia-innovacion-tecnologias-la-informacion-comunicaciones>>.

pacidades tecnológicas, permitirían transitar a los países por senderos de desarrollo más inclusivos y sostenibles.

Ante el protagonismo asumido por la innovación en ese contexto, cabe destacar dos ideas fundamentales de ese concepto. La primera es entender que su definición puede generar equivocaciones en su comprensión al ser un término complejo. Peuckert, Lopes de Souza y Mangelsdorf (2014), con base en el *Manual de Oslo* (OCDE, 2005) acotan que las innovaciones tecnológicas “comprenden productos y procesos implementados, tecnológicamente nuevos, así como mejoras tecnológicas significativas en productos y procesos que incluyan una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales”. Y citando a Schumpeter (1934), apuntan que la innovación comprende revisar “la apertura de nuevos mercados, la conquista de nuevas fuentes de suministros o la reorganización de sectores”.

Sánchez y Castrillo (2007), basadas en la traducción del mismo manual, señalan que una innovación es “la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas”.

Ambas definiciones, junto con otras más expuestas, permiten deducir que la innovación se relaciona con las capacidades disponibles en cada territorio, donde los agentes económicos combinan recursos para crear nuevos productos, procesos, sectores o actividades, cuyo impacto se refleje en generar valor agregado basado en el conocimiento.

La segunda idea sobre innovación se asocia con algunos ejes e indicadores que se han postulado para medir lo que ocurre en materia de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Lo encontrado sugiere que las bases de información requieren integrar datos de difusión de tecnología, inversión en investigación y desarrollo (I+D), diversificación de exportaciones, relación positiva entre ingreso por habitante e inversión en innovación, inversión en investigación y en desarrollo experimental, inversión extranjera directa en I+D, propiedad intelectual, nivel de patentamiento en la región y por país, tecnologías patentadas, disponibilidad de recursos humanos altamente calificados,

número de investigadores por millón de habitantes, tasa de matrícula en educación superior, porcentaje de alumnos de educación superior que realiza estudios en el exterior, jóvenes que cursan estudios doctorales, producción científica, desafíos en las agendas digitales, marcos regulatorios, política ambiental y políticas de CTI impulsadas en la agricultura, la innovación ecológica, entre otros (CEPAL, 2016). Es decir, múltiples aspectos.

Sin duda, y con ello se cierra la pausa, las nuevas tecnologías y los novedosos formatos de comunicación marcaron un rumbo para estudiar los territorios, al considerar la innovación y su complejidad, en función de sugerir indicadores que den cuenta de las problemáticas o avances conseguidos en el campo de CTI, desde propuestas estructuradas y especializadas.

En ese quehacer, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico de México (FCCYT, A.C., 2014) indica que los principales organismos que han dictado las pautas en materia de CTI a partir de integrar manuales y diseñar estadísticas e indicadores sobre investigación, desarrollo experimental e innovación (I+D+i) a nivel internacional figuran: la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial (BM), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). A ese listado se resolvió agregar las propuestas de la CEPAL (CEPALSTAT). Este hallazgo sugirió revisar el contenido de estos organismos en formato digital, para disponer de información puntual con respecto a los indicadores.

En el caso de la OCDE, Albornoz (2009) postula que en un principio la innovación se relacionaba con el comportamiento de los empresarios y su percepción se asociaba con la I+D, pero fue precisamente en esa organización donde se discutieron marcos analíticos y metodológicos para medir la innovación, al documentarse los acuerdos conseguidos en el *Manual de Oslo* en 1992. Esta nota cobra sentido, dado que en esa década se instauró el Consenso de Washington, cuyo énfasis se centraba en promover la apertura comercial y visualizar al sector privado como el motor del desarrollo, al tener como pilar a la ciencia y la tecnología,

y conseguir articularlo con las tareas emprendidas desde universidades, centros de investigación e instituciones gubernamentales.

La lectura de ese manual hace ver que recoge información sobre innovación a nivel de empresa individual, al distinguir cuatro tipos de cambios en las actividades de la empresa: innovaciones de producto, de proceso, organizativas y comerciales; las cuales pueden ser exitosas, estar en proceso o ser abandonadas (Sánchez y Castrillo, 2007). En cuanto a la medición sobre innovación, estas autoras revelan la conveniencia de integrar datos cuantitativos y cualitativos que muestren aspectos de gastos en investigación y desarrollo experimental, adquisición de derechos para utilizar invenciones patentadas o no patentadas, adquisiciones de maquinaria, equipo y otros bienes de capital, puesta en marcha de innovaciones de producto y de proceso, actividades que contribuyan a apoyar la introducción en el mercado de bienes o servicios nuevos, gastos corrientes para la innovación y gastos de capital, nivel educativo de los empleados, número de técnicos empleados, proporción de trabajadores con estudios universitarios, salarios anuales, pagas por vacaciones, fondos de pensiones, impuestos sobre la nómina, costos del personal no dedicado a actividades innovadoras, fuentes de financiación de los gastos de innovación, entre varios más.

Para quienes no lo sepan, cabe apuntar que el *Manual de Oslo* cuenta con varias ediciones, además de la publicada en 1992. La segunda estuvo disponible en 1997, la tercera en 2005 y la cuarta en 2018. Esta última se titula *La medición de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Manual de Oslo 2018. Guía para coleccionar, informar y utilizar los datos sobre innovación* (OECD, Eurostat, 2018). Su contenido destaca que la innovación es un elemento central para mejorar los estándares de vida y puede afectar a los individuos, las instituciones, los sectores económicos y a los países en múltiples caminos de modo que la política en esa materia requiere disponer de datos que permitan medir el potencial de la innovación en distintos sectores de una economía (negocios, gobierno, organizaciones sin fines de lucro al servicio de los hogares, hogares) y apreciar la naturaleza de cómo ha ocurrido la innovación (en productos, procesos, modelos, cadenas de valor global, redes de innovación global, productos digitales, plataformas, inversiones

en el conocimiento basado en el capital, colección de datos y análisis, por mencionar algunos). Por ello resulta conveniente entender que, al tener interés en formular una encuesta o entrevistas sobre innovación, tiene sentido revisar los cuestionarios y formularios incluidos en los manuales de Oslo.

En el caso de la OCDE, cuya dirección electrónica es <https://www.oecd.org/>, se reconocen 26 temas como los ejes principales para facilitar “mejores políticas y vidas” en los países en concordancia con el análisis de indicadores (Tabla 1). Cada tema en particular contempla una serie de indicadores, gráficas, mapas, noticias, últimas novedades, catálogos de las bases de datos, tablas, herramientas estadísticas, publicaciones relacionadas y programación de interfaces que procede asociar con un amplio número de países, que es conveniente revisar con detalle (OECD, 2020).

En esta propuesta, la temática de innovación, ciencia y tecnología –que atrae nuestro interés en particular–, incluye abordar la política de ciencia, tecnología e innovación; gobierno innovador; investigación y supervisión de conocimiento; era digital; estrategias de innovación; datos sobre innovación y tecnología; entre otros. En su listado de más de 60 indicadores, se monitorea el gasto en investigación y desarrollo experimental a precios corrientes, el gasto en investigación básica, el total de investigadores de tiempo completo, suscripciones a Internet, televisión por cable, gastos en servicios de telecomunicación móvil, por mencionar algunos. En sus bases de datos se desglosa información más detallada relacionada con indicadores de ciencia y tecnología, investigación y desarrollo, base de datos del sector industrial, matrices de insumo-producto, estadísticas de patentes, portal de banda ancha, indicadores clave en TIC, empresas multinacionales y su actividad, indicadores de innovación, nanotecnología, entre otras (<https://www.oecd.org/innovation/statistics.htm>).

Tabla 1. *Organismos, temáticas e indicadores de ciencia, tecnología e innovación*

Organismo	Temáticas generales y tópicos relacionados con CTI
OCDE	i) Agricultura y pesca; ii) seguridad química y bioseguridad; iii) competencia; iv) gobernanza cooperativa; v) corrupción e integridad; vi) desarrollo; vii) <i>digital</i> ; viii) economía; ix) educación; x) empleo; xi) medio ambiente; xii) finanzas; xiii) crecimiento verde y desarrollo sostenible; xiv) salud; xv) industria y emprendimiento; xvi) innovación y tecnología; xvii) seguros y pensiones; xviii) inversión; xix) migración; xx) gobernanza pública; xxi) desarrollo regional, rural y urbano; xxii) reforma regulatoria; xxiii) ciencia y tecnología; xxiv) problemas sociales y bienestar; xxv) impuestos y xxvi) comercio.
Indicadores de la OCDE (CTI)	Gasto en investigación y desarrollo experimental a precios corrientes, como porcentaje del producto interno bruto, en términos per cápita, el gasto en investigación básica, el total de investigadores de tiempo completo, el total de investigadores de tiempo completo por cada mil empleos totales, personal total en investigación y desarrollo de tiempo completo, mujeres investigadoras como porcentaje del total de investigadores, gasto de las empresas en investigación y desarrollo, gasto en educación de nivel superior en investigación y desarrollo como porcentaje del producto interno bruto, investigadores en el gobierno como porcentaje del total nacional, patentes, industrias intensivas en investigación y desarrollo en el comercio internacional, infraestructura de comunicación, suscripciones a Internet, televisión por cable, gastos en servicios de telecomunicación móvil
BID	1. Agricultura y desarrollo rural; 2. educación; 3. energía; 4. medio ambiente y desastres naturales; 5. mercados financieros; 6. salud; 7. empresas privadas y desarrollo de las pyme; 8. reforma/modernización del estado; 9. integración regional; 10. ciencia y tecnología; 11. inversión social; 12. turismo sostenible; 13. comercio; 14. transporte; 15. desarrollo urbano y vivienda; 16. agua y saneamiento
Indicadores del BID (CTI)	Competitividad, la innovación empresarial, la inversión en ciencia, tecnología e innovación pública y privada, capital humano altamente calificado, inversión pública y privada en infraestructura tecnológica y científica, clima de negocios y de innovación, infraestructura de telecomunicaciones, política pública de telecomunicaciones, difusión de la tecnología, financiamiento de la investigación y el desarrollo y la innovación

continúa

Banco Mundial	i. Agua, ii. alianzas público-privadas, iii. alimentos y agricultura, iv. buen gobierno, v. cambio climático, vi. comercio, vii. competitividad, viii. desarrollo digital, ix. desarrollo social, x. desarrollo urbano, xi. desigualdad y prosperidad compartida, xii. deuda, xiii. educación, xiv. empleos y desarrollo, xv. energía, xvi. fragilidad, xvii. conflicto y violencia, xviii. gestión de riesgos y desastres, xix. género, xx. inclusión financiera, xxi. industrias extractivas, xxii. infraestructura, xxiii. integración regional, xxiv. macroeconomía y gestión fiscal, xxv. medio ambiente, xxvi. nutrición, xxvii. pobreza, xxviii. protección social, xxix. salud, xxx. sector financiero y xxxi. transporte.
Indicadores del Banco Mundial (CTI)	Tiempo necesario (días) para iniciar una empresa o un negocio por un hombre o mujer, costo de los procedimientos de creación de empresas por hombres o mujeres (% del ingreso nacional bruto per cápita), procedimientos de puesta en marcha para registrar una empresa, costos de procedimientos para registrar una empresa por hombre o mujer, servidores de Internet seguros por cada millón de personas, uso de Internet, suscripciones a banda ancha fija por cada 100 personas, personas que usan Internet, suscripciones a banda ancha fija, a telefonía fija, a telefonía celular móvil total y por cada 100 personas...

Fuente: elaboración propia con base en <www.oecd.org>, <iabd.org>, y <bancomundial.org>.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), otro organismo orientador sobre CTI, despliega 16 sectores de interés para analizar a los países y más de dos docenas de indicadores (Tabla 1). En esos sectores incluye ciencia y tecnología, donde subraya que “la innovación es esencial para mayor productividad y progreso económico” (<www.iadb.org>). Entre las áreas prioritarias de ese eje incorpora la competitividad, la innovación empresarial, la inversión en ciencia, la tecnología e innovación pública y privada, el capital humano altamente calificado, la inversión pública y privada en infraestructura tecnológica y científica, el clima de negocios y de innovación, entre otras. En suma, se contemplan áreas de acción clave, como la innovación en empresas, la innovación social, los ecosistemas de emprendimiento, la transformación digital y el desarrollo productivo para explicar por qué algunos países son más prósperos.

En el Banco Mundial (BM, 2021), otra “autoridad” con influencia internacional en la formulación de indicadores, se encontró que los ejes temáticos que buscan registrar las circunstancias de los países para monitorear sus logros son 31, donde figuran competitividad y desarrollo

digital como aquellos vinculados con CTI, incluido el rubro de sociedad de la información en los indicadores de desarrollo mundial (Tabla 1). El número de indicadores con datos registrados por país son al menos 20. En el caso de la competitividad, las áreas de interés revisan las condiciones del clima de inversión, la innovación y el emprendimiento, las políticas de competencia, los regímenes de comercio, las capacidades de innovación, integración de cadenas de valor global, costos bajos de los negocios, entre varios más.

Entre los indicadores para esa revisión se incluyen: tiempo necesario (días) para iniciar una empresa o un negocio por un hombre o mujer; costo de los procedimientos de creación de empresas; procedimientos para registrar una empresa, etcétera. En desarrollo digital se busca indagar los modelos, productos, servicios y mecanismos que hacen posible cerrar la brecha digital en el mundo, al destacar el impacto de las tecnologías y la innovación, para eliminar barreras entre personas y brindar oportunidades (<www.bancomundial.org>).

En suma, esta revisión corroboró que cada uno de estos tres organismos dispone en su catálogo de indicadores sobre ciencia, tecnología e innovación, más de una docena, lo que demanda integrar datos desde cada país de modo que los análisis sean compatibles. Adicionalmente, una siguiente anotación sobre los datos sistematizados en estas bases y plataformas de información sugiere que los registros disponibles están a nivel país y excluyen presentar análisis regionales. Por ello, ante la necesidad de formular investigaciones de orden regional, se exploraron tres sitios más: la Unesco, la RICYT y las Bases de datos y publicaciones estadísticas de la CEPAL (CEPALSTAT), para conocer cuáles indicadores sugieren medir para asuntos relacionados con CTI, de manera complementaria y desagregada.

La Unesco, a través del instituto de estadísticas (<<http://uis.unesco.org/>>), define cinco temas clave de interés para recopilar datos: i. educación y literatura; ii. ciencia, tecnología e innovación; iii. cultura; iv. comunicación e información, y v. información demográfica y socioeconómica. El número de indicadores de la base de datos completa lista un número mayor a dos centenas, aunque la ventana con datos por país de CTI sugiere un total de 1,230. En el caso de los datos

que explorar sobre CTI, proponen medir aspectos de investigación y desarrollo experimental e innovación; los avances en el objetivo 9 de los ODS; recursos humanos en investigación y desarrollo, y gasto en investigación y desarrollo; como subtemas. En innovación se refieren indicadores relacionados con innovación de productos, innovación de procesos, empresas innovadoras, innovación de empresas activas, actividades de innovación, fuentes de información, cooperación, innovación organizacional, entre otras (Tabla 2).

Los indicadores incluyen, por ejemplo, contar el personal total en investigación y desarrollo (femenino y masculino); el personal en investigación y desarrollo por cada millón de habitantes, investigadores, técnicos, staff de soporte, mujeres en la ciencia, inversiones globales en investigación y desarrollo (I+D), gasto en investigación y desarrollo, número de investigadores en I+D por cada millón de personas; gasto público y privado en investigación y desarrollo; recursos humanos en I+D, etcétera.

En el eje de comunicación e información se miden indicadores vinculados con estrategias para promover la integración de TIC en educación o el currículum hasta observar al conjunto de profesores calificados en TIC o entrenados para enseñar materias que lo emplean, entre otros más. Al igual que en los casos anteriores, las tablas de información y reportes correspondientes presentan análisis con un nivel de desagregación por país (217 en total) y por orden alfabético. De manera puntual, este instituto pone a disposición del público en general una guía para integrar una encuesta de investigación y desarrollo para países que apenas inician la medición de la investigación y el desarrollo experimental. En concreto, esta guía reporta indicadores de investigación y desarrollo para evidenciar la formulación de política, basada en la evidencia al distinguir información del personal, el gasto, los sectores de la economía, el sector educación de nivel superior, el sector gobierno, el sector empresarial, el sector privado sin fines de lucro, entre otros más (Unesco 2014).

Tabla 2. *Organismos, temáticas e indicadores de ciencia, tecnología e innovación*

Unesco	1. Educación y alfabetización; 2. ciencia, tecnología e innovación; 3. cultura; 4. comunicación e información; 5. tema demográfico y socioeconómico
Indicadores Unesco (CTI)	Personal total en investigación y desarrollo total, femenino y masculino, personal total o número de investigadores en I+D por cada millón de habitantes y por cada mil empleos totales, investigadores, mujeres en la ciencia; inversiones globales I+D: gasto en investigación y desarrollo; personal femenino en I+D en el nivel de educación superior; porcentaje de investigadores por sector; investigadores en instituciones privadas no lucrativas; investigadores por disciplina; gasto público y privado en investigación y desarrollo; recursos humanos en I+D; investigadores por sector y por disciplina; investigadores por grupos de edad: gasto en producto interno bruto en I+D per cápita, por costo, staff de técnicos y equivalentes; innovación de productos y procesos en la industria manufacturera; innovación activa de las empresas en sus esquemas organizacionales; porcentaje de empresas con procesos innovadores en mercadotecnia; estrategias para promover la integración de TIC en educación; currículum y TIC en educación, que refiere estrategias sobre habilidades de cómputo o instrucción asistida en matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lectura, escritura y literatura, segundo idioma; matrícula en programas ofrecidos por Internet; recursos de educación abierta, profesores calificados en TIC, entrenados para enseñar materias que emplean TIC; número total de canales de radio; número total de canales de televisión; cobertura de radio por porcentaje de población; provisión legal para la promoción del lenguaje de minorías en radio y televisión; circulación de diarios: número de títulos, circulación total promedio por cada 1000 habitantes de diarios, número de volúmenes de libros en bibliotecas, puntos de servicios de bibliotecas públicas, usuarios registrados, préstamos a usuarios...
RICYT	1. Contexto; 2. recursos financieros en actividades científico-tecnológicas; 3. recursos financieros I+D; 4. recursos humanos (personas físicas); 5. recursos humanos (equivalencia a jornada completa); 6. graduados; 7. patentes; 8. publicaciones; 9. innovación, y 10. percepción pública.

continúa

Indicadores RICYT (CTI)	<p>Población; población económicamente activa; producto interno bruto (PIB en dólares y en paridad del poder adquisitivo); gastos en I+D (en dólares, en paridad del poder adquisitivo, con relación al PIB; por habitante en dólares; por investigador en miles de dólares; por tipo de costos; por sector de ejecución; ejecutado por el sector gobierno; por el sector educación superior, por tipo de investigación, por tipo de costos, por disciplina científica...); enseñanza la formación científica y técnica; servicios científicos y tecnológicos; recursos humanos o personal femenino en I+D (personas físicas o equivalencia a jornada completa); investigadores por cada 1000 de la PEA; personal femenino en I+D; personal de ciencia y tecnología; investigadores por sector de empleo; por disciplina científica; por nivel de formación; por franja etaria; graduados (titulados de grado, de maestría o de doctorados); estudiantes en la educación superior; estudiantes por sexo; personal académico; patentes (solicitudes, otorgadas, tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia, coeficiente de invención, patentes del PCT); publicaciones (en SCOPUS, en Pascal, INSPEC, en MEDLINE, en PERIODICA, CLASE, LILACS; en relación al PIB; por habitante; por cada 100 mil habitantes; en relación al gasto I+D; según disciplina, en colaboración internacional...); innovación (gasto en actividades de innovación por la industria manufacturera, empresas innovadoras de producto, novedad para el mercado internacional, fuentes de financiamiento, innovadoras en proceso y organización, empresas innovadoras en comercialización, actividades de innovación en el sector servicios, cooperación entre la empresa y su entorno...); y en percepción pública (participación cultural, interés en temas de CYT en general; información en temas de medicina y salud; consumo de información de CYT en televisión, diarios, radios, revistas de divulgación, en Internet; actitud frente a riesgos CYT...</p>
CEPALSTAT	<p>i. Demográficos y sociales; ii. económicos; iii. Ambientales, y iv. temas transversales (ODS, género, ciudades, poblaciones y pueblos indígenas y afrodescendientes, cohesión social, TIC, estadísticas de la actividad agropecuaria, desarrollo rural y seguridad alimentaria y nutricional de Centroamérica y México; estadísticas subnacionales y de área pequeña).</p>
Indicadores CEPALSTAT (CTI)	<p>Calidad de la conexión de banda ancha; velocidad promedio de descarga de banda ancha móvil y fija; porcentaje de hogares con suscripciones a banda ancha fija o móvil; porcentaje de hogares con acceso a Internet o que tienen computadora; porcentaje de individuos que utilizan Internet...</p>

Fuente: elaboración propia con base en <https://es.unesco.org/>, ricyt.org y «estadísticas.cepal.org».

Por su parte, la RICYT define siete ejes de indicadores (contexto, insumo, educación superior, patentes, bibliométricos, de innovación y de percepción pública). En el caso de los reportes dinámicos comparativos, atiende nueve categorías para un total de 26 países (Tabla 2). En los indicadores se contemplan datos de población, población económicamente activa, producto interno bruto (PIB en dólares y en

paridad del poder adquisitivo), recursos financieros, gastos en ACT según tipo de servicio científico y tecnológico, gasto en ACT en dólares, gastos en I+D por diversas subcategorías, recursos humanos o personal en I+D, graduados (titulados de grado, de maestría o de doctorados), estudiantes en la educación superior, personal académico, patentes (solicitudes, otorgadas, tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia, coeficiente de invención, patentes PCT), publicaciones en diversas bases de datos (SCOPUS, Pascal, INSPEC, CLASE) y conforme a diversas subcategorías específicas, y la lista sigue. En síntesis, la sistematización de los datos permite apreciar que la RICYT presenta los indicadores por país, al considerar dos niveles de desagregación adicionales: región de América Latina y el Caribe y a nivel Iberoamérica, además de ser un actor principal en la integración de manuales, cuyos destinatarios son las naciones latino e iberoamericanas.

En cuanto al repositorio CEPALSTAT (2021), los campos de información son cuatro y revisan los datos sociodemográficos o demográficos y sociales, económicos, ambientales y los temas de carácter transversal (Tabla 2). En los temas transversales, se monitorea lo relacionado con ODS y con las TIC, además de incluir datos de género, cohesión social, ciudades, pueblos indígenas y otros más. Al igual que la Unesco, el contenido que resaltar hace énfasis en el objetivo 9 de la Agenda 2030 de las NU, que busca “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación”, en tanto es una guía fundamental. La elección de ese objetivo no es casual. Se capta que su propuesta se formuló no sólo por los retos que implica el cumplimiento de cada una de las metas establecidas en tal objetivo a nivel global, sino por las sinergias que propicia desde y entre los agentes de cada país para que en la medida que consigan articular las políticas de investigación, desarrollo e innovación obtengan resultados más exitosos.

La carpeta de TIC se relaciona con la innovación al monitorear las condiciones de conexión de banda ancha y móvil, y suscripciones de hogares a tales recursos, verificar acceso a Internet o recursos tecnológicos, entre otros. En resumen, un acierto del repositorio digital de la CEPAL es que dispone de una gama amplia de publicaciones vinculadas con desarrollo productivo y empresarial, que revisan asuntos sobre in-

versión extranjera directa, formación de habilidades, TIC en instituciones públicas, además que sus informes caracterizan a los países con base en perfiles nacionales o agrupando el análisis para la región AL y el Caribe.

Una última referencia que añadir sobre indicadores de CTI es el informe de la sesión 2020 del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (UN, 2020). Ese documento se eligió, porque permite disponer de un contexto general mundial en el tema de CTI ensalzando tres aspectos:

A nivel global, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), como proporción del PIB ,aumentó de 1.5% en 2000 a 1.7% en 2015, al mantenerse casi sin cambio en 2017; pero tal cifra fue menor al 1% en las regiones en desarrollo.

El número de investigadores por millón de habitantes aumentó de 1,018 en 2010 a 1,198 en 2015. Aunque, 1.3 investigadores a nivel global eran mujeres.

Casi la población total mundial vive en un área cubierta por una red móvil. Se estimó que 96.5% estaba cubierta al menos por una red 2G, en 2019.

Sin duda, estos datos ilustran cuán importante lugar ocupa la innovación, la ciencia, la investigación y la tecnología en la prosperidad de los países en el orbe mundial. De ahí la importancia de contar con indicadores para facilitar la rendición de cuentas.

En breve, los aprendizajes obtenidos en esta documentación sobre indicadores son dos. El primero sugiere reconocer que los indicadores son herramientas o recursos útiles que permiten monitorear la magnitud e intensidad de problemáticas en determinado tiempo, contexto y lugar en diversas temáticas; además, brindan oportunidades para ofrecer respuestas a problemas específicos. En esa trayectoria, la temática de innovación, ciencia y tecnología ha asumido el papel protagónico al representar un punto prioritario de la agenda del desarrollo, en tanto sus agentes impulsan regiones avanzadas y reducen brechas a partir de la atención que se brinde a la investigación y el desarrollo.

El segundo aprendizaje implica anticipar que la lista de indicadores para CTI es tan amplia, que se presume complicado y costoso integrar bases mínimas y suficientes de información estandarizadas a nivel global y regional. Adicionalmente, se aprecia que en la medida que se disponga

de datos confiables y desagregados, se diseñarán PCTI de manera más acertada. De ser factible esta tarea, una problemática recurrente implícita en la evaluación y el análisis de las PCTI es identificar qué criterios metodológicos permiten disponer de datos que faciliten diagnósticos cuantitativos, que sin duda son complementados con información cualitativa, de manera que la academia, en sintonía con diversos agentes productivos, gubernamentales y civiles, delinieen los pilares para soportar el funcionamiento de sistemas locales o regionales de innovación con resultados exitosos.

Ante estos aprendizajes, surgió la inquietud de conocer las propuestas que se advierten en el caso de México, con respecto al estímulo a la CTI, en sus distintas entidades o regiones, y de manera particular, centrarnos en conocer la propuesta teórica o política, formato de medición si procede y la posición del estado de Chihuahua al respecto. Los resultados de estas consultas se exponen a continuación.

Los SRI: posición de Chihuahua y su propuesta

La revisión de propuestas y la rendición de cuentas en materia de CTI en México está vinculada con el concepto de sistemas regionales de innovación, cuyo formato ha buscado articular objetivos y propuestas de desarrollo en diversos estados del país, incluido Chihuahua.

La literatura académico-científica sobre los SRI, que es revisada en el capítulo 4 de este libro, forma parte de las aproximaciones teórico-conceptuales del desarrollo regional, emergidas desde finales de 1970, donde las discusiones se centraban en sugerir marcos conceptuales novedosos, con respecto a la competitividad, al generar que la *innovación* no sólo motivara desacuerdos y dificultades en su entendimiento, sino que diera cabida a proponer otros conceptos como *sistema de innovación* (SI), *sistema nacional de innovación* (SNI), *sistema social de innovación* (SSI), *sistema regional de innovación* (SRI), *sistema local de innovación* (SLI), *sistema sectorial de innovación* (SSI), *ecosistema de innovación* (EI) o *ecosistema de innovación social* (EIS) para estimular, en cierta forma, otros mecanismos para estudiar el desarrollo en la disciplina

económica (Lundvall, 1992; Godin, 2008; Uyarra y Flanagan, 2009; Niembro, 2015).

En esa ruta de análisis hubo que retomar la agenda dictada por algunos organismos internacionales, en el rubro de políticas de innovación, de tal forma que los países de América Latina y el Caribe dispusieran de diversos manuales para concentrar indicadores comparativos de índole cualitativa, cuantitativa, simples o complejos, cuya disponibilidad permitiera documentar datos desde diversas preguntas y formularios. En esa lista de manuales, refiérase el *Manual iberoamericano de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico* o *Manual de Valencia* (2017), el *Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología* o *Manual de Santiago* (2007), el *Manual de Lisboa* (2009), el *Manual de Antigua* (2015) y el *Manual de Bogotá* (2001), los cuales fueron elaborados por la RICYT, en sintonía con otras dependencias, y bajo la guía de distintos especialistas para medir la innovación tecnológica, la percepción pública e internacionalización de la ciencia y la tecnología, la complejidad organizacional, la transición hacia la sociedad de la información, entre otras pautas específicas.

El interés de estudiar la esfera regional, para resaltar el papel de la innovación desde el desarrollo, propició que en México y en Chihuahua se adoptara el SRI como la guía a seguir, ya que, de acuerdo con Philip Cooke (1992), citado en García (2017), ese sistema puede conformarse por seis elementos clave: 1) las regiones son diferentes a las unidades político-administrativas como los estados federales y presentan una homogeneidad histórica y cultural; 2) el arreglo institucional (normas, rutinas, convenciones) destaca la competitividad regional; 3) las relaciones de confianza, que pueden sostener redes informales y organizaciones formales pueden ser usadas para la innovación; 4) la proximidad geográfica es útil para los intercambios; 5) el aprendizaje organizacional e institucional dan soporte a la innovación, y 6) la interacción enfocada en la innovación facilita la asociación entre miembros, empresas y organizaciones de una red.

En esa visión, actores o agentes producen conocimientos y los transmiten a quienes requieren utilizarlos, de modo que no sólo se generen sinergias y procesos de aprendizaje que potencien el desarrollo local o regional, sino que consigan que las interacciones entre la infraestructura

institucional, la estructura productiva y la política regional fortalezcan al sistema en conjunto. Pero no es tarea sencilla. El riesgo de optar por configurar sistemas de innovación es que operen bajo esquemas desarticulados y desde visiones unilaterales, que complejizan no sólo la definición precisa de indicadores y datos requeridos para monitorear logros y objetivos, sino que su falta de claridad puede descartar la colaboración de especialistas que propongan modelos apropiados para su funcionamiento.

Desde esa visión, un SRI es entendido como “un conjunto de redes de actores que interactúan en un territorio específico, aprovechando la infraestructura particular, con el propósito de adaptar, generar y/o difundir la innovación” (Rodríguez y León, 2007). Así ha ocurrido que el CONACYT y los gobiernos estatales en México establecieron una agenda de innovación por entidad (32 en total), y tres agendas regionales de innovación con miras a impulsar el progreso CTI, con base en las vocaciones económicas y capacidades locales de cada estado y región (García, 2017), en la línea de los SRI. Fue así como se crearon consejos estatales y un órgano autónomo en 2002 (foro consultivo), asesor del gobierno, para conseguir resultados significativos en el apartado de PCTI en los años siguientes. Y en 2008 se fundó la base de información estatal, cuyo producto fue un compendio de estadísticas de los sistemas estatales de innovación, al impulsar la publicación de diagnósticos estatales de CTI, a partir de 2009.

Entre los estudios que permitieron abonar en medir la CTI, con índices para un sistema de innovación, se detectaron tres rutas: las propuestas a nivel mundial, la propuesta de nivel regional y las propuestas de México a nivel nacional (Tabla 3). Cabe notar que el número de indicadores contemplados, a través de índices, es muy variado y confluyen distintas metodologías. Por ejemplo, el Foro consultivo de ciencia y tecnología registra que, mientras que el índice de competitividad global incluye 113 indicadores y tres subíndices en su formulación, el *Score board* de la innovación europea mide siete dimensiones con 12 indicadores. O bien, el índice de conocimiento de Sánchez y Ríos cuenta tres pilares y ocho indicadores, a diferencia del índice de innovación estatal de A regional, que mide tres factores con 37 indicadores (FCCYT, 2014, 2018).

En suma, se reconoce la complejidad implícita en cada propuesta de esta medición, de modo que estandarizar propuestas es una tarea difícil.

Tabla 3. *Índices de desempeño de un sistema de innovación. Propuesta a escala mundial, regional y nacional documentadas por el FCCYT de México*

Nivel mundial	Metodología de activos del conocimiento del Banco Mundial; el índice general de la economía del conocimiento para los países; el índice de conocimiento; el índice de innovación global de Cornell University, el Institut Européen d'Administration des Affaires y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual; el índice global de competitividad; el <i>Scoreboard</i> de innovación de la Unión Europea; el <i>Scoreboard</i> de innovación europea de la Unión Europea; el <i>Scorecard</i> de ciencia global; índice global de emprendimiento; índice de innovación social; el <i>ranking</i> de implantación de tecnologías de la información; el índice de preparación de redes y el índice de desarrollo inclusivo...
Nivel regional	<i>Scoreboard</i> de innovación regional de la Unión Europea
Nivel nacional	Índice de economía del conocimiento de la Fundación Este País (2005); índice de potencial de innovación a nivel estatal de Ruiz (2008); índice de innovación estatal de A regional (2010); <i>ranking</i> nacional de CTI del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.; índice de conocimiento de Sánchez y Ríos (2011); índices no compuestos elaborados por el CONACYT (2006, 2007), la OCDE (2009) y los propios del FCCYT (2009, 2010 y 2012), y el <i>Ranking</i> de producción científica mexicana elaborado por FCCYT-CONACYT-Grupo Scimago...

Fuente: FCCYT (2014, 2018).

De ese conjunto de propuestas ideadas para evaluar los desempeños basados en un Sistema de Innovación, sobresale la metodología del *Ranking* nacional de CTI del Foro Consultivo en sus dos ediciones: *Ranking* CTI 2011 y *Ranking* CTI 2013 (Tabla 4), que fue establecida para México. En términos resumidos, ambos *rankings* consideraron 10 componentes o dimensiones principales no necesariamente iguales,

por lo que la edición 2011 contó con 43 indicadores y la edición 2013 con 58. Entre los temas o indicadores de interés, se incluyó medir datos de infraestructura, capital humano, investigación, personal docente, inversión en ciencia, tecnología e innovación, cobertura de programas de posgrado de calidad, cobertura de becas, investigadores del sistema nacional de investigadores, investigadores del sector privado, patentes otorgadas, usuarios de computadoras, etcétera.

Tabla 4. *Componentes de los índices del ranking nacional de CTI en México: dimensiones e indicadores ilustrativos*

Componente Ranking nacional de cti_2011 (número de indicadores)	Indicadores ilustrativos del componente Ranking nacional de cti_2011	Dimensión Ranking nacional de cti_2013 (número de indicadores)	Indicadores ilustrativos en la dimensión Ranking nacional de cti_2013
CI. Inversión para el desarrollo del capital humano (3)	Participación en el total de posgrados PNPIC del país, becas nacionales vigentes CONACYT por cada 1000 estudiantes de posgrado, participación en el total nacional de licenciaturas certificadas por el COPAES	D1. Infraestructura académica y de investigación (5)	Cobertura de programas de posgrado de calidad, centros de investigación por cada 100 mil habitantes, institutos tecnológicos de la SEP por cada 100 mil de la PEA, cobertura de programas de licenciatura certificados...

continúa

CII. Infraestructura para la investigación (5)	Participación porcentual en el total nacional de centros de investigación del país, participación porcentual en el total nacional de escuelas de posgrado o de institutos tecnológicos...	D2. Formación de recursos humanos (9)	Cobertura de becas CONACYT (%), PEA de posgrado por cada 100 mil habitantes, PEA de licenciatura por cada 100 mil habitantes, matrícula de licenciatura afín a CYT por cada 10 mil de la PEA, ciclo 2010-2011...
CIII. Inversión en CTI (2)	Pesos aportados por CONACYT por cada 100 mil pesos del PIB estatal, acumulado, presupuesto para CTI como % del presupuesto total del estado	D3. Personal docente y de investigación (5)	Investigadores del SNI por cada 10 mil de la PEA. Tasa de personal docente de posgrado por matrícula de posgrado, Investigadores del sector privado por cada 100 mil hab.
CIV. Población con estudios profesionales y de posgrado (7)	Población con estudios de posgrado por cada mil personas de la PEA, población estudios de profesional por cada mil personas de la PEA, matrícula de licenciatura afín a CYT, por cada mil de la población total...	D4. Inversión en CTI (5)	Presupuesto del gobierno estatal para CTI respecto al PIB estatal (%), gasto privado para CTI respecto al PIB estatal (%), gasto promedio en innovación por empresa innovadora, recursos CONACYT, con respecto al PIB estatal...

CV. Formados de recursos humanos (4)	Investigadores SNI por cada 10 mil de la PEA, personal docente de posgrado por alumnos de posgrado o licenciatura de la entidad...	D5. Productividad científica e innovadora (10)	Patentes otorgadas por 100 mil habs., solicitud de patentes por 100 mil habs., registros de modelos de utilidad por 100 mil habs., tasa promedio de productividad científica de los investigadores SNI...
CVI. Productividad innovadora o científica (7)	Patentes otorgadas por cada millón de habs., solicitudes de patentes por millón de habitantes, solicitudes de diseño industrial o modelos de utilidad por cada millón de habitantes en la entidad...	D6. Infraestructura empresarial (8)	Empresas innovadoras por cada 10 mil unidades económicas, Integrantes Reniecyt por cada 10 mil unidades económicas, incubadoras de empresas por cada 100 mil integrantes de la población ocupada..
CVII. Infraestructura empresarial (2)	Participación de empresas manufactureras grandes que invierten en I+D en su proceso productivo en el total de empresas grandes que invierten en I+D, registros Reniecyt por cada mil unidades económicas	D7. Tecnologías de información y comunicaciones (5)	Usuarios de computadora por cada mil de la PEA, usuarios de Internet por cada 100 mil habs de seis años de edad y más, suscriptores a teléfonos móviles por cada 100 habs.

continúa

continuación

CVIII. Tecnologías de la información y comunicaciones (4)	Porcentaje de viviendas con computadora, porcentaje de viviendas con Internet, porcentaje de viviendas con teléfono fijo, Porcentaje de viviendas con TV	D8. Componente institucional (2)	Marco normativo de planeación de la CTI, tasa del presupuesto del gobierno para CTI respecto al total de fondos CONACYT (%)
CIX. Entorno económico y social (5)	PIB pc estatal (dólares corrientes), grado promedio de escolaridad, participación de la población ocupada en la población de 14 años y más, tasa de alfabetismo...	D9. Género en la CTI (5)	Tasa de becas CONACYT por género (M/H), relación de género investigadores SNI. Tasa de legisladoras mujeres en las comisiones de cyt
CX. Componente institucional (4)	Cuenta con Ley de Ciencia y Tecnología, cuenta con programa de ciencia y tecnología, cuenta con comisión de cyt en el congreso del Estado...	D10. Entorno económico y social (4)	PIB per cápita del sector industrial, PIB per cápita del sector servicios, índice de especialización del sector primario, vocación de la entidad federativa medida mediante la productividad científica

Fuente: FCCYT (2014, 2018).

En sus entregas, el FCCYT (2014, 2018) aclara que pese a que tales *rankings* no son comparativos, cabe aceptar que los resultados permiten situar el desempeño de cada entidad federativa y detectar debilidades y oportunidades en determinado pilar o dimensión. En general, se observó que en 2011 y 2013, Distrito Federal, Querétaro, Nuevo León y Morelos son los estados punteros en varios componentes de uno u otro *ranking*. En cambio, Tabasco, Guerrero, Oaxaca, Campeche y Chiapas parecen

situarse en las peores posiciones de ambas listas. Por supuesto, el mérito de estos informes es del Foro Consultivo, por lo que la recomendación es revisar las fuentes originales referidas.

En cuanto a Chihuahua, el estado de interés, se valoró que conforme al *ranking* CTI_2011 se posicionó en tres componentes (VI, VIII y X) en los primeros 10 lugares. En seis componentes (I a IV, VII y IX) se situó entre las posiciones 11-20 y en el componente V. Formadores de recursos humanos, se ubicó en la posición menos favorecedora (lugar 23 en la escala 21 a 32). En el caso del *ranking* CTI_2013, se situó en el primer grupo en las primeras seis dimensiones, al ocupar los puestos cuatro al nueve, y en el caso de las dimensiones siete a 10, el estado ocupó los lugares 14 a 19 (en el grupo de posiciones 11 a 20). Ninguna dimensión lo ubicó en las posiciones 21 a 32 (Anexo 1). Pero los indicadores que evidenciaron la necesidad de prestar especial atención en términos de CYT en el estado apuntaron hacia invertir recursos en el personal docente de posgrado, disponer mayor presupuesto del gobierno estatal para CTI, monitorear mejoras en el impacto de la producción científica, incrementar la tasa de matrícula en áreas afines a CYT, así como estimular la productividad científica (Tabla 5).

Tabla 5. *Ficha de indicadores de Chihuahua Ranking CTI 2011 y CTI 2013. Datos básicos*

<i>Ranking</i> CTI 2011, datos básicos de cyt. Indicador	Valor	<i>Ranking</i> CTI 2013, datos de interés de cyt. Indicador	Valor
Posgrados PNPC-CONACYT, 2010	41	Cobertura de programas de licenciatura certificados 2013 (%)	22.36
Becas nacionales vigentes, CONACYT, 2009	753	IES con programas de LUT por cada 10 mil habs. de 20 a 29 años de edad, 2011	1.60
Presupuestos para CTI, 2010 (% estatal)	0.05%	PEA de licenciatura por cada 100 mil habs. 2012	7095.79
Centros de investigación, 2010	4	Matrícula de licenciatura afin a CYT por cada 10 mil de la PEA 2010-2011	327.12

continúa

continuación

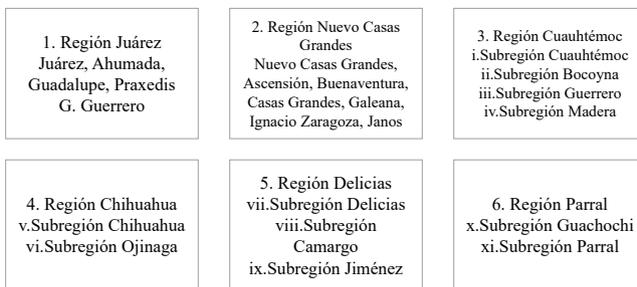
Población de 18 años y más con estudios de posgrado, 2010	27,994	Investigadores en el sector privado por cada 100 mil habs. 2011	44.76
Matrícula de posgrado afín a CYT, ciclo escolar 2007-2008	273	Tasa de personal docente de posgrado por matrícula de posgrado 2010-2011 (%)	17.84
Investigadores SNI, 2011	241	Gasto privado para CTI respecto al PIB estatal 2011 (%)	0.63
Patentes otorgadas, 2008	5	Presupuesto del gobierno estatal para CTI respecto al PIB estatal 2012 (%)	0.00
Patentes solicitadas, 2009	28	Solicitudes de modelos de utilidad por 100 mil habitantes 2009-2012	2.61
Integrantes RENIECYT, 2010	276	Impacto de la producción científica por entidad federativa 2002-2011	3.10
Empresas manufactureras grandes que invierten en I+D en sus procesos productivos, 2003	59	Tasa promedio de ventas totales de productos nuevos para la empresa por empresa innovadora 2011	285083.4
Porcentaje de viviendas con computadora, 2010	34.35%	Empresas innovadoras por cada 10 mil unidades económicas 2011	4.42
Porcentaje de viviendas con acceso a Internet, 2010	24.57%	Usuarios de computadora por cada mil integrantes de la PEA 2011	1010.07
Cuenta con: Ley de cyt, Programa de cyt	Sí	Suscriptores a teléfonos móviles por cada 100 habs. 2012	81.33
Cuenta con Comisión legislativa de cyt	Sí	Marco normativo de planeación de la CTI 2012	4.00
Dimensión 4. Inversión en CTI. Mejor posición de Chihuahua en el Ranking 2013 CTI	4	Tasa del presupuesto del gobierno para CTI respecto al total de fondos CONACYT 2010-2012 (%)	5.66
Índice de especialización del sector primario 2011	1.84	Tasa de legisladoras mujeres en las Comisiones cyt 2013 (%)	50.00

Tasa de matrícula de LUT y posgrado por género, en áreas afines a CYT 2010-2011 (%)	60.09	Vocación de la entidad federativa medida mediante la productividad científica, 2011	47.62
---	-------	---	-------

Fuente: Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI. Ranking 2013. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Gabriela Dutrénit y Patricia Zúñiga-Bello (responsables de edición). Autores: Gabriela Dutrénit, María Luisa Zaragoza, María A. Saldívar, Elmer Solano y Patricia Zúñiga-Bello. Enero 2014 México, Distrito Federal. Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ranking 2011. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Juan Pedro Laclette y Patricia Zúñiga-Bello (Responsables de edición). Noviembre 2011. México, Distrito Federal.

Dado este balance, ¿Qué información se dispone en el plan estatal de desarrollo 2017-2021 conforme a la administración del gobierno de Chihuahua (PED, 2018) en cuanto a CTI? La administración estatal 2017-2021 propuso que lo procedente en materia de CTI era subdividir el estado en seis grandes regiones y 11 subregiones, para configurar un sistema regional de innovación (Figura 1). La integración de ese sistema estaría soportada por 3,556,574 habitantes, estimados en 2015, según la encuesta intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), y con la población total de 4,177,815 que fue estimada para 2030, cuya esperanza de vida promedio se proyectó en 78.4 años.

Figura 1. *Propuesta del Sistema regional de innovación en Chihuahua; regiones y subregiones*



i.Subregión Cuauhtémoc	ii.Subregión Bocoyna	iii.Subregión Guerrero	iv.Subregión Madera
------------------------	----------------------	------------------------	---------------------

continúa

continuación

Cuauhtémoc, Bachíniva, Carichí, Cusiuhuirachi, Gómez Fariás, Namiquipa, Rivapalacio	Bocoyna, Chínipas, Guazapares, Maguarichi, Moris, Ocampo, Urique, Uruachi	Guerrero, Matachí	Madera, Temósachi
v.Subregión Chihuahua	vi.Subregión Ojinaga	vii.Subregión Delicias	viii.Subregión Camargo
Aldama, Aquiles Serdán, Chihuahua, Santa Isabel, Satevó, San Francisco de Borja, Belisario Domínguez, Gran Morelos, Nonoava	Ojinaga, Coyame, Manuel Benavides	Delicias, Julimes, Meoqui, Rosales, Saucillo	Camargo, La Cruz, San Francisco de Conchos
ix.Subregión Jiménez	x.Subregión Guachochi	xi.Subregión Parral	Total
Jiménez, Coronado, López	Guachochi, Balleza, Batopilas, Guadalupe y Calvo, Morelos	Parral, Allende, El Tule, Huejotitán, Matamoros, Rosario, San Francisco del Oro, Santa Bárbara, Valle de Zaragoza	6 regiones 11 subregiones 67 municipios

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021, gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <http://chihuahua.gob.mx/planestatal/PLAN%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO.pdf>.

Adicionalmente, dado que la población en edad productiva proyectada para el estado representará el 65.3%, del total en 2030, y que la población de 65 años y más equivaldrá al 10.2%, el SRI propuesto consentirá apoyar acciones y políticas de desarrollo puntuales o de forma desarticulada, cuando así fuera necesario, con miras a promover un impulso armónico y equilibrado, al fortalecer las vocaciones productivas, operar mecanismos normativos, iniciativas de ley, la competitividad empresarial, entre otros aspectos (PED, 2018).

Los argumentos complementarios del SRI, según tal plan, destacan que Chihuahua es el estado que se distingue por su gran extensión territorial

en el país (247 mil 460 km²) y por su localización estratégica al colindar con Estados Unidos (Figura 2). Pero al reconocerse que sólo dos polos de desarrollo concentraban el 75% del PIB estatal (Juárez, 41%, y Chihuahua capital, 34%) en 2016, y que el 80.2% del empleo formal se concentraba también en sólo dos municipios (Juárez, 51.13%, y Chihuahua capital, 29.10%), y sin desdeñar la complejidad de la economía global, se impuso que la búsqueda de hacer frente a la desigualdad regional condujo a crear un nuevo modelo de desarrollo sustentable, donde la innovación resultaba imperativa.

Así fue que se dispuso el eje rector 2 denominado *Economía, innovación, desarrollo sustentable y equilibrio regional* en el plan estatal, para que su seguimiento estuviese a cargo de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico (SIDE), la Secretaría de Desarrollo Rural y la Secretaría del Trabajo, lo que dio pie tanto a la creación del Instituto de Innovación y Competitividad como una dependencia de la SIDE, como a la disposición de contar con un sistema de indicadores alineados a las prioridades marcadas por el plan nacional de desarrollo y con los objetivos del desarrollo sostenido de las Naciones Unidas, bajo el entendido de dar seguimiento a acciones y logros conseguidos bajo un formato de transparencia.

En esa lógica, el Programa sectorial de innovación y desarrollo económico 2017-2021 (PSIDE, 2017) de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico de Chihuahua se comprometió a contar con un sistema de indicadores con base en el Sistema Integral de Gestión e Inteligencia Económica (SIGIE), que sería depositado en la página de Internet de esa dependencia, donde los pilares propuestos para delinear los indicadores eran siete (1. infraestructura, 2. capital humano, 3. investigación, 4. sofisticación en los negocios, 5. calidad de vida, 6. impacto intelectual, 7. impacto tecnológico e innovador). De igual manera, los indicadores serían de corte nacional, estatal y regional, de impacto y desarrollo económico para sumar un total de 53 (Tabla 6).

Figura 2. Localización de Chihuahua, México



Fuente: map-of-mexico.co.uk

Tabla 6. Indicadores del sistema integral de gestión e inteligencia económica (SIGIE) para Chihuahua

Nacionales	Regionales	Estatales
PIB nacional, por estado, por sectores de actividad. Per Cápita.	PIB municipal y regional	Población ocupada, formal e informal (nacional, estatal y sector)
Ocupación y empleo nacional	Ocupación y empleo estatal: Generación de empleo por sector de actividad, género y municipal del IMSS	Tasa de informalidad laboral Establecimientos IM-MEX y personal ocupado. Por municipio
Población ocupada formal e informal (nacional, estatal y sector)	Inversión extranjera directa nacional, por estado, por sector, procedencia	Masa salarial por sector y municipio, IMSS

PEA, tasa de desocupación, tasa de subocupación, tasa de informalidad laboral, tasa de ocupación en el sector informal	Índice de competitividad (\$\$) Grado de integración de los insumos nacionales Ingresos por remesas familiares	Número de empresas por cada 100 mil habitantes. Último año de crecimiento de 1,000 aprox. Y 540 en últimos 6 meses Indicadores de sector turismo
IED nacional, por estado, por sector, procedencia	Exportaciones no petroleras (nacional y estatal por producto)	Indicadores de sector minero. Valor, producción y empleo
Índice de ingresos por suministros de bienes y servicios	Inflación mensual y anual nacional, estatal y municipal (Chih. Juárez, Jiménez)	Variación de tipo de cambio nacional Principales productos exportados en el estado

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021, gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <<http://chihuahua.gob.mx/planestatal/PLAN%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO.pdf>>.

En resumen, el Plan Estatal de Desarrollo evaluaría el progreso en materia de políticas públicas, al considerar ocho cifras estratégicas: índice de competitividad (IMCO); tasa de desocupación, desigualdad y rangos salariales; salario asociado a los trabajadores del IMSS; empleos generados; masa salarial; *Doing Bussines* en México; tasas de disponibilidad de mano de obra, y tasa de MIPYMES.

Sin embargo, al momento de postular la versión final de esta publicación, no existía el SIGIE aún, pero sí el Centro de Información Económica y Social de la Secretaría en cuestión (SIDE), entendido como el órgano responsable de integrar informes, publicaciones y prontuarios estadísticos con datos relevantes del periodo de administración 2016-2020, cuya disponibilidad está en el sitio <<http://www.chihuahua.com.mx/enterate.php>>. Entre alguna información relevante disponible, se encontraron indicadores macroeconómicos principales (2017-2020), y los registros referidos al rubro de ciencia, tecnología y innovación (Tabla 7), desglosados en el plan estatal de desarrollo de la administración 2017-2021.

Tabla 7. *Indicadores macroeconómicos principales de Chihuahua y posición nacional*

Indicador	Cifra (posición nacional)	Indicador	Cifra (posición nacional)	Indicadores Plan Estatal Chihuahua	Valor
Producto interno bruto (millones de pesos corrientes) II trim. 2017	\$666,442 (10 ^o)	Inversión extranjera directa (millones de dólares) III trim 2017	\$1,468 (3 ^o)	Instituciones de educación superior representativas en Chihuahua, 2016	15
Producto interno bruto (millones de pesos corrientes) III trim. 2018	\$708,925 (11 ^o)	Inversión extranjera directa (millones de dólares) III trim. 2018	\$916 (8 ^o)	Solicitudes de inversiones ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) en Chihuahua, 2016	73
Producto interno bruto (millones de pesos corrientes) II trim 2019	\$759,557 (9 ^o)	Inversión extranjera directa (millones de dólares) III trim 2019	\$1,119 (7 ^o)	Alumnos de post-grado en Chihuahua, ciclo 2018-2019	6,997
PIB per cápita (dólares) en 2016	\$9,182 (12 ^o)	Inversión extranjera directa (miles de millones de dólares) 2013-III trim 2020	\$13.6 (6 ^o)	Egresados de educación superior en Chihuahua, por área de estudio. Inicio de cursos 2018-2019 en Ingeniería, Manufactura o construcción	5,784 (28% del total)
PIB per cápita (dólares) en 2017	\$9,832 (12 ^o)	IMMEX Establecimientos (sep 2017)	506 (3 ^o)	Posición nacional de Chihuahua en el índice <i>Doing Business</i> , 2016	27 ^o general 31 ^o en apertura de empresas

PIB per cápita (dólares) en 2018	\$10,198 (12°)	IMMEX Establecimientos (nov 2018)	505 (3°)	IED III Trim 2019 en Chihuahua	1,118 millones de dólares
PIB per cápita (pesos corrientes) en 2020	\$198,091 (19.9% mayor que la media nacional)	IMMEX Establecimientos (oct 2019)	497 (3°)	Investigadores SNI, 2016	423 (1.7% del registro nacional)
Población ocupada Inegi (personal ocupado) III trim 2017	1,602,685 (11°)	IMMEX Establecimientos (nov 2020)	495 (3°)	Número de patentes solicitadas por cada 100 mil personas de la PEA, 2016-2017	1.61 (1.5° lugar)
Población ocupada Inegi (personal ocupado) III trim 2018	1,712,465 (11°)	Valor agregado (millones de dólares) (sep 2017)	5,189 (8°)	Instituciones con al menos un investigador en el Registro Nacional de investigadores del CONACYT, 2016	21
Población ocupada Inegi (personal ocupado) II trim 2019	1,688,897 (12°)	Valor agregado (millones de dólares) (nov 2018)	6,702 (8°)	Patentes registradas a nivel estatal, 2016	42
Población ocupada IMMEX (personal ocupado) nov 2020	409,761 (1°)	Valor agregado (millones de dólares) (oct 2019)	6,595 (9°)	Posición nacional de Chihuahua en el índice de competitividad, 2016	16
Producción de oro (minería) Kgs (oct 2017)	16,877 (3°)	Producción de pis-tache (agricultura) Tn(2016)	54 (1°)	Salario mínimo general (pesos mx/día) I ene 2017	\$80

continúa

continuación

Producción de oro (minería) Kgs (oct 2018)	18,918 (2°)	Producción de pis- tache (agricultura) Tnl (2017)	36.97 (1°)	Salario mínimo gene- ral (pesos mx/día) 1 de dic 2017	\$88
Producción de oro (minería) Kgs (oct 2019)	16,968 (2°)	Producción de pis- tache (agricultura) Tnl (2018)	58 (1°)	Salario mínimo general (pesos mx/día en zona libre Frontera norte) 1 ene 2019	\$177
Producción minera metalúrgica (Valor de la producción) (nov 2020)	16.1% del total nacional (3°)	Producción agrícola (millones de pesos. Valor de producción) (2019)	46,511 (5°)	Salario mínimo gene- ral (pesos mx/día en zona libre de Frontera norte) 1 ene 2020	\$186

Fuente: CIES (2017, 2018, 2019) y SIDE (2020).

En síntesis, se deduce que el gobierno de Chihuahua (2016-2021) se concentró en integrar estadísticas para monitorear su posición en el *ranking* nacional año con año y, al mismo tiempo, disponer de argumentos a favor de la configuración de un sistema regional o llamado recientemente ecosistema de innovación que coadyuvaran en la atracción de inversiones, obtención de fondos públicos y disponibilidad de recursos humanos calificados. No obstante, es pertinente advertir que la integración de bases de datos e indicadores es un mecanismo adecuado para plantear objetivos, estrategias y metas; sin embargo, el registro de datos presenta algunas dificultades, que pueden expresarse en los siguientes términos:

1. La orientación de la PCTI hacia la creación y fortalecimiento de un SRI en Chihuahua es una apuesta válida, aunque complicada.

2. Los esfuerzos del Instituto de Innovación y Competitividad –a través de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico– para sugerir indicadores para evaluar el SRI y la PCTI es incipiente y su continuidad depende de la administración estatal 2021-2026.

3. Las PCTI y los indicadores constituyen herramientas sustantivas para promover y detonar las capacidades regionales que estimulen el desarrollo en Chihuahua, empero, los datos o estadísticas disponibles para monitorear, comparar, evaluar o pronosticar escenarios al respecto son limitados.

4. Las listas de indicadores revisadas y relacionadas con CTI en distintos organismos son amplias y diversas, al admitir en mayor o menor medida análisis de nivel internacional, nacional, regional o estatal.

5. Los costos de generar bases de datos en la década 2020 son altos, por lo que la alineación entre indicadores de Chihuahua y otros organismos es nula o escasa.

6. Los indicadores, cuando es posible, admiten diagnósticos desagregados por sexo y no necesariamente favorecen análisis con perspectiva de género, lo que da cuenta de sus limitaciones.

Por ende, cabe admitir que las aportaciones de este trabajo contribuyen a la comprensión de los nuevos marcos y las necesidades me-

todológicas que se requieren definir en las administraciones estatales para impulsar el desarrollo del estado de Chihuahua y sus regiones, sin desdeñar las oportunidades implícitas en las bases de datos sistematizadas que incluyen indicadores de CTI. En la medida que los indicadores, las bases de datos y repositorios sean públicos y de acceso libre, la probabilidad de integrar diagnósticos, informes y evaluaciones, por parte de especialistas, será mayor, por lo que las acciones y recursos específicos que impulsen la innovación, a través de juegos de ganar-ganar, será encauzada desde la colaboración entre los agentes involucrados.

Finalmente, la experiencia derivada del SIREN, en relación con el tema de indicadores, precisa necesario dar seguimiento a las mesas de diálogo que protagonizaron personal académico de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y especialistas en temas afines a ciencia, tecnología, innovación y desarrollo, representantes del Instituto de Innovación y Competitividad del gobierno del estado de Chihuahua e integrantes del sector empresarial para concretar los siguientes asuntos: 1) es conveniente evaluar de manera periódica, y con indicadores específicos, el plan de trabajo que busca consolidar el sistema regional de innovación o ecosistema de emprendedores en las distintas regiones y subregiones del estado de Chihuahua; 2) es recomendable que el monitoreo de avances y logros conseguidos a nivel estatal, regional y subregional se realice de manera semestral o anual, a partir de disponer de información confiable, actualizada y bajo estándares generales; 3) la lista de indicadores que es conveniente estandarizar y acotar, para hacer posible tales mediciones, debe contemplar las propuestas emitidas desde los manuales elaborados por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericana e Iberoamericana, al contemplar, preferentemente, las siguientes secciones: inversión en ciencia, tecnología e innovación; capital humano altamente calificado; climas de negocios; infraestructura tecnológica, científica y de telecomunicaciones; contexto; patentes; publicaciones; esquemas de financiamiento; percepción pública y tecnologías de información y comunicación. La selección de indicadores susceptibles de medición debe proponerse en conformidad con las metas, los objetivos, las políticas, los proyectos, los agentes y los sectores que se consideren estratégicos en cada región; y 4) la iniciativa de sistematizar indicadores, datos e

información en formato digital a través de un sistema estatal, desagregado y disponible en línea, es una propuesta acertada y viable, por lo que debe contemplarse como un ejercicio permanente, cuya disponibilidad de recursos admita garantizar su operación a largo plazo.

Conclusiones

Algunos comentarios finales que se desprenden del análisis realizado en esta etapa del proyecto de investigación *Políticas públicas de innovación tecnológicas, impactos y retos para el desarrollo local dentro del contexto de los sistemas de innovación regional: estudio de caso Ciudad Juárez, México*, en relación con la lista de indicadores propuestos para monitorear o conseguir la creación y el fortalecimiento de un SRI o ecosistema estatal bajo el contexto de las políticas de ciencia y tecnología e innovación en Chihuahua, México sugirieron lo siguiente.

En economía, a diferencia de otras disciplinas o profesiones, una herramienta fundamental y de uso común es utilizar datos (expresados con cifras absolutas, escalas, niveles de percepción u otros formatos que son producto de la elaboración y aplicación de cuestionarios, encuestas, desarrollo de entrevistas, entre otras técnicas), cuyo propósito es calcular indicadores que permitan analizar problemas o fenómenos a través del tiempo, en un contexto y algún espacio en particular.

Ello es comprensible, dado que al igual que en el área de la salud se requiere que cada persona tenga un expediente médico para monitorear su condición, los territorios (ciudades, naciones, regiones) precisan contar con alguna carpeta de información que admita dar seguimiento a sus circunstancias en materia de población, economía, medio ambiente, cambio climático, pobreza, educación, etcétera, y evaluar el cumplimiento de objetivos o metas previamente establecidas. En ese conjunto de temas, la revisión de lo que ocurre en ciencia, tecnología, innovación, y aspectos afines, se ha considerado una prioridad a partir de la década de 1990, toda vez que se reconoce como un pilar fundamental para estimular el desarrollo.

Bajo esa lógica, los principales organismos que han dictado los indicadores y manuales propicios para integrar diagnósticos y evaluaciones en esa materia, son la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericana e Iberoamericana y la Comisión Económica para América Latina, dado que sus objetivos principales se han enfocado en promover el desarrollo y conseguir avances y mejoras en las políticas de ciencia, tecnología, innovación y en aquellas vinculadas con la sociedad de la información y el conocimiento. Ante ese interés, algunos indicadores propuestos incluyen medir el gasto en investigación y desarrollo, investigadores de tiempo completo, innovación empresarial, competitividad, días para iniciar una empresa por un hombre o mujer, entre varios más.

México ha tomado nota de esa línea de trabajo. Por ello, la administración federal creó el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, en 2002, que junto con el CONACYT, los gobiernos estatales, a través de sus consejos, establecieron una agenda de innovación por entidad y tres agendas regionales para impulsar el progreso científico, tecnológico y de innovación, con base en las vocaciones económicas y capacidades mediante la creación de sistemas regionales. Un resultado de ese mecanismo se ha visto reflejado en la propuesta y medición de índices de competitividad, de conocimiento, de innovación, entre otros, donde cabe destacar el índice de *rankings* nacionales de ciencia, tecnología e innovación ediciones 2011 y 2013, los cuales contemplan diversas dimensiones.

En el caso del posicionamiento de Chihuahua en esos *rankings*, se encontró que se requiere prestar atención especial en inversiones dirigidas al personal docente e investigador de posgrado, alentar la formación de recursos humanos, integrar presupuestos que permitan incrementar la producción científica y conseguir mayores impactos, mejorar el entorno económico y social, apoyar a las incubadoras de empresas, además de estimular la productividad científica e innovadora en sus distintas regiones.

En el caso de Chihuahua, el plan estatal de desarrollo 2017-2021 propuso lo propio; incluyó el eje rector 2 denominado *Economía, innovación, desarrollo sustentable y equilibrio regional* y creó el Instituto

de Innovación y Competitividad, como una dependencia de la SIDE, para dar seguimiento a los objetivos y a las estrategias correspondientes, para enfocarse en la creación de un sistema regional de innovación. Tal proyecto resulta atractivo, pero aún es incipiente.

En cuanto a la medición de resultados en 2016-2020 en la entidad, se encontró que los reportes incluyen indicadores que no necesariamente están alineados con la lista sugerida por organismos internacionales, ya que se han concentrado en medir aspectos macroeconómicos, el índice de competitividad, la tasa de ocupación, la desigualdad, los rangos salariales, los empleos generados, las tasas de disponibilidad de mano de obra, entre otras cifras estratégicas, al relegar el rubro de ciencia, innovación y tecnología. Estos registros permiten corroborar que la definición de sectores estratégicos a impulsar en Chihuahua es una apuesta válida, pero se requiere destinar recursos y procesos que definan y seleccionen los indicadores que deben medirse a través del tiempo y de manera permanente, para garantizar la provisión de información y el logro de resultados.

Con este balance se resuelve terminar este texto, al señalar que, al igual que en una casa cada uno de sus residentes debe participar bajo ciertos lineamientos para estar en armonía, conseguir el buen funcionamiento del hogar día con día y obtener beneficios medibles a largo plazo, en Chihuahua, procede que sus habitantes cooperen desde su cotidianidad para contribuir en la obtención de resultados, que se traduzcan en bienestar. La acción de sincronizar metas, objetivos, estrategias y políticas desde los distintos sectores (empresarial, gubernamental, académico y de investigación, sociedad civil), será determinante para que, de manera innovadora, se impulsen proyectos colaborativos a mediano y largo plazo, cuyos resultados se expresen a través del desarrollo local y el desarrollo regional.

Referencias

Albornoz, Mario (2009). “Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución” en *Revista CTS*, núm. 13, vol. 5, pp. 9-25.

- Aregional (2010). Índice de innovación estatal (12E). Disponible en <Aregional.com>.
- BM (2021). “The World Bank”, en *World Bank Group & Competitiveness*. IBRD. IDA. Washington, DC. Disponible en <https://www.worldbank.org/en/topic/competitiveness>.
- BM (s/f). *Indicadores*. Disponible en <https://datos.bancomundial.org/indicador>.
- CIES (2017). *Prontuario Estadístico*. Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <http://www.chihuahua.com.mx/content/PRONTUARIOS/2017/Prontuario%20Estad%3%ADstico%2012%20Diciembre%202017.pdf>.
- CIES (2018). *Prontuario Estadístico*. Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <http://www.chihuahua.com.mx/content/PRONTUARIOS/2018/Prontuario%20Estadistico%20Diciembre%202018.pdf>.
- CIES (2019). *Prontuario Estadístico*. Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <http://www.chihuahua.com.mx/content/PRONTUARIOS/2019/Prontuario%20Estad%3%ADstico%2012%20Diciembre%202019.pdf>.
- CEPAL (2006). *Guía de asistencia técnica para la producción y el uso de indicadores de género*. Sonia Montaña (coordinadora). Unidad Mujer y Desarrollo. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL, UNIFEM, UNFPA.
- CEPAL (2016). *Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe*. Segunda reunión de la conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la CEPAL. Santiago: Naciones Unidas y CEPAL.
- CEPAL (2021). *Conferencia de ciencia, innovación y tecnologías de la información y las comunicaciones. Reuniones de conferencias*. Disponible en <https://www.cepal.org/es/organos-subsidiarios/conferencia-ciencia-innovacion-tecnologias-la-informacion-comunicaciones>.

- CEPALSTAT (2021). *Bases de datos y publicaciones estadísticas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Estadísticas e Indicadores. Temas transversales. Tecnologías de información y comunicación*. Disponible en <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasindicadores>.
- Coneval (2013). *Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*. México: Coneval.
- Cooke, Philip (1992). “Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe”, en *Geoforum*, vol. 23, issue 3, pp. 365-382.
- Comisión de estadística de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (2016). *Anexo Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. A/RES/71/313. Labor de la Comisión de Estadística en relación con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Disponible en <https://www.mre.gov.py/ods/wp-content/uploads/2020/08/Global-Indicator-Framework_A.RES_.71.313-Annex.Spanish.pdf>.
- Dutrénit, Gabriela, María Luisa Zaragoza, María A. Saldívar, Elmer Solano y Patricia Zúñiga-Bello (2014). *Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y oportunidades de los sistemas estatales de CTI*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. Distrito Federal. México. Disponible en <www.foroconsultivo.org.mx>.
- FCCyT (2018). *Foro consultivo científico y tecnológico A.C.* Disponible en <https://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/sites/default/files/informe_scimago_2018.pdf>.
- FCCyT (2013). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Propuestas para contribuir al Diseño del PECiTI 2012-2037, documento de trabajo del FCCyT, AC, México*. Disponible en <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/politicas_publicas>.
- FCCyT (2011). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Ranking nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ranking 2011*. Juan Pedro Lacleste y Patricia Zúñiga-Bello (responsables de edi-

- ción). Noviembre 2011. FCCYT, AC. México. Disponible en <http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ranking_de_cti_2011-pdf>.
- FCCYT (2014). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Ranking nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y oportunidades de los sistemas estatales de CTI*. Gabriela Dutrénit y Patricia Zúñiga-Bello (responsables de edición). Enero 2014. FCCYT, AC. México. Disponible en <http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ranking_2013.pdf>.
- Fundación Este País (2005). *México ante el reto de la Economía del Conocimiento. Resultados nacionales y por entidad federativa*. Andrea Martínez-Ampudia. Coordinadora Proyecto México. Fundación Este País. Fundación Friedric Naumann. México.
- Gobierno del estado de Chihuahua (2021). *Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021. Programa sectorial de innovación y desarrollo económico*. Disponible en <chihuahua.gob.mx>.
- García, Fuentes Maciel (2017). “El enfoque de sistemas de innovación regionales: una crítica a su aplicación en México”, en *Frontera Norte*, vol. 29, núm. 57, pp. 177-186. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/sceilo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-737220170000100177&Ing=es&Ing=es. ISSN 2594-0260>.
- Iizuka, Michico y Hugo Hollanders (2017). *Indicadores de innovación*. United Nations University y Maastricht University. Disponible en <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/actividades/presentacion_michiko_lizuka.pdf>.
- Inmujeres (2012). *Desarrollo local con igualdad de género. Volumen 6. Indicadores para la gestión municipal con perspectiva de género*. México: Instituto Nacional de las Mujeres. Dirección General de Institucionalización de la perspectiva de género.
- INEE (2016). *Consideraciones conceptuales y metodológicas para la elaboración de indicadores de proceso y resultado. Cuarta etapa*. Disponible en <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/04/5.-Gu%C3%ADa-para-el-desarrollo-PEEME_cuarta-etapa.pdf>.

- Instituto de Innovación y Competitividad (2019). Disponible en <<https://i2c.com.mx>>.
- Jaramillo, Hernán, Gustavo Lugones y Mónica Salazar (2001). *Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología* RICYT. OEA. Lundvall, Bengt-Ake (1992). “User-producer relationships, national systems of innovation and internationalization”, en B. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers.
- Godin, B. (2008). “Innovation: the History of a Category”, en *Project on the Intellectual History of Innovation*.
- Manual de Valencia (2017). *Manual Iberoamericano de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico. Observatorio iberoamericano de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Red iberoamericana de indicadores de ciencia y tecnología*. Disponible en <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/06/files_manual_vinculacion.pdf>.
- Manual de Santiago (2007). *Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Red de indicadores de ciencia y tecnología iberoamericana / interamericana. Disponible en <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2010/08/manual_santiago-es.pdf>.
- Manual de Lisboa (2009). *Pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información*. Portugal: RICYT, OEI, AECID, Ministerio de Educación. Portugal. 147 páginas. Disponible en <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2010/08/www.ricyt.org_files_manualdelisboa2009es.pdf>.
- Manual de Antigua (2015). *Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Red Iberoamericana de indicadores de Ciencia y Tecnología. Disponible en <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2015/12/files_MAntigua.pdf>.

- Manual de Bogotá (2001). *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. RICYT. OEA. CYTED. Colciencia. OCYT. Disponible en <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2010/08/www.ricyt_.org_files_bogota.pdf>.
- Naciones Unidas (1989). *Manual de indicadores sociales*. Estudios de métodos. Serie F. No. 49. Oficina de Estadística. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales. Naciones Unidas. Nueva York. Estados Unidos de América.
- Niembro, Andrés (2015). “Innovación y desigualdades regionales de desarrollo: hacia un (re)visión integradora”, en *Redes*, vol. 21, núm. 41, pp.75-109.
- OECD (2020). *Main Science and Technology Indicators*. Volume 2020 Issue 2. París: OECD Publishing. Disponible en <<https://doi.org/10.1787/0bd49050-en>>.
- OECD (2021). *Innovación y tecnología*. Disponible en <<https://data.oecd.org/innovation-and-technology.htm>>.
- OECD, Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4th Edition. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. OECD Publishing, Paris, European Union. Eurostat, Luxembourg.
- Peuckert, Jan, Taynah Lopes de Souza y Axel Mangelsdorf (2014). “Infraestructura de la calidad e innovación”, en Goncalves, Jorge. Karl-Christian Göther y Sebastián Rovira (Edits.). *Midiendo el impacto de la infraestructura de la calidad en América Latina: experiencias, alcances y limitaciones*. Documento de proyecto. Naciones Unidas. CEPAL. Cooperación Alemana y PTB. Santiago, Chile. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36634/1/S2014154_es.pdf>.
- PSIDE (2017). *Anexo al periódico oficial*. Gobierno del Estado Libre y Soberano de Chihuahua. Secretaría de innovación y desarrollo económico del estado de Chihuahua. Chihuahua, México. Disponible en <<https://i2c.com.mx>>.
- PED (2018). *Chihuahua Amanece para Todos*. Gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <<http://chihuahua.gob.mx/planestatal/PLAN%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO.pdf>>.

- Rivas, Gonzalo y Sebastián Rovira (2014). *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina*. CEPAL, Naciones Unidas. Unión Europea. Cooperación Alemana. Santiago, Chile. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36797/1/S1420026_es.pdf>.
- Rodríguez, Benítez Carlos y Rosario León Robaina (2007). “Sistemas regionales de innovación y desarrollo local. El caso de Santiago de Cuba”, en *Ciencia en su PC*, núm. 5, pp.52-63. Disponible en <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181315033006>>.
- Ruiz D. Clemente (2008). “México: Geografía económica de la innovación”, en *Comercio Exterior*, vol. 58, núm. 11, pp. 756-769. Disponible en <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/120/1/756_ClementeRuiz.pdf>.
- Sánchez, María y Rocío Castrillo (2007). *Oslo. Manual de Oslo. Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación*. OECD y Comunidades Europeas. Gobierno regional de Madrid. España. Disponible en <<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001708.pdf>>.
- Sánchez, Carlos y Ríos, Humberto (2011). “La economía del conocimiento como base del crecimiento económico de México”, en *Revista venezolana de información, tecnología y conocimiento*, vol. 8, núm. 2, pp. 43-60.
- SIDE (2020). *Indicadores 2020*. SIDE. Gobierno del estado de Chihuahua. Disponible en <<http://www.chihuahua.com.mx/content/ESTUDIOS%20ESPECIFICOS/2020/INDICADORES%202020.pdf>>.
- Unesco (2014). *Technical Paper No. 11. Guide to Conducting an R&D Survey: For countries starting to measure research and experimental development*. Unesco, Institute for Statistics. Canadá. Disponible en <<http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/guide-to-conducting-an-rd-survey-for-countries-starting-to-measure-research-and-experimental-development-2014-en.pdf>>.
- UN (2020). *Progress towards the Sustainable Development Goals. Report of the Secretary-General. 2020 Session*. Disponible en

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26158Final_SG_SDG_Progress_Report_14052020.pdf.

Uyarra, Elvira y Kieron Flanagan (2009). “La relevancia del concepto ‘sistema regional de innovación’ para la formulación de la política de innovación”, en *Ekonomiaz*, núm. 70.

Anexo 1. Ranking de Chihuahua en el panorama nacional de CTI, 2011 y 2013

Componente Ranking nacional de CTI_2011 (número de indicadores)	Entidades en mejores y peores posiciones	Posición de Chihuahua en el CTI_2011 por componente	Dimensión Ranking nacional de CTI_2013 (número de indicadores)	Entidades en mejores y peores posiciones	Posición de Chihuahua en el CTI_2013 por dimensión
CI. Inversión para el desarrollo del capital humano (3)	1 DF, 2 EDOMX, 3 SLP, 30 TAB, 31 GRO, 32 CAMP	11	D1. Infraestructura académica y de investigación (5)	1 DF, 2 SIN, 3 BC, 30 TAB, 31 CAMP, 32 GRO	9
CII. Infraestructura para la investigación (5)	1 DF, 2 PUE, 3 VER, 30 Q ROO, 31 BCS, 32 COL	14	D2. Formación de recursos humanos (9)	1 DF, 2 NL, 3 SON, 30 CHIS, 31 GRO, 32 OAX	6
CIII. Inversión en CTI (2)	1 NL, 2 DF, 3 QRO, 30 CAMP, 31 OAX, 32 GRO	16	D3. Personal docente y de investigación (5)	1 DF, 2 QRO, 3 NL, 30 CHIS, 31 GRO, 32 CAMP	8
CIV. Población con estudios profesionales y de posgrado (7)	1 DF, 2 NL, 3 COL, 30 Q ROO, 31 OAX, 32 GRO	15	D4. Inversión en CTI (5)	1 DF, 2 QRO, 3 NL, 30 CHIS, 31 GRO, 32 CAMP	4
CV. Formadores de recursos humanos (4)	1 DF, 2 MOR, 3 COL, 30 GRO, 31 TAB, 32 TAMPS	23	D5. Productividad científica e innovadora (10)	1 DF, 2 NL, 3 JAL, 30 CAMP, 31 NAY, 32 GRO	9

continúa

continuación

CVI. Productividad innovadora o científica (7)	1 DF, 2 NL, 3 QRO, 30 OAX, 31GRO, 32NAY	10	D6. Infraestructura empresarial (8)	1 NL, 2 DF, 3 BC, 30 NAY, 31 GRO, 32CAMP	5
CVII. Infraestructura empresarial (2)	1 QRO, 2 NL, 3 GTO, 30 CHIS, 31GRO, 32TAB	13	D7. Tecnologías de información y comunicaciones (5)	1 DF, 2 SON, 3 NL, 30 GRO, 31 OAX, 32CHIS	14
CVIII. Tecnologías de la información y comunicaciones (4)	1 DF, 2 BC, 3 NL, 30 GRO, 31OAX, 32CHIS	9	D8. Componente institucional (2)	1 ZAC, 2 JAL, 3 MICH, 30 SLP, 31 TAB, 32TLAX	16
CIX. Entorno económico y social (5)	1 DF, 2 CAMP, 3 NL, 30 MICH, 31CHIS, 32OAX	15	D9. Género en la CTI (5)	1 Q_ROO, 2 GRO, 3 MOR, 30 SLP, 31 CAMP, 32ZAC	14
CX. Componente institucional (4)	1 AGS, 2 BC, 3CHIS, 30 ZAC, 31OAX, 32 SON	4	D10. Entorno económico y social (4)	1 DF, 2 CAMP, 3 NL, 30 DGO, 31 CHIS, 32 NAY	19

Fuente: Dutrénit *et al.* (2014). Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI. Ranking 2013. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Gabriela Dutrénit y Patricia Zúñiga-Bello (responsables de edición). Autores: Gabriela Dutrénit, María Luisa Zaragoza, María A. Saldivar, Elmer Solano y Patricia Zúñiga-Bello. Enero 2014. México, Distrito Federal. Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ranking 2011. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. Juan Pedro Laclette y Patricia Zúñiga-Bello (Responsables de edición). Noviembre 2011. México, Distrito Federal.

CONCLUSIONES

La política de Ciencia Tecnología e Innovación (PCTI) en la región de estudio, ha sido analizada a partir de lógicas y herramientas análogas a las propuestas por el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Sin embargo, como se ha mostrado a través de los diversos capítulos, se hace énfasis en la base teórico-conceptual de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), porque se requiere más claridad sobre las capacidades tecnológicas y los vínculos que establecen los diferentes agentes activos en la región. Así, el conocimiento específico sobre la configuración y la trayectoria tecnológica local hace que la PCTI a nivel regional sea afinada para atender las necesidades locales.

Dado que el análisis regional tiene como base la concentración geográfica de las actividades e instituciones intensivas en conocimiento y su manejo, recrean un ambiente favorable de la renovación de producción y procesos; se puede afirmar que las estrategias regionales de innovación se basan en las teorías interactivas e institucionales de innovación, al hacer énfasis en las relaciones no lineales entre la Investigación y Desarrollo (I+D). Así, en la conformación de clústeres, agrupamientos y en la creación de vínculos entre los diferentes agentes, se identifica una compleja red de relaciones intersectoriales a nivel microeconómico, sin dejar de lado la importancia del ambiente macroeconómico para observar y promover desde las regiones el crecimiento económico y, aún más allá, su desarrollo.

A lo largo de la investigación se ha podido observar, en el caso de Chihuahua, la presencia de algunos elementos que favorecen su desarrollo económico. El estado, en los últimos veinte años, se ha colocado entre los primeros lugares de la competitividad que mide el IMCO, entre los estados federativos del país, por su relevancia en la contribución al PIB, la captación de inversión extranjera directa, su capacidad de generar empleo formal (primer lugar a nivel nacional en 2020), su orientación hacia la industria, la formación de capital humano en el área de las ingenierías y la creación de nuevas instituciones de educación superior, así como la existencia de políticas y estrategias de impulso a la innovación, y vínculos entre el conjunto de agentes económicos, emergentes en los últimos años dan cuenta de la presencia de factores asociados a los referentes del SRI.

Las instituciones de educación superior y los centros de investigación han jugado un rol importante dentro del SRI, pues han proveído de profesionistas a los principales sectores del estado; es decir, que el capital humano formado con altas cualificaciones y la cada vez más fuerte infraestructura educativa y centros de investigación que desarrollan las capacidades investigativas, dan mayor certeza para brindar atención a las demandas empresariales. No obstante, el financiamiento estatal para actividades científicas y tecnológicas ha sido limitado a los subsidios del Fondo Mixto y el Programa de Estímulos a la Innovación.

Las políticas y estrategias del sector público incentivan el desarrollo de agrupamientos para propiciar el desarrollo económico de la región. Actualmente, el Instituto de Innovación y Competitividad (I2C) ha procurado, entre sus estrategias, fortalecer y aprovechar la disposición de los grupos empresariales para impulsar la innovación, mediante mecanismos articuladores. Además, se observa que, a pesar de que normativamente tiene un sistema estatal de ciencia y tecnología que es relativamente joven (menos de 10 años) y está en ciernes de consolidarse, la entidad ha acumulado diversos factores que pueden reconocerse en un sistema regional de innovación.

Lo anterior se observa en las dinámicas locales, en la vinculación entre los agentes y en los procesos de generación de conocimiento y aprendizaje en las empresas, por lo que estos factores deberán ser con-

siderados en el diseño y en la implementación de las PCTI. Aunque se advierte que dichas políticas se han formulado desde una perspectiva de arriba-hacia-abajo, pues están contenidas en los planes de desarrollo de los tres niveles gubernamentales, al distinguirse una falta de claridad en la concepción de la innovación de cada uno de los niveles, así como una falta de gobernanza y especificidad de funciones.

La búsqueda de la consolidación de la infraestructura científica y tecnológica, de la formación de recursos humanos especializados, y de programas de apoyo para la generación de innovaciones, dio arranque en el caso de Chihuahua, en 2008, bajo la línea nacional iniciada en el 2000. Más tarde, en 2016, se creó el I2C en el estado, para promover cuatro áreas –infraestructura, recursos humanos, fomento a la innovación y al emprendimiento, y la divulgación–, y sus actividades principales son de articulación y gestión.

No obstante, la importancia de Ciudad Juárez en el desarrollo económico del estado, su participación en la definición de políticas, programas y estrategias de CTI, ha sido casi nula; además, dicha importancia económica y potencial innovador no se ve reflejada en el bienestar social (United Nations, 2015), pues tiene una fuerte problemática urbana y social que frena su desarrollo.

Ciudad Juárez recién empieza a ser reconocida, pero es urgente el fortalecimiento de las líneas de comunicación entre los agentes, pues de acuerdo con los argumentos expresados por algunos empresarios, revelan que existen fallas de comunicación con el I2C. En los últimos diez años, tanto el gobierno estatal como el municipal, han incorporado en la agenda el apoyo a la innovación, pero sus esfuerzos aún no se ven capitalizados en acciones para desarrollarla.

Para otorgar fortalezas a Ciudad Juárez, es urgente estrechar la relación entre el gobierno (estatal y municipal) y las asociaciones empresariales, pues toman el liderazgo para llevar a cabo actividades de apoyo a la innovación, a través de estrategias de competitividad local, relacionada con encadenamientos internos y creación de valor. Mientras las acciones del gobierno están más enfocadas en la asesoría y capacitación para la captación de fondeo, el cual también es limitado, las movilizaciones

se han dado en forma aislada entre los agentes del sistema regional de innovación.

La política del desarrollo urbano en el país dejó claro hace más de sesenta años que Juárez tuviera una vocación industrial, por lo que las diversas etapas del desarrollo económico y el impulso a la industria maquiladora la han llevado a transitar por diversas etapas, lo que llevó a la localidad a formarse como una economía de localización altamente especializada en actividades económicas relacionadas con las industrias eléctrica electrónica, de autopartes, más recientemente ha tenido actividades emergentes en las comunicaciones, en la industria aeroespacial y biomédica; algunas de ellas con reconocidos procesos y productos inmersos en innovaciones y vinculados a industrias nacionales, pero mayoritariamente extranjeras. Este reporte nos remite a observar que el potencial innovador de la localidad y el estado ha mejorado y deja ver un avance en la formación del SRI, como un elemento más.

Ello revela el logro de la estrategia basada en el escalamiento de tecnologías y en subir en la cadena de valor de sectores existentes, donde el gobierno de Chihuahua busca generar una economía dinámica impulsando un SRI que fomente la innovación y el desarrollo económico. Valdría la pena que los gobiernos municipal y estatal intentaran recuperar los esfuerzos aislados de los agentes y redefinieran los sectores estratégicos a impulsar, como una apuesta válida, pero sobre todo al fortalecer las articulaciones y claridad de función ante los actores clave.

Otro factor fundamental para la conformación y reconocimiento del SRI es contar con la información necesaria para evaluar los desempeños de la economía, en términos de los resultados en vías desarrollo en la ciencia, la tecnología y la innovación.

Algunos comentarios finales que se desprenden del análisis realizado, en relación con la lista de indicadores propuestos para monitorear o conseguir la creación y el fortalecimiento de un SRI o un ecosistema estatal bajo el contexto de las políticas de ciencia y tecnología e innovación en Chihuahua, México, son los siguientes.

Los gobiernos nacionales y subnacionales han otorgado suma importancia al crecimiento y desarrollo económico en las décadas recientes, al considerar como un pilar fundamental las políticas de impulso a la

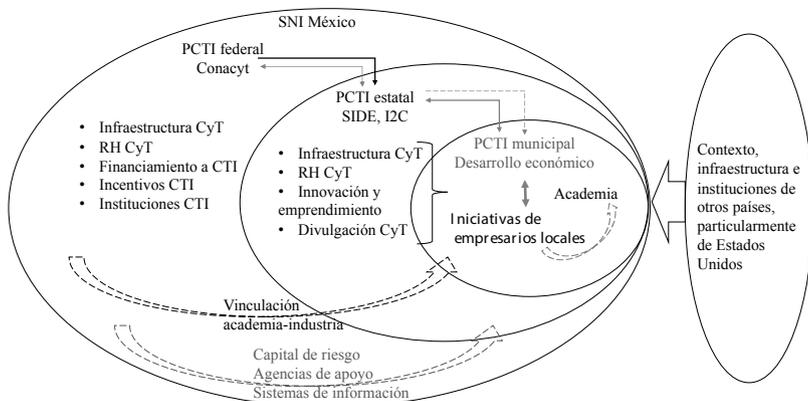
investigación y el desarrollo científico y al reconocer que los conocimientos humanos y el progreso tecnológico constituyen elementos clave para estimular la competitividad. Ello lleva a deducir que las PCTI son consideradas herramientas sustantivas para promover y detonar las capacidades regionales en los territorios, a partir de procurar estrategias que estimulen el bienestar general.

Ante tal escenario, las circunstancias de Chihuahua en el *ranking* nacional sugiere reconocerle como uno de los diez estados más competitivos en México, que al mismo tiempo se encuentra entre los más desiguales en materia económica y social, por lo que muestra una paradoja en el desarrollo de sus municipios.

Por lo anterior, las propuestas disponibles para realizar mediciones, con base en indicadores, hacen posible apreciar la existencia de inconsistencias en materia de PCTI a nivel nacional, regional y estatal, por lo que la oportunidad de integrar bases con datos se anticipa como una necesidad permanente. De conseguirse fortalecer ese tipo de registros, las aportaciones de este trabajo contribuirán a la comprensión de los nuevos marcos y necesidades metodológicas que requieren adecuarse, tanto para monitorear el desarrollo del estado de Chihuahua y dar soporte a la formulación de políticas en materia económica, de ciencia, tecnología e innovación, como para generar una economía impulsada desde un sistema regional que fomente disponer de infraestructura científica y tecnológica, además de retener y atraer recursos humanos especializados.

Por último, se considera que los indicadores del SIR propuestos en Chihuahua deben alienarse con los sugeridos por los organismos internacionales, ya que los sugeridos en materia de CTI a nivel estado son susceptibles de crítica, ante la falta de argumentación en sus características, claridad en su formulación, metodología, alcances y limitaciones. Por ende, la definición de sectores estratégicos que impulsar en Chihuahua es una apuesta válida, pero requiere disponer de diagnósticos y evaluaciones adecuadas como presupuestos que estimulen esquemas de certidumbre en materia de innovación. Una oportunidad es integrar estudios que contemplen integrar la perspectiva empresarial, gubernamental, académica y la perspectiva de género.

En síntesis, podemos describir el SRI para Ciudad Juárez, señalando que el marco institucional está definido desde la federación (*top-down*), lo cual se refleja en la formulación e implementación de la PCTI en el nivel nacional y estatal (línea continua unidireccional); sin embargo, el nivel municipal tiene menos participación (línea punteada unidireccional). En la ciudad se encuentran algunos de los agentes señalados en la revisión teórica (Komninos, 2000), como los son las organizaciones creadoras de conocimientos, como universidades y centros de investigación, tanto públicos como privados; empresas internacionales (maquila) y nacionales, algunas innovadoras; agencias gubernamentales, como el I2C; y organizaciones intermedias como el *Technology-hub*, algunos de estos agentes han comenzado a interactuar, pero aún falta generar un sistema de indicadores para evaluar su desempeño en términos de generación de innovaciones y su impacto en la localidad. También es importante notar que algunos incentivos mencionados por Anderson y Karlsson (2004) están parcialmente o no están presentes en el sistema de innovación (nacional, estatal, y regional), como el capital de riesgo, las agencias de apoyo a la innovación, y los sistemas de información de CTI. Lo anterior resalta la importancia de las iniciativas de las asociaciones empresariales que enfatizan la necesidad de generar relaciones más estrechas entre los agentes de la localidad, con el objetivo de mantener la competitividad internacional de la ciudad, y financiar con capital privado algunos emprendimientos de base tecnológica. Dentro del enfoque sistémico de la innovación, la vinculación academia-industria es sumamente importante, pues permite que los nuevos conocimientos generados en las universidades y en los centros de investigación sean desarrollados por las empresas a fin de que sean comercializados. Si bien este tipo de vínculo se ha desarrollado en México, aún no se ha consolidado en todas las localidades (flecha punteada).



Fuente: elaboración propia.³

Es recomendable que haya una retroalimentación entre los tres niveles de gobierno, para considerar la dinámicas y las necesidades de las localidades (flechas continuas bidireccionales), particularmente entre el estado y el municipio. Además, se necesitan considerar las iniciativas del sector empresarial local, el cual, en algunos casos, ha generado una trayectoria del desarrollo de capacidades tecnológicas para la innovación (línea directa bidireccional); es decir, considerar para la formulación de PCTI de abajo hacia arriba (*bottom-up*). Por último, es ineludible reflexionar dentro de la formulación e implementación de las PCTI para Ciudad Juárez, que la actividad económica de la localidad se relaciona con las necesidades de empresas multinacionales extranjeras, particularmente de Estados Unidos, lo cual abre una ventana de oportunidad para generar una estrategia competitiva, que incluye un portafolio de emprendimientos tecnológicos que atiendan necesidades hacia el mercado interno y externo.

³ El grueso de las flechas indica la relevancia de los vínculos de colaboración, y las líneas punteadas señalan que los vínculos son irregulares y débiles. Asimismo, un tono del texto fuerte indica que elementos están presentes, mientras que un tono de texto débil señala que los elementos están parcialmente o están ausentes.

SEMBLANZA DE AUTORAS Y AUTORES

María de Lourdes Ampudia Rueda

Profesora-investigadora en el Instituto de Ciencias Sociales (ICSA) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, desde 1998. Doctora en Estudios Urbanos por la UACJ, maestra en Economía Regional por la UAdC y maestra en Psicoterapia Humanista y Educación para la Paz por la UACJ. Ha sido subdirectora de Estudios para el Desarrollo Institucional, coordinadora de apoyo al Desarrollo Académico del ICSA-UACJ, consejera electoral en Chihuahua entre 2000-2009; coordinadora del Comité para la implantación del Modelo de Equidad de Género en la UACJ 2008-2015 y líder de 2003-2014 e integrante del Cuerpo Académico Estudios Regionales en Economía, Población y Desarrollo hasta la actualidad. Reconocimiento del perfil PROMEP desde 1999 y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Líneas de investigación: economía regional y urbana; estudios del desarrollo y población y mercados laborales, con enfoque de género; economía de cambio tecnológico. Ha impartido clases en los programas de maestría en Economía, maestría en Ciencias Sociales para el Diseño de Políticas Públicas, maestría en Planificación del desarrollo Urbano y licenciatura en Economía. Algunas publicaciones recientes son *Privatization in Ciudad Juárez - James A. Baker III Institute for Public Policy* (2018) y *Tendencias de las políticas sociales y el enfoque de género, en Política social, desigualdad y pobreza: El caso de México* (2016).

Julieta Flores Amador

Profesora-investigadora en el Instituto de Ciencias Sociales y Administración (ICSA) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctora en Administración, con concentración en Gestión de la Tecnología por la Université du Québec à Montréal, en Canadá, y maestra en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico por la UAM-Xochimilco. Forma parte del cuerpo académico de estudios fronterizos y sus temas de investigación se enfocan en políticas públicas para la innovación, la vinculación universidad-industria, estrategia y transferencia de tecnología, y la colaboración transfronteriza para la innovación. Ha impartido cursos en los programas de posgrado de la maestría en Economía (ICSA) y la maestría y el doctorado en Tecnología (IIT). Colaboró en el área de propiedad intelectual de la oficina de transferencia tecnológica de la UACJ. Ha publicado sus resultados de investigación en revistas nacionales e internacionales, y es miembro de la red internacional GLOBELICS (Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems) y la Association for Borderland Studies.

Myrna Limas Hernández

Profesora-investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctora en Estudios de Integración y Desarrollo Económico por la Universidad Autónoma de Madrid, en España. Integrante del cuerpo académico estudios regionales en Economía, Población y Desarrollo y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Miembro de la Red Iberoamericana de Estudios del Desarrollo y de la Cátedra Internacional Marcela Lagarde y de los Ríos. Líneas de investigación: estudios del desarrollo, género, violencia y población vulnerable. Ha impartido cursos a estudiantes del doctorado en Ciencias Sociales, de la maestría en Ciencias Sociales para el Diseño de Políticas Públicas, de la maestría en Estudios Interdisciplinarios de Género, y de la licenciatura en Economía, entre otros en la UACJ. Experiencia como editora en jefe de *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* y como dictaminadora de artículos científicos. Coresponsable del Observatorio de Violencia Social y de Género. Publicación reciente “Experiencias de empleadas y empleados en una empresa maquiladora certificada en el modelo de equidad de género en Ciudad Juárez”, en *La mujer y el mercado de trabajo: retos y oportunidades*. Reyna Rodríguez y David Castro (Coords.) (2017, UAC y Laurel Ediciones).

Javier Martínez Romero

Profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctor en Administración con concentración en Gestión de la Tecnología por la Université du Québec à Montréal, en Canadá. Tiene la maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Integrante del cuerpo académico de estudios fronterizos. Sus áreas de interés son la economía de la innovación y la gestión de la tecnología. Ha presentado avances de sus proyectos de investigación en congresos organizados por la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC), la Red Latinoamericana para el estudio de los Sistemas de Aprendizaje, Innovación y Construcción de Competencias (LALICS) y la Association for Borderlands Studies (ABS). Ha impartido cursos de posgrado en los programas de maestría en Economía, maestría en Tecnología y la maestría en Ciencias Sociales para el diseño de Políticas Públicas. De 2005 a 2006 ocupó el puesto de jefe de información económica de la Dirección de desarrollo económico y financiero del municipio de Juárez.

Gabriela Dutrénit

Es coordinadora del posgrado en Economía, Gestión y Políticas de Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Xochimilco. Obtuvo el doctorado en Economía de la Innovación en el Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Inglaterra; la maestría en Economía en la UNAM, México, y la licenciatura en Economía en la Universidad de la Habana, Cuba. Es profesora distinguida de la UAM, miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III. Es miembro del Consejo Asesor del Instituto de Investigación Económica y Social de la Universidad de las Naciones Unidas en Maastricht sobre Innovación y Tecnología (UNU-MERIT), Holanda. Fue coordinadora general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012-2014. Es coordinadora de la red latinoamericana sobre aprendizaje, innovación y construcción de sistemas de innovación (LALICS). Se ha especializado en estudios sobre la vinculación de universidades con el sector productivo, la construcción de capacidades tecnológicas, los sistemas de innovación y las políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. Ha publicado 23 libros de autoría, coautoría y coordinados; 55 artículos en revistas indizadas, y 91 capítulos de libros. Ha

impartido más de 80 cursos y seminarios de investigación a nivel de licenciatura, maestría y doctorado, y ha sido directora de 24 tesis de maestría y 12 de doctorado.

Ryszard E. Rozga Luter

Doctor en Ciencias Económicas por la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Varsovia, con especialidad en Desarrollo Económico Regional y Urbano. Profesor-investigador en el Departamento de Procesos Sociales, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma; anteriormente en la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, y en la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM-Toluca, con la cual colabora. Profesor del seminario de Economía y Administración de la Ciencia y Tecnología, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, UNAM. Autor de aproximadamente 100 artículos y capítulos de libros, además de 10 libros. Sus últimos libros (coautor): *Técnicas para el Análisis Regional. Desarrollo y Aplicaciones* (2009), *Una Propuesta del Método de Análisis del Desarrollo Local. El Caso de Algunos Territorios Locales del Estado de México* (2014) y *Sistemas Regionales de Innovación como Instrumentos de la Política Pública de Innovación* (2017).

En el periodo 2001-2004 fue secretario de la mesa directiva de la Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional (AMECIDER) y en el periodo 2011-2015 presidente de la Red de Investigación y Docencia en Innovación Tecnológica (RIDIT).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
--------------------	---

CAPÍTULO 1.

ELEMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.....	17
Introducción	17
La PCTI a nivel subnacional	30
Referencias	33

CAPÍTULO 2.

EL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN COMO HERRAMIENTA ANALÍTICA Y GUÍA CONCEPTUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA: CASO DE CHIHUAHUA, MÉXICO.....	37
Introducción	37
Origen del concepto SRI	38
La ubicación del SRI en el sistema de innovación	40
Elementos de los SRI	43
Esquemas y clasificaciones del concepto de los SRI	45
Práctica de los SRI en México. Sistemas estatales de CTI.....	50
Conclusiones.....	64
Referencias	67

CAPÍTULO 3.

POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: EL CASO DE CIUDAD JUÁREZ	73
Introducción	73
Marco conceptual.....	76
PCTI en México	79
Evolución de las PCTI en México y el marco institucional ...	80
Los programas especiales de CTI	83

El caso del estado de Chihuahua	86
El caso del municipio de Juárez.....	88
Acciones del sector privado.....	89
Reflexiones finales	91
Referencias	93

CAPÍTULO 4.

DINÁMICA INDUSTRIAL Y POTENCIAL INNOVADOR

DEL DESARROLLO LOCAL	97
Introducción.....	97
Crecimiento económico y desarrollo tecnológico, derivado del cambio en las estructuras económicas locales	99
La innovación tecnológica como detonante del crecimiento económico	101
El Sistema Regional de innovación. Ecosistema innovador.....	103
Caracterización del sector manufacturero de Ciudad Juárez.....	103
Potencial de innovación tecnológica en Ciudad Juárez	106
Conclusiones.....	121
Referencias	122

CAPÍTULO 5.

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN:

UN PANORAMA. CHIHUAHUA EN LA ESCENA NACIONAL	125
Introducción.....	125
Marco conceptual de los indicadores	127
Consideraciones metodológicas en los indicadores: el interés en ciencia, tecnología e innovación	130
Los SRI: posición de Chihuahua y su propuesta.....	145
Conclusiones.....	165
Referencias	167

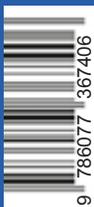
Conclusiones.....	177
-------------------	-----

Este libro es producto del proyecto de investigación titulado Políticas públicas de innovación tecnológica, impactos y retos para el desarrollo local dentro del contexto de los sistemas de innovación regional: estudio de caso Ciudad Juárez, México; cuyo equipo de



trabajo se interesó en discutir y analizar las condiciones y agentes planteados por la literatura especializada para determinar la existencia o el impulso hacia la existencia de un Sistema de Innovación Regional (SRI) en Ciudad Juárez. Lo anterior llevó a analizar cuestionamientos acerca de ¿Cuál ha sido la evolución en los tres niveles de gobierno de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación PCTI? ¿Cómo contribuye este esquema de políticas en CTI para el desarrollo de un SRI? ¿Cuáles son los sectores industriales con potencial innovador? ¿Qué indicadores se han propuesto para dar soporte a la integración de informes que rindan cuentas, con respecto a la PCTI y a la formación del SRI? A partir de diversas metodologías cuantitativas y cualitativas se buscó dar respuesta y proveer al lector de información y hallazgos sobre el desempeño de la economía de Ciudad Juárez en función de sus capacidades empresariales, de innovación y articulación entre los agentes del sistema.

ISBN Fontamara
978-607-736-740-6



Serie Argumentos