Raúl; César; José Manuel Varela Tena; Modesto Aco...

Un modelo de transformación científica, tecnológica y de innovación. Una ruta hacia la innovación so

Comunicacion Cientifica Ediciones

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::21:215240975

Fecha de entrega
24 nov 2025, 3:16 p.m. GMT-6

Fecha de descarga
18 sep 2026, 12:44 p.m. GMT-6

Nombre del archivo
modelo de transformación científica, tecnológica y de innovación.pdf

Tamaño del archivo
1.9 MB

223 páginas

69.595 palabras

407.310 caracteres

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 16 palabras)

Fuentes principales

1% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

1% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
www.amedirh.com.mx		<1%
2	Internet	
fliphtml5.com		<1%
3	Internet	
1lib.sk		<1%
4	Internet	
i2c.com.mx		<1%
5	Internet	
pure.iiasa.ac.at		<1%
6	Internet	
plancolima.col.gob.mx		<1%
7	Internet	
repositorio.uach.mx		<1%
8	Internet	
infochannel.info		<1%
9	Publicación	
Luci Cristina Salas Narváez, Andrea Michelle Viera- Romero, María Paulina Brito O...		<1%
10	Internet	
www.joseantoniomarina.net		<1%
11	Internet	
unesdoc.unesco.org		<1%

12 Publicación

Gonzalez, Jose Oscar. "Transformacion sostenible en la industria de Puerto Rico: L... <1%

13 Publicación

Editorial Mar Caribe, Rufino Alejos Ipanaque, Gloria Helena Castro Leon, Hugo Ela... <1%

14 Internet

www.derechoshumanos.gob.ec <1%

15 Internet

ciencialatina.org <1%

16 Internet

concyteq.edu.mx <1%

17 Internet

www.diputados.gob.mx <1%

18 Internet

cidesi.com <1%

19 Internet

oei.int <1%

20 Internet

www.lainter.edu.mx <1%

21 Internet

www.tecnm.mx <1%

WWW.COMUNICACION-CIENTIFICA.COM

COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PUBLICACIONES ARBITRADAS

Plantilla para integrar el libro

TÍTULO:

Un modelo de transformación científica, tecnológica y de innovación

SUBTÍTULO

Una ruta hacia la innovación sostenible y la articulación entre ciencia, industria y sociedad

AUTOR/COORDINADOR:

Raúl Varela Tena

César Modesto Acosta

José Manuel Rodríguez Villa

Instrucciones

El presente archivo es una plantilla diseñada para que el autor/coordinador integre todos los capítulos que conformarán el libro de una forma sencilla y con el formato adecuado.

1) En el apartado Portada, indique el título del libro, subtítulo y nombre completo de los coordinadores. Por favor no utilice abreviaciones.

2) En el apartado Índice anote el título de cada capítulo y el nombre de sus autores (sin abreviaturas).

3) En los apartados Presentación, Prólogo e Introducción escriba el texto correspondiente. No hay límite de extensión. NOTA: no es obligatorio que incluya los tres apartados, puede elegir solo uno o dos de ellos.

4) En cada capítulo llene los campos correspondientes: Título de capítulo, Nombre de los autores, Metadados en nota al pie, Resumen, Palabras clave (3 o 4), contenido del capítulo (texto + figuras/tablas) y Referencias. NOTA: para integrar el contenido de los capítulos deberá copiar el texto junto con las figuras y tablas desde el archivo original y pegarlo en el espacio que le corresponda. Cuide que el contenido siga los lineamientos establecidos.

5) Al finalizar, integre en un carpeta la Plantilla (este archivo), todos los Currículo por autor y la carpeta con imágenes, tablas y gráficas de todo el libro. Luego comprima la carpeta en formato .zip o .rar y envíela por correo electrónico al equipo de COMUNICACIÓN CIENTÍFICA.

Lineamientos

Citas y referencias

Las citas y referencias deben seguir las Normas APA 7.

Puede consultarlas haciendo clic aquí.

Estilos

Para texto "Normal" utilice Times New Roman de 12 puntos e interlineado de 1.5. Para títulos y subtítulos emplee los estilos predefinidos en este archivo Word:

* **Título de capítulo**
* **Título de apartado**
* ***Subtítulo (nivel 3)***
* *Subtítulo (nivel 4)*
* *Título de tabla o figura*
* Notas de pie de tabla o figura

Gráficas y tablas

- Colóquelas correctamente en el texto y numérelas.

- Anexe en un documento Excel las tablas y gráficas en formato editable.

En el caso de las gráficas, además, se deben incluir los datos para su elaboración. Vea el ejemplo en la página siguiente.

Figuras, imágenes e ilustraciones

- Todas se denominarán "figuras"; colóquelas correctamente en el texto y numérelas.

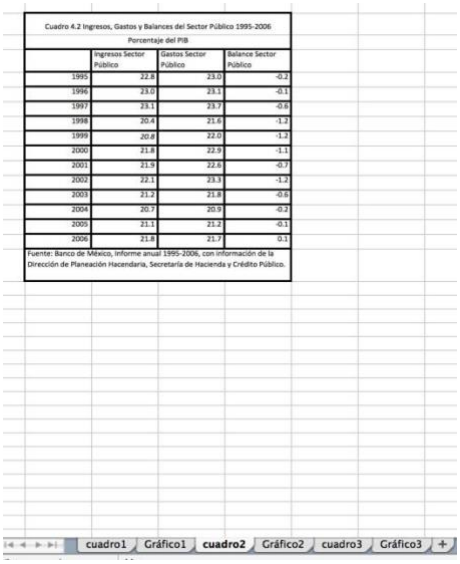
- Agrupe en una carpeta aparte, las imágenes de todos los capítulos en formato jpg de 300 dpi de resolución.

Ejemplo de tablas y gráficas con sus datos en Excel

Adicional a que las tablas y gráficas aparezcan en el cuerpo del texto, es necesario capturar su información en Excel junto con un ejemplo de cómo deben quedar. La finalidad es que el diseñador tome la información y las reelabore con una buena resolución y estilo.

Nota: no es importante que estas tablas o gráficas en Excel tengan un estilo estético, sino que la información esté capturada.

Figura 1. *Ejemplo de información de las tablas*



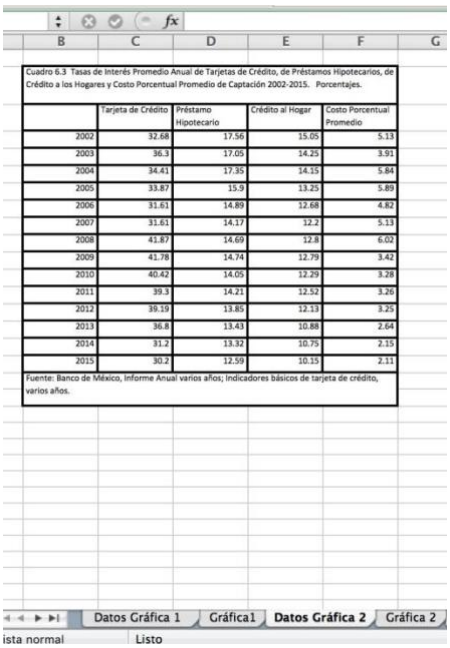
Cuadro 4.2 Ingresos, Gastos y Balances del Sector Público 1995-2006
Porcentaje del PIB

	Ingresos Sector Público	Gastos Sector Público	Balance Sector Público
1995	22.8	23.0	-0.2
1996	23.0	23.1	-0.1
1997	23.1	23.7	-0.6
1998	20.4	21.6	-1.2
1999	20.8	22.0	-1.2
2000	21.8	22.9	-1.1
2001	21.9	22.6	-0.7
2002	22.1	23.3	-1.2
2003	21.2	21.8	-0.6
2004	20.7	20.9	-0.2
2005	21.1	21.2	-0.1
2006	21.8	21.7	0.1

Fuente: Banco de México, Informe anual 1995-2006, con información de la Dirección de Planeación Hacendaria, Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

cuadro1 Gráfico1 cuadro2 Gráfico2 cuadro3 Gráfico3

Figura 2. *Ejemplo de información de las gráficas*

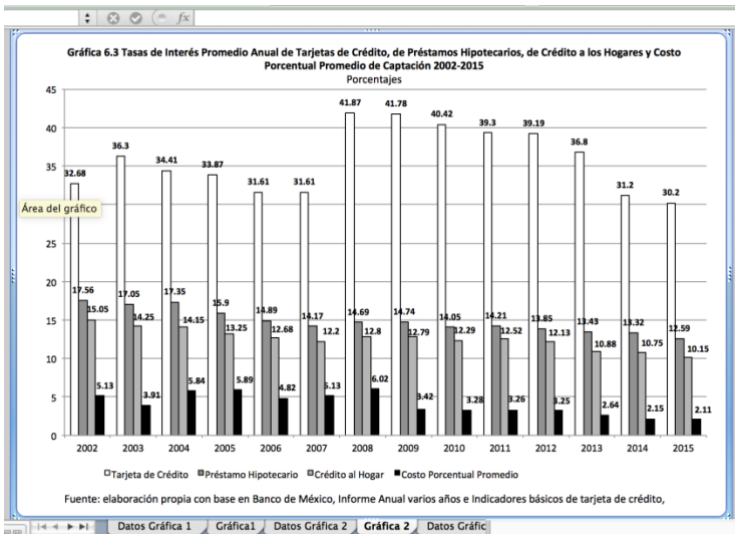


Cuadro 6.3 Tasas de Interés Promedio Anual de Tarjetas de Crédito, de Préstamos Hipotecarios, de Crédito a los Hogares y Costo Porcentual Promedio de Captación 2002-2015. Porcentajes.

	Tarjeta de Crédito	Préstamo Hipotecario	Crédito al Hogar	Costo Porcentual Promedio
2002	32.68	17.56	15.05	5.13
2003	36.3	17.05	14.25	3.91
2004	34.41	17.35	14.15	5.84
2005	33.87	15.9	13.25	5.89
2006	31.61	14.89	12.68	4.82
2007	31.61	14.17	12.2	5.13
2008	41.87	14.69	12.8	6.02
2009	41.78	14.74	12.79	3.42
2010	40.42	14.05	12.29	3.28
2011	39.3	14.21	12.52	3.26
2012	39.19	13.85	12.13	3.25
2013	36.8	13.43	10.88	2.64
2014	31.2	13.32	10.75	2.15
2015	30.2	12.59	10.15	2.11

Fuente: Banco de México, Informe Anual varios años; Indicadores básicos de tarjeta de crédito, varios años.

Datos Gráfica 1 Gráfica1 Datos Gráfica 2 Gráfica 2
ista normal Listo



*Escriba a continuación el título del libro:

Un modelo de transformación científica, tecnológica y de innovación

*Escriba a continuación el subtítulo del libro:

Una ruta hacia la innovación sostenible y la articulación entre ciencia, industria y sociedad

*Escriba a continuación los nombres de los coordinadores:

Raúl Varela Tena

César Modesto Acosta

José Manuel Rodríguez Villa

Índice

*Escriba los títulos de los capítulos y los nombres completos de sus autores (sin abreviaturas) en donde se indica:

Presentación

Prólogo

Introducción

Capítulo 1: Marco Jurídico en Ciencia, Desarrollo Científico e Innovación., autor: Alma Rosa Armendáriz Sigala

Capítulo 2: La Importancia de Impulsar en México y Chihuahua la Economía y Sociedad Basada en el Conocimiento. , autores: Jaime Parada Ávila y César Modesto Acosta

Capítulo 3: La Transferencia de Conocimiento como Pilar del Desarrollo Tecnológico., autor: César Modesto Acosta

Capítulo 4: El Instituto de Innovación y Competitividad y sus Mecanismos de Transferencia del Conocimiento. , autor: Raúl Varela Tena

Capítulo 5: Prospectiva para la Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua., autores: César Modesto Acosta, Rosa Herrera Aguilera y José Manuel Rodríguez Villa

Capítulo 6: Rumbo a la Innovación: Del Modelo Industrial a la Economía del Conocimiento en México y Chihuahua., autores: Jose Manuel Rodríguez Villa, Jesús Humbero Martínez Escobar y Mónica Delgado López

Capítulo 7: La Importancia de las IES para el Desarrollo Científico y Tecnológico en el Estado., autores: Inocente Yuliana Meléndez Pastrana, Yolanda Cabrales Rosales, César Modesto Acosta

Capítulo 8: FECTI: Difusión, Consolidación e Impacto., autores: Jerónimo Sosa Vega y Raúl Varela Tena

Capítulo 9: Voces de la Ciencia, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación., autores: Mónica Delgado López, Rosa Herrera Aguilera y Yolanda Cabrales Rosales

Sobre los autores

Presentación

*Redacte en el siguiente recuadro la presentación del libro:

"La innovación es lo que distingue entre el avance de una sociedad
y su estancamiento; es el motor del desarrollo humano"
Muhammad Yunus
Premio Nobel de la Paz 2006

Es con gran entusiasmo se presenta la obra "Un modelo de Transformación Científica, Tecnológica y de Innovación" Este libro refleja nuestra convicción de que la ciencia, la tecnología y la innovación son pilares fundamentales para construir un futuro más competitivo, sostenible e inclusivo para nuestra sociedad.

Los diversos esfuerzos dirigidos en construir una comunidad científica fuerte y dinámica en el estado de Chihuahua, se traduce en la creación de puentes entre la academia, la industria y el gobierno, promoviendo la transferencia de conocimiento, la implementación de tecnologías disruptivas y la consolidación de ecosistemas de innovación. El Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) se erige como una herramienta estratégica, diseñada para fortalecer la capacidad de Chihuahua de enfrentar los retos contemporáneos y maximizar su potencial económico, social y cultural.

FECTI tiene como objetivo apoyar proyectos con impacto productivo, social y educativo, transformando el futuro de áreas clave como la salud, el medio ambiente y la seguridad en Chihuahua. Este modelo representa un compromiso con el desarrollo sostenible y la calidad de vida de la sociedad chihuahuense, impulsando una visión compartida de progreso que coloca a la innovación y la tecnología al servicio de las personas. Su impacto trasciende lo académico y lo institucional, actuando como un catalizador para el bienestar colectivo y el crecimiento económico en la región.

Es nuestro deseo que esta obra inspire a líderes, investigadores, emprendedores y ciudadanos a unirse a esta transformación, trabajando juntos para enfrentar los desafíos del presente y construir soluciones innovadoras para el futuro. Agradecemos a todos aquellos que han contribuido con su visión, esfuerzo y compromiso a este proyecto.

Los invitamos a explorar este modelo, que no solo resume nuestra misión, sino que también simboliza la esencia del espíritu innovador de Chihuahua.

C.Dr. Raúl Varela Tena

Prólogo

*Redacte en el siguiente recuadro la presentación del libro:

Para 2030, el Foro Económico Mundial estima que se crearán 170 millones de nuevos empleos, pero otros 92 millones serán eliminados; el número restante serán los que aún no existen.

Es innegable que la tecnología es una de las grandes tendencias de empleo para los próximos años, pero también para que los jóvenes puedan ser una oportunidad prometedora para el presente y futuro.

Para ello se requiere la conexión entre la investigación en campos prospectivos de la tecnología y su transferencia al ámbito universitario y la industria. Esta triada, perfectamente articulada y organizada con lineamientos claros, es lo que hará avanzar y mejorar a los Estados, alineándose con las políticas internacionales que insisten en la necesidad de un futuro sostenible, como la Agenda 2030.

Sin la articulación anterior en una verdadera política de investigación, innovación y transferencia tecnológica no será posible cumplir con los contenidos del Informe sobre el futuro del empleo 2025 del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) donde se recoge la gran demanda del personal especializado en tecnología debido a la transformación digital, la automatización y los avances de la inteligencia artificial (IA).

Precisamente, estos empleos son los que se consideran de más rápido crecimiento con tendencia a mantenerse en las próximas décadas. Durante el foro "Tendencias en Empleo" organizado por la consultora Capgemini, Fernando Maeda, Director General del Campus Querétaro del TecMilenio, estableció 9 carreras tecnológicas que tienen grandes oportunidades laborales: desarrollo de software y soluciones en la nube, ciberseguridad, inteligencia artificial, AR/VR metaverso, ingeniería mecánica/diseño industrial, tecnologías de la información y la comunicación, arte digital/videojuegos, marketing digital y creación de contenidos.

Se pone así de manifiesto, que la denominada "cuarta revolución industrial" nos exige pensar lateralmente, uniendo industrias y disciplinas antes delimitadas de forma precisa ya hora intercambiando conocimiento y transferencia en su aplicación. A ello se refiere precisamente Schwab (2017), uno de los teóricos pioneros de esta nueva "revolución", al insistir en la generación de nuevos empleos gracias a ella para quienes poseen las capacidades y formación adecuadas, siendo "uno de los mayores desafíos para los gobiernos y las empresas formar la

fuerza laboral del futuro, y al mismo tiempo, ayudar a los trabajadores de hoy a hacer la transición a esta nueva economía".

Sin embargo, aún existen barreras que impiden la transferencia del conocimiento desde su creación hacia la sociedad. Unas son burocráticas, otras son legales, otras son éticas y finalmente, otras son económicas. Un desarrollo científico demasiado rápido para una sociedad con estructuras demasiado estáticas y burocráticas para dar cabida a dichos cambios. Solamente los países que logren romper este bucle disfuncional podrán generar de manera ordenada esta transferencia del conocimiento al mundo real.

La obra que se presenta es precisamente una guía para romper las barreras a la transferencia de conocimiento hacia las instituciones educativas y la sociedad con lineamientos claros y ejemplos reales que puedan servir de modelo para generar nuevos conocimientos útiles y funcionales para el mundo real, de una manera ética y responsable.

Nos gustaría terminar este pequeño prólogo, invitando al lector y a los agentes gubernamentales a seguir las indicaciones de Joseph E. Stigliz, premio Nobel de Economía (2001) y profesor de la Universidad de Columbia, quien en su obra La creación de una Sociedad del Aprendizaje (2014), insiste en que la prioridad de la política económica de cualquier país debería consistir en crear políticas y estructuras económicas que mejoren tanto el aprendizaje como los efectos de éste y de esta forma "el sistema de innovación de una economía pasa desde la investigación básica, hasta la investigación aplicada. Las ideas tienen que darse a conocer y ser puestas en práctica; gran parte del aumento de la productividad ocurre cuando las empresas aprenden unas de otras o cuando la tecnología mejora a través de la práctica".

La presente obra plantea, por tanto, el camino correcto desde el conocimiento a la innovación pasando por la transferencia con lineamientos claros y precisos de cómo llevar a cabo el proceso, incluyendo algunos ejemplos de buenas prácticas que nos llevan a comprender que el "orden" y el "sentido común" son los ejes de una sociedad inteligente y que aprende a crear conocimiento para no comprarlo fuera a un precio mayor. Este es el inicio de un proceso exponencial, asentado en bases legales y éticas que permitirá si se siguen los lineamientos que se indican en la obrar generar un circuito de progreso.

Dr. Juan Antonio García Fraile

Profesor Titular Jubilado

Universidad Complutense de Madrid

Introducción

*Redacte en el siguiente recuadro la presentación del libro:

En la carrera por el desarrollo tecnológico, tradicionalmente los países se han volcado mayormente a la búsqueda de lograr mecanismos de producción más eficientes, es decir, producir más con menos recursos, dejando la producción de conocimiento al margen. Sin embargo, esto ha ido cambiando con los años y ha cobrado un nuevo significado.

En la era de la información y el conocimiento, la transferencia de conocimiento se ha convertido en un componente esencial para el desarrollo tecnológico y la innovación. Este proceso, que facilita el intercambio de ideas, técnicas y tecnologías entre diversas entidades, es fundamental para el progreso económico y social.

La importancia del conocimiento como activo de valor radica en su capacidad para acelerar la adopción de nuevas tecnologías, mejorar la competitividad y fomentar el crecimiento sostenible. En México y en el Estado de Chihuahua particularmente, los mecanismos de transferencia de conocimiento han evolucionado para adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y la industria, destacándose el Instituto de Innovación y competitividad (I2C). Esta oficina actúa como intermediario clave, promoviendo la colaboración entre universidades, centros de investigación y el sector productivo, y desempeñando un papel crucial en la difusión y comercialización de innovaciones tecnológicas. Este libro explora las posibilidades con que cuenta el Estado de Chihuahua para continuar creciendo en el camino de la Ciencias, la Innovación y el desarrollo, teniendo como pilar fundamental el Instituto de Innovación y Desarrollo.

Para entender mejor este camino, se presentan una serie de apartados que muestran los inicios del I2C, su consolidación, las acciones emprendidas y los resultados que aporta al desarrollo económico del Estado, llegando a convertirse en una institución fuerte, comprometida y cercana a los diversos sectores que demandan sus servicios.

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 1. Marco Jurídico en Ciencia, Desarrollo Científico e Innovación.

*Escriba a continuación los nombres completos, sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Alma Rosa Armedáriz Sigala[1]

Resumen

El marco jurídico que orienta la ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación en Chihuahua se estructura en tres niveles: internacional, sustentado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030; nacional, regido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI); y estatal, definido por la Constitución del Estado de Chihuahua, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua (LCTIECH) y el Plan Estatal de Desarrollo 2022–2027. Este conjunto normativo busca fortalecer la investigación, la innovación y la sostenibilidad mediante políticas públicas equitativas y descentralizadas.

La LGMHCTI, promulgada en 2023, promueve la inclusión y la distribución equitativa de recursos, ofreciendo a Chihuahua la posibilidad de impulsar su potencial científico e industrial. Instituciones como el CIMAV, la UACH, el ITCH y la UPCH se perfilan como actores clave en proyectos de energías renovables, biotecnología, automatización y sustentabilidad ambiental.

El capítulo resalta la relación entre los ODS y las leyes nacionales y estatales, subrayando la necesidad de consolidar ecosistemas de innovación, fomentar la colaboración entre academia, gobierno y sector productivo, y fortalecer la formación de capital humano especializado como base para construir una economía del conocimiento en Chihuahua.

[1] Doctora en Educación. Docente e investigadora en Tecnológico Nacional de Mexico/Campus Chihuahua, Mexico. ORCID: 0000-0002-0194-4762; correo electrónico: : armendarizsigala@yahooo.com.mx

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Política científica, Desarrollo sostenible y Innovación tecnológica

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

Marco Jurídico de la Ciencia, Desarrollo Científico e Innovación en Chihuahua

El marco jurídico en el que se encuentra el Instituto de Innovación y Competitividad del Estado de Chihuahua y el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación comprende tres niveles. El convencional que se refiere a tratados y disposiciones internacionales (ODS) (Naciones Unidas, 2015; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México, 2022); el nacional, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2025) y leyes generales, de las cuales destaca la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación (LGMHCTI) (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023), así como la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chihuahua (CPELSCH) (Congreso del Estado de Chihuahua, 2025), y la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua (LCTIECH) (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024). Además, es importante destacar el alineamiento del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Chihuahua 2022-2027 (PEDCH) (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022).

Figura 1. Marco Legal

ODS	Descripción	LGHCTI	LCTIECH	PEDCH 2022-2027
ODS 2: Hambre Cero	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la	Promueve la investigación en biotecnología agrícola para mejorar la productividad y sostenibilidad (FAO, 2020; Congreso de los	Fomenta proyectos de innovación en el sector agroalimentario. Estrategia (Congreso del Estado de	Impulsar la investigación y desarrollo en tecnologías agrícolas sostenibles Gobierno del Estado de

	agricultura sostenible	Estados Unidos Mexicanos, 2023).	Chihuahua, 2024).	Chihuahua, 2022).
ODS 4: Educación de Calidad	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.	Promueve la formación de recursos humanos en áreas científicas y tecnológicas, con enfoque inclusivo (UNESCO, 2021).	Fomenta programas educativos en ciencia y tecnología en instituciones locales (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Implementar programas de capacitación y educación en ciencia y tecnología para la población chihuahuense (Banco Mundial, 2021; Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022).
ODS 5: Igualdad de Género	Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas	Establece la igualdad y no discriminación como principios en las políticas de HCTI (CONAHCYT, 2023).	Promueve la participación equitativa de mujeres y hombres en actividades científicas y tecnológicas (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Fomenta la inclusión de mujeres en programas de ciencia y tecnología (PNUD México, 2022)
ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación	Establece políticas públicas para el desarrollo científico y tecnológico, promoviendo la investigación y la innovación (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023).	Promueve la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito estatal (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del estado (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022; OCDE, 2022).

ODS 13: Acción por el Clima	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Impulsa investigaciones orientadas a mitigar el cambio climático y sus impactos (PNUMA, 2022; IRENA, 2023).	Fomenta proyectos de innovación tecnológica para la adaptación y mitigación del cambio climático (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Promover el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022; OCDE, 2022).
ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.	Promueve la investigación en conservación de la biodiversidad y restauración de ecosistemas (UNESCO, 2021)	Fomenta proyectos de ciencia y tecnología enfocados en la protección ambiental (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Impulsar iniciativas tecnológicas para la conservación de los ecosistemas terrestres (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022; FAO, 2020).

Nota: Elaboración propia con base en la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023), la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024), el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Chihuahua 2022–2027 (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022) y referencias de apoyo de FAO (2020), UNESCO (2021), PNUMA (2022), PNUD México (2022) y CONAHCYT (2023).

Objetivos de Desarrollo

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 2015 como parte de la Agenda 2030 para asegurar soluciones globales a problemas importantes para el presente y el futuro (Naciones Unidas, 2015). Con 17 objetivos establecidos para la Agenda 2030, algunos de los más ambiciosos incluyen la eliminación de la pobreza, la mejora de la salud, la educación de calidad y la lucha contra el cambio climático. Por lo tanto, la ciencia y la tecnología son fundamentales para esta visión, ya que

son componentes esenciales y necesarios para identificar los problemas, descubrir soluciones innovadoras y proporcionar recursos para actuar sobre ellos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021).

Ciencia y Tecnología como Elementos Clave de los ODS

La ciencia y la tecnología son cruciales para la realización de cambios sociales en todos los sectores, y tienen una importancia particular en términos de los ODS (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México, 2022). Sin embargo, aquí desglosamos algunos ejemplos específicos de cómo estos dominios están ayudando directamente a varios ODS en la promoción del desarrollo sostenible:

Generación de Conocimiento para la Toma de Decisiones (ODS 13: Acción por el Clima)

La ciencia ambiental y el desarrollo de tecnologías de datos son clave para el ODS 13, que busca mitigar el cambio climático (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2022).

Al utilizar sistemas de monitoreo satelital, los científicos de todo el mundo pueden medir con precisión las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y estudiar los cambios climáticos a largo plazo. Ese conocimiento ayuda a los gobiernos y organizaciones a anticipar eventos tan calamitosos como huracanes, incendios forestales y sequías, y decidir de manera controlada hasta qué punto se puede mitigar su daño. Además, generar modelos climáticos sofisticados permite prever escenarios futuros y formular políticas para adaptarse al grado de vulnerabilidad de las poblaciones vulnerables al clima. Un buen ejemplo es el Proyecto Copernicus de la UE, que se basa en satélites y sensores para rastrear la vida en tiempo real en los océanos, suelos y calidad del aire (Comisión Europea, 2023).

Estos datos están disponibles, no solo para los gobiernos nacionales, sino también para las personas y organizaciones a las que sirven, de modo que la asignación de recursos se vuelve más eficiente y es posible un enfoque conjunto para el cambio climático.

Implementación de Tecnologías Sostenibles (ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante).

La energía solar, eólica, geotérmica e hidroeléctrica, y otras tecnologías han estado disponibles en muchos países, como América y Japón. El desarrollo de diversas fuentes de

energía renovable también ha sido facilitado por la tecnología. Además, los sistemas de almacenamiento solar y eólico sin la liberación de gases contaminantes ya están en aumento. Y con la innovación en el almacenamiento de energía, como las baterías de iones de litio, la energía renovable puede almacenarse de manera efectiva y estar disponible en todo momento. Esto resuelve un problema con las energías intermitentes, una barrera importante para muchas personas (Agencia Internacional de Energías Renovables, 2023). Por ejemplo, las plantas solares han permitido llevar electricidad a comunidades lejanas en África. Esto lleva a una mejora en el ODS 7, ayudando así al desarrollo económico (Banco Mundial, 2021), ya que la energía mejora el acceso a la educación, la salud y el empleo en estas comunidades.

Innovación en Salud y Bienestar (ODS 3: Salud y Bienestar)

La tecnología médica ha revolucionado completamente la atención sanitaria. Al aplicar nuevas tecnologías a las dolencias diagnosticadas y tratadas de manera rápida y precisa, las ha hecho fácilmente accesibles para todos (Organización Mundial de la Salud, 2021). Tecnologías como la telemedicina permiten a los pacientes en áreas remotas obtener asesoramiento médico y diagnósticos sin salir de sus ciudades, mejorando así el servicio para áreas de bajos recursos y de difícil acceso en particular. A través de la biotecnología y los ensayos clínicos impulsados por inteligencia artificial, el desarrollo de vacunas también ha permitido respuestas rápidas a emergencias como la pandemia de COVID-19 (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Un ejemplo destacado de la contribución tecnológica para la salud son las aplicaciones móviles de salud, que monitorean enfermedades como la diabetes o la hipertensión. Estas aplicaciones no solo notifican a los pacientes sobre sus medicamentos, sino que también almacenan datos de salud que un proveedor puede usar para personalizar y mejorar los tratamientos, resultando en una mejor calidad de vida y prevención de complicaciones graves (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Tecnologías de Agricultura Sostenible (ODS 2: Hambre Cero)

La tecnología agrícola es un elemento importante para lograr el fin del hambre y garantizar la seguridad alimentaria, siendo central para el ODS 2 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020). En la agricultura, la agricultura de precisión se ha desarrollado mediante la agricultura de precisión, un método en el que los agricultores

pueden mejorar el rendimiento de los cultivos mediante un uso más eficiente del agua, fertilizantes y pesticidas sin comprometer los recursos naturales. Las tecnologías de detección en tiempo real y monitoreo con drones, y las herramientas de imágenes satelitales nos permiten tener una mejor visibilidad de las condiciones de crecimiento tanto en el suelo como en las plantas y optimizar el agua y las plantas con mejor información sobre cómo mejorar la calidad y cantidad de los cultivos (European Comission , 2023).

Una situación exitosa se puede encontrar en la aplicación de sensores de humedad en naciones como Israel, con sus extremas limitaciones de recursos hídricos, como la inseguridad hídrica. A través de estos dispositivos, los agricultores pueden saber cuándo y cuánta agua requieren el cultivo y el área de cultivo, y así mejorarlos, reduciendo el desperdicio en los procesos de riego y aumentando sus beneficios agrícolas; en última instancia, logrando la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los recursos naturales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022).

Innovaciones para Mejorar el Aprendizaje en la Educación y Reducir las Desigualdades (ODS 4: Educación de Calidad, ODS 10: Reducción de las Desigualdades)

La tecnología ha ampliado el alcance de la educación a través de plataformas y recursos de aprendizaje en línea, lo cual es especialmente relevante para el ODS 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad (Banco Mundial, 2021). Las herramientas de educación en línea han permitido a personas de todas las edades obtener cursos y certificaciones que anteriormente estaban reservados para un aula física. Esta disponibilidad es crítica para abordar las desigualdades, particularmente en áreas rurales y pobres donde el acceso a la educación formal está restringido (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2022).

Proyectos que han ayudado a niños y jóvenes a acceder a la tecnología, como "Internet para Todos" de Google y Facebook, para conectarlos con su educación, han ayudado a llevarla a las comunidades mayormente rurales de América Latina. Además, los entornos de aprendizaje inmersivos y aplicados están permitiendo a los estudiantes experimentar entornos inmersivos y aplicados desde la exploración del sistema solar, experimentar con química de manera segura en un entorno de realidad aumentada y virtual que se está utilizando para proporcionar a los estudiantes una experiencia educativa mejorada (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021).

Consideraciones éticas en el uso de la ciencia y la tecnología para los ODS

A pesar de estos desarrollos, los desafíos han sido provocados por la implementación de la ciencia y la tecnología. Uno de los principales desafíos es la brecha digital, que significa el acceso desigual a la tecnología entre diferentes regiones y grupos sociales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022). Además, los desarrollos tecnológicos pueden contribuir a aumentar la desigualdad si no se adoptan de manera equitativa y accesible para todas las personas, independientemente de su economía o ubicación (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México, 2022).

Por otro lado, sin embargo, la automatización y el crecimiento de la inteligencia artificial, aunque son una fuerza que mejora la eficiencia en muchos campos, también generan preocupaciones sobre la pérdida de empleos debido a la automatización y la inteligencia artificial. Se estima que millones de empleos podrían ser reemplazados por máquinas y algoritmos en el futuro, lo cual es una amenaza para los ODS sobre trabajo decente y crecimiento (ODS 8) (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

Además, también hay preocupaciones sobre la privacidad y los derechos humanos en las tecnologías de datos y vigilancia utilizadas en este contexto. La recopilación masiva de datos ayudaría a mejorar los servicios de salud y seguridad, pero también resultará en abusos si no se regula adecuadamente y se hace de manera ética (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021).

La ciencia y la tecnología también son una parte esencial para poder lograr los ODS, ya que son herramientas, conocimientos y tecnologías que permiten desarrollar soluciones sostenibles y de calidad a nivel global (Naciones Unidas, 2015; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021). La tecnología tiene el potencial de cambio en muchas áreas de la vida humana y del planeta, incluyendo la energía limpia, la atención sanitaria y la accesibilidad a la educación.

Para que los impactos positivos de estas herramientas ocurran, es fundamental que se apliquen solo de manera ética y con todos los derechos y regulaciones necesarios, para que las personas se beneficien y se facilite un desarrollo inclusivo (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022). Una asociación entre gobiernos, empresarios, científicos y la sociedad civil es imperativa para desbloquear la promesa que ofrece la ciencia y la tecnología y permitir a la humanidad alcanzar una sociedad más justa y

sostenible en línea con la Agenda 2030 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México, 2022).

El Impacto de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI) en el Desarrollo Científico y Tecnológico de Chihuahua

La LGMHCTI se publicó en mayo de 2023 en México como un intento de reunir las disciplinas de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, y proporcionar una red de conocimiento integral para el establecimiento de ciencia y tecnología (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023; Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023). Como un estado con muchos sectores de vocación nacional como el desarrollo de tecnología industrial, agrícola y manufacturera, Chihuahua puede aprovechar esta ley. El objetivo principal de esta ley es apoyar, en lugar de interferir, en todos los procesos sociales que los estados encuentran en el camino para desarrollar esta investigación y desarrollo, permitiéndoles implementar las políticas necesarias independientemente del estatus socioeconómico de quienes se beneficien de ellas según una visión inclusiva y equitativa (Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, 2024).

Oportunidades y Fortalecimiento de Instituciones Científicas en Chihuahua

Una de las cosas básicas que hace diferente la naturaleza del LGMHCTI es que propicia la descentralización de los recursos. Propone una distribución más equilibrada para invertir en ciencia y tecnología, especialmente en estados como Chihuahua (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023). En este estado hay instituciones de primer nivel como el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) y la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Estas también podrían beneficiarse de los recursos a su disposición para establecer proyectos locales. Por ejemplo, CIMAV, con experiencia en materiales avanzados y tecnologías de vanguardia, podría expandir su alcance en proyectos de energía renovable que incluyan materiales más eficientes para paneles solares y baterías que puedan soportar temperaturas extremas, ajustándose al clima de Chihuahua (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022). Además, el LGMHCTI puede mejorar ciertos programas en áreas prioritarias del estado, pudiendo motivar a los Institutos Tecnológicos de la Región para obtener asistencia en el desarrollo de programas de ingeniería para el sector manufacturero que son uno de los principales motores económicos de la región. Posteriormente al disponer de mayor recurso las instituciones podrían centrarse

en proyectos de automatización y robótica para mejorar la optimización de procesos en maquiladoras, haciendo que las empresas de Chihuahua sean competitivas a nivel global (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022).

Apoyo al desarrollo y difusión de soluciones locales

El LGMHCTI también aboga por consorcios de investigación entre instituciones públicas, privadas y académicas para trabajar en necesidades específicas. Entre los desafíos que enfrenta Chihuahua está la gestión de recursos hídricos y la mejora de la calidad agrícola en tierras áridas, este caso es típico. Un ejemplo práctico de cooperación es con UACH, CIMAV y cooperativas agrícolas locales para crear sensores de humedad que puedan usarse para monitorear el suelo con precisión. Esta tecnología de sensores basada en información del Internet de las Cosas (IoT) proporcionaría un ajuste efectivo de riego para facilitar el uso del agua en la agricultura y minimizar los impactos ecológicos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022). Otro ejemplo radica en el desarrollo de tecnología para la agricultura protegida, como hidroponía, invernaderos con control de temperatura que podrían ayudar a aumentar la productividad en áreas desérticas y áridas. LGMHCTI proporciona un sistema de apoyo para que instituciones y empresas locales realicen experimentos con estas tecnologías, transformando métodos insostenibles hacia unos agrícolas sostenibles adaptados a las condiciones climáticas de Chihuahua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

Creación de Ecosistemas de Innovación y Apoyo a PYMES Tecnológicas

Chihuahua ahora cuenta con una serie de pequeñas y medianas empresas tecnológicas (PYMES) que requieren ayuda para ponerse al día. Con emprendedores tecnológicos aprovechando los últimos productos, fondos y capacitación para construir productos innovadores que estén disponibles libremente para el desarrollo en estas PYMES, LGMHCTI puede proporcionar herramientas importantes (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023). Para proporcionar un ejemplo concreto, se debe asistir a los desarrolladores locales de software o productos tecnológicos para el sector automotriz que está muy arraigado en el Estado de Chihuahua (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022). Los programas de incubación y aceleración financiados bajo el nuevo marco de LGMHCTI también podrían permitir a estas empresas obtener prototipos, asesoramiento técnico y comercial mientras vinculan sus servicios con mercados nacionales e internacionales.

Además, tal colaboración entre las universidades y estas PYMES puede facilitar proyectos reales por parte de los estudiantes, brindándoles experiencia en soluciones tecnológicas y mejora de la economía del conocimiento en la región (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023).

Desafíos para la Implementación y Requisitos de Infraestructura

La implementación del LGMHCTI en Chihuahua enfrenta varios problemas. Por un lado, debería haber un desarrollo en la magnitud de las iniciativas de investigación y desarrollo que se pretende apoyar por la infraestructura científica y tecnológica del estado que la ley pretende apoyar. Serían necesarias grandes inversiones en laboratorios, tecnologías de comunicación y transporte, y capacitación de personal para esto. La necesidad de instalaciones que vengan equipadas con instalaciones de investigación avanzada en biotecnología y ciencias ambientales necesarias para las dos áreas clave de salud pública y problemas de conservación del estado son un ejemplo de esto (Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, 2024).

Otro desafío es la coordinación que debe establecerse con instituciones académicas, el gobierno y el sector privado. Esto requiere una red de interconectividad que en ciertos casos necesita una red eficiente y coordinada de todas las agencias involucradas, lo que generalmente incluye no solo la eliminación de barreras burocráticas sino también la alineación entre múltiples actores. Crear un Consejo Estatal de Innovación, por ejemplo, en Chihuahua podría ayudar a la formación de colaboración intersectorial para definir líneas de trabajo conjuntas y objetivos para promover la investigación y los avances tecnológicos (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023).

En un esfuerzo por implementar una base de evidencia y dirección de investigación al servicio de la sostenibilidad, los proyectos orientados a la investigación también son el enfoque principal en estas iniciativas. Sería ventajoso para Chihuahua, con su diversidad ecológica y desafíos ambientales, adoptar proyectos de conservación a largo plazo. Se puede considerar la aplicación para tecnologías de captura y reutilización de recursos hídricos en la industria local, especialmente en una región semi-desértica (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022).

Además, el LGMHCTI podría promover la investigación en energías renovables relevantes para las condiciones de Chihuahua, como la energía solar. Dado el apoyo de la ley, se podrían organizar proyectos para instalar paneles solares en áreas rurales e instalaciones industriales, reduciendo la dependencia de energías no renovables. Asociarse con empresas de energía renovable y centros de investigación puede ser una de las formas de desarrollar la tecnología de almacenamiento de energía solar más eficiente para que se pueda lograr la autosuficiencia energética en Chihuahua (Agencia Internacional de Energías Renovables, 2023).

Formación de Capital Humano y Retención de Talento

Una dimensión vital del LGMHCTI es el establecimiento de capital humano especializado para ciencias, humanidades y tecnologías. Chihuahua tiene mucho potencial en estos aspectos y la nueva ley podría prevenir la fuga de cerebros y ofrecer posibilidades atractivas para los estudiantes y profesionales que crecen en su respectivo estado. Por ejemplo, los programas de becas financiados por la ley podrían atraer a jóvenes a ingresar en campos vocacionales en ingeniería ambiental, biotecnología o ciberseguridad que son fundamentales para el progreso del estado (Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, 2024).

El desarrollo de programas de capacitación en tecnologías avanzadas para satisfacer la necesidad de sectores industriales emergentes también sería crítico. La creación de un Centro de Innovación y Capacitación Tecnológica en Chihuahua estaría disponible para el personal bajo los fondos del LGMHCTI y podrían enseñarse habilidades de alta demanda como programación de software, inteligencia artificial e ingeniería de datos.

Estos programas no solo mejorarían la competitividad del estado, sino que también atraerían a empresas de alta tecnología que necesitan una fuerza laboral competente (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2022). Dado que el LGMHCTI de Chihuahua tiene la oportunidad de catalizar la transformación del estado en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la economía. Esto, sin embargo, solo funcionará si se aplica correctamente, en cuyo caso, construir la infraestructura adecuada, la cooperación sectorial efectiva, así como mejorar el capital humano (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2023). Con iniciativas como la agricultura sostenible, la energía renovable y la creación de PYMEs tecnológicas, Chihuahua puede establecer un modelo de innovación en el norte de México.

Si se aplica, el LGMHCTI podría ayudar a fomentar una economía diversificada y sostenible en Chihuahua. La parte crítica es que todos los sectores deben cooperar para aprovechar al máximo los recursos que esta legislación proporciona al estado para tener un futuro exitoso y viable (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023; Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, 2024).

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Banco Mundial. (2021). Educación y tecnologías digitales para la inclusión. Washington, DC: Banco Mundial.

Congreso del Estado de Chihuahua. (2024). Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua. Chihuahua, México: Periódico Oficial.

Congreso del Estado de Chihuahua. (2025). Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chihuahua. Chihuahua, México: Periódico Oficial.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Diario Oficial de la Federación.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2025). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Cámara de Diputados.

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023). Informe sobre la implementación de la LGMHCTI y lineamientos del Sistema Nacional de HCTI. Ciudad de México: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.

European Commission. (2023). Copernicus: The European Earth Observation Programme. Brussels: European Union.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gobierno del Estado de Chihuahua. (2022). Plan Estatal de Desarrollo 2022–2027. Chihuahua: Gobierno del Estado.

Agencia Internacional de Energías Renovables. (2023). World Energy Transitions Outlook 2023. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nueva York: ONU.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2022). Bridging the Digital Divide. Paris: OECD Publishing.

Organización Internacional del Trabajo. (2021). Perspectivas sociales y del empleo en el mundo: el papel de la automatización. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. Geneva: World Health Organization.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México. (2022). Agenda 2030 en México: avances y desafíos. Ciudad de México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2022). Emissions Gap Report 2022. Nairobi: United Nations Environment Programme.

Secretaría de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. (2024). Avances del Sistema Nacional de HCTI y lineamientos de implementación de la LGMHCTI. Ciudad de México: Gobierno de México.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). UNESCO Science Report: The race against time for smarter development. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 2. La Importancia de Impulsar en México y Chihuahua la Economía y Sociedad Basada en el Conocimiento.

*Escriba a continuación los nombres completos, sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Jaime Parada Ávila[1]

César Modesto Acosta[2]

Resumen

México enfrenta el reto urgente de transitar hacia una economía y sociedad basadas en el conocimiento como vía para un desarrollo sostenible, competitivo e inclusivo. El país debe aprovechar su bono demográfico, fortalecer su sistema educativo y capitalizar las oportunidades del T-MEC y el nearshoring. La inversión en ciencia, tecnología e innovación (CTI) es determinante para elevar la productividad, el valor agregado y la calidad del empleo. Actualmente, existe una brecha significativa frente a las economías avanzadas en inversión y número de investigadores. Para revertirla, se requiere una estrategia nacional que articule esfuerzos entre gobierno, empresas, universidades y sociedad, orientada a fortalecer la educación superior, el posgrado, la investigación y la vinculación productiva. En este contexto, Chihuahua es un actor estratégico por su base industrial, capacidad académica e impulso al Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, clave para generar empleos de alto valor y reducir desigualdades.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Economía del conocimiento, Innovación tecnológica, Transferencia de conocimiento

[1] Doctorado en Ingeniería, CEO en INNCOM Innovación y Competitividad S.A. de C.V. , México. ORCID: 0009-0002-2053-1370;

[2]Doctorado en Administración Publica, Docente/Investigador en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0000-0002-6146-3426 ; Scopus: 55319880000; correo electrónico: cesar.ma@chihuahua.tecnm.mx

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

La Urgencia de Impulsar en México y Chihuahua la Economía y Sociedad Basada en el Conocimiento

México atraviesa un momento decisivo en el que la inversión en ciencia, tecnología e innovación (CTI) resulta indispensable para garantizar su desarrollo económico y social sostenible. El país enfrenta tres grandes desafíos estructurales: (1) aprovechar el bono demográfico mediante una educación con cobertura y calidad suficientes; (2) consolidar los beneficios del T-MEC y del proceso de nearshoring; y (3) transitar hacia una economía sustentada en el conocimiento, orientada al incremento de la productividad, el valor agregado y la creación de empleos de alta especialización (Lundvall, 2016; OECD, 2023).

De acuerdo con las proyecciones demográficas, México alcanzará en 2050 una población cercana a los 150 millones de habitantes, de los cuales alrededor del 35 % tendrá más de 60 años. Actualmente, el sistema educativo nacional atiende a más de 36 millones de estudiantes; 24 millones en educación básica, 6 millones en media superior y otros 6 millones en educación superior. Los principales retos consisten en elevar la cobertura de la educación básica del 96 % al 100 %, de la media superior del 84 % al 90 %, y de la superior del 43 % al 70 %, además de incrementar la escolaridad promedio de 10 a por lo menos 15 años, junto con mejoras sustanciales en los estándares de calidad educativa (Delgado y Rivas, 2021).

Para aprovechar plenamente las oportunidades del T-MEC, el país debe consolidarse como un destino confiable para la inversión, con infraestructura moderna y personal capacitado para desarrollar bienes y servicios de alto valor agregado (Dutrénit y Sutz, 2014). Ello exige una inserción decidida en la economía del conocimiento, en la que el desarrollo tecnológico propio y la generación de saber científico sean motores del crecimiento. Solo mediante la innovación y la productividad derivada del conocimiento podrá México incrementar su competitividad internacional y mejorar la calidad de sus empleos.

Aunque México ocupa la posición 15 entre las principales economías del mundo, se encuentra en el último lugar de este grupo en cuanto a inversión en CTI, con un gasto menor al 0.5 % del PIB. En contraste, los países miembros de la OCDE destinan entre 1.5% y 4 % de su producto interno bruto a esta área (World Bank, 2022). Diversos estudios evidencian

una correlación directa entre la inversión en CTI y el PIB per cápita (OECD, 2023; Crespi et al., 2019). Sin embargo, la inversión privada representa menos del 30 % del total nacional, mientras que en las economías desarrolladas oscila entre el 50 % y el 80 %.

Para revertir esta brecha, México debe emprender una transformación estructural que incluya las siguientes metas:

- Multiplicar por diez el número de científicos y tecnólogos, pasando de 50,000 a 500,000 profesionales, y mejorar el índice actual de 1 investigador por cada 1,000 integrantes de la PEA a niveles de entre 10 y 15 (González-Brambila y Reyes-González, 2021).
- Alcanzar una inversión en CTI equivalente al 1 % o 1.5 % del PIB, fortaleciendo los incentivos fiscales y la colaboración entre universidades y empresas (Aghion et al., 2021).
- Incrementar el número de patentes activas de 20 000 a 35 000, con al menos el 50 % de origen nacional (WIPO, 2023; Tello-Gamarra et al., 2018).
- Elevar la producción de artículos científicos de alto impacto de 15,000 a 45,000 (Scimago, 2024).
- Impulsar el emprendimiento de base tecnológica a través de fondos mixtos y capital de riesgo público-privado (Audretsch y Link, 2018).

Estos desafíos solo podrán superarse mediante una coordinación efectiva entre el Congreso, el Gobierno, las empresas y la sociedad civil, bajo un objetivo compartido: generar empleos dignos y bien remunerados, reducir las desigualdades y consolidar un modelo de desarrollo incluyente y sustentable (Dutrénit y Sutz, 2020).

El Ejército Intelectual que requiere de México y Chihuahua

México debe estar preocupado por sacar de la pobreza al 38% de sus habitantes, pero simultáneamente debe acrecentar el ejército intelectual del país, es decir, el número de científicos y tecnólogos requeridos para avanzar hacia la economía y sociedad del conocimiento (Foray, 2018; Velázquez y Aguirre-Bastos, 2020).

Para resolver el reto de la pobreza, México debe crear más de un millón de empleos formales cada año. Para ello, se debe mejorar la educación técnica y el sistema dual escuela-empresa, y elevar la inversión para el crecimiento económico al 25% del PIB (5% pública, 95% privada) (OECD, 2023; Lundvall, 2016).

México, la economía número 15 del mundo, cuenta con solo 50,000 científicos y tecnólogos, de los cuales 60% trabajan en universidades y 40% en el sector productivo. En Chihuahua,

apenas 600 personas laboran en ciencia, tecnología e innovación (Castañón y Dutrénit, 2023). El promedio de países de la OCDE es de 9 investigadores por cada 1,000 personas de la PEA. México debería multiplicar por diez esa cifra (Lee, 2020; OECD, 2023), ya que las universidades son las "fábricas" de talento: existen 4,500 universidades (25% públicas y 75% privadas) con una matrícula de 4.7 millones de estudiantes de licenciatura y 437,000 de posgrado. Sin embargo, la cobertura de educación superior aún es del 43%.

Entre las medidas urgentes están:

- Fomentar vocaciones científicas y tecnológicas desde la educación básica (González-Brambila y Veloso, 2022).
- Aumentar la apropiación social del conocimiento (CONAHCYT, 2023).
- Fortalecer posgrados y becas nacionales e internacionales (Tobón y García-Holgado, 2023).
- Aumentar plazas para investigadores en universidades (Aagaard, K. et al., 2021).
- Incentivar la inversión empresarial en innovación (Tello-Gamarra y Dutrénit, 2018).

El Compromiso de las Empresas del Sector Privado

México cuenta con 6.5 millones de establecimientos económicos, pero menos del 10% invierte en innovación (INEGI, 2023). En Chihuahua existen 120,000 empresas con una estructura similar. Las PYMES y grandes generan el 85% del PIB nacional, pero la inversión en innovación sigue siendo baja (Audretsch y Link, 2018; Crespi et al., 2019). De las 15,000 solicitudes de patente anuales, menos del 10% son de residentes nacionales. En el Global Innovation Index 2023, México ocupa el puesto 58 de 132 economías a nivel global, manteniendo una posición destacada en innovación dentro de América Latina y el Caribe (WIPO, 2023).

Las causas incluyen la falta de madurez empresarial (Shi, et al., 2025), el enfoque de corto plazo, la falta de métricas para medir innovación y escasos incentivos fiscales (Aghion et al., 2021). Además, la mayoría de las empresas aún operan en etapas de control y mejora, sin llegar a la innovación radical o disruptiva (Schot y Steinmueller, 2018).

La pregunta es inevitable: ¿por qué las empresas mexicanas no invierten en innovación? Diversos estudios señalan factores estructurales, culturales y financieros (Dutrénit y Sutz, 2020; Audretsch y Link, 2018; Schot y Steinmueller, 2018).

1. Falta de madurez organizacional para innovar

Las empresas pasan por cuatro etapas de madurez: estructurar, controlar, mejorar e innovar (Shi et al, 2025). La mayoría de las 325,000 empresas mexicanas se encuentran en las etapas de control y mejora, y menos del 10% está lista para innovar (Cano-Kollmann et al., 2016). Esta carencia de capacidades dinámicas impide la creación de valor sostenido (Teece, 2018). Además, la literatura muestra que las empresas latinoamericanas enfrentan una "trampa de productividad media", donde los esfuerzos de innovación son esporádicos y reactivos, no estratégicos (Cirera y Maloney, 2017). Las organizaciones requieren modelos sistemáticos de gestión tecnológica para transitar de la mejora incremental a la innovación radical (González-Brambila y Veloso, 2022).

2. Enfoque excesivo al corto plazo

La innovación requiere visión a largo plazo. En México, muchas empresas operan bajo la presión del flujo trimestral y la rentabilidad inmediata (Velázquez y Aguirre-Bastos, 2020). Sin embargo, la evidencia internacional indica que los retornos de la innovación más significativos se obtienen en horizontes de 5 a 10 años (Aghion et al., 2021; OECD, 2023). Empresas europeas con estrategias de innovación sostenida como Siemens, Philips o Roche mantienen portafolios de proyectos con horizontes de maduración diferenciados (Hilbolling et al., 2021). Para México, incorporar esta visión implica fortalecer la planeación estratégica basada en innovación, recordando que una organización debe desarrollar competencias de “sensing, seizing y transforming” (detectar, aprovechar y transformar oportunidades), lo cual constituye la base de una planeación estratégica orientada a la innovación (Teece, 2018).

3. Falta de métricas financieras para la innovación

En América Latina, los proyectos de innovación se perciben más como gastos que como inversiones (Crespi et al., 2019). La OCDE recomienda adoptar métricas que vinculen innovación con rentabilidad, como el ROI of Innovation o el Innovation Value Added (OECD, 2023).

Dependiendo de la intensidad tecnológica, la inversión en innovación varía entre sectores:

- Baja intensidad tecnológica: menos del 1% de las ventas (textiles, alimentos, papel).
- Media-baja: 1-2.5% (plásticos, productos minerales, metálicos).
- Media-alta: 2.5-10% (automotriz, eléctrico, químico).
- Alta intensidad: más del 10% (aeroespacial, farmacéutica, biotecnología) (Archibugi y Filippetti, 2018).

El promedio nacional apenas representa el 30% del 0.5% del PIB, cuando debería alcanzar entre el 1 y 2% (Guzmán et al., 2022).

Además de la inversión, las empresas deben evaluar el porcentaje de ventas provenientes de productos nuevos, el valor presente neto de su portafolio de innovación y la utilidad generada por nuevos negocios (Tidd, 2023).

4. Falta de un modelo sistemático para innovar

La innovación no ocurre por accidente: es un proceso gestionado (Crossan y Apaydin, 2010). En México, muchas empresas carecen de estructuras organizacionales dedicadas a la innovación o de una cultura que la fomente (Tello-Gamarra et al., 2018).

Un modelo sistemático requiere monitorear la creación de valor para clientes, accionistas, empleados y sociedad, integrar un plan estratégico de crecimiento rentable, analizar el entorno competitivo y mantener un portafolio equilibrado de proyectos de innovación incremental, semirradical y radical (Teece, 2018; Chesbrough, 2019).

5. Escasez de incentivos fiscales y políticas de riesgo compartido

La literatura internacional coincide en que los incentivos fiscales a la I+D son un catalizador para el crecimiento (Guellec y De la Potterie, 2020; OECD, 2023). Sin embargo, México mantiene un esquema limitado de apoyo a empresas innovadoras (Velázquez y Aguirre-Bastos, 2020).

El reto es crear un entorno que reduzca el riesgo y aumente la facilidad de acceso a estímulos fiscales, especialmente para innovación semirradical y radical (Schot y Steinmueller, 2018).

Indicadores para medir la eficacia de la inversión en innovación

El principio “lo que no se mide, no se mejora” resume la importancia de contar con indicadores que reflejen no solo el esfuerzo, sino también los resultados de la innovación (Tidd, 2023). Las métricas deben permitir a las empresas identificar qué tan rentable, sostenible y competitiva es su inversión en innovación, de modo que puedan corregir rumbo y optimizar recursos.

1. Utilidad (UAFIRDA) generada por innovación

Este indicador mide la rentabilidad directa de las actividades de innovación, es decir, la utilidad antes de financiamiento e impuestos derivada de nuevos productos, servicios o procesos (Aghion et al., 2021). Cuantificar este valor permite reconocer el impacto financiero de la innovación en los estados de resultados y justificar la continuidad o ampliación de

inversiones. En empresas maduras, se espera que entre el 20 y el 30 % de la utilidad total provenga de innovaciones recientes.

2. Ventas de nuevos productos desarrollados en los últimos tres años

Las empresas innovadoras se caracterizan por la constante renovación de su oferta. Este indicador refleja el porcentaje de ventas provenientes de productos o servicios lanzados recientemente (Crossan y Apaydin, 2010). Un valor bajo indica estancamiento del portafolio, mientras que un valor alto muestra dinamismo e inversión efectiva en desarrollo.

Medir este componente ayuda a evaluar la capacidad de adaptación al mercado y la respuesta a las tendencias tecnológicas.

3. Valor económico de la innovación en el último año del plan estratégico

Este parámetro identifica cuánto del crecimiento proyectado de la empresa se debe a la innovación (OECD, 2023). Permite analizar si las estrategias de investigación y desarrollo están generando valor tangible o si únicamente se traducen en actividades operativas sin impacto económico. Su seguimiento anual ofrece una visión real del retorno estratégico de la innovación.

4. Valor presente neto (VPN) del portafolio de proyectos

El VPN del portafolio refleja el valor económico agregado de todos los proyectos de innovación en curso, considerando el tiempo, los riesgos y las expectativas de retorno (Archibugi y Filippetti, 2018). Este indicador es fundamental para priorizar iniciativas, decidir cuáles continuar, posponer o cancelar, y asegurar un equilibrio entre proyectos de corto, mediano y largo plazo. Una cartera sana combina innovaciones incrementales, semirraciales y radicales que sostienen el crecimiento empresarial.

5. Inversión en innovación como porcentaje de las ventas

Este es uno de los indicadores universales más usados. Mide cuánto destina la empresa a innovación en comparación con sus ingresos anuales (Tello-Gamarra et al., 2018). Las industrias de baja intensidad tecnológica suelen invertir menos del 2 %, mientras que las de alta intensidad, como la aeroespacial o la biotecnológica, pueden superar el 10 %. Un valor bajo revela una estrategia conservadora o de mantenimiento, mientras que un valor alto refleja un compromiso estructural con la generación de ventajas competitivas.

6. Patentes desarrolladas en comparación con competidores

El número de patentes, diseños industriales o modelos de utilidad concedidos es una medida tangible del nivel de innovación tecnológica (WIPO, 2023). Más allá de la cantidad, deben analizarse las citas recibidas y su grado de aplicabilidad comercial. Compararse con los principales competidores nacionales e internacionales permite diagnosticar la posición innovadora de la empresa dentro del sector y fortalecer su estrategia de propiedad intelectual.

7. Institucionalización de las métricas

Para consolidar estas prácticas, se requiere que organismos como el Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas (IMEF) y el Colegio de Contadores Públicos integren estos indicadores dentro de los reportes financieros empresariales (Dziallas et al., 2019). La inclusión de la innovación en la contabilidad corporativa normaliza su seguimiento y la convierte en una herramienta estratégica más, equiparable a ventas, rentabilidad o productividad.

Los siete pecados capitales que matan la innovación

En la gestión empresarial existen errores recurrentes que obstaculizan la innovación. Estos "pecados capitales" no solo detienen el crecimiento, sino que pueden condenar a las organizaciones al estancamiento. Reconocerlos y prevenirlos es esencial para mantener la competitividad.

1. Pereza

Se manifiesta cuando la empresa no ha alcanzado niveles mínimos de madurez operativa o carece de sistemas de calidad, certificaciones y control de procesos (Tidd, 2023). Sin bases sólidas, cualquier intento de innovar se vuelve frágil. Las empresas deben primero estabilizar sus operaciones y garantizar eficiencia antes de emprender transformaciones disruptivas.

2. Envidia

Ocurre cuando las empresas copian modelos de innovación de otras organizaciones sin adaptarlos a su contexto (Chesbrough, 2019). La innovación no puede imitarse; debe diseñarse a partir de las fortalezas, recursos y cultura de cada empresa. Tener un modelo propio de innovación es lo que garantiza autenticidad y sostenibilidad en el largo plazo.

3. Avaricia

Consiste en privilegiar la ganancia inmediata por encima de la inversión en el futuro (Velázquez y Aguirre-Bastos, 2020). Las empresas avaras evitan reinvertir utilidades en

proyectos innovadores o de largo plazo, limitando su evolución. Los países líderes en innovación destinan parte de sus utilidades a investigación, desarrollo y formación de talento.

4. Ira

Se presenta cuando los directivos exigen resultados inmediatos de los proyectos innovadores, ignorando que la innovación requiere tiempo, experimentación y fallos controlados (Schot y Steinmueller, 2018). Esta impaciencia lleva a cancelar proyectos prometedores antes de madurar. El antídoto es implementar procesos estructurados con etapas y evaluaciones realistas de avance.

5. Lujuria

Se asocia con la dispersión de prioridades. Muchas empresas inician múltiples proyectos sin una dirección clara o sin un propósito alineado a su estrategia central (Crossan y Apaydin, 2010). El exceso de iniciativas diluye recursos y esfuerzos, afectando los resultados. La clave es concentrarse en los proyectos con mayor potencial de creación de valor.

6. Gula

Sucede cuando las empresas sobrecargan su portafolio de innovación con más proyectos de los que pueden financiar o gestionar (Archibugi y Filippetti, 2018). Esto genera ineficiencia y agotamiento de recursos humanos y financieros. La solución es mantener un portafolio equilibrado y viable, con límites definidos por capacidad y retorno esperado.

7. Soberbia

Es el pecado más peligroso. Se manifiesta cuando la empresa cree que su éxito pasado la hace invulnerable (Teece, 2018). Este exceso de confianza impide ver los cambios del entorno, las nuevas tecnologías o la evolución del consumidor. Más del 85 % de las empresas del Fortune 500 de 1955 desaparecieron precisamente por no adaptarse a tiempo (Christensen, 1997). La innovación exige humildad, aprendizaje continuo y liderazgo flexible.

Conclusión

El Gobierno Estatal de Chihuahua ha retomado con acierto el impulso a la ciencia, tecnología e innovación. Implementando los mandatos de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua mediante el desarrollo de planes a corto y mediano plazo, y consolidando el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTD), permitirá apoyar proyectos de alto valor agregado. Este proceso consolidará la transición hacia una

economía del conocimiento, elevará el PIB per cápita, generará empleos de calidad y reducirá la desigualdad social (Velázquez y Aguirre-Bastos, 2020; Tello Gamarra y Dutrénit, 2018).

Es importante reflexionar que para lograr un crecimiento económico acelerado, un país debe invertir al menos el 25% del PIB total, de los cuales el 20% corresponde al sector privado y el 5% al gobierno (OECD, 2023). La innovación empresarial no es un lujo, sino un pilar estratégico nacional (Audretsch y Link, 2018).

El futuro de México y Chihuahua depende de la madurez de sus empresas, su capacidad deinnovar y su cultura para generar valor. La coordinación entre gobierno, academia y empresarios permitirá construir un ecosistema de innovación sólida y rentable (Dutrénit y Sutz, 2020).

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Aagaard, K., Mongeon, P., Ramos-Vielba, I., & Thomas, D. A. (2021). Getting to the bottom of research funding: Acknowledging the complexity of funding dynamics. PLoS ONE, 16(5), e0251488. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251488

Aghion, P., Antonin, C., & Bunel, S. (2021). The power of creative destruction: Economic upheaval and the wealth of nations. Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/9780674258686

Archibugi, D., & Filippetti, A. (2018). Innovation and economic crisis: Lessons and prospects from the economic downturn. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315195909

Audretsch, D. B., & Link, A. N. (2018). Entrepreneurship and knowledge spillovers: Theory and evidence. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780190881189.001.0001

Cano-Kollmann, M., Cantwell, J., Hannigan, T. J., Mudambi, R., & Song, J. (2016). Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. Journal of International Business Studies, 47(3), 255-262. https://doi.org/10.1057/jibs.2016.8

Castañón, R., & Dutrénit, G. (2023). Regional disparities in innovation capabilities in Mexico. Revista de Economía Mundial, 63, 151–172. https://doi.org/10.33776/rem.v0i63.5413

Cirera, X., & Maloney, W. F. (2017). The Innovation Paradox: Developing-Country Capabilities and the Unrealized Promise of Technological Catch-Up. Washington, DC: World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1160-9

Chesbrough, H. (2019). Open innovation results: Going beyond the hype and getting down to business. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198841901.001.0001

Christensen, C. M. (1997). The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA: Harvard Business School Press. ISBN 978-0-87584-585-2

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023). Informe sobre la implementación de la LGMHCTI y lineamientos del Sistema Nacional de HCTI. Ciudad de México: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.

Crespi, G., Fernández-Arias, E., & Stein, E. (2019). Rethinking productive development: Sound policies and institutions for economic transformation. Inter-American Development Bank. https://doi.org/10.18235/0001712

Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. Journal of Management Studies, 47(6), 1154–1191. https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x

Delgado, M., & Rivas, A. (2021). Evaluación de la calidad educativa en América Latina. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 12(35), 27–49. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2021.35.738

Dutrénit, G., & Sutz, J. (2014). National innovation systems, social inclusion and development. Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781782548683

Dutrénit, G., & Sutz, J. (2020). Innovation for inclusive development: A global demand. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429202612

Dziallas, M., & Blind, K. (2019). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. Technovation, 80–81, 3–29. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005

Foray, D. (2018). Smart specialization: Opportunities and challenges for regional innovation policy. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315181315

González-Brambila, C., & Reyes-González, L. (2021). Human capital and R&D investment in emerging economies. Journal of Technology Management & Innovation, 16(4), 45–57. https://doi.org/10.4067/S0718-27242021000400045

González-Brambila, C., & Veloso, F. (2022). Scientific careers and innovation: Evidence from Mexico. Research Policy, 51(2), 104–118. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104118

Guellec, D., & de la Potterie, B. P. (2020). Tax incentives for R&D and innovation: Design, evaluation, and reform. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 84. https://doi.org/10.1787/abc73038-en

Hilbolling, S., Berends, H., Deken, F., & Tuertscher, P. (2021). Sustaining complement quality for digital product platforms: A case study of the Philips Hue ecosystem. Journal of Product Innovation Management, 38(1), 21–48. https://doi.org/10.1111/jpim.12555

INEGI. (2023). Censos Económicos 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2024/

Lee, K. (2020). The capability of catching-up and the capability of innovation: A new policy framework. Research Policy, 49(5), 103–115. https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103915

Lundvall, B.-Å. (2016). The learning economy and the economics of hope. Anthem Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt1gxpjv5

OECD. (2023). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1d63e0d2-en

Shi, Y., Sampson, R. C., Goldfarb, B., & Corredoira, R. A. (2025). The changing nature of firm innovation: Short-term orientation and influential innovation in U.S. public firms. Management Science (forthcoming). SSRN Working Paper No. 4071191. https://doi.org/10.2139/ssrn.4071191

Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. Research Policy, 47(9), 1554–1567. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011

SCImago. (2024). Scimago Journal & Country Rank (SJR). https://www.scimagojr.com

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. Long Range Planning, 51(1), 40-49. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007

Tello-Gamarra, J., & Dutrénit, G. (2018). Innovation and firm performance in Latin America. Journal of Technology Management & Innovation, 13(4), 3–15. https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000400003

Tidd, J. (2023). Managing Innovation. En G. Giannattasio, E. Kongar, M. Dabić, C. Desmond, M. Condry, S. Koushik & R. Saracco (Eds.), IEEE Technology and Engineering Management Society Body of Knowledge (TEMSBOK) (Cap. 6, pp. 97-108). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119987635.ch6Tobón, S., &

García-Holgado, A. (2023). Ecosistemas de formación doctoral e investigación con enfoque socioformativo. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

Velázquez, F., & Aguirre-Bastos, C. (2020). Governance and innovation policy in Latin America. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39653-0

WIPO. (2023). World Intellectual Property Indicators 2023. World Intellectual Property Organization. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2023.pdf

World Bank. (2022). World Development Indicators 2022. World Bank Publications. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 3. La Transferencia de Conocimiento como Pilar del Desarrollo Tecnológico.

*Escriba a continuación los nombres completos,
sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

César Modesto Acosta[1]

Resumen

La transferencia de conocimiento (TC) es el puente entre la generación de saberes y su aplicación para crear valor económico y social en la Sociedad del Conocimiento. A diferencia de la transferencia tecnológica, centrada en productos o invenciones, la TC abarca también los intangibles: prácticas, habilidades, datos y aprendizajes que permiten resolver problemas y mejorar decisiones. Su efectividad depende de condiciones organizacionales: cultura que favorezca compartir, incentivos adecuados, capacidades del personal para absorber e internalizar conocimiento y contextos que reduzcan barreras informacionales. En las universidades, la TC se traduce en proyectos con la industria, formación de talento, licenciamiento, spin-offs y oficinas de transferencia, fortaleciendo pertinencia y sostenibilidad. Para las empresas, habilita innovaciones, productividad, reducción de riesgos y acceso a infraestructura y talento. Los mecanismos incluyen repositorios y bases de datos, interacciones formales e informales, consultoría, investigación contratada, consorcios, movilidad académica y estudiantil, así como licencias y creación de empresas de base tecnológica. La TC requiere gobernanza clara, métricas de desempeño y estrategias de largo plazo que integren teoría y práctica. Cuando se consolida como práctica cultural y no como imposición, impulsa ecosistemas de innovación más colaborativos, acelera la adopción tecnológica y eleva la competitividad regional mediante aprendizajes acumulativos y redes de cooperación duraderas.

[1] Doctorado en Administración Pública, Docente/Investigador en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0000-0002-6146-3426 ; Scopus: 55319880000; correo electrónico: cesar.ma@chihuahua.tecnm.mx

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Transferencia de conocimiento, Innovación tecnológica, Vinculación universidad–empresa

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

La Transferencia de Conocimiento como Pilar del Desarrollo Tecnológico

En las últimas décadas, ha sido posible reconocer características que distinguen la evolución de la humanidad antes de nuestro tiempo. Un ejemplo extremo de esto sería el cambio de la era industrial de una década con materias primas al insumo dominante, a la Sociedad del Conocimiento, parte de una tendencia que está modificando el entorno de lo que hacemos. Antes, la materia era el insumo principal; ahora, es el conocimiento o los llamados activos intangibles. Los elementos primarios en esta nueva sociedad son aquellas capacidades de "identificar, producir, procesar, transformar, difundir y utilizar información, con el propósito de crear y aplicar el conocimiento necesario para el desarrollo humano" (Armendáriz-Núñez, 2021, p. 21).

Esto indica que las instituciones de cualquier tipo tienen la responsabilidad de generar, usar y transferir información con el propósito de crear y aplicar conocimiento para su propio desarrollo. En América Latina y el Caribe, esta relación entre producción científica, innovación y desarrollo económico ha sido documentada por diversos estudios, que señalan que el crecimiento regional depende de la capacidad de generar conocimiento y aplicarlo tecnológicamente (León González et al., 2020, p. 5).

Para comprender esta dinámica es importante entender que los términos Transferencia de Conocimiento (TC) y Transferencia de Tecnología (TT) pueden interpretarse basándose en la definición de Bozeman (2000), quien considera la TC como “conocimiento científico utilizado por científicos para avanzar en la ciencia” y la TT como el “conocimiento científico utilizado por científicos y otros en nuevas aplicaciones” (p. 642). Además, Castro-Martínez et al. (2008) comenta que la TC se está utilizando cada vez más, ya que cubre tanto (el producto físico como el conocimiento relacionado con él) y facilita la inclusión de otros dominios del conocimiento (ciencias humanas, sociales, económicas) de aplicaciones

socioeconómicas altamente relevantes, sin embargo, no fácilmente incluidas en análisis de productos físicos (p. 620).

Aunque ambos conceptos pueden ser confusos, el elemento central en el corazón de los dos conceptos es el objeto de transferencia: la Transferencia de Tecnología, que es en realidad la parte física manifestada en los productos que compramos. Sin embargo, limitarse únicamente a la parte física es insuficiente para comprender esta diferencia. Este concepto de TC se estudia no solo considerando la parte física, sino también la parte intangible del proceso, el conocimiento.

Por otro lado, es crucial comprender que la Transferencia de Tecnología es más que una invención o un producto que puede ser utilizado por una empresa. Esto abriría el concepto y la conceptualización de la Transferencia de Conocimiento, el acto de generar y transferir conocimiento (tangible/intangible), que puede ser de tal variedad de tipos que no termina solo con productos.

En contraste con esta perspectiva, Mohammed Saad Abinbuhaybeha (2023) sugiere que un aspecto clave de la transferencia de conocimiento es su conciencia de que el conocimiento puede existir y convertirse en parte de una organización, pero como con todas las cosas, no todos pueden acceder a él al mismo tiempo. Si la organización tiene nuevos empleados o aquellos con experiencia limitada en ciertas áreas; acceder a la información crítica que necesitan para realizar su tarea de manera efectiva puede ser un desafío.

Por lo tanto, la transferencia de conocimiento no significa solo proporcionar la información correcta a la persona correcta en el momento correcto, sino que también implica transferir esa información. De manera similar, la transferencia de conocimiento no está exenta de desafíos, ya que un problema se relaciona con la ausencia del contexto adecuado para este fenómeno.

En la realización exitosa de este proceso, la cultura de la empresa y las competencias laborales juegan un papel decisivo. Además, la motivación tanto de la fuente como del otro lado del proceso de transferencia es crítica para que la transferencia sea efectiva. Solo en términos de internalizar ese conocimiento, el receptor que necesita tener este conocimiento, necesitan tener la intención de internalizarlo.

Por lo tanto, la transferencia de conocimiento no puede ser solo sobre transferir información, sino un esfuerzo, que involucra la disposición tanto de quienes comparten el conocimiento

como de quienes lo reciben. Por el contrario, las empresas que pueden transferir conocimiento con éxito tienen una mejora amplia y significativa en aspectos como la productividad, la innovación o la tecnología.

Las buenas prácticas de investigación y la gestión del conocimiento son también otro indicador importante del retorno económico en conocimiento. Cuando las empresas invierten en procesos de transferencia de conocimiento y promueven el aprendizaje continuo, están mejor capacitadas para adaptarse a un entorno cada vez más competitivo y mantenerse al día con los cambios, mejorando así el rendimiento de las organizaciones.

Importancia de la Transferencia de Conocimiento.

La transferencia de conocimiento (TC) es una tendencia importante que contribuye a la innovación y al desarrollo económico. Tales dinámicas competitivas son cruciales en el proceso de TC y, por lo tanto, deben estar alineadas con la noción de que deben permitir que estas industrias complementen a otros sectores en un intercambio mutuamente beneficioso de recursos, conocimiento y capacidades.

Hoy se reconoce que la competitividad en el sector industrial está relacionada con los recursos intangibles (Capital Humano) que conducen a la mejora de la competencia del personal, lo cual no se aprende simplemente a través de la capacitación, sino más bien a través del establecimiento de una cultura institucional, donde el conocimiento y las habilidades generadas dentro de las instituciones son gestionadas. Como resultado, los empleados, considerados como el activo clave, necesitan colaborar entre sí para lograr objetivos comunes y trabajar como una comunidad.

De esta manera, la disposición a compartir conocimientos se vuelve fundamental, y la gestión del conocimiento requiere estrategias que incentiven a los trabajadores a intercambiar este conocimiento. Zamfir (2020) argumenta que la Transferencia de Conocimiento puede aumentar el rendimiento y la eficiencia de los trabajadores; promover una ventaja competitiva sostenible; mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos y los procesos de aprendizaje organizacional; permitir que las tareas se completen más rápidamente; facilitar el desarrollo de procesos de innovación y la calidad del servicio; reducir los ciclos de producción; promover la cooperación entre departamentos; consolidar las relaciones con los socios; y mejorar la ventaja competitiva organizacional.

En línea con esto, Zamfir (2020) sostiene que la Transferencia de Conocimiento debería ser un tema cultural y no debería ser el resultado de una imposición. Todo esto necesita suceder y para que tales empleados trabajen juntos, es necesario incentivarlos a hacerlo mucho mejor, a compartir y colaborar, para que el conocimiento organizacional pueda florecer.

La Transferencia de Conocimiento es una práctica común dentro de una organización para lograr objetivos empresariales y llegar allí no es una tarea sencilla. Esta tarea no puede, y no debe, escapar a esta nueva realidad para las universidades y centros de investigación; la Transferencia de Conocimiento es un proceso en el que deben involucrarse y convertir en una actividad diaria tanto interna como externamente, ya que su relevancia como generadores de conocimiento depende de ello. De manera similar, la comercialización del conocimiento ha surgido como una agenda significativa en las universidades y se percibe como el motor de la creación de riqueza (Tweheyo et al.2022).

Estos autores enfatizan la importancia para las universidades como parte de la transferencia de conocimiento de investigación a nuevos y mejorados productos, y aprovechar al máximo esas oportunidades potenciales para beneficiarse de la innovación tecnológica. De manera que "Las universidades deben liderar la investigación y la innovación para crear nuevos productos y servicios de alto valor, de modo que el país conserve una ventaja competitiva en la economía global del siglo XXI" (Tweheyo et al., 2022, p. 2).

Sin embargo, para que esto ocurra es necesario que las universidades utilicen esfuerzos de innovación que involucren a varios actores en el camino de la innovación. Además, esta colaboración para la transferencia de conocimiento puede promover la cooperación a largo plazo para ambas partes: las empresas acceden a investigaciones y conocimientos de vanguardia, pero las universidades acceden a recursos financieros (Wang y Ma, 2022), lo que sería difícil de lograr en entornos no colaborativos.

Esto es consistente con el modelo de triple hélice de Etzkowitz (2017) de universidad-industria-gobierno, que muestra la colaboración entre los tres actores como la fuerza detrás de la innovación y la competitividad regional. Hughes y Kitson (2012), inspirados por el concepto de Santoro y Chakrabarti (2002); Motohashi (2005); y los hallazgos de Sampedro y Díaz-Pérez (2023), señalan que la vinculación universidad-empresa en el mundo como en México depende de la creación de incentivos y mecanismos de transferencia de conocimiento que fortalezcan la cooperación entre sectores educativos y productivos.

Incentivos para las Universidades:

1. **Mejora de Habilidades Académicas:** Trabajar junto con la industria para resolver problemas prácticos permite a los profesores e investigadores crecer y aprender de estos complejos y multifacéticos problemas técnicos que no se podrían encontrar en la escuela.
2. **Contribuciones al Conocimiento Científico e Innovador:** Las universidades pueden proporcionar a las empresas sus descubrimientos académicos y métodos de esta manera para ayudar a enfrentar desafíos específicos.
3. **Participación en Nuevo Material de Investigación:** Vincularse con la industria puede dar a los investigadores de las universidades un nuevo impulso para investigar en nuevas áreas de investigación y nuevos temas mientras estimulan y renuevan las áreas de su experiencia.
4. **Evaluación Externa del Potencial de Investigación:** Asociarse con la industria ofrece a los profesores la oportunidad de aplicar su conocimiento desde fuera a necesidades del mundo real para validar y aplicar lo que saben fuera del aula.
5. **Comprensión del Contexto de Aplicación:** Interactuar con otras áreas ayuda a los profesores a tener una mejor idea de cómo se utilizará realmente su investigación y conectar la teoría con la práctica.
6. **Temas Clave de Investigación:** Al trabajar con una amplia gama de actores, las universidades pueden desarrollar significativamente la investigación en el núcleo de temas importantes, que pueden ser desarrollados e informados por recursos que generalmente están ausentes y conocimiento de alguien más.
7. **Red de Colaboración para la Asociación:** Crear asociaciones con socios de la industria permite a las universidades participar en redes de trabajo y/o investigación, lo que promueve la colaboración interdisciplinaria y el intercambio de conocimientos.
8. **Acceso a Instrumentos y Recursos Especiales:** Una colaboración con la industria permite a los profesores tener acceso a equipos, materiales y otros recursos que son difíciles de obtener para las universidades al final.
9. **Experiencia Práctica:** Los proyectos de colaboración también brindan a los estudiantes y académicos más experiencia práctica tanto en el trabajo como en los estudios, por lo que la preparación de los estudiantes graduados puede ser mejor para la fuerza laboral y los profesores pueden practicar sus habilidades.

10. **Apoyo Financiero:** El otro método es el apoyo financiero donde se pueden ofrecer recursos financieros a estudiantes y profesores para diseñar esfuerzos de investigación, becas, etc.

11. **Oportunidades de Trabajo para Graduados:** La colaboración con la industria puede facilitar la inserción laboral de los egresados, ofreciendo oportunidades para realizar prácticas profesionales y bien para ser contratados.

12. **Integración de Teoría y Práctica:** La TC permite a las universidades integrar la teoría con la práctica, enriqueciéndose mutuamente y mejorando la calidad de las investigaciones y de la formación de estudiantes y docentes.

13. **Ingresos Personales Adicionales:** Los académicos pueden recibir compensaciones adicionales a través de su participación en consultorías, asesorías, cursos, talleres, pláticas, pero también mediante patentes y otros acuerdos con la industria.

Incentivos para la Industria

1. **Mejoras en las Capacidades de Aprendizaje Organizacional:** Las asociaciones con universidades pueden permitir a las empresas aprovechar las innovaciones técnicas y científicas realizadas por las universidades, mejorando así sus propias prácticas/productos.

2. **Utilización de Capacidades de Investigación Pública:** Las empresas pueden beneficiarse del uso de infraestructuras instaladas y capacidades de investigación en instituciones públicas, sin incurrir en costos adicionales.

3. **Promoción de Financiamiento Público y Privado:** Trabajar con universidades puede ser posible participando en investigación y desarrollo para asegurar financiamiento tanto público como privado.

4. **Tecnologías en uso:** Para las empresas, el acceso a equipos y materiales creados en universidades tampoco tiene que significar costos adicionales.

5. **Acceso a Recursos Complementarios de I+D:** La colaboración puede permitir el acceso a recursos y conocimientos que pueden mejorar el éxito de proyectos nuevos o existentes en estas áreas de I+D.

6. **Reducción de Riesgos y Expansión de Proyectos de I+D:** Los proyectos de I+D pueden disminuir el riesgo involucrado en llevar a cabo proyectos de I+D y extender la duración del proyecto, si se realiza la cooperación universitaria. Un proyecto a largo plazo puede llevarse a cabo si se establece la asociación junto con universidades.

7. **Nuevos Campos de Negocio:** TC provoca nuevas oportunidades y/o mercados para que los negocios se desarrollen, y así diversifica las áreas de negocios.

8. **Capacitación de Empleados:** También existe la oportunidad que los trabajadores de la industria obtengan una licenciatura, maestría, doctorado o cursos de capacitación y así continuar la educación universitaria.

9. **Mejora de la Reputación:** Las empresas con asociaciones universitarias mejoran su reputación y las ganancias relacionadas con la reputación también mejoran su reputación, tanto en su sector como en la sociedad a través de la cooperación con universidades.

10. **Aprovechar los recursos de la universidad:** Las empresas pueden obtener fondos en los laboratorios, equipos y otras instalaciones relacionadas con la universidad para llevar a cabo investigaciones y realizar pruebas, ahorrando así dinero y aumentando la eficiencia general.

11. **Desarrollo de Nuevos Productos y Tecnologías:** La colaboración puede llevar a mejoras/diseños de nuevos productos.

12. **Capacitación de Talento:** Las prácticas profesionales en el lugar de trabajo, el servicio social y/o los programas de estancia de investigación pueden ayudar a las empresas a encontrar y contratar talento para la empresa.

13. Mejora de la Capacidad de I+D: La interacción de universidades y el sector industrial puede estimular nuevas capacidades en ciencia, innovación y desarrollo, y así llevar a innovaciones.

Ventajas de la Transferencia de Conocimiento

Aunque hay muchos beneficios de la transferencia de conocimiento, no está exenta de desventajas. Las organizaciones y universidades pueden tener que lograr logros notables. CEPAL (2013) proporciona algunos beneficios derivados de TC, detallando cómo algunos de estos beneficios pueden llevar a un cambio transformacional tanto para las instituciones académicas como para las empresas.

Beneficios para las Universidades

1. **Aumento del Volumen y Flujo de Conocimiento:** TC apoya a las universidades en la obtención de su conocimiento requerido por la industria.

2. **Políticas y estrategias en el desarrollo de TC:** Las universidades pueden establecer y aplicar políticas o estrategias de TC que promuevan un transferencia óptima y así facilite ese proceso.

3. **Mejora de la Cultura Organizacional:** Una cultura organizacional que promueve TC y por lo tanto aprende y puede convertirse en el poder de mejorar la generación y transferencia de conocimiento dentro de la universidad.

4. **Motivación de los Académicos:** Los profesores pueden inspirarse para compartir su sabiduría cuando se unen a discusiones de TC, y como resultado, todo el entorno académico de trabajo es colaborativo.

5. **Aumento de la Eficiencia y Efectividad del Trabajo:** TC fomenta el establecimiento de un capital humano más productivo permitiendo que su conocimiento sea compartido y utilizado, haciéndolos capaces de hacer su trabajo de manera mucho más eficiente.

6. Incentivos económicos: Los profesores pueden tener derecho a incentivos económicos y otros tipos de incentivos debido a su participación en actividades de TC.

Beneficios para la Industria

1. **Innovación y Desarrollo de Productos:** TC promueve la innovación y el desarrollo de productos basados en tecnología que pueden tener una ventaja competitiva.

2. **Acceso a los Últimos Estudios:** Las empresas pueden acceder a investigaciones provenientes de universidades, por lo que las empresas pueden tener esa investigación en su lugar para mejorar su trabajo y productos.

3. **Optimización de Recursos:** Al asociarse con universidades, las empresas pueden utilizar los recursos de infraestructura universitaria, incluidas instalaciones, hardware, personal docente, etc., para reducir gastos y maximizar sus proyectos.

4. **Desarrollo y Capacitación de Talento:** Las empresas que colaboran con instituciones educativas les permiten seleccionar personal adecuado y capacitar a los prospectos de la futura fuerza laboral, lo que garantiza un trabajador altamente calificado.

5. **Reducción de Costos y Riesgos:** TC puede ayudar a reducir los gastos y riesgos de investigación y desarrollo, permitiendo una exploración más amplia en proyectos a largo plazo.

6. **Mejora de la Reputación Corporativa:** La participación en procesos de TC puede mejorar la reputación de las empresas y establecerse en la investigación/desarrollo local de universidades.

7. Crecimiento de Nuevos Mercados: La colaboración con universidades puede llevar a nuevas oportunidades de negocio.

Existen muchos incentivos y beneficios de la transferencia de conocimiento que benefician tanto a universidades como a empresas al desarrollarse y tener éxito. Informado por investigaciones que afirman que las asociaciones entre universidades y corporaciones tienen una contribución sustancial a diversas áreas de la economía, la sociedad, las naciones, las regiones, con un fuerte énfasis en las economías de desarrollo tecnológico e innovación (Hughes y Kitson, 2012). La cooperación de estas dos entidades es crítica para promover los procesos de innovación, crecimiento y desarrollo.

Mecanismos de Transferencia de Conocimiento

La TC es un proceso crucial para movilizar el conocimiento, habilidades y tecnología de varios actores, como universidades, industria, organizaciones, etc. Es este proceso el que ayuda a fomentar la innovación, la competitividad y la resolución de problemas reales.

Todos estos mecanismos contribuyen a la transferencia de conocimiento (TC), pero cada uno tiene sus propias peculiaridades inherentes y métodos específicos. Aquí están las principales formas en que funciona. Bartol y Srivastava (2002) establecen un conjunto de mecanismos que permiten a los trabajadores transferir su conocimiento en el lugar de trabajo:

- **Contribución de Conocimiento a Bases de Datos Organizacionales:** Los sistemas de información en los que el conocimiento se agrega y almacena y es accesible por los trabajadores de una organización. Al liberar conocimiento relevante que es útil para su reutilización, hay una manera para que un empleado contribuya al conocimiento institucional para las operaciones diarias.
- **Compartir Conocimiento en Interacciones Formales:** Las reuniones formales, talleres y charlas permiten la transferencia estructurada y sistemática de conocimiento. Estos intercambios frecuentemente se manifiestan a través del establecimiento de equipos de trabajo.

- **Compartir Conocimiento en Interacciones Informales:** La interacción informal, un intercambio libre, juega un papel crítico en la transferencia de conocimiento tácito, que es difícil de codificar pero es útil para resolver problemas.

Se identifican cuatro mecanismos, con una intención particular (Bercovitz y Feldman 2005):

- **Investigación Financiada:** Proyectos de investigación financiados por el sector industrial que intentan abordar los problemas que enfrenta el sector.
- **Licenciamiento de Patentes:** Otorgar licencias para el uso comercial de patentes desarrolladas en universidades.
- Contratación de Estudiantes: Contratar estudiantes para cosas como pasantías de investigación, prácticas profesionales o servicios sociales en empresas y similares, transfiriendo conocimiento directamente entre ellos.
- **Creación de Nuevas Empresas:** Establecer nuevas empresas tecnológicas en universidades es una base para incubar en universidades y así comenzar a desarrollar estas iniciativas.

D'Este y Patel (2007) proponen mecanismos adicionales:

- **Infraestructura Física:** Facilitar la colaboración y transferencia de tecnología a través de la instalación de infraestructura física.
- **Contratos de Consultoría e Investigación:** Las universidades pueden contratar investigación, asesoría, consultoría, talleres o charlas para realizar sus servicios a empresas específicas.
- **Consorcios de Investigación:** Los consorcios de investigación se forman y reúnen a múltiples organizaciones para trabajar en proyectos conjuntos en los que se fomenta la colaboración, permitiendo a las organizaciones colaboradoras compartir recursos y conocimiento.
- **Reuniones de Trabajo:** Los grupos de trabajo son un mecanismo clave para la transferencia de conocimiento, proporcionando espacio formal e informal para el diálogo e intercambio.

En la literatura, Audretsch y Belitski (2021) describe una serie de mecanismos que promueven la TC:

- **Consultoría:** Las universidades pueden ofrecer servicios de consultoría y capacitación, participar en proyectos de desarrollo e innovación directamente con empresas.

- **Comercialización de Tecnología:** La comercialización de tecnologías por parte de las universidades a través de la comercialización de licencias y/o patentes. □
- **Creación de Spin-offs:** El establecimiento y creación de empresas basadas en tecnología en universidades hace que el conocimiento y la tecnología sean viables y eficientes.
- **Movilidad de Profesores:** La movilidad de profesores e investigadores entre universidades y otros sectores industriales permite el intercambio de conocimiento y el desarrollo de habilidades.
- **Oficinas de Transferencia de Conocimiento:** Las oficinas de transferencia de conocimiento, centros de investigación, parques tecnológicos en universidades son otra razón para la TC.

CEPAL (2013) enfatiza algunos mecanismos a través de los cuales se pueden mejorar los efectos de la TC en la sociedad: □

- **Pasantías:** Las pasantías establecidas y la capacitación de estudiantes en empresas se están convirtiendo en una forma común ya que permiten una transferencia de conocimiento más práctica y eficiente. □
- **Redes Profesionales:** Las redes profesionales, en las que se intercambia información y conocimiento, fomentan la difusión de información y una orientación hacia ciertos problemas. □
- **Eventos:** La organización de eventos, como seminarios, conferencias y difusión a través de publicaciones, puede transmitir buenas prácticas a través de instituciones.
- **Servicios de Asesoría y Consultoría:** La venta de consultoría, servicios y asesoría ayuda al personal a poder transmitir sus habilidades y competencias a otros.
- **Cooperación en I+D:** La colaboración en la realización de nuevos desarrollos o en el inicio de proyectos de investigación ayuda en la transmisión de conocimiento.
- **Licencias y Patentes:** Las universidades que emiten patentes y licencias propias, que les dan recursos para seguir desarrollando y mejorando productos y servicios.
- **Empresas Basadas en Tecnología:** Las empresas spin-off y las empresas emergentes en universidades son un ejemplo en el que las empresas pueden crecer sin el riesgo de tener problemas.

Feria y Hidalgo (2012) señalan algunos acuerdos cooperativos en la TC: □

- **Movilidad de Graduados:** Los investigadores a través de estancias de investigación/prácticas laborales y en servicios sociales viajarán con estudiantes y profesores, contribuyendo al intercambio de conocimiento.
- **Proyectos de Consultoría e Innovación:** La consultoría en instituciones académicas y la participación en proyectos de investigación son propicias para la transferencia de conocimiento e intervención en el sector.
- **Movilidad de Profesores:** La naturaleza móvil de los profesores es propicia para la participación en una miríada de actividades, ya sea para el desarrollo de productos o en el diseño de proyectos de investigación. También es más fácil capacitar a los profesores.
- **Licencias y Patentes:** La adquisición, venta y/o concesión de patentes y licencias proporcionan a las instituciones los medios para obtener recursos y llevar a cabo su innovación, investigación, desarrollo.
- **Empresas de Base Tecnológica:** La incubación de empresas y la creación de spin-offs para transferir conocimientos y tecnologías desarrolladas en universidades. En el contexto latinoamericano, las políticas de vinculación universidad–empresa todavía enfrentan desafíos institucionales y de coordinación, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los marcos normativos y las capacidades de gestión tecnológica en universidades y empresas (Stezano, 2012).

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2021). A strategic alignment framework for the entrepreneurial university. Industry and Innovation, 29(5), 1–25. https://doi.org/10.1080/13662716.2021.1941799

Armendariz-Nuñez, E., Tarango, J., & Ascencio-Baca, G. (2022). Un modelo de mejora de la transferencia de conocimiento entre las ciencias humanas y sociales y las entidades sociales: Desarrollo, validación y estudio de caso en la Universidad Autónoma de Chihuahua (México). Ibersid: Revista de Sistemas de Información y Documentación, 16(2), 77–89. https://doi.org/10.54886/ibersid.v16i2.4829

Bartol, K. M., & Srivastava, A. (2002). Encouraging knowledge sharing: The role of organizational reward systems. Journal of Leadership & Organizational Studies, 9(1), 64–76. https://doi.org/10.1177/107179190200900105

Bercovitz, J., & Feldman, M. (2005). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. Journal of Technology Transfer, 30(1–2), 175–188. https://doi.org/10.1007/s10961-005-5029-z

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. Research Policy, 29(4–5), 627–655. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1

Castro-Martínez, E., Fernández-de-Lucio, I., & Gutiérrez-Gracia, A. (2008). La transferencia de conocimiento y la innovación. Arbor, 184(732), 619–631. https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.211

CEPAL. (2013). Sistemas de innovación en Centroamérica: Fortalecimiento a través de la integración regional (Libros de la CEPAL, 118). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstreams/13bd65d0-4bea-492a-ba14-8ede9a813d9e/download

D'Este, P., & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? Research Policy, 36(9), 1295–1313. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.05.002

Etzkowitz, H. (2017). The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315620183

Feria, V. H., & Hidalgo, A. N. (2012). La cooperación en los procesos de transferencia de conocimiento científico-tecnológico en México: Una evidencia empírica. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 22(43), 145-163. https://www.redalyc.org/pdf/818/81824123013.pdf

Hughes, A., & Kitson, M. (2012). Pathways to impact and the strategic role of universities: New evidence on the breadth and depth of university knowledge exchange in the UK and the factors constraining its development. Cambridge Journal of Economics, 36(3), 723–750. https://doi.org/10.1093/cje/bes017

León González, J. L., Socorro Castro, A. R., & Cáceres Mesa, M. L. (2020). Producción científica en América Latina y el Caribe en el período 1996–2019. Revista Cubana de Medicina Militar, 49(3), e0200573. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572020000300010

Mohammed Saad Abinbuhaybeha. (2023). Knowledge transfer practices in organizational learning environments: A systematic review. International Journal of Knowledge Management Studies, 14(1), 45–67. https://doi.org/10.55938/ijgasr.v2i1.37

Motohashi, K. (2005). University–industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. Research Policy, 34(5), 583–594. https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.001

Sampedro, J., & Díaz-Pérez, C. (2023). Capítulo 4. Vinculación universidad-empresa en México. En E. López-Zavala (Coord.), Estado del Conocimiento: Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Vol. II, pp. 114–137). Universidad Autónoma Metropolitana / Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). https://doi.org/10.24275/uam/COMIE.ESCTI.2023

Santoro, M. D., & Chakrabarti, A. K. (2002). Firm size and technology centrality in industry–university interactions. Research Policy, 31(7), 1163–1180. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00190-1

Tweheyo, G., Abaho, E., & Verma, A. M. (2022). The Commercialisation of University Research Outputs: A Review of Literature. Texila International Journal of Management, 8(2), 1–17. https://doi.org/10.21522/TIJMG.2015.08.02.Art012

Wang, Y., & Ma, Y. (2022). Innovation and entrepreneurship education in Chinese universities: Developments and challenges. Chinese Education & Society, 55(4–5), 225–232. https://doi.org/10.1080/10611932.2022.2136446

Zamfir, F. E. (2020). The impact of knowledge transfer on organizational performance. Proceedings of the 14th International Conference on Business Excellence, 14(1), 577–588. https://doi.org/10.2478/picbe-2020-0054

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 4. El Instituto de Innovación y Competitividad y sus Mecanismos de Transferencia del Conocimiento.

*Escriba a continuación los nombres completos, sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Raul Varela Tena[1]

Resumen

El capítulo analiza el papel del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) como eje de la transferencia de conocimiento en Chihuahua, dentro de un ecosistema regional de ciencia, tecnología e innovación. En un contexto dominado por la manufactura, el I²C impulsa la colaboración entre academia, industria, gobierno y sociedad bajo el modelo de la cuádruple hélice. Ha financiado más de 200 proyectos de I+D+i, creado nodos regionales y fortalecido la cultura de propiedad intelectual. Entre sus programas destacan Edu-Innova, que promueve la alfabetización científica en comunidades vulnerables; el Concurso Estatal de Robótica y Biónica, que estimula competencias STEM y la innovación juvenil; y la Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías (FECI), espacio de socialización del conocimiento y vinculación interinstitucional. Además, el I²C ha desarrollado una arquitectura integral que articula la sensibilización, la formación de talento, la movilidad internacional y la valorización de resultados. El caso de Chihuahua demuestra un modelo de innovación inclusiva con desafíos en sostenibilidad, equidad territorial y retención de talento, pero con alto potencial de replicabilidad nacional.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Transferencia de conocimiento, Innovación regional y Ecosistema de ciencia y tecnología.

[1] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Director en Cenaltec Juárez, México. ORCID: 0009-0006-1875-3766 ; correo electrónico: iirvt@me.com

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

El Instituto de Innovación y Competitividad en Ecosistema de Innovación

El Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) del estado de Chihuahua se ha consolidado como una entidad clave dentro del ecosistema regional de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Desde su creación, ha buscado fortalecer la vinculación entre el sector académico, la iniciativa privada y el gobierno, con el propósito de fomentar el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento como instrumentos estratégicos para el crecimiento económico y social del estado. Este enfoque se alinea con los objetivos de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), la cual impulsa la creación de capacidades regionales para la generación, apropiación y aplicación del conocimiento científico (CONAHCYT, 2023).

El contexto económico de Chihuahua muestra una estructura productiva dominada por la industria manufacturera y maquiladora, que representa más del 37 % del PIB estatal (INEGI, 2024). Este dinamismo industrial ha impulsado la demanda de talento técnico y científico, pero también ha evidenciado la necesidad de mecanismos que faciliten la innovación endógena, la diversificación productiva y la reducción de brechas tecnológicas. De acuerdo con el Índice de Competitividad Estatal 2024 elaborado por el IMCO, Chihuahua se ubica entre los diez estados más competitivos del país, destacando en los subíndices de innovación, aprovechamiento tecnológico y vinculación empresarial (IMCO, 2024).

En este contexto, el I²C ha asumido un papel de articulador estratégico del ecosistema de innovación del estado, integrando esfuerzos de los sectores académico, empresarial y gubernamental. El concepto de *ecosistema de innovación* se entiende aquí como un sistema complejo y adaptativo que reúne actores, instituciones, recursos y políticas orientadas a la creación, circulación y aplicación del conocimiento (Autio *et al*., 2018). Este enfoque reconoce que la innovación no emerge de manera aislada, sino como resultado de interacciones entre múltiples agentes que comparten objetivos comunes y se benefician de la cooperación (Carayannis y Campbell, 2010).

Capacidad Científica e Importancia de la Transferencia de Conocimiento

A nivel nacional, Chihuahua concentra el 3.5 % de los investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII) y el 2.8 % de las solicitudes de patentes presentadas ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) durante 2023 (IMPI, 2024; CONAHCYT, 2023). Estos datos posicionan al estado como un actor emergente en materia de innovación y desarrollo tecnológico, especialmente en áreas relacionadas con la manufactura avanzada, la ingeniería de materiales, la automatización y la energía sustentable. Sin embargo, el desafío radica en transformar estas capacidades científicas en impactos tangibles sobre la productividad y el bienestar social de la población.

El papel del I²C ha sido fundamental para impulsar políticas regionales orientadas a fortalecer la transferencia de conocimiento (TC). La *transferencia de conocimiento*, según la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2022), comprende el conjunto de procesos mediante los cuales el conocimiento generado por universidades, centros de investigación y empresas se convierte en innovaciones aplicables que generan valor económico o social. En este sentido, el I²C ha diseñado programas y mecanismos que permiten traducir los resultados de la investigación en soluciones concretas, atendiendo los retos específicos de las comunidades, las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) y los sectores estratégicos del estado.

Pilares del Ecosistema de Innovación en Chihuahua

El ecosistema de innovación de Chihuahua se estructura alrededor de cinco pilares principales:

- **Capital humano especializado:** oferta creciente de programas universitarios en ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas.
- **Infraestructura tecnológica:** presencia de centros de investigación, laboratorios y plataformas de innovación impulsadas por el I²C y el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI).
- **Financiamiento para la innovación:** operación del FECTI que canaliza recursos a proyectos de I+D+i a nivel estatal.
- **Redes de colaboración:** articulación entre universidades, gobierno y empresas mediante esquemas de coinversión y transferencia tecnológica.
- **Políticas públicas propicias:** iniciativas que promueven la adopción de tecnologías emergentes, la protección de la propiedad intelectual y la internacionalización del talento.

Entre 2019 y 2024, el I²C ha financiado más de 200 proyectos de investigación aplicada, con una inversión acumulada superior a 250 millones de pesos provenientes de fondos estatales y federales (I²C, 2024). Estos proyectos han beneficiado a más de 25 instituciones académicas, así como a empresas de los sectores industrial, agropecuario, energético y de servicios tecnológicos. De manera complementaria, la participación del I²C en la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT) ha permitido fortalecer los vínculos interinstitucionales y la cooperación interestatal para el desarrollo científico.

Innovación Colaborativa y Gobernanza del Conocimiento

La estrategia regional de innovación del I²C se basa en el paradigma de la triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000), que plantea la interacción sinérgica entre universidad, industria y gobierno como motor del desarrollo basado en el conocimiento. No obstante, el instituto ha evolucionado hacia una perspectiva de cuádruple hélice, incorporando a la sociedad civil y a los usuarios finales en los procesos de innovación, particularmente a través de programas como Edu-Innova y la Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías. Esta ampliación responde a las recomendaciones internacionales de la UNESCO (2023) sobre la necesidad de integrar la dimensión social y cultural en la política científica y tecnológica.

Desde un enfoque de política pública, el I²C ha contribuido a consolidar un modelo de gobernanza del conocimiento que equilibra la promoción de la investigación académica con la generación de innovación social y empresarial. Este modelo se distingue por tres elementos clave: (a) la planeación estratégica de la inversión en I+D+i, (b) la creación de capacidades tecnológicas locales, y (c) la institucionalización de mecanismos de transferencia y protección de la propiedad intelectual. Gracias a estos esfuerzos, Chihuahua ha logrado avances significativos en sus indicadores de innovación. Por ejemplo, entre 2018 y 2023 el número de proyectos registrados con componente tecnológico aumentó un 62 %, mientras que las solicitudes de registro de propiedad industrial vinculadas a instituciones educativas se incrementaron en 45 % (IMPI, 2024). Asimismo, se reporta un crecimiento sostenido en la participación de mujeres investigadoras, que pasó del 28 % al 36 % en el mismo periodo (CONAHCYT, 2023).

A nivel territorial, el I²C ha impulsado la creación de nodos regionales de innovación distribuidos en seis grandes zonas del estado: norte (Ciudad Juárez), centro (Chihuahua

capital), noroeste (Nuevo Casas Grandes–Paquimé), sur (Jiménez–Camargo), serrana (Guerrero–Cuauhtémoc) y noreste (Ojinaga–Ahumada). Esta descentralización ha permitido atender de manera diferenciada las necesidades de cada región, promoviendo proyectos de base tecnológica adaptados a los sectores productivos locales. Por ejemplo, en la zona serrana se ha priorizado la innovación en procesos agroindustriales y energías renovables, mientras que en la zona norte se impulsa la automatización y la industria 4.0 en las cadenas de manufactura (Instituto de Innovación y Competitividad, 2024).

El impacto de estas políticas se refleja en avances dentro del Índice Global de Innovación (IMPI, 2024). Si bien México mantiene una posición media a nivel mundial, estados como Chihuahua y Nuevo León han emergido como polos regionales de transferencia tecnológica. Este reconocimiento evidencia la capacidad del I²C para generar un entorno favorable a la innovación mediante la articulación de programas de formación, eventos de divulgación, concursos de robótica, ferias científicas y mecanismos de protección intelectual.

En suma, el I²C ha transitado de ser un organismo promotor de proyectos científicos a convertirse en un agente de transformación estructural dentro del ecosistema estatal de innovación. Su habilidad para conectar la investigación académica con las necesidades sociales y productivas del territorio lo posiciona como un referente nacional en políticas de innovación regional. No obstante, los retos actuales —como la sostenibilidad financiera, la brecha tecnológica rural-urbana y la retención de talento altamente calificado— requieren profundizar los mecanismos de cooperación intersectorial y fortalecer la cultura científica ciudadana para garantizar un desarrollo inclusivo y sostenido.

Edu-Innova: Transferencia Social del Conocimiento

El programa Edu-Innova, desarrollado por el I²C, es una estrategia emblemática de transferencia social del conocimiento (TSC). Su propósito es reducir las brechas de acceso a la ciencia, la tecnología y la innovación en comunidades vulneradas mediante procesos educativos basados en la experimentación, la creatividad y la resolución de problemas contextualizados. Desde su creación, este programa ha impactado cada año a más de 7,000 niñas, niños y adolescentes —y a sus familias— extendiéndose a las seis regiones del estado: centro, norte, noroeste, sur, serrana y noreste (I²C, 2024).

La relevancia de Edu-Innova radica en que representa un modelo de democratización del conocimiento científico-tecnológico, alineado con las recomendaciones de la UNESCO

(2023) sobre la necesidad de fortalecer las capacidades científicas en comunidades periféricas y promover la alfabetización digital temprana. En México, donde más del 48 % de la población menor de 18 años presenta limitaciones de acceso a recursos tecnológicos o conectividad (INEGI, 2024), programas de esta naturaleza se vuelven esenciales para garantizar una inclusión efectiva en la economía del conocimiento (OECD, 2022).

Diseño pedagógico y enfoque metodológico

El diseño de Edu-Innova se sustenta en la pedagogía de la innovación social, que combina el aprendizaje basado en proyectos (ABP) con la educación STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Según Dede (2010) y Mishra *et al*. (2012), este enfoque fomenta el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad, habilidades consideradas clave por el World Economic Forum (2023) para el desarrollo del talento del siglo XXI.

Los talleres de Edu-Innova —robótica, programación, realidad virtual y resolución de problemas locales— permiten que niñas y niños adquieran competencias digitales y socioemocionales. Cada módulo está diseñado para incorporar fases de experimentación, prototipado y socialización, generando un aprendizaje significativo (Resnick, 2017). Esta estructura metodológica responde a la lógica de *aprender haciendo*, donde el conocimiento científico se traduce en acciones prácticas que benefician a las comunidades (Tidd, 2023).

Un elemento distintivo del programa es la participación activa de las familias. Edu-Innova no se limita a la educación infantil, sino que involucra a madres, padres y educadores como agentes multiplicadores de conocimiento. Este enfoque multigeneracional coincide con Higgins *et al*. (2015), quienes subrayan que la apropiación tecnológica comunitaria se fortalece cuando las familias participan directamente en procesos de aprendizaje colaborativo. La inclusión de las familias en actividades de innovación genera una sinergia intergeneracional, donde la curiosidad infantil y la experiencia adulta convergen para resolver problemas locales, desde el uso eficiente del agua hasta la gestión de residuos.

Impacto social y territorial

De acuerdo con evaluaciones internas del I²C (2024), Edu-Innova ha tenido un impacto significativo en tres dimensiones: tecnológica, educativa y social:

- **Reducción de la brecha tecnológica:** Más del 60 % de los participantes proviene de municipios con baja densidad digital. El acceso a herramientas tecnológicas básicas (computadoras, kits de robótica, dispositivos de realidad virtual) mejoró su

alfabetización digital en un promedio de 45 %, según indicadores de seguimiento del programa.

- **Fomento del interés en carreras STEM:** El 32 % de las y los adolescentes que participaron en tres o más ediciones del programa manifestaron interés en cursar estudios de ingeniería, computación o biotecnología. Esta cifra coincide con las tendencias internacionales reportadas por la OECD (2022) sobre el impacto de los programas STEM tempranos.
- **Fortalecimiento del tejido social:** La participación familiar derivó en un incremento del 18 % en actividades comunitarias de innovación local (como ferias escolares y clubes tecnológicos), consolidando redes de colaboración entre escuelas y centros comunitarios (UNESCO, 2023).

Desde un punto de vista territorial, Edu-Innova ha logrado integrar una **r**ed de aprendizaje distribuido entre las zonas rurales y urbanas de Chihuahua, particularmente en municipios con alto rezago educativo como Balleza, Guachochi y Guadalupe y Calvo. Este despliegue responde a la visión de *innovación inclusiva* (Heeks *et al*., 2014), que promueve la participación activa de comunidades marginadas en la creación y aplicación de conocimiento tecnológico adaptado a su contexto.

Transferencia social de conocimiento y sostenibilidad

Edu-Innova trasciende el modelo de divulgación científica tradicional al convertirse en un mecanismo de *transferencia social del conocimiento*. Mientras los modelos clásicos de transferencia tecnológica priorizan la relación universidad-empresa, la TSC pone énfasis en la difusión horizontal del saber, involucrando actores no especializados y comunidades locales (Ramos-Vielba *et al*., 2021). Esta concepción se articula con los principios de la *cuádruple hélice* (Carayannis & Campbell, 2010), donde la ciudadanía se reconoce como coproductora del conocimiento. El programa ha desarrollado indicadores propios para evaluar su sostenibilidad, entre ellos:

- **Participación continua:** 73 % de las escuelas participantes han repetido su inscripción por al menos tres ciclos consecutivos.
- **Equidad de género:** 54 % de las personas beneficiadas son mujeres.

- **Innovaciones comunitarias:** más de 120 proyectos escolares con aplicación local (purificadores solares, reciclaje electrónico, agricultura hidropónica) se han derivado de los talleres.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de García-González *et al*. (2022) y Rodríguez-Pérez (2015), quienes destacan que los programas de innovación educativa sostenibles se caracterizan por la participación transversal, la pertinencia cultural y la evaluación basada en evidencias.

Discusión: Edu-Innova como modelo replicable

El éxito de Edu-Innova ha generado interés entre otros organismos estatales y universidades por su potencial como modelo replicable de política pública en innovación educativa. Su estructura modular, su énfasis en la equidad territorial y su sistema de evaluación continua lo posicionan como una buena práctica reconocida por la La Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A.C (Instituto de Innovación y Competitividad, 2024). Este reconocimiento coincide con las tendencias observadas en programas similares en Colombia y Chile, donde la innovación social se adopta como estrategia de desarrollo regional (Ortega-Hoyos y Marin-Verhelst., 2019).

Edu-Innova también evidencia la capacidad del I²C para articular actores del ecosistema de innovación: universidades tecnológicas, centros de investigación, secretarías de educación, empresas locales y asociaciones civiles. De esta manera, el programa no solo transfiere conocimiento, sino que crea comunidad científica y tecnológica de base social, integrando procesos de aprendizaje formal e informal.

En síntesis, Edu-Innova constituye una expresión tangible de la función social del conocimiento. Su éxito demuestra que la innovación no ocurre únicamente en laboratorios o parques tecnológicos, sino también en espacios comunitarios donde el aprendizaje se convierte en motor de transformación social. Al promover la alfabetización científica y digital en poblaciones vulneradas, el programa contribuye a cerrar la brecha de conocimiento y a fortalecer el capital humano que sostendrá a las futuras generaciones de innovadores chihuahuenses.

Concurso Estatal de Robótica y Biónica

El Concurso Estatal de Robótica y Biónica es otro mecanismo destacado de transferencia de conocimiento en Chihuahua. Articula educación, tecnología e innovación mediante

competencias prácticas donde jóvenes estudiantes aplican conceptos teóricos a retos reales. Este tipo de eventos se ha consolidado globalmente como un espacio de innovación educativa, desarrollo de habilidades STEM y vinculación entre academia, industria y comunidades (Martins, 2024).

Diseño e implementación local

El concurso se estructura en varias fases: convocatoria, capacitación teórica, diseño y prototipado, competencias presenciales y premiación. Los participantes —estudiantes de secundaria y preparatoria— reciben mentoría técnica por parte de profesores, ingenieros y técnicos vinculados con el I²C y universidades locales. Se establecen retos que simulan problemas del entorno (por ejemplo, eficiencia energética, automatización de procesos agrícolas, robótica asistencial), de modo que los equipos demuestren no solo habilidades técnicas sino también pertinencia social en sus soluciones. Este diseño se asemeja al modelo educativo de competencias robóticas empleado en otras regiones, donde los concursos funcionan como *laboratorios móviles de innovación* (Martins, 2024; Ouyang *et al*., 2024). Muchas competencias de robótica educativa adoptan enfoques basados en proyectos (*project-based learning*) o en resolución de problemas (*problem-based learning*) como estructuras pedagogógicas dominantes. Un estudio global reporta que la mayoría de estos eventos integran teoría y práctica a la vez que desarrollan competencias blandas en los participantes (Martins, 2024).

Beneficios documentados y resultados esperados

La literatura reciente ofrece evidencia de que la participación en competencias de robótica impacta positivamente en múltiples dimensiones:

- **Desempeño académico y actitudes hacia STEM:** Un meta-análisis concluye que el uso de robótica educativa tiene efectos moderados en la mejora del aprendizaje STEM, en comparación con métodos tradicionales.
- **Creatividad y pensamiento divergente:** Estudios indican que la robótica estimula la generación de soluciones múltiples para un mismo problema, promoviendo la innovación y la creatividad técnica.
- **Motivación y persistencia:** Participar en estas competencias genera un sentido de propósito y pertenencia al ecosistema tecnológico, lo que puede aumentar la retención de los jóvenes en carreras técnicas o de ingeniería (Ouyang y Xu, 2024).

- **Habilidades blandas y trabajo colaborativo:** Las competencias en robótica obligan a los equipos a dividir tareas, resolver conflictos y coordinar esfuerzos, desarrollando habilidades críticas para la industria moderna (Martins, 2024).

En el contexto mexicano, estudios sobre robótica educativa reportan que la introducción temprana al diseño y la programación eleva la motivación estudiantil y mejora las actitudes hacia la ingeniería (Ragusa y Leung, 2023). Asimismo, en México se han desarrollado iniciativas de *robótica social* con impacto comunitario, lo cual evidencia que estos concursos pueden generar soluciones útiles más allá del entorno académico (*Investigación en proyectos robóticos con impacto social en México*).

Indicadores locales y seguimiento

Para que el Concurso Estatal de Robótica y Biónica cumpla su rol como mecanismo de transferencia de conocimiento, es esencial incorporar indicadores de desempeño y darle seguimiento a los participantes. Algunos posibles indicadores y metas son:

Figura1. Indicadores de desempeño para el Concurso Estatal de Robótica y Biónica

Indicador	Meta sugerida	Comentario
Número de equipos inscritos	150 equipos por edición	Expandir la cobertura regional (incluir zonas rurales e intermedias)
Porcentaje de participación femenina	≥ 40 %	Favorecer la equidad de género en STEM
Proyectos con aplicación local	≥ 30 %	Que las propuestas resuelvan problemas reales de la región
Tasa de continuidad de proyectos	≥ 50 %	Que los equipos sigan desarrollando sus prototipos post-concurso
Inserción a estudios superiores (áreas STEM)	≥ 20 jóvenes por edición	Que al menos 20 participantes elijan carreras técnicas o ingenierías

El I²C podría sistematizar estos indicadores en una base de datos regional y darles seguimiento longitudinal (por ejemplo, verificando cuántos concursantes ingresan a universidades tecnológicas o se incorporan a empleos del sector).

Desafíos y limitaciones

A pesar de sus beneficios, el diseño y la operación de una competencia estatal de robótica enfrentan diversos retos:

- **Recursos tecnológicos y brecha regional:** En municipios con infraestructura limitada puede haber barreras de acceso a equipos, conectividad a internet o materiales especializados, lo que limita la participación de algunos estudiantes.
- **Formación de mentores y soporte técnico:** Es crucial contar con facilitadores con competencias sólidas en robótica, electrónica y programación para guiar a los equipos durante el proceso.
- **Sostenibilidad financiera:** Este tipo de concursos requiere inversión en kits robóticos, logística de eventos y premios. Sin apoyos recurrentes (públicos o privados) se pone en riesgo la continuidad anual del evento.
- **Escalabilidad y replicación:** Expandir el concurso a más municipios exige descentralizar recursos y formar nodos locales de competición para alcanzar a comunidades alejadas. **Evaluación del impacto:** Muchas competencias se quedan en la fase lúdica y no monitorean si los estudiantes efectivamente siguen carreras tecnológicas, ni si las soluciones desarrolladas llegan a implementarse en el entorno local.

Discusión y recomendaciones

El Concurso Estatal de Robótica y Biónica tiene el potencial de ser un motor de transformación tecnológica en Chihuahua. Para maximizar su impacto, se recomienda:

- **Integración con otros programas del I²C:** Enlazar el concurso con iniciativas como Edu-Innova y la feria científica, de modo que los participantes puedan continuar desarrollando sus proyectos en etapas posteriores.
- **Alianzas con empresas tecnológicas:** Establecer convenios con compañías locales para obtener financiamiento de kits, equipamiento y mentorías continuas que refuercen las capacidades de los equipos.

- **Descentralización regional:** Organizar versiones regionales del concurso que cubran diversas zonas del estado, fortaleciendo redes locales de talento y permitiendo una participación más inclusiva.
- **Incubación post-concurso:** Incorporar una fase de incubación para los prototipos con mayor potencial, brindando apoyo para registro de propiedad intelectual, mejora de prototipos y mentoría en modelos de negocio.
- **Difusión de resultados:** Publicar las memorias del concurso (proyectos destacados, aprendizajes, estadísticas de participación) para dar visibilidad a las innovaciones juveniles y generar respaldo público y académico al programa.

Con una gestión estratégica, este concurso puede dejar de ser un evento aislado para convertirse en una plataforma permanente de innovación juvenil. De esta forma se fomentarán vocaciones STEM, se fortalecerá el ecosistema local de CTI y se generarán soluciones tecnológicas aplicadas a los retos específicos de Chihuahua.

Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías (FECI)

La FECI de Chihuahua es otro mecanismo representativo de transferencia horizontal de conocimiento, impulsado por el I²C. Su objetivo principal es fomentar la creatividad científica y tecnológica entre estudiantes de nivel básico, medio superior y superior, así como fortalecer la conexión entre academia, industria y sociedad. Desde su primera edición, la feria ha evolucionado de ser un certamen académico a conformar un verdadero ecosistema de innovación juvenil, donde convergen estudiantes, investigadores, docentes, empresas y organismos gubernamentales para intercambiar saberes y presentar soluciones a problemas locales. En la edición más reciente 2024 participaron más de 850 proyectos provenientes de 72 instituciones educativas de las seis regiones del estado (I²C, 2024).

Un espacio de socialización del conocimiento

Las ferias científicas escolares y estatales cumplen una función crucial en la alfabetización científica de la sociedad (Bennett *et al*., 2018). A diferencia de los congresos especializados, las ferias se caracterizan por su orientación a la participación activa y por facilitar la apropiación del conocimiento científico a través de la experimentación y la divulgación pública (Falk & Dierking, 2019). En Chihuahua, la FECI representa una estrategia de divulgación científica con enfoque territorial, alineada con las políticas de descentralización del conocimiento promovidas por la UNESCO (2021) y la OECD (2022).

El diseño metodológico de la FECI integra el aprendizaje basado en proyectos (PBL), la evaluación por competencias y la vinculación con instituciones de educación superior. Los estudiantes presentan sus investigaciones ante jurados conformados por expertos de universidades, centros de investigación y empresas del sector productivo. Este modelo se inspira en prácticas de la *Intel International Science and Engineering Fair (ISEF)*, adaptadas al contexto regional mexicano (Society for Science, 2023). Entre los objetivos del evento se destacan:

- **Fomentar vocaciones científicas:** despertar el interés por carreras STEM y la investigación aplicada desde edades tempranas.
- **Crear redes de colaboración:** conectar a los jóvenes con académicos, mentores y representantes del sector industrial para formar redes de apoyo.
- **Difundir avances científicos:** socializar los resultados de proyectos escolares con potencial de impacto local para que sean conocidos por la comunidad.
- **Promover la equidad en la ciencia:** garantizar la participación equitativa de género y la inclusión de regiones rurales en las actividades científicas.

Impacto en los estudiantes y la comunidad educativa

El impacto de la FECI trasciende la premiación de proyectos individuales; su valor reside en el aprendizaje transformador que genera entre los participantes. Según datos del I²C (2024), el 74 % de los estudiantes que participan en al menos dos ediciones de la feria manifiestan una mayor motivación para continuar estudios científicos o tecnológicos. Además, el 58 % de los proyectos ganadores son retomados por sus instituciones de origen como prototipos o iniciativas de emprendimiento social. Este fenómeno puede explicarse mediante el modelo de autoeficacia científica de Bandura (2012), el cual sugiere que la experiencia práctica y el reconocimiento fortalecen la percepción de competencia y el interés por la investigación. En consecuencia, la FECI se convierte en un instrumento para el desarrollo del capital científico regional.

A nivel docente, la feria ha beneficiado a más de 400 profesores y tutores, quienes han recibido formación en metodología científica, ética de la investigación y evaluación de proyectos. “Los programas de movilidad y formación interinstitucional permiten elevar las competencias de los jóvenes investigadores y fortalecen la capacidad de las instituciones locales para generar investigación competitiva” (García-González & Fernández-Cano, 2024,

p. 62). En cuanto a la participación de género, la feria ha logrado una tasa promedio de 49 % de participación femenina, superando el promedio nacional de mujeres en ciencia (38 %) (CONAHCYT, 2023). Esta cifra refleja el compromiso del I²C con los principios de inclusión y equidad establecidos en la Agenda 2030 y la Declaración de Montevideo sobre Mujeres en Ciencia y Tecnología (UNESCO, 2021).

La feria como mecanismo de transferencia del conocimiento

La FECI opera como un espacio efectivo de transferencia de conocimiento al facilitar la interacción entre diversos actores del ecosistema de innovación. Este proceso ocurre no solo entre instituciones educativas y centros de investigación, sino también con empresas y actores sociales que encuentran oportunidades para convertir ideas en proyectos aplicados. Por ejemplo, se han documentado colaboraciones entre estudiantes de bachillerato y empresas de manufactura avanzada para diseñar sensores de bajo costo que mejoran el control de calidad en fábricas, o el desarrollo de biofertilizantes por equipos universitarios que posteriormente escalaron sus proyectos con apoyo del FECTI.

Estos casos evidencian la articulación entre la formación científica y la innovación tecnológica, coherente con los modelos de innovación abierta y socialmente responsable descritos por Chesbrough (2019) y Carayannis & Campbell (2010). La feria también contribuye al fortalecimiento del capital relacional entre los actores del sistema regional de innovación. Como señalan Hughes y Kitson (2012), las plataformas colaborativas que surgen en estos espacios actúan como catalizadores del flujo de conocimiento tácito, impulsando el aprendizaje colectivo y la formación de redes duraderas.

Impacto territorial y proyección nacional

En términos territoriales, la FECI ha alcanzado una cobertura sin precedentes: en los últimos cinco años llegó a 67 municipios, beneficiando a más de 30,000 personas entre participantes y asistentes (I²C, 2024). Esta descentralización se alinea con el enfoque de *innovación territorial inteligente* promovido por la OCDE (2022), donde la ciencia y la tecnología se emplean como herramientas para el desarrollo local sostenible.

Asimismo, la feria ha ganado reconocimiento nacional como una de las tres más importantes del país —junto con las de Jalisco y Nuevo León— y ha sido señalada por CONAHCYT (2023) como modelo de difusión científica regional. Gracias a alianzas estratégicas con la Society for Science (EE. UU.), los proyectos ganadores de Chihuahua han podido representar

al estado en eventos internacionales, potenciando la visibilidad e internacionalización del talento juvenil local.

La sostenibilidad de la FECI se ha logrado mediante la institucionalización de su financiamiento a través del FECTI, garantizando recursos anuales para su organización y expansión. Esta continuidad institucional es clave para mantener un impacto sostenido y permitir la planeación estratégica a largo plazo, características esenciales en los programas exitosos de ciencia ciudadana (Bonney *et al*., 2016).

La Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías es un pilar de la política de innovación de Chihuahua. Su enfoque inclusivo, su articulación con el sector productivo y su énfasis en el desarrollo de capacidades científicas locales la convierten en un modelo replicable de transferencia de conocimiento, con alto potencial de impacto educativo y social. El reto a futuro es ampliar su alcance hacia una evaluación de impacto longitudinal —que mida el seguimiento de los egresados, la madurez tecnológica de los proyectos presentados y la integración de estos jóvenes al ecosistema regional de innovación—.

Arquitectura Integral de Transferencia del Conocimiento

El I²C ha diseñado un portafolio de programas que, en conjunto, constituyen una arquitectura integral de transferencia del conocimiento. Estos mecanismos —que abarcan desde la sensibilización temprana hasta la valorización de resultados científicos— operan como vasos comunicantes que permiten al estado de Chihuahua avanzar hacia un ecosistema de innovación inclusivo y sostenible (German-Soto, 2021; Díaz-Rodríguez et al. 2023). A continuación, se describen los principales componentes de esta arquitectura:

Sensibilización y cultura de innovación

La alfabetización científica y tecnológica constituye el primer eslabón en la cadena de transferencia del conocimiento. El I²C entiende que la generación de capacidades no puede limitarse al ámbito académico, sino que debe permear la cultura general de la población. En este contexto, Innovación Week y la Revista Ciencia, Tecnología e Innovación se han consolidado como plataformas complementarias que promueven la apropiación social del conocimiento, la democratización del saber científico y la construcción de una ciudadanía innovadora.

Innovación Week funciona como un espacio de interacción horizontal entre ciencia, empresa y sociedad. A través de conferencias magistrales, talleres prácticos y exposiciones

tecnológicas, el evento cumple con las recomendaciones de la UNESCO (2021) respecto a crear entornos de aprendizaje abiertos y colaborativos donde los individuos desarrollen competencias para adaptarse a los desafíos de la sociedad del conocimiento. Su naturaleza gratuita e inclusiva permite acercar las tendencias globales de ciencia e innovación a sectores que históricamente han estado alejados de estos debates, fortaleciendo la cohesión social en torno a la tecnología y la creatividad. Por su parte, la *Revista RAKE* es un mecanismo editorial científica orientado a la divulgación pública del conocimiento generado en el estado.

De acuerdo con Fecher y Friesike (2014), la ciencia abierta y los medios de divulgación institucional son componentes esenciales de la innovación contemporánea, pues convierten la investigación científica en un bien común accesible. En Chihuahua, esta publicación no solo visibiliza la producción académica local, sino que traduce el lenguaje técnico en narrativas asequibles, contribuyendo a la alfabetización científica que la OECD (2022) define como la capacidad ciudadana para comprender, usar y evaluar el conocimiento científico en la vida cotidiana.

Ambas iniciativas del I²C cumplen funciones sinérgicas: Innovación Week estimula la curiosidad y el diálogo social sobre la innovación, mientras que la revista consolida la memoria y difusión del conocimiento local. Este binomio refleja la transición de un modelo centrado en la ciencia institucional hacia uno orientado a la ciencia participativa, donde la comunidad forma parte activa del proceso de innovación. La apertura de espacios públicos para la ciencia, como los que plantea el I²C, es un paso fundamental hacia una gobernanza del conocimiento más inclusiva y sostenible (Carayannis & Campbell, 2010).

Formación temprana y desarrollo de talento

El desarrollo de capital humano especializado es la piedra angular de cualquier ecosistema de innovación. En esta fase temprana, el I²C ha implementado programas como CyTLabs y Jóvenes Talento, que funcionan como incubadoras de vocaciones científicas y tecnológicas desde la educación básica y media superior.

CyTLabs integra a estudiantes de secundarias técnicas en un entorno de experimentación práctica centrado en la robótica y la programación. Este modelo coincide con la pedagogía del aprendizaje basado en proyectos (ABP) descrita por Resnick (2019) y Mishra *et al*. (2012), quienes argumentan que el pensamiento computacional, la resolución de problemas y la creatividad son competencias esenciales del siglo XXI. Al brindar acceso a herramientas de

biónica y robótica en escuelas públicas, el programa contribuye a reducir la brecha tecnológica regional y promueve la equidad territorial en el acceso al conocimiento.

Complementariamente, *Jóvenes Talento* articula una fase posterior del desarrollo de talento, impulsando la participación de estudiantes destacados en eventos académicos, concursos científicos y olimpiadas internacionales. Esta política coincide con el concepto de *pipeline of talent* expuesto por García-González & Fernández-Cano (2024, p. 47) "La sostenibilidad de los sistemas científicos latinoamericanos depende de la consolidación de trayectorias formativas continuas y del fortalecimiento de las vocaciones científicas desde etapas tempranas", potenciando la competitividad académica de las instituciones locales.

Ambos programas actúan como catalizadores del talento científico regional: CyTLabs siembra la semilla de la curiosidad tecnológica en etapas tempranas, mientras que Jóvenes Talento consolida la excelencia a través de experiencias de alto rendimiento. Esta estrategia integral refleja un modelo de innovación educativa coherente con la visión de la OECD (2022) sobre la necesidad de fortalecer la base de capacidades STEM y fomentar la participación juvenil en la economía del conocimiento.

Movilidad, inserción y redes globales

La internacionalización del talento y la circulación del conocimiento son procesos inherentes a la sociedad global del aprendizaje. En este marco, el programa EPEX (Enlace para Prácticas Profesionales en el Extranjero) representa un mecanismo avanzado de *transferencia inversa* del conocimiento: estudiantes chihuahuenses se integran en entornos productivos internacionales, adquieren competencias especializadas y luego reintroducen ese aprendizaje en sus comunidades de origen.

Desde la teoría, Goktepe-Hulten y Mahagaonkar (2010) describen la movilidad académica como una forma de innovación abierta que permite la recombinación de saberes y la creación de redes globales de conocimiento. EPEX opera bajo la lógica de los *knowledge spillovers* —flujos de conocimiento que se generan cuando las personas trasladan aprendizajes tácitos entre contextos industriales o geográficos—. Al vincular universidades de Chihuahua con empresas y centros de investigación extranjeros, el programa enriquece las competencias individuales a la vez que amplía las capacidades colectivas del sistema regional de innovación.

Estudios sobre capital humano en América Latina (González-Brambila & Veloso, 2021) demuestran que las regiones que promueven la movilidad y el retorno de talento incrementan su productividad científica y tecnológica en un 25 % en promedio, respecto de aquellas que no lo hacen. En consecuencia, la efectividad de EPEX depende de su capacidad para fomentar el retorno e inserción laboral local de los becarios, transformando la experiencia internacional en proyectos de innovación aplicada. Este proceso, conocido como *re-embedding*, asegura que la inversión pública en movilidad genere un retorno tangible para el desarrollo regional. El programa EPEX se consolida así como un puente entre el conocimiento global y el desarrollo local, fortaleciendo la competitividad de Chihuahua en sectores estratégicos como la manufactura avanzada, la automatización y la energía sustentable. Desde la perspectiva de la política científica, EPEX ejemplifica cómo la movilidad estudiantil puede convertirse en un componente esencial de la transferencia tecnológica a nivel regional.

Valorización y protección del conocimiento

La fase final del ciclo de transferencia se enfoca en la valorización, protección y difusión de los resultados de investigación. En este ámbito, el I²C impulsa los Talleres de Propiedad Intelectual y el programa PUBLICH, que fortalecen la capacidad de las instituciones y de los innovadores para convertir el conocimiento en activos intangibles con valor económico y social.

Los Talleres de Propiedad Intelectual son estrategias de capacitación técnica que instruyen a investigadores, docentes y emprendedores sobre los procedimientos de registro ante el IMPI. Según datos oficiales, las solicitudes de patentes de residentes mexicanos aumentaron en más del 20 % entre 2023 y 2024 (IMPI, 2024), reflejando una mejora en la cultura de protección del conocimiento a nivel nacional. Este avance se alinea con las recomendaciones de la OECD (2023), que consideran la propiedad intelectual un indicador clave del desempeño innovador y un mecanismo para atraer inversión en economías emergentes.

El fortalecimiento de la cultura de PI en Chihuahua permite que las invenciones desarrolladas en el estado particularmente en sectores industriales y académicos sean protegidas y eventualmente transferidas bajo esquemas formales de licenciamiento. Además, los talleres del I²C promueven la gestión integral de la innovación, capacitando en aspectos legales, técnicos y comerciales de los proyectos. Este tipo de formación contribuye a reducir los

tiempos de trámite de solicitudes y a incrementar la proporción de inventores locales frente a externos, mejorando la posición del estado en indicadores de innovación tecnológica.

En paralelo, el programa PUBLICH incentiva la publicación científica y tecnológica en revistas arbitradas e indexadas. Su propósito es financiar los costos para publicar artículos de investigación con pertinencia regional, fomentando la visibilidad del conocimiento generado en Chihuahua. La literatura sobre comunicación científica (Fecher & Friesike, 2014) sostiene que la publicación abierta y el acceso libre amplifican el impacto social de la ciencia y facilitan la transferencia del conocimiento hacia sectores productivos. En este sentido, PUBLICH cierra el ciclo iniciado con Innovación Week y la revista CTI, asegurando que los resultados de investigación lleguen tanto a la comunidad académica como al público general.

En conjunto, estos mecanismos consolidan la fase de madurez del ecosistema de innovación, en la cual el conocimiento se transforma en propiedad intelectual, publicaciones e innovaciones aplicables. Tal como señala la OECD (2022), la capacidad de un territorio para gestionar, proteger y difundir su conocimiento determina su competitividad en la economía global del aprendizaje.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Autio, E., Nambisan, S., Thomas, L. D. W., & Wright, M. (2018). Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems. Strategic Entrepreneurship Journal, 12(1), 72–95. https://doi.org/10.1002/sej.1266

Bandura, A. (2012). On the functional properties of perceived self-efficacy revisited. Journal of Management, 38(1), 9–44. https://doi.org/10.1177/0149206311410606

Bennett, J., Dunlop, L., Knox, K. J., Reiss, M. J. & Torrance Jenkins, R. (2018). Practical independent research projects in science: A synthesis and evaluation of the evidence of impact on high school students. International Journal of Science Education, 40(14), 1755–1773. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1511936

Bonney, R., Cooper, C. B., Ballard, H. L., & Phillips, T. B. (2016). The theory and practice of citizen science: Launching a new journal. Citizen Science: Theory and Practice, 1(1), 1–4. https://doi.org/10.5334/cstp.65

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2010). Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1), 41–69. http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/jsesd.2010010105

Chesbrough, H. (2019). Open Innovation Results: Going Beyond the Hype and Getting Down to Business. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198841906.001.0001

CONAHCYT. (2023). Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5690080

Díaz Rodríguez, Héctor Eduardo, & Morales Sánchez, Mario Alberto. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. Análisis económico, 38(98), 69-92. Epub 19 de junio de 2023.https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/diaz

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. En J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), 21st Century Skills: Rethinking How Students Learn (pp. 51–76). Solution Tree Press. https://www.solutiontree.com/21st-century-skills.html

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2019). Reimagining public science education: The role of lifelong free-choice learning. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1(10). https://doi.org/10.1186/s43031-019-0013-x

Fecher, B., & Friesike, S. (2014). Open science: One term, five schools of thought. En S. Bartling & S. Friesike (Eds.), Opening Science (pp. 17–47). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2

García-González, J. A., & Fernández-Cano, A. (2022). Knowledge management in higher education: Strategies for evidence-based innovation. Frontiers in Education, 7, 970715. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.970715

German-Soto, Vicente, Soto Rubio, Mauro, & Gutiérrez Flores, Luis. (2021). Innovación y crecimiento económico regional: evidencia para México. Problemas del desarrollo, 52(205), 145-172. Epub 23 de agosto de 2021.https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.205.69710

Goktepe-Hulten, D., & Mahagaonkar, P. (2010). Inventing and patenting activities of scientists: In the expectation of money or reputation? Journal of Technology Transfer, 35(4), 401–423. https://doi.org/10.1007/s10961-009-9126-2

Gonzalez-Brambila, Claudia; Veloso, Francisco (2018). The Determinants of Research Productivity: A Study of Mexican Researchers. Carnegie Mellon University. Journal contribution. https://doi.org/10.1184/R1/6073532.v1

Heeks, R., Foster, C., & Nugroho, Y. (2014). New models of inclusive innovation for development. Innovation and Development, 4(2), 175-185. https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.928982

Higgins, S., & Katsipataki, M. (2015). Evidence from meta-analysis about parental involvement in education which supports their children's learning. Journal of Children's Services, 10(3), 1–11. https://doi.org/10.1108/JCS-02-2015-0009

Hughes, A., & Kitson, M. (2012). Pathways to impact and the strategic role of universities. Cambridge Journal of Economics, 36(3), 723–750. https://doi.org/10.1093/cje/bes017

IMCO. (2024). Índice de Competitividad Estatal 2024. Instituto Mexicano para la Competitividad. https://imco.org.mx/indices/estatal

IMPI. (2024). Informe anual de propiedad industrial en México 2024. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras

INEGI. (2024). Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2024. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/pib_pconst/pib_pconst2024_08.pdf

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024). Informe anual de resultados 2024. Gobierno del Estado de Chihuahua. https://i2c.com.mx/documentos/2025/Transparencia/Informes/Informe%20Anual%20de%20Actividades%20IIC%202024.pdf

Martins, F. N., Ribeiro, A., & Moreira, A. (2024). Editorial: Educational robotics and competitions. Frontiers in Robotics and AI, 11, 1394849. https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1394849

Mishra, P., Henriksen, D., & Mehta, R. (2012). Rethinking technology and creativity in the 21st century: Educational implications. TechTrends, 66(3), 309–320. https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-012-0594-0

OECD. (2022). Open Educational Resources: A Catalyst for Innovation. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/12/open-educational-resources_g1g5f73c/9789264247543-en.pdf

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. International Journal of STEM Education, 11(7). https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Ragusa, G., & Leung, L. (2023). The Impact of Early Robotics Education on Students' Understanding of Coding, Robotics Design, and Interest in Computing Careers. Sensors, 23(23), 9335. https://doi.org/10.3390/sensors23239335

Ramos-Vielba, I., Robinson-Garcia, N., & Woolley, R. (2021). A value creation model from science–society interconnections: Components and archetypes. SocArXiv. https://doi.org/10.31235/osf.io/tkzc5

Resnick, M. (2017). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play. MIT Press. https://books.google.com/books?id=TrT4DwAAQBAJ

Rodríguez Pérez, L. C., Montiel Bautista, S., & Ramírez Montoya, M. S. (2015). Innovación educativa basada en evidencias con portafolios digitales para enseñanza de la Historia. Revista Iberoamericana de Educación, 69(2), 69–88. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible en https://rieoei.org/historico/documentos/rie69a03.pd

Society for Science. (2023). Regeneron International Science and Engineering Fair 2023: Program book. Society for Science. https://www.societyforscience.org/isef/

Tidd, J. (2023). Managing Innovation. En G. Giannattasio, E. Kongar, M. Dabić, C. Desmond, M. Condry, S. Koushik & R. Saracco (Eds.), IEEE Technology and Engineering Management Society Body of Knowledge (TEMSBOK) (Cap. 6, pp. 97-108). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119987635.ch6

UNESCO. (2021). UNESCO Science Report 2023: The race against time for smarter development. UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377433

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 5. Prospectiva para la Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua.

*Escriba a continuación los nombres completos, sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

César modesto Acosta[1]

Rosa Herrera Aguilera[2]

José Manuel Rodríguez Villa[3]

Resumen

Este capítulo analiza los desafíos y oportunidades del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en el estado de Chihuahua hacia el horizonte 2030. A partir de un enfoque prospectivo y documental, se examinan las condiciones estructurales del sistema regional de innovación y se proponen estrategias para transitar de un modelo manufacturero dependiente hacia uno basado en conocimiento endógeno, sostenibilidad y valor tecnológico propio. Se revisan factores como la gobernanza de la innovación, el fortalecimiento del capital humano, la digitalización industrial, la innovación abierta y la internacionalización de las capacidades científicas. La propuesta incorpora referencias a marcos internacionales como la LGHCTI, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las recomendaciones de la OCDE y la UNESCO. El capítulo concluye con una hoja de ruta 2025–2030 que plantea cinco ejes estratégicos para consolidar a Chihuahua como referente nacional en innovación tecnológica, transferencia de conocimiento y sostenibilidad industrial.

[1] Doctorado en Administración Publica, Docente/Investigador en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0000-0002-6146-3426 ; Scopus: 55319880000; correo electrónico: cesar.ma@chihuahua.tecnm.mx

[2] Doctora en Educación. Docente/investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, ORCID: 0000-0001-7375-2973

[3] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Instructor en Cenaltec Juárez, México. ORCID: 0000-0003-0936-5228

Haciendo ver que Chihuahua puede consolidarse como referente nacional en innovación aplicada y transferencia tecnológica, impulsando una economía competitiva, sostenible e inclusiva basada en ciencia y desarrollo tecnológico.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Innovación regional, cadenas de valor y competitividad tecnológica.

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

Introducción

El desarrollo científico y tecnológico constituye uno de los pilares más determinantes del crecimiento económico y social de las regiones. En el caso del estado de Chihuahua, su posición geoestratégica en el norte de México, junto con su fuerte base manufacturera, lo ubica como un actor clave en la nueva configuración productiva de América del Norte impulsada por el fenómeno del nearshoring. No obstante, el principal desafío no reside en mantener su liderazgo industrial, sino en transformarlo mediante un modelo de innovación endógena que permita generar conocimiento propio, fortalecer la complejidad económica y promover una economía basada en la sostenibilidad.

El presente capítulo tiene como propósito ofrecer una prospectiva integral de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Chihuahua hacia 2030, integrando evidencia científica reciente y marcos normativos nacionales e internacionales. Se busca responder a la pregunta: ¿cómo puede Chihuahua transitar hacia un modelo de innovación tecnológica sostenible y competitivo, articulando el conocimiento local con la agenda global de desarroll.

Metodológicamente, se adopta un enfoque documental y prospectivo, sustentado en la revisión de literatura académica indexada en Scopus, Web of Science y RedALyC, desarrollando una comparación de políticas de innovación en regiones con condiciones similares. El análisis se organiza en cinco dimensiones estratégicas: gobernanza del conocimiento, capital humano, digitalización y sostenibilidad, innovación abierta y transferencia tecnológica, y medición del impacto e internacionalización.

Este marco permite proponer una hoja de ruta estructurada que vincula la política científica regional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 5, 9 y 13), la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI) y las recomendaciones internacionales de la OECD (2023) y la Global Education Monitoring Report Team (2023).

Metodología

El presente capítulo se desarrolló mediante un enfoque documental, comparativo y prospectivo, sustentado en el análisis de fuentes científicas y normativas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en México y en regiones industriales con dinámicas similares. Se efectuó una revisión sistemática de literatura publicada entre 2018 y 2025 en bases de datos académicas de Scopus, Web of Science, RedALyC y ScienceDirect, priorizando artículos con DOI activos y pertinencia para el contexto mexicano.

La estrategia de búsqueda incluyó términos clave como innovation governance, regional innovation systems, nearshoring Mexico, open innovation SMEs y technology transfer in Latin America. Se seleccionaron fuentes entre artículos arbitrados, informes de organismos internacionales (OCDE, UNESCO, CONACYT) y documentos de política pública.

El análisis se realizó bajo un enfoque prospectivo de planeación estratégica, combinando la identificación de tendencias globales de innovación con el diagnóstico de capacidades regionales en Chihuahua. Para la interpretación se aplicó un marco teórico basado en los modelos de la triple y cuádruple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Carayannis & Campbell, 2010), la teoría de capacidades dinámicas (Teece, 2018) y el enfoque de complejidad económica (Hausmann et al., 2011).

Los resultados se organizaron en cinco dimensiones estratégicas:

- Gobernanza del conocimiento
- Capital humano y formación avanzada
- Digitalización y sostenibilidad
- Innovación abierta y transferencia tecnológica
- Medición del impacto e internacionalización

El diseño metodológico permitió articular la evidencia empírica y conceptual para construir una hoja de ruta 2025–2030 orientada al fortalecimiento del sistema estatal de innovación de

Chihuahua, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 5, 9 y 13) y la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI).

Profundización teórica y comparada

El fortalecimiento del sistema regional de innovación de Chihuahua requiere apoyarse en una base conceptual sólida que permita comprender cómo se generan, adaptan y sostienen las ventajas tecnológicas en contextos de cambio acelerado. Tres enfoques teóricos resultan fundamentales para este propósito: las capacidades dinámicas organizacionales, los sistemas nacionales y regionales de innovación, y la innovación como motor del desarrollo industrial.

Capacidades dinámicas y aprendizaje organizacional

12 David J. Teece (2018) define las capacidades dinámicas como la habilidad de una organización para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas con el fin de adaptarse a entornos cambiantes. En su análisis sobre los ciclos de vida de las plataformas digitales, el autor destaca que la ventaja competitiva sostenible depende menos de los recursos tangibles y más de la capacidad de aprendizaje continuo, la innovación abierta y la rápida adaptación estratégica.

Aplicado al contexto regional, este enfoque implica que las empresas de Chihuahua -particularmente las pymes del sector manufacturero- deben desarrollar mecanismos institucionalizados de aprendizaje colectivo y vinculación tecnológica, capaces de transformar el conocimiento adquirido en innovación aplicable. Esto conecta directamente con la noción de innovación endógena, en la cual el conocimiento se produce, difunde y adapta localmente, fortaleciendo la resiliencia tecnológica del territorio.

Sistemas nacionales y regionales de innovación

Bengt-Åke Lundvall (2016) amplía esta perspectiva al considerar que la innovación no es un proceso aislado de la empresa, sino el resultado de una red compleja de relaciones entre universidades, empresas, gobierno y sociedad, donde el aprendizaje interactivo constituye el núcleo del desarrollo económico. Los sistemas nacionales de innovación (SNI) se conciben como estructuras sociales y productivas que facilitan la circulación del conocimiento y la creación de nuevas capacidades tecnológicas.

En el caso de Chihuahua, este enfoque resulta particularmente pertinente. La región forma parte de un sistema nacional de innovación con alta concentración manufacturera, pero con una débil articulación entre los actores de la hélice cuádruple. Consolidar un sistema regional

de innovación (SRI) implica no solo coordinar esfuerzos entre el Instituto de Innovación y Competitividad (I^2C), universidades y empresas, sino también generar políticas de gobernanza tecnológica que incentiven la colaboración y reduzcan las asimetrías en la absorción de conocimiento.

Innovación y desarrollo industrial

Christopher Freeman (1995), pionero de los estudios sobre innovación y desarrollo, argumentó que la innovación tecnológica es el motor fundamental del crecimiento industrial y de la competitividad nacional. Desde su perspectiva histórica, las economías que lograron transitar hacia modelos industriales avanzados fueron aquellas que establecieron instituciones sólidas de apoyo a la investigación, educación técnica e infraestructura científica.

Freeman subraya que los países con estrategias coordinadas de política tecnológica, inversión en I+D y transferencia efectiva de conocimiento alcanzan una capacidad endógena de cambio técnico, elemento indispensable para sostener procesos de industrialización inteligente. Este marco teórico es plenamente aplicable a Chihuahua, donde la transición del modelo maquilador hacia una economía del conocimiento demanda una política industrial articulada con la innovación científica y la formación de talento especializado.

Síntesis integradora

La convergencia de estos enfoques —Teece, Lundvall y Freeman— permite interpretar la innovación como un proceso dinámico, sistémico y contextual. Desde Teece (2018), la innovación requiere capacidades adaptativas; desde Lundvall (2016), aprendizaje colectivo e institucional; y desde Freeman (1995), políticas estructurales que orienten la transformación industrial.

Para Chihuahua, integrar estas perspectivas implica diseñar un modelo regional donde las capacidades dinámicas empresariales se inserten en un ecosistema de innovación articulado institucionalmente, y donde la innovación endógena se convierta en un factor de desarrollo sostenible. Solo así será posible generar una estructura productiva con autonomía tecnológica y competitividad global.

Enfoque prospectivo de la CTI

El estado de Chihuahua ha consolidado su papel como eje industrial del norte de México, especialmente en sectores como la electrónica, automotriz y dispositivos médicos. Sin

embargo, su desafío estratégico hacia 2030 radica en transformar la base manufacturera tradicional en un modelo de innovación endógena, capaz de generar valor tecnológico propio y fortalecer la complejidad económica regional.

La transición hacia una economía del conocimiento exige repensar el carácter sistémico de la producción: no solo producir más, sino producir con mayor densidad de conocimiento. En este sentido, Porto-Gómez, Zabala-Iturriagagoitia y Leydesdorff (2019) demostraron que, en el contexto mexicano, las diferencias regionales en resultados de innovación se explican menos por el volumen de gasto en I+D y más por la calidad de las interacciones entre universidad, empresa, gobierno y sociedad, donde la falta de sinergias limita la generación de conocimiento compartido.

Para Chihuahua, esto implica que aumentar el gasto en investigación no basta; se requiere una gobernanza de la CTI que integre redes de colaboración, infraestructura científica y mecanismos efectivos de transferencia tecnológica que permitan convertir la base manufacturera en innovación localmente apropiada.

Innovación endógena, capacidades dinámicas y adopción empresarial

Desde la perspectiva empresarial, avanzar de la adopción tecnológica a la generación de conocimiento requiere fortalecer las capacidades dinámicas y la cultura organizacional de innovación.

Valdez-Juárez y Castillo-Vergara (2021) evidenciaron que, en las pymes mexicanas, las capacidades tecnológicas internas impactan significativamente la eco-innovación y la innovación abierta, las cuales, a su vez, mejoran el rendimiento corporativo. Asimismo, Pinzón-Castro y Maldonado-Guzmán (2023) confirman que la adopción simultánea de innovación abierta y eco-innovación en la manufactura incrementa el desempeño empresarial y promueve la competitividad sostenible.

Para Chihuahua, estos hallazgos implican la necesidad de políticas regionales orientadas a resultados, tales como diagnósticos de madurez tecnológica adaptados al contexto local, esquemas de coinversión público-privada en I+D+i, y programas de licenciamiento y certificación tecnológica desde etapas tempranas. Con ello, el estado podría transitar de una “maquila adoptiva” a una innovación generativa, capaz de agregar valor desde el conocimiento propio.

Capital humano, brechas de género y metodologías activas

El capital humano es un pilar estructural de la competitividad tecnológica. Sin embargo, las brechas de género en disciplinas STEM continúan limitando la participación de las mujeres en la ciencia y la innovación.

Verdugo-Castro et al. (2023) demostraron que los estereotipos culturales, la falta de referentes femeninos y las condiciones laborales desiguales son los principales factores que restringen su permanencia en carreras tecnológicas.

Los programas de mentoría y acompañamiento, no obstante, generan impactos positivos en el desarrollo de vocaciones científicas y tecnológicas. Por otra parte, la formación de competencias para el futuro requiere metodologías activas, donde los enfoques STEAM y la robótica educativa fomenten la creatividad, la resolución de problemas y el aprendizaje colaborativo. Ouyang y Xu (2024) documentaron que la robótica educativa produce efectos moderados-positivos en la motivación y el desarrollo técnico de los estudiantes, especialmente cuando se vincula con proyectos reales y ferias científicas.

En consecuencia, Chihuahua debe promover programas educativos duales entre empresas tractoras y universidades tecnológicas, y crear políticas que fortalezcan la inclusión de mujeres y grupos subrepresentados en la formación STEM.

Nearshoring, electromovilidad y oportunidades estratégicas

El nearshoring está reconfigurando las cadenas de valor globales en América del Norte, y Chihuahua se posiciona como un nodo estratégico gracias a su base manufacturera y ubicación fronteriza. No obstante, para aprovechar plenamente esta oportunidad, el estado debe elevar su nivel tecnológico, desarrollar proveedores locales certificados y articular sus capacidades de I+D con la industria automotriz y de electromovilidad.

Salgado-Conrado et al. (2024) señalan que la electromovilidad en México representa una oportunidad estructural para integrar innovación, sostenibilidad y reindustrialización. Sin embargo, el éxito depende de contar con infraestructura tecnológica, políticas de incentivo fiscal y formación técnica especializada. De igual manera, González, Li y Rodríguez-Ochoa (2025) sostienen que la relocalización industrial puede generar transferencia tecnológica y empleos calificados si las regiones anfitrionas logran consolidar ecosistemas de innovación abiertos y redes proveedoras locales.

Por tanto, la hoja de ruta 2025–2030 de Chihuahua debe establecer metas sectoriales basadas en niveles de madurez tecnológica (TRL), inversión mixta público-privada y mecanismos de licenciamiento tecnológico desde el diseño, garantizando que el impacto del nearshoring sea sostenido y transformador.

Desempeño económico y competitividad regional

El desempeño económico y científico-tecnológico de Chihuahua está íntimamente ligado a su fortaleza manufacturera y concentración de capacidades industriales. No obstante, la estructura territorial de la innovación en México es altamente desigual. Según Álvarez-Aros y Bernal-Torres (2021), las regiones del norte del país -incluyendo Chihuahua y Nuevo León- concentran infraestructura industrial avanzada y capital humano especializado, pero muestran baja transferencia tecnológica y escasa vinculación sistemática con universidades. Esto genera una paradoja: alta inversión productiva, pero baja generación de conocimiento endógeno.

El marco teórico de la complejidad económica (Hausmann et al., 2011) aporta una lectura complementaria. Las economías que diversifican su producción hacia bienes de alto valor tecnológico tienden a incrementar su resiliencia y su capacidad de aprendizaje colectivo. En el caso de Chihuahua, la especialización en exportaciones automotrices y electrónicas refleja un sistema productivo avanzado, aunque dependiente de conocimiento importado. De ahí la necesidad de integrar I+D empresarial con investigación aplicada y fortalecer la cooperación internacional para escalar la complejidad exportadora.

En complemento al análisis anterior, los indicadores recientes de ciencia, tecnología e innovación confirman que, aunque Chihuahua mantiene una base manufacturera sólida, existen brechas estructurales respecto al promedio nacional en materia de inversión en I+D, generación de patentes y participación de mujeres en disciplinas STEM.

En la figura 1 se resume los principales indicadores comparativos del ecosistema de innovación estatal frente al promedio nacional:

Figura 1. indicadores comparativos del ecosistema de innovación estatal frente al promedio nacional

Indicador	Chihuahua (2023)	Promedio Nacional	Fuente
Inversión en I+D (% PIB)	0.34	0.45	CONACYT (2024)
Patentes solicitadas por millón de habitantes	3.2	7.1	IMPI (2025)
Empresas con departamento de I+D (%)	12.4	18.7	INEGI (2023)
Mujeres en STEM (%)	27	34	Global Education Monitoring Report Team (2023)

Nota. Elaboración propia con base en datos de CONACYT (2024), IMPI (2025), INEGI (2023) y Global Education Monitoring Report Team. (2023).

Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer la inversión público-privada en investigación aplicada, profesionalizar las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) y diseñar políticas de equidad de género que impulsen la participación de mujeres en sectores estratégicos de ciencia e ingeniería.

Asimismo, las pymes que adoptan prácticas de innovación abierta y eco-innovación exhiben mejor desempeño competitivo y acceso a mercados internacionales, como muestran Valdez-Juárez y Castillo-Vergara (2021).

En consecuencia, la política industrial del estado debe centrarse en crear mecanismos de aprendizaje interorganizacional, redes de colaboración universidad-empresa y servicios tecnológicos especializados que eleven la absorción de conocimiento.

La competitividad económica debe estar alineada con la sostenibilidad. Barragán-Hernández et al. (2024) demostraron que las pymes mexicanas que integran prácticas eco-innovadoras logran eficiencia energética y reducción de impactos ambientales, condiciones indispensables para regiones industriales con alta demanda hídrica y energética como Chihuahua.

Ecosistema estatal y transferencia de conocimiento (TC)

El fortalecimiento del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Chihuahua depende en gran medida de la efectividad de sus mecanismos de transferencia de

conocimiento (TC) y de la densidad de interacciones entre los sectores académico, industrial, gubernamental y social.

Los sistemas regionales de innovación más exitosos se caracterizan por redes densas, infraestructura compartida y gobernanza colaborativa. Fitriasari et al., (2024) sostienen que los ecosistemas tecnológicos con gobernanza distribuida y liderazgo técnico compartido logran mejores resultados de innovación.

En México, Porto-Gómez et al. (2019) identificaron una carencia de sinergias entre universidades y empresas, reflejo de la debilidad institucional de la triple hélice. En Chihuahua, esta falta de articulación se manifiesta en la baja proporción de patentes locales y la dependencia tecnológica externa. Superar este desfase requiere OTT profesionalizadas, portafolios tecnológicos sectoriales y contratos de licenciamiento que involucren a las empresas desde la fase de diseño del proyecto.

Valdez-Juárez y Castillo-Vergara (2021) señalan que la innovación abierta es el principal catalizador de la eco-innovación y del rendimiento organizacional cuando existe colaboración interinstitucional.

A nivel sistémico, el modelo de la cuádruple hélice (Carayannis & Campbell, 2010) amplía la perspectiva al incluir a la sociedad civil como actor clave en la generación de valor social a partir de la innovación tecnológica.

Así también, Calderon y García-Quevedo (2013) enfatizan la importancia de medir el impacto institucional mediante indicadores multicriterio que combinen productividad científica, adopción tecnológica y beneficio social, evitando reducir la transferencia al mero conteo de patentes.

Innovación, exportaciones y cadenas globales de valor

El dinamismo exportador de Chihuahua se apoya en sectores intensivos en tecnología -electrónica, dispositivos médicos y automotriz- que han impulsado su posicionamiento como polo industrial del norte de México. No obstante, el reto consiste en transitar de un modelo dependiente de insumos importados hacia un esquema de innovación tecnológica propia, generadora de patentes y productos de alto valor agregado.

García-Gonzalez et al. (2025) destacan que el fenómeno del nearshoring está reconfigurando las rutas productivas de Norteamérica y posicionando a Chihuahua como nodo estratégico

dentro del corredor México-Estados Unidos. Sin embargo, el verdadero impacto dependerá de la capacidad para desarrollar proveedores innovadores y manufactura inteligente.

Hausmann et al. (2011) demostraron que las regiones que diversifican su producción hacia bienes complejos alcanzan mayores tasas de crecimiento sostenible. Ghobakhloo et al. (2023) agregan que las cadenas de valor 4.0 requieren digitalización, trazabilidad y sostenibilidad, elementos que solo pueden garantizarse mediante la adopción de tecnologías disruptivas como inteligencia artificial, robótica colaborativa, manufactura aditiva y gemelos digitales.

Para Chihuahua, estas transformaciones demandan políticas de infraestructura digital, programas de capacitación avanzada y esquemas de coinversión tecnológica.

Asimismo, las pymes deben ser acompañadas por políticas de certificación tecnológica y sostenibilidad industrial, asegurando su integración en mercados verdes y digitales.

Retos estratégicos y hoja de ruta 2025–2030

De cara a la próxima década, el estado de Chihuahua enfrenta el desafío de consolidar un modelo de innovación regional sostenible, inclusivo y competitivo, capaz de integrar el desarrollo tecnológico con la sustentabilidad social y ambiental.

La hoja de ruta 2025–2030 propone cinco ejes estratégicos que articulan los pilares de la economía del conocimiento: gobernanza del conocimiento, capital humano, digitalización y sostenibilidad, innovación abierta y transferencia tecnológica, y medición de impacto e internacionalización.

Gobernanza del conocimiento

La construcción de un ecosistema de innovación eficaz exige una gobernanza distribuida, con liderazgo técnico compartido y coordinación interinstitucional. Fitriasari te al., (2024) sostienen que los ecosistemas basados en colaboración universidad–empresa–gobierno generan mayor densidad de innovación cuando la gestión se orienta a resultados y existe rendición de cuentas.

Por ello, se propone crear el Consejo Estatal de Transferencia e Innovación (CETI), que opere como órgano articulador de agendas, fondos y políticas de CTI, con representación del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C), el sector privado, el TecNM, universidades estatales y centros de investigación nacionales.

El CETI debería implementar una plataforma digital estatal de innovación, interoperable con bases de datos nacionales (CONAHCYT, IMPI, OECD), que permita registrar proyectos, licencias, indicadores de madurez tecnológica (TRL) y métricas de impacto social.

Modelos comparables, como los de los consejos de innovación en Corea del Sur (Japan Science and Technology Agency, 2021) y Finlandia (Kautonen, 2012), demuestran que la gobernanza basada en evidencia y cooperación público-privada puede aumentar la productividad de la innovación en más de un 30 %.

Capital humano y formación avanzada

El capital humano constituye el núcleo del sistema de innovación. Según la Global Education Monitoring Report Team (2023), las competencias digitales y científicas serán determinantes para la empleabilidad y la sostenibilidad económica en regiones en desarrollo.

Chihuahua debe impulsar centros de innovación educativa dual, integrando universidades tecnológicas y empresas tractoras en proyectos de investigación aplicada. Estos espacios permitirán que los estudiantes desarrollen capacidades en inteligencia artificial, robótica, automatización y gestión energética bajo esquemas de aprendizaje activo.

Además, es necesario implementar un Programa Estatal de Becas en I+D+i con Perspectiva de Género, dirigido a mujeres en ingeniería, ciencias de datos, energía limpia y manufactura sustentable.

La investigación de Verdugo-Castro, Sánchez-Gómez y García-Holgado (2023) destaca que los programas de mentoría y acompañamiento reducen la brecha de género en STEM y mejoran la retención de mujeres en sectores tecnológicos.

De forma complementaria, Ouyang y Xu (2024) demostraron que la robótica educativa y las metodologías STEAM mejoran la motivación y las habilidades técnicas cuando se articulan con proyectos reales, evidencia clave para diseñar programas educativos en colaboración con la industria.

Digitalización y sostenibilidad

La digitalización industrial es una condición indispensable para mantener la competitividad de Chihuahua en el marco del nearshoring y la industria 4.0. Barragán-Hernández et al. (2024) destacan que la adopción de plataformas digitales de trazabilidad, gestión energética y certificación verde mejora la ecoeficiencia y la resiliencia de las pymes mexicanas.

De manera complementaria, Ghobakhloo et al., (2023) subrayan que las cadenas de valor 4.0 demandan sistemas de producción digitalizados, basados en datos y sostenibilidad, lo que requiere alianzas estratégicas entre gobierno, universidades y centros tecnológicos para compartir infraestructura digital.

Chihuahua puede adoptar una Estrategia Estatal de Digitalización Industrial (EEDI) que combine sensores inteligentes, manufactura aditiva y analítica de datos, promoviendo la transición hacia cadenas circulares de valor. La integración de certificaciones ambientales (ISO 14001, ISO 50001) y plataformas blockchain para trazabilidad de insumos fortalecerá la confianza internacional de sus exportaciones.

Innovación abierta y transferencia tecnológica

La consolidación de una cultura de innovación abierta es esencial para incrementar la competitividad del ecosistema estatal. Calderon y García-Quevedo (2013) analizaron la transferencia tecnológica en centros públicos de investigación mexicanos y demostraron que su eficacia depende de indicadores integrados: productividad científica, adopción tecnológica y beneficio social.

Se propone la creación de un Fondo Estatal de Innovación Abierta (FEIA) que financie proyectos con potencial de licenciamiento, spin-offs, startups tecnológicas y consorcios universidad–industria.

Asimismo, las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) deben recibir apoyo estructural y formación especializada para gestionar portafolios de patentes y contratos de joint development. Experiencias exitosas como las de Tecnalia (España) o Fraunhofer (Alemania) pueden servir como referentes para adaptar modelos de transferencia sustentados en coinversión y propiedad compartida.

Medición de impacto e internacionalización

La implementación de un Sistema Estatal de Indicadores de Innovación (SEII) permitirá medir el progreso del ecosistema chihuahuense con base en estándares internacionales. El marco metodológico debe alinearse con la OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023, que recomienda combinar indicadores cuantitativos (inversión en I+D, patentes licenciadas, número de startups de base tecnológica) con métricas cualitativas (impacto ambiental, inclusión y desarrollo territorial). Además, se propone establecer alianzas binacionales con Texas, Nuevo México y Arizona, orientadas a la movilidad

científica, la coinversión en electromovilidad y la creación de laboratorios transfronterizos de innovación.

García-González y Márquez-Mendoza (2025) destacan que las regiones que vinculan el nearshoring con programas de investigación conjunta obtienen mayores retornos de inversión tecnológica y fortalecen su capacidad de absorción de conocimiento externo.

Síntesis

La hoja de ruta 2025–2030 de Chihuahua plantea una transformación integral del ecosistema de innovación, orientada a vincular productividad, sostenibilidad y equidad. Cada eje estratégico busca posicionar al estado como referente nacional en innovación aplicada, mediante una gobernanza participativa, talento humano de alta especialización, digitalización sostenible y mecanismos de evaluación transparentes. Este enfoque, basado en evidencia y articulado con las tendencias internacionales de la OCDE y la UNESCO, permitirá a Chihuahua transitar de un modelo maquilador dependiente a una economía del conocimiento con impacto social y tecnológico sostenible.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Álvarez-Aros, E. L., & Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in Industry 4.0 and Industry 5.0. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 93(1), e20191290. https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191290

Barragán-Hernández, A. D., Morales-Reynoso, A., & Salazar-Rebaza, C. (2024). Strategic dimensions of eco-innovation adoption in Mexican SMEs. Systems, 12(7), 246. https://doi.org/10.3390/systems12070246

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2010). Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1), 41–69. http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/jsesd.2010010105

Calderon, G., & García-Quevedo, J. (2013). Knowledge transfer and university patents in Mexico. Academia Revista Latinoamericana de Administración, 26(1), 33–60. https://doi.org/10.1108/ARLA-05-2013-0039

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2024). Informe de actividades 2024 — 1er trimestre. Recuperado de https://sisnai.secihti.mx/bitnami/wordpress/wp-content/uploads/Normatividad/Informes%20Conahcyt/05%20Informe%20de%20actividades/Informe%20de%20actividades%202024%201er%20trimestre.pdf

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Fitriasari, N. S., Sensuse, D. I., Hidayat, D. S., & Purwaningsih, E. H. (2024). A systematic literature review on university collaboration in open innovation: Trends, technologies, and frameworks. Electronic Journal of Knowledge Management, 22(1), 40-57. https://doi.org/10.34190/ejkm.22.1.3407

Freeman, C. (1995). The "National System of Innovation" in historical perspective. Cambridge Journal of Economics, 19(1), 5–24. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309

García-González, O. A., & Márquez-Mendoza, M. A. (2025). Relocation implications in China and North America: Measuring spillover and feedback effects by potential changes on interregional trade in the electronics industry. Regional Science Policy & Practice, 17, 100165. https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100165

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Tseng, M.-L., Nikbin, D., & Khanfar, A. A. A. (2023). Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: A comprehensive review and a strategic roadmap. Production Planning & Control, (advance online publication), 61-91. https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2252376

Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A. & Yıldırım, M. (2011). The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity. Harvard CID & MIT Media Lab. https://growthlab.hks.harvard.edu/publication/the-atlas-of-economic-complexity-mapping-paths-to-prosperity/

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (2025, 13 de agosto). IMPI en cifras. Gobierno de México. Recuperado de https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). Investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Recuperado de https://en.www.inegi.org.mx/temas/ciencia/?utm_source=chatgpt.com

Japan Science and Technology Agency. (2021). South Korea's Science and Technology in the era of the Fourth Industrial Revolution (Research Report APRC-FY2022-RR-07). Asia and Pacific Research Center, JST. https://spap.jst.go.jp/investigation/downloads/2022_rr_07_en.pdf

Kautonen, M. (2012). Balancing competitiveness and cohesion in regional innovation policy: The case of Finland. European Planning Studies, 20(11), 1925–1943. https://doi.org/10.1080/09654313.2012.737991

OECD. (2023). Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Adapting to the future of work and green transitions. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_0b55736e-en.html

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. International Journal of STEM Education, 11(7). https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Pinzón-Castro, S. Y., & Maldonado-Guzmán, G. (2023). Open innovation effects in eco-innovation and business performance in Mexican manufacturing firms. Scientia et PRAXIS, 3(6), 1–19. https://doi.org/10.55965/setp.3.06.a1

Porto-Gómez, I., Zabala-Iturriagagoitia, J. M., & Leydesdorff, L. (2019). Innovation systems in México: A matter of missing synergies. Technological Forecasting and Social Change, 148(C). https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119721

Salgado-Conrado, L., Álvarez-Macías, C., Loera-Palomo, R., & García-Contreras, C. P. (2024). Progress, challenges and opportunities of electromobility in Mexico. Sustainability, 16(9), 3754. https://doi.org/10.3390/su16093754

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. Long Range Planning, 51(1), 40-49. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007

Global Education Monitoring Report Team. (2023). Global education monitoring report 2023. UNESCO. https://doi.org/10.54676/UZQV8501

Valdez-Juárez, L. E., & Castillo-Vergara, M. (2021). Technological capabilities, open innovation and eco-innovation in Mexican SMEs. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 7(1), 8. https://doi.org/10.3390/joitmc7010008

Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M. C., & García-Holgado, A. (2023). Factors associated with the gender gap in the STEM sector. Education Sciences, 13(3), 307. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17499

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 6. Rumbo a la Innovación: Del Modelo Industrial a la Economía del Conocimiento en México y Chihuahua

*Escriba a continuación los nombres completos,
sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

José Manuel Rodríguez Villa [1]

Jesus Humberto Martinez Escobar[2]

Mónica Delgado López[3]

Resumen

La transformación de México hacia una economía del conocimiento implica un reto profundo que va más allá del ámbito económico: también involucra cambios sociales, culturales e institucionales. Este capítulo desarrolla una reflexión sobre cómo la ciencia, la tecnología y la innovación pueden convertirse en pilares reales del desarrollo sostenible y competitivo del país, con especial atención en Chihuahua, siendo un estado que destaca por su impulso industrial y su creciente comunidad científica. Se plantea que esta transición solo será posible con políticas de largo plazo, reglas claras, inversión en talento y una cultura de colaboración entre gobierno, universidades y empresas. Además, se enfatiza en la importancia de fortalecer las vocaciones científicas, fomentando la apropiación social del conocimiento y profesionalizando la transferencia tecnológica como base indispensable para construir una economía del conocimiento más justa y eficiente.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Innovación, economía del conocimiento, transferencia tecnológica y capital humano

[1] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Instructor en Cenaltec Juárez, México. ORCID: 0000-0003-0936-5228; correo electrónico: rov.jose@gmail.com

[2] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Instructor en Cenaltec Juárez, México. ORCID: 0009-0009-2127-4418

[3] Maestra en Sistemas de Manufactura. Docente/Investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0009-0005-5242-6825

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

Contexto para la transición hacia la economía del conocimiento.

El camino hacia una economía del conocimiento no se construye con promesas, sino con previsión estratégica y consistencia institucional. Esta transición se ha perseguido de manera desigual en México: el discurso gubernamental está muy enfocado en la innovación, pero gran parte del país se queda atrás en los indicadores de inversión en ciencia y tecnología en comparación con las economías emergentes de la OCDE.

Como nos alerta Parada (2024a, 2024b, 2024c), esta transición exige crear bases firmes que garanticen la continuidad entre administraciones, así como una política que conecte la investigación con el aparato productivo. Chihuahua proporciona un contexto útil para discutir este proceso. Con un perfil industrial consolidado en los sectores automotriz, aeroespacial y de manufactura avanzada, y un número creciente de instituciones científicas en educación superior, el estado tiene la oportunidad de conectar su fortaleza productiva con un modelo de innovación más sostenible. Sin embargo, esta perspectiva sigue enfrentando desafíos estructurales y actualmente carece de consolidación: baja participación del sector privado en la investigación, un pobre nivel de cooperación entre universidades y empresas, y la falta de incentivos fiscales que fomenten la retención de talento y el fomento de la investigación aplicada.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (2024) ve a Chihuahua como uno de los estados que puede exportar más y de manera más productiva, pero en innovación tecnológica se observa un gran vacío. Esto indica que el dinamismo de la revolución industrial no ha sido completamente igualado por la innovación económica que ha ocurrido en términos de conocimiento. El establecimiento de redes sólidas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) puede entonces surgir en este caso como un factor transformador que vincule la investigación con la producción, vinculando la investigación con el bienestar social. Así, esto tendrá que ir más allá de un objetivo final; la innovación debe ser un mecanismo estratégico para diversificar la economía, mejorar la calidad de los empleos y expandir la soberanía tecnológica.

Esta transición requiere el compromiso de los gobiernos locales, las universidades y el sector privado para promover, y lo mismo no puede mantenerse solo en competencia fragmentada, sino que debe desarrollarse a nivel estratégico de cooperación. Esta cooperación requiere una gobernanza sólida, reglas flexibles e incentivos que vean la ciencia y la tecnología como inversiones con un retorno social y económico significativo; no solo como costos. En este sentido, Chihuahua está posicionado para ser un ejemplo nacional si fortalece su sistema regional de innovación, consolida sus centros de investigación y fomenta una mentalidad de 'ciencia en la comunidad' que vaya más allá de la academia. Como argumenta Armendáriz-Núñez (2021), los modelos de transferencia de conocimiento deben adaptarse por región y reconocer que la innovación no ocurre solo en laboratorios, sino también en redes sociales, organizaciones productivas y actores comunitarios.

La economía del conocimiento y la movilidad social.

La economía del conocimiento representa un paradigma en el que el conocimiento científico y tecnológico se convierte en el principal motor de crecimiento y bienestar social. A diferencia de la economía industrial centrada en la acumulación de capital físico y la expansión manufacturera, este modelo se basa en la creación, difusión y aplicación del conocimiento como un activo estratégico. Los países con una economía de este tipo deben organizar el desarrollo de instituciones relevantes para lograr esta transformación, desarrollar talento altamente especializado y vínculos efectivos con el sector productivo para desarrollar infraestructura de conocimiento (Castellanos y De Gunther, 2022).

Al hacerlo, han despegado con éxito de las prácticas de la economía industrial, son capaces de realizar sus objetivos: pueden ser la base para el bienestar social y también en la producción de nuevas tecnologías. En México, hay una brecha histórica en la inversión en ciencia y tecnología que ha llevado a una articulación muy pobre entre universidades y corporaciones. D'Este y Patel (2007) mostraron que la extensión y el funcionamiento de las relaciones entre los dos sectores están determinados por la escala de las empresas y el capital social existente y la confianza institucional. Esto también es una función de las características estructurales de las empresas, incluyendo en términos de tamaño de la empresa (por ejemplo, tamaño y centralidad tecnológica) que ajustan los incentivos y los canales de mecanismos de colaboración (Santoro & Chakrabarti, 2002).

Sin embargo, en una región como Chihuahua, donde hay subsidiarias manufactureras de capital extranjero, este desafío se exacerba: la innovación local se centra principalmente en la adaptación de tecnologías importadas, pero no progresa hacia la creación de su propia propiedad intelectual. Entender la transferencia de conocimiento como el proceso de convertir los resultados de la investigación en productos o servicios que tienen un propósito social (Bozeman, 2000) es cerrar la brecha entre la ciencia y el crecimiento económico. Esto ha quedado rezagado en América Latina debido a la falta de incentivos positivos, sin embargo, se están formando modelos alentadores.

Benítez-Abarca y Rubio-Toledo (2020) sostienen que optimizar la transferencia dentro de las instituciones de educación superior requiere que estos mecanismos de transferencia puedan complementar la planificación estratégica con mecanismos de financiamiento, algo que es especialmente relevante para Chihuahua, donde las universidades públicas operan con presupuestos extremadamente ajustados.

La Gobernanza de la Innovación es un enfoque sistémico donde el Estado y los actores sociales desarrollan conjuntamente políticas, recursos y objetivos sobre ciencia y tecnología, lo que llevará a todo un sistema de gobernanza de la innovación. Vega-Salinas et al. (2024) argumentan que dicha gobernanza debe ser multinivel desde las perspectivas federal, estatal y local. Para consolidar esta gobernanza multinivel en Chihuahua, es vital fortalecer el Instituto de Innovación y Competitividad y articular este papel con el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI).

Mientras que la economía del conocimiento necesita tener un capital humano, por otro lado, ese necesita ser retenido a lo largo del tiempo. Kaur et al. (2022) sugieren que una mayor capacidad de innovación es evidente en los gobiernos que establecen entornos institucionales flexibles y fomentan el desarrollo de habilidades técnicas y habilidades blandas al mismo tiempo. Para satisfacer la demanda global necesaria en Chihuahua, la estrategia de educación técnica y de posgrado debería alinearse hacia un enfoque significativo en sectores como la energía limpia, la automatización, los materiales avanzados y la agroindustria. Al final del camino, es muy importante reconocer que la innovación tiene una dimensión cultural.

El emprendimiento tiene el potencial de transformar las economías locales si las universidades emprendedoras no solo logran proyectar esa innovación más allá de sus

propios espacios, sino también producir una cultura para las economías locales más allá de sus fronteras (Bercovitz y Feldman, 2005).

En el caso de Chihuahua, las universidades aplicarían este principio estableciendo programas de extensión académica, llevando a cabo incubadoras de negocios basadas en el conocimiento y creando incentivos para el personal de investigación que trabaja directamente con la industria regional. Esta transformación no solo se pudiera llevar a cabo a través de políticas tecnológicas, sino también con el cambio cultural, institucional y educativo, transformando fundamentalmente la economía de una de industria a una economía del conocimiento.

Chihuahua se encuentra en una encrucijada, con una fuerte industria manufacturera y una red de universidades tecnológicas: las cuales pudieran forjar un modelo de innovación sostenible o seguir siendo un engranaje productivo dependiente del capital externo. Desarrollar CTI: Vocaciones Científicas, Educación, Políticas e Innovación en Chihuahua.

La consolidación de una economía basada en el conocimiento en México necesitará una estrategia integrada que se detalle en el desarrollo de capital humano, cultura científica, planificación a largo plazo, cambio institucional y armonización eficiente de actividades académicas, gubernamentales y empresariales. Estos elementos específicos adquieren valor estratégico en el caso de Chihuahua, por ejemplo, la entidad se ha convertido en uno de los polos industriales más dinámicos del país, aunque aún rezagada significativamente en su propia generación de innovación y mecanismos de transferencia tecnológica.

Parada (2024a, 2024b, 2024c) señala que los gobiernos también deben abordar la inclinación a centrarse en un resultado a corto plazo en lugar de invertir en estrategias de innovación fundadas en una visión estructural que se sostenga mucho más allá de los ciclos políticos. La innovación, al igual que la educación y la ciencia, debe ser sostenida, invertida e institucionalizada. En este sentido, el desarrollo científico y tecnológico en Chihuahua no debe considerarse como una política sectorial idiosincrática, sino como una auténtica política estatal, diseñada para mejorar la experiencia y contribuir al desarrollo de instalaciones de conocimiento local para facilitar el bienestar social sostenible. La construcción de infraestructura científica, el desarrollo profesional de los científicos, la profesionalización de los investigadores y el fortalecimiento de los mecanismos de vinculación son esenciales para proporcionar apoyo al progreso de este propósito.

Así, la innovación no debe simplemente caracterizarse como una herramienta de ventaja económica, sino como un proceso social que cambia la organización productiva, cultural y educativa de la sociedad, y en el que los procesos sociales transforman las estructuras productivas, culturales y educativas. De esta manera, el modelo chihuahuense se conviertira en el referente de una nación si finalmente logra mezclarse con las necesidades reales del entorno productivo, las demandas del entorno productivo y las demandas de calidad científica para proporcionar un equilibrio de excelencia a nivel académico y social.

De manera similar, la creación de una política de innovación robusta depende de la articulación de ideas políticas entre niveles de gobierno y de asociaciones con organismos de financiamiento y evaluación. Establecimiento del sistema estatal de ciencia-tecnología-innovación y estrategias para medirlo y monitorearlo para institucionalizar la continuidad y transparencia del uso de recursos públicos.

Para cumplir con esto, Fierro (2021) sugiere que la madurez técnica de una región está directamente vinculada a qué tan bien están integradas las políticas educativas, productivas y científicas en un marco estratégico único. Como resultado, Chihuahua debe reinventar su modelo industrial, inicialmente dedicado al ensamblaje y maquila, en un ecosistema de innovación interconectado propio, con un complemento valioso.

Promover la investigación aplicada, estimular la inversión privada en desarrollo tecnológico y construir sobre la asociación en la cultura universidad-empresa-gobierno son parte de la transición. Solo de esta manera se puede consolidar un patrón regional de desarrollo basado en el conocimiento, la creatividad y el potencial de innovación colectiva.

Vocación científica y apropiación social del conocimiento.

El capital humano es la base de cualquier sociedad innovadora. Construir vocaciones científicas en el nivel fundamental de la educación puede ser la forma más efectiva de desarrollar una cultura fuerte y continua de innovación a largo plazo. Parada (2024b) recomienda fomentar la curiosidad científica y la creatividad desde una edad temprana integrando contenido de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el plan de estudios sobre esta base. Esta recomendación es particularmente importante para Chihuahua, donde el sistema educativo técnico y basado en tecnología tiene una fuerte integración en la formación regional.

La apropiación social del conocimiento constituye otro elemento fundamental de la política científica moderna. D'Onofrio et al. (2024) enfatizan que los principios de la ciencia ciudadana y las estrategias de difusión también son herramientas para permitir que la sociedad "permita a las personas ver el valor del conocimiento científico y convertirse en participantes activos en su proceso".

En el caso de Chihuahua, en forma de ferias de ciencia, museos interactivos, plataformas de difusión digital y programas de televisión educativa, el desarrollo de nuevos espacios puede mejorar la colaboración comunitaria en la producción y utilización del conocimiento. Con la asistencia del Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) y las secretaría de educación y de innovación y desarrollo económico, las instituciones estatales y las universidades tecnológicas han sido invitadas a desempeñar un papel de liderazgo en ese sentido. La difusión científica, entonces, no se trataría simplemente de la difusión de resultados, sino que se convertiría en un medio de cohesión social, una herramienta para incluir diferentes partes de la sociedad dentro del proceso de innovación (Fierro, 2021).

Inversión, Relevancia y Conexiones entre la Educación Superior y los Estudios de Posgrado.

La educación superior también está en el corazón de cualquier economía del conocimiento. Pedroza y Reyes (2022) sostienen que las universidades mexicanas deben transitar de estructuras existentes arraigadas en un método de transmisión de conocimiento a competencias que fomenten la innovación y la resolución de problemas difíciles. En Chihuahua, el desarrollo de universidades tecnológicas, politécnicas y de investigación aplicada tiene el potencial de ser un vínculo vital para conectar la educación con las necesidades reales del sector productivo local.

Una condición esencial para tal objetivo es el financiamiento suficiente para infraestructura educativa, laboratorios y becas de posgrado. Las políticas del sector público deberían considerar el avance de programas de maestría y doctorado en los campos que cumplan con las áreas prioritarias del estado como automatización, energías renovables, agroindustria o tecnologías de la información (TI). En este sentido, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT, 2023) ha enfatizado que el fortalecimiento del sistema nacional de posgrado debe estar sujeto a un enfoque territorial que asegure que cada

entidad federativa desarrolle capacidades de formación de acuerdo con su vocación productiva.

Fierro (2021) proporciona evidencia de que la madurez técnica de las empresas mexicanas está directamente conectada con el nivel educativo de su personal. Por lo tanto, la colaboración universidad-empresa en Chihuahua no debería limitarse a prácticas profesionales típicas, sino a modelos de doctorado industrial y proyectos de investigación a un nivel más práctico que permitan a los estudiantes abordar algún problema específico del entorno productivo. Más generalmente, este tipo de programa no solo mejora la ventaja competitiva de las empresas, sino que también apoya la retención de los mejores talentos, reduciendo la migración de profesionales a otras regiones o países.

La relevancia académica también dicta la revisión continua de los programas de estudio. Estos también necesitan incluir tecnologías digitales -por ejemplo, IA- y nuevas tecnologías emergentes, y enfoques de sostenibilidad ambiental que preparen a los graduados para enfrentar los desafíos planteados por la cuarta revolución industrial. Según Villalobos (2024), la educación superior en México debería ir más allá de las funciones formativas tradicionales de la educación, ya que debería convertirse en un verdadero catalizador para el desarrollo integral.

Chihuahua está en posición de tomar esta delantera si sus instituciones logran encontrar los medios para mantener sus estrategias académicas adaptadas al mercado global sin permitir que las demandas únicas del mercado internacional sean más influyentes que las especificidades del contexto local. La integración de la innovación in situ en la provisión educativa, el fortalecimiento del sector con la industria y la promoción de un sistema de formación interdisciplinario, es un aspecto fundamental que tomaremos para integrar una educación superior relevante, receptiva y comprometida con el desarrollo social y económico del estado.

Capital Humano, Liderazgo y Cultura de Innovación.

Los líderes que trabajan en ciencia y tecnología también necesitan ser capaces de facilitar la exploración creativa en su equipo, impulsar la experimentación y fomentar la cultura. Kaur et al. (2022) destacan este punto, mencionando que los mejores gobiernos innovadores se basan en una cultura organizacional que promueve el respeto, la confianza, la cooperación y la tolerancia al fracaso.

En Chihuahua, apoyar esta cultura puede requerir desafiar rígidas restricciones burocráticas y establecer canales de co-creación entre entidades públicas, academia y empresas para intercambiar ideas, desarrollar conocimientos y convertirlos en soluciones reales. Bartol y Srivastava (2002) argumentan que cuando las organizaciones aprecian la importancia de intercambiar información, los mecanismos de recompensa pueden estimular la innovación. En el entorno universitario y de centros de investigación en Chihuahua, esto se refleja en la necesidad de revisar un examen de los sistemas de evaluación y promoción académica, de modo que se dé mayor énfasis al vínculo con el sector productivo, el registro de patentes y la participación en proyectos de impacto social.

Este redireccionamiento del enfoque permitiría reconocer a todos aquellos que juegan un papel muy importante en el intercambio de conocimiento y la creación de valor social y económico. El nuevo liderazgo también se trata de capacitación constante y una relación de trabajo abierta con múltiples disciplinas. Como enfatizan Castellanos y de Gunther (2022), la forma en que los investigadores sociales conceptualizan la innovación en el noroeste de México todavía está influenciada por culturas institucionales predominantes, más conformistas que colaborativas.

Por lo tanto, es importante replantear esta mentalidad para unir grupos dispares que puedan cohesionarse en torno a objetivos comunes que abarquen perspectivas científicas, tecnológicas y sociales. Las universidades de Chihuahua podrían así establecer centros de liderazgo científico para capacitar a investigadores y estudiantes en gestión de proyectos de innovación y transferencia de tecnología. El liderazgo de la innovación también debe existir en la administración pública.

El Gobierno del Estado de Chihuahua (2023) ha desarrollado mesas técnicas para la promoción de la investigación científica y técnica; sin embargo, es importante reforzar la gobernanza de estas áreas, de modo que vayan más allá de los períodos administrativos y se conviertan en políticas a largo plazo. La estabilidad y la confiabilidad de la continuidad institucional y la rendición de cuentas son requisitos críticos para solidificar un mecanismo de innovación estable y resiliente.

La innovación no se desarrolla en el vacío; se desarrolla a través de la educación, los incentivos y la práctica. En Chihuahua, articular una visión común que valore la investigación y la creatividad como motores del progreso fortalecerá el capital humano y sembrará las

semillas para una renovación estructural que contribuya a una economía del conocimiento inclusiva y sostenible.

Marco Legal, Planificación y Gobernanza.

También se dice que: el marco regulatorio sobre el cual se gobiernan la ciencia, la tecnología y la innovación es una condición de certeza, constancia y armonía institucional. Como reconocen Parada Ávila (2024c) y Díaz y Morales (2023), México necesita leyes explícitas y duraderas que aseguren una inversión continua en proyectos de CTI y mecanismos de supervisión para garantizar la efectividad de las inversiones públicas. El reciente establecimiento de la Secretaría de Ciencia, Tecnología, Humanidades e Innovación (SECIHTI) podría abrir la puerta a una mejor coordinación para el ámbito federal y estatal, pero la efectividad depende de la descentralización efectiva de funciones y recursos.

Para Chihuahua, fortalecer el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) como un instrumento financiero especializado se vería como una oportunidad estratégica para consolidar el ecosistema regional de innovación. La transferencia de tecnología, como advierte Feria (2009), no es un incentivo económico y necesita una arquitectura institucional para crear cooperación, confianza y transparencia entre los actores. Por lo tanto, se busca urgentemente una revisión de la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología para reconocer la formalización del papel de las oficinas de transferencia de tecnología (OTT) como actores centrales del desarrollo regional.

Vega-Salinas et al. (2024) afirman que la gobernanza de la innovación necesita ser multinivel desde una perspectiva federal hasta el contexto de las realidades estatales y locales. En Chihuahua, parte de esta visión se puede encontrar en los mecanismos de planificación recomendados por la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico, mientras que, al mismo tiempo, la participación académica y empresarial en los procesos de toma de decisiones debe institucionalizarse para que haya una participación equitativa de responsabilidad y continuidad de las políticas públicas.

De igual manera, el aspecto presupuestario es crítico también. Una inversión del 0.8% (o 1%) en CTI del PIB estatal, como sugieren Parada Ávila (2024b) y Álvarez et al. (2022), reforzaría la infraestructura científica y estimularía los lazos con el sector empresarial para financiar proyectos estratégicos; inversión en ciencia financiando al sector empresarial, a su vez. Esto debe ser un trabajo sostenido que solo se puede lograr con un plan plurianual,

basado en indicadores de resultados e impacto que sea consistente con las decisiones de gestión que superen el proceso administrativo y eviten la balcanización institucional.

En general, una ley moderna y una buena gobernanza sustentan un sistema de innovación regional integrado. Con una visión a largo plazo, apoyada por una gobernanza abierta y cooperativa, Chihuahua solo puede mejorar en la excelencia científica o usar la ciencia como un mecanismo, y luego puede ser un catalizador para el desarrollo sostenible y los servicios sociales para todos sus pueblos.

Inversión, financiamiento y exenciones fiscales.

La inversión privada en innovación sigue siendo un problema importante en nuestro contexto mexicano. Li et al. (2023) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016) enfatizan la importancia de los incentivos fiscales como un mecanismo para mejorar la actividad económica en I+D económica. En México y en particular en Chihuahua, donde la manufactura representa una parte considerable del PIB estatal, se puede intentar una deducción fiscal para las empresas que emplean posgraduados en ciencia, tecnología e innovación.

Enfocarse en las empresas locales debe cambiar de ver la innovación como un costo a verla como una inversión en el futuro. Es-Sadki y Arundel (2021) explican que las fuerzas de demanda y oferta regionales de conocimiento impactan fuertemente los resultados de la transferencia universitaria. En este sentido, Chihuahua está posicionada para ser un lugar más adecuado para desarrollar un vínculo sólido entre las universidades y el sector productivo; siempre que existan incentivos fiscales y de financiamiento para la innovación productiva y la integración de habilidades particulares. Además, las finanzas públicas y el financiamiento privado deben expresarse a través de múltiples medidas que apoyen la continuación de proyectos tecnológicos.

El Banco Interamericano de Desarrollo recomienda el establecimiento de fondos híbridos para mezclar capital público y privado a través de los cuales la inversión pueda ser sostenida, transparente y compartida (Filippo et. al. 2024). Bajo ese modelo, el estado podría crear un fondo de innovación en Chihuahua, específicamente uno que apoye proyectos con alto potencial de transferencia de tecnología así como empleos que aseguren la competitividad en la región, para mejorar el empleo regional.

Estos solo funcionarán bien si la coordinación entre el sector gubernamental, la academia y la iniciativa privada es efectiva. Una política de incentivos de calidad fomentará la innovación, proporcionará incentivos para atraer inversiones nacionales e internacionales para crear cadenas de valor basadas en el conocimiento. Si tiene éxito, Chihuahua se establecerá como un paradigma nacional en el uso de herramientas fiscales y financieras para el avance de la ciencia y la tecnología, reforzando su movimiento hacia un sector del conocimiento fuerte y sostenible.

La transferencia de tecnología y la Universidad.

La transferencia de conocimiento es el puente entre la investigación científica y el desarrollo económico. Díaz y Morales (2023) describen los procesos desiguales de transferencia de tecnología en México y el hecho de que estos dependen de la madurez institucional de las universidades. En Chihuahua, las oficinas de transferencia de tecnología (OTT) y los centros de innovación han demostrado ser efectivos, pero continúan enfrentando preocupaciones sobre financiamiento, profesionalización y articulación dentro de las comunidades productivas.

Es crítico superar estas barreras para convertir los resultados de la investigación en soluciones reales que impulsen el desarrollo económico regional. Tales modelos de transferencia necesitan abarcar más que solo las ciencias y la ingeniería, sino también las ciencias sociales y las humanidades, áreas de experiencia que han sido negadas en cualquier lugar donde las políticas de innovación puedan tener lugar en generaciones pasadas (Armendáriz-Núñez 2021). Esta mezcla es particularmente importante para Chihuahua, donde la innovación social puede influir en la inclusión, la educación comunitaria y el desarrollo sostenible. La integración de una interdisciplinariedad en la transferencia de tecnología resulta en un enfoque más integrado en los desafíos económicos y sociales del estado.

Bozeman (2000) y Bercovitz y Feldman (2005) coinciden en que las universidades emprendedoras facilitan el desarrollo regional al promover la creación de empresas basadas en el conocimiento y crear un entorno académico emprendedor. En este contexto, universidades como la Universidad Autónoma de Chihuahua y los institutos tecnológicos del estado pueden armonizar incubadoras y parques tecnológicos diseñados para producir patentes o licencias, y desarrollar aplicaciones de start-ups a partir de la ciencia. Estos lugares

pueden convertirse en sitios donde estudiantes e investigadores traduzcan sus resultados en innovación sostenible con implicaciones económicas y sociales.

La asociación entre la industria y la universidad debe concebirse como una asociación estratégica de beneficio mutuo. Según D'Este y Patel (2007) y Motohashi (2005), los vínculos exitosos se establecen a través de la confianza, la comunicación constante y una visión clara de objetivos compartidos. De manera similar, el tamaño de las corporaciones y la centralidad tecnológica de las empresas condicionan la profundidad y los tipos de intercambios con la academia (Santoro & Chakrabarti, 2002). Institucionalizar consejos de enlace sectorial en los que converjan investigadores, emprendedores y funcionarios públicos (en Chihuahua) puede dar lugar a procesos de transferencia de tecnología más efectivos y sostenibles.

Por lo tanto, las políticas de apoyo, los incentivos explícitos y las estructuras organizativas adaptativas son fundamentales para fortalecer el papel de las universidades como agentes de innovación. Así, la transferencia de tecnología no debe verse como el caso de una operación única, sino más bien como una secuencia profunda que se refleja en la investigación, la formación de capital humano y la generación de valor social. A través de esta visión, Chihuahua puede consolidar y establecer un ecosistema académico-industrial competitivo y orientado al conocimiento.

Perspectivas de países extranjeros para México y Chihuahua

La economía basada en el conocimiento es un objetivo común entre varios países de América Latina; sin embargo, el progreso logrado hasta ahora ha sido heterogéneo. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2024) identificó tres desafíos sistémicos que enfrenta la región como la baja inversión en I+D, la fragmentación institucional y la débil articulación entre la ciencia y la política industrial. México ha luchado durante mucho tiempo con los mismos problemas que enfrentan economías globales como la de Argentina, Brasil y Colombia, pero el modelo de apertura comercial en el que invierte su comercio y la fuerte dependencia de la manufactura de exportación no encajan perfectamente.

Los estados miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) han demostrado que la efectividad de las políticas de innovación no se limita a la disponibilidad proporcional de recursos, sino que debe basarse en la eficiencia institucional y la gobernanza. Horváth y Berbegal-Mirabent (2022) demuestran que en España la consolidación de sectores basados en el conocimiento (KIBS) se logró a partir de la

implementación descentralizada de políticas científicas, así como el fortalecimiento de la autonomía universitaria sobre proyectos regionales.

Este modelo es crucial en el caso de Chihuahua, donde el mecanismo económico del estado requiere cooperación interinstitucional y flexibilidad de operaciones en lugar de una organización centralizada. Otro ejemplo interesante es Corea del Sur, donde la innovación se ha incorporado en la política educativa desde la década de 1990. Como señalan Mohmood y Tamyez (2022), el gobierno coreano fomentó la cooperación universidad-empresa a través de incentivos fiscales y parques tecnológicos vinculados con universidades.

Sin embargo, extender esta estrategia a la política mexicana -y específicamente a Chihuahua- implicaría mejorar los mecanismos de cofinanciamiento y crear redes locales de innovación dirigidas a áreas estratégicas como la electromovilidad, la automatización y la transición energética.

Por su parte Chile nos ofrece un ejemplo igualmente relevante de articulación público-privada. Parra Gaviño et al. (2015) mostraron que la relación de trabajo exitosa entre universidad y empresa depende en gran medida del papel del Estado como facilitador y garante del proceso de innovación. Siguiendo esto, en esa línea, el gobierno de Chihuahua necesita actuar como el agente articulador, abogando por la colaboración según contratos ágiles y fondos de innovación competitivos.

En contraste, las culturas institucionalizadas de fracaso controlado como las de Finlandia y Dinamarca han entrado en el canon del aprendizaje organizacional, como enfatizan Kaur et al. (2022). En América Latina, sin embargo, el miedo al error sigue siendo una barrera para la creatividad institucional. Fomentar entornos dedicados a la experimentación, iteración y aprendizaje de los errores de aquellos que producimos podría cambiar la respuesta que las instituciones de Chihuahua tienen ante amenazas tecnológicas y sociales.

El análisis comparativo entre países muestra que tres características clave son comunes a los sistemas de innovación exitosos; tener una base educativa sólida, gobernanza coordinada y una fuente de financiamiento a largo plazo. Estas deben formar las piezas centrales en la arquitectura de innovación regional necesaria para que Chihuahua se convierta en una parte completamente integrada de la economía del conocimiento global.

La agenda estratégica 2025-2030 para Chihuahua

Los objetivos a largo plazo, que significan construir sobre este conocimiento, pueden articularse académicamente, industrialmente y a través de políticas; deben enmarcarse para objetivos basados en la sostenibilidad y claros como los establecidos en el plan 2025–2030. Esta agenda estará respaldada por seis ejes estratégicos fundamentales:

1. El establecimiento de capital humano especializado.

La fusión de programas de posgrado y educación continua en dominios clave -automatización, robótica, inteligencia artificial, materiales avanzados, energías renovables- forma un eje. Para este fin, estos programas necesitan asegurar que tengan un grado lo suficientemente apropiado para su región particular (Pedroza & Reyes, 2022), y las competencias adecuadas para abordar las necesidades del mercado laboral específico. Cooperación internacional con empresas estatales para obtener pasantías conjuntas en la industria y ofrecer un título dual que impulse la práctica de las personas graduadas.

2. Fortalecimiento del sistema regional de innovación.

El Consejo de Ciencia y Tecnología de Chihuahua y el Fideicomiso Estatal para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) deben transitar hacia un modelo de gobernanza participativa basado en la responsabilidad compartida entre la academia, el sector privado y el gobierno. Este modelo, basado en el enfoque de triple hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), fomenta un ecosistema local de innovación anclado en el financiamiento mixto y la evaluación basada en resultados (Díaz y Morales, 2023).

3. Creación de un fondo de innovación público-privado.

Como recomienda el Banco Interamericano de Desarrollo (Filippo et al., 2024), Chihuahua podría crear un fondo de coinversión compuesto por aportaciones estatales y empresariales para proyectos con alto potencial de transferencia tecnológica y generación de patentes. Dicho fondo podría actuar como un multiplicador para las empresas basadas en tecnología y las spin-offs universitarias, mejorando la cadena de valor de la innovación.

4. Modernización del marco regulatorio e incentivos fiscales.

El marco legal estatal debe actualizarse para formalizar las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) y simplificar los procedimientos de registro de propiedad intelectual. De igual manera, se deben introducir incentivos fiscales -por ejemplo, para empresas que contraten personal con posgrados en ciencia y tecnología- como recomienda la OCDE (2024) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), que ha visto que los créditos

fiscales para I+D estimulan efectivamente la inversión privada y la vinculación de la industria universitaria.

5. Fomentar la cultura de la innovación y la apropiación social del conocimiento.

El cambio cultural es esencial para avanzar hacia el establecimiento de una economía del conocimiento. Los programas de divulgación científica, concursos de innovación abierta, ferias tecnológicas y la existencia de redes de jóvenes divulgadores pueden acercar la ciencia al público. Como enfatiza Armendáriz-Núñez (2021), la transferencia social es tan seria como la transferencia tecnológica. Ambas formas de transferencia de conocimiento son integrales al ecosistema de innovación y ayudan a fomentar la cohesión social.

6. Evaluación y sostenibilidad. Toda política debe ir acompañada de monitoreo y evaluación.

Bozeman (2000) argumenta que el éxito de la transferencia tecnológica requiere la medición no solo de la tecnología producida y los resultados -patentes o publicaciones, por ejemplo- sino de los efectos sociales y territoriales que tiene. Chihuahua podría así establecer un observatorio de innovación donde los indicadores de desempeño se coordinen con los ODS y se pueda medir el progreso relacionado con los campos de la ciencia, la tecnología y la inclusión social.

Reflexión crítica: El Estado y la universidad construyendo un futuro.

El futuro de la innovación en Chihuahua y México depende de la capacidad del Estado para crear un entorno institucional en el que se recompense la creatividad, se reduzca la burocracia y se fomente la colaboración intersectorial. Incluso Salas y Aranda (2003) habían advertido que el Estado en la educación superior debe dirigirse, no como un facilitador de supervisión, sino hacia el fortalecimiento del conocimiento como un bien público.

La política científica debe verse como un pilar de la política social en este sentido. Las instituciones académicas, a su vez, necesitan asumir una posición de liderazgo en el conocimiento con visión de futuro. Bercovitz y Feldman (2005) y Motohashi (2005) sostuvieron que las universidades emprendedoras son aquellas que integran la calidad académica y las aspiraciones empresariales. En Chihuahua, eso requeriría una nueva misión para la universidad, ver la innovación como parte integral de la responsabilidad social de la universidad. Las universidades serían incubadoras de tecnología, pero también de ética y sostenibilidad.

Asimismo, la transferencia de conocimiento no puede limitarse simplemente a la transferencia tecnológica. Según Armendáriz-Núñez (2021), las ciencias sociales y las humanidades también deben participar activamente en el ecosistema de innovación—ayudando con el desarrollo humano, la equidad y la cohesión social. La innovación, a nivel general, no debe ser solo sobre productividad; debe ser sobre mejores vidas para los seres humanos.

Es el liderazgo gubernamental lo que es esencial para este proceso. El Estado debe ser quien lidere el cambio, para articular lo que la academia y la industria han puesto en marcha para trabajar juntos. En Chihuahua, ya dotado de sectores tecnológicos maduros para la estructura productiva, el problema no es crear capacidad de la nada, sino más bien, incorporar, orientar y sostener, a lo largo del tiempo. Esta continuidad es posible solo a través de la gobernanza conjunta y una visión colectiva del futuro.

Evidencia y resultados del modelo FECTI en Chihuahua: hacia un ecosistema regional de innovación.

El capital humano especializado en ciencia, tecnología e innovación (CTI) es uno de los pilares para la transición hacia esta "economía del conocimiento" que crea empleos de calidad, productividad y competitividad regional. Chihuahua está sustancialmente rezagado en este aspecto para el establecimiento de tales instituciones -menos del 0.3% de su PIB en CTI solamente, una base científica y tecnológica débil, y un pequeño número de investigadores por cada 1000 población económicamente activa (PEA), ambos factores que ralentizan la innovación y la transferencia de conocimiento.

En este escenario, el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) puede actuar como una herramienta importante para rectificar tales brechas. Desde su establecimiento, el fondo ha financiado programas en una variedad de modalidades -infrastructura, innovación y emprendimiento, ciencia de frontera, desarrollo de talento y fondos de capital de riesgo- pero de su ficha técnica, sabemos que la inversión se ha utilizado principalmente para infraestructura y no ha habido focalización en el apoyo para la consolidación del talento de manera amplia.

Este es sentido se propone un enfoque holístico para aumentar el desarrollo del capital humano en CTI en Chihuahua a través de la convocatoria de Desarrollo de Talento mas amplias, en línea con el Programa Estratégico de CTI 2023-2027, así como con los ODS

(específicamente el ODS 4 -educación de calidad, ODS 5- igualdad de género, y ODS 9- industria, innovación e infraestructura).

Diagnóstico Base de FECTI.

Innovación y Competitividad S.A. de C.V. (INNCOM) generó una herramienta de diagnóstico que indica la necesidad de financiar CTI en Chihuahua. Si bien se tiene potencial de innovación en el estado, pero solo se invierte un 0.3% de su PIB en CTI, un nivel comparable al promedio nacional pero mucho menor que el de los países de la OCDE, que gastan entre el 1% y el 4%, lo que socava la competitividad. El Programa Estratégico de CTI 2023-2027 tiene como objetivo alcanzar un mínimo del 1% del PIB, con la participación del gobierno y el sector privado.

Este diagnóstico también resalta una pobre infraestructura científica, en universidades y centros de investigación, y la falta de programas de posgrado en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). La baja densidad de científicos, la fuga de cerebros de trabajadores calificados y la reducida solicitud de patentes forman en conjunto un panorama de una situación para la cooperación entre academia, industria y gobierno.

Marco de Referencia.

FECTI es el principal instrumento estatal de política pública de CTI, respaldado por la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua (2018) y coordinado con el I²C (Instituto de Innovación y Competitividad). Sus cinco modalidades estratégicas- Desarrollo de Talento, Infraestructura, Ciencia de Frontera, Innovación y Emprendimiento, y Fondos de Capital de Riesgo- están delineadas en el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 y están especialmente articuladas en el eje de Crecimiento Económico Innovador y Competitivo.

El fondo está además integrado dentro de la estructura federal de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI, 2023) y el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2021–2024, que ponen un énfasis en la investigación con una perspectiva social, la innovación productiva y el desarrollo de talento enfocado a STEM.

Ejes para el Pensamiento Objetivo y Estratégico.

El propósito principal de FECTI es formular un enfoque amplio para mejorar el capital humano para mejorar la situación de CTI en el desarrollo de la vocación científica desde una edad temprana y la movilidad académica, así como el vínculo para el sector productivo.

Sus ejes estratégicos incluyen:

- Promoción de vocaciones STEM con capacitación docente, ferias de ciencia y campañas con temática de género.
- Becas y movilidad académica con universidades extranjeras y nacionales.
- Vínculo de cuádruple hélice (gobierno, academia, industria y sociedad).
- Promoción de programas de posgrado y especialidad en campos en desarrollo como nanotecnología, inteligencia artificial, semiconductores y energías renovables.
- Educación rutinaria sobre diversos temas relacionados con los ODS 9 y 13 (innovación e infraestructura sostenible).

Resultados de la Primera Edición de FECTI.

La versión inaugural de FECTI también marcó un hito institucional en Chihuahua. 388 usuarios informaron haber participado y se llevaron a cabo talleres en seis municipios con 368 asistentes. Se recibieron un total de 158 propuestas que cupieron todo los requisitos iniciales, de las cuales 76 fueron consideradas pertinentes y 55 propuestas viables, las cuales fueron revisadas por 70 evaluadores expertos.

En la figura 1 se muestran los registros de proyectos pertinentes a la convocatoria FECTI 2024 en donde se puede observar que en la convocatoria de Desarrollo de Talento en CTI se tuvieron 19 proyectos pertinentes, en Infraestructura, Ciencia y Tecnología 66, en Ciencia de Frontera 24, en Innovación y Emprendimiento 45 y en Fondo de Capital de Riesgo 4.

Figura 1. Registros de proyectos pertinentes en la convocatoria FECTI 2024

Convocatoria	Registros
Desarrollo de Talento en CTI	19
Infraestructura, Ciencia y Tecnología	66
Ciencia de Frontera	24
Innovación y Emprendimiento	45

Convocatoria	Registros
Fondo de Capital de Riesgo	4

La suma de recurso proporcionada al fondo fue de 80 millones de pesos, de los cuales 71.4 millones fueron destinados directamente a la financiación de proyectos. Estos hallazgos confirman la capacidad de FECTI para institucionalizar y promover un sistema competitivo, transparente y efectivo destinado a mejorar la capacidad humana, la base científica y la innovación empresarial.

En general, el avance de FECTI sugiere que el Estado de Chihuahua está comenzando a desarrollar un ecosistema de innovación regional bien integrado, pero aún lucha con la sostenibilidad presupuestaria, la mejora del capital humano y la generación de propiedad industrial. El uso continuo de este instrumento, junto con políticas de evaluación, será esencial para alcanzar el objetivo del 1% del PIB estatal en CTI para 2027.

Conclusiones.

El camino hacia la innovación es una trayectoria de aprendizaje institucional. México, y en particular Chihuahua, deben darse cuenta de que la economía del conocimiento no se da de la mano; se establece con consistencia, visión y políticas públicas bien definidas. La experiencia del mundo sugiere que los países y áreas que lograron desarrollar ecosistemas de innovación lo hicieron bajo tres condiciones: inversión continua en educación, comunicación entre actores y una cultura sostenida.

En Chihuahua, hay potencial si las universidades se consolidad, el capital humano está calificado, los sectores productivos son dinámicos y la sociedad tiene un ambiente laboral saludable. Pero para que ese potencial se convierta en competitividad dominante del conocimiento, debe haber un mejor marco para la financiación, el apoyo a la investigación aplicada y la actualización del marco legal combinado con la creación de una cultura de innovación inclusiva.

Como señala Parada (2024c), los frutos de la innovación no pertenecen a una sola administración, y ciertamente no a un solo sector, sino a toda la sociedad que pone su inversión y esperanzas en el conocimiento como motor de progreso. La transición a una economía del conocimiento requiere tiempo, cohesión y líderes colectivos. Si Chihuahua logra transmitir estas características, también proporcionará un barómetro nacional para la innovación sostenible que nuestro país necesita en México.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Armendáriz-Núñez, E. (2021). Modelo de transferencia de conocimiento para vincular instituciones de educación superior en ciencias sociales y humanidades con entidades sociales (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Chihuahua). Repositorio Digital de Tesis de la UACH. http://repositorio.uach.mx/353/1/Tesis_Erslem_Armendariz.pdf

Álvarez, P. A., Valdez, C., & Dutta, B. (2022). Analysis of the innovation capacity of Mexican regions with the multiple criteria hierarchy process. Socio-Economic Planning Sciences, 84, 101418. https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101418

Bartol, K., & Srivastava, A. (2002). Encouraging knowledge sharing: The role of organizational reward systems. Journal of Leadership & Organizational Studies, 9(1), 64–76. https://doi.org/10.1177/107179190200900105

Benítez-Abarca, R. P., & Rubio-Toledo, M. Á. (2020). Consideraciones estratégicas para optimizar el diseño de la transferencia tecnológica dentro de las instituciones de educación superior. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 15(27). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477963263001

Bercovitz, J., & Feldman, M. (2005). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. The Journal of Technology Transfer, 31(1), 175–188. https://doi.org/10.1007/s10961-005-5029-z

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. Research Policy, 29(4–5), 627–655. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1

Castellanos, E. C. O., & de Gunther Delgado, L. (2022). Strategic innovation: Conception of innovation among social sciences researchers in higher education in Northwestern México. Innovative Higher Education, 47(5), 855–874. https://doi.org/10.1007/s10755-022-09607-8

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo productivo sostenible e inclusivo: Lineamientos para el período 2024–2025 (LC/CCITIC.4/3). Santiago: CEPAL.

https://www.cepal.org/es/publicaciones/69093-ciencia-tecnologia-innovacion-un-desarrollo-productivo-sostenible-inclusivo

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2023). Reglamento del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. https://www.secihti.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/REGLAMENTO_DEL_SNI_Texto_Vigente_15-04-2022.pdf

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2023). Criterios específicos de evaluación del Sistema Nacional de Investigadoras e https://www.secihti.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/criterios/Criterios_Especificos_de_Evaluacion.pdf

D'Este, P., & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? Research Policy, 36(9), 1295–1313. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.05.002

Díaz, H. E., & Morales, M. A. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. Análisis Económico, 38(98), 69–92. https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/Diaz

D'Onofrio, G., Arza, V., & Actis, G. (2024). Ciencia ciudadana en América Latina: Perspectivas y políticas públicas. Perfiles Educativos, 46(184), 194-204. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2024.184.61781

Es-Sadki, N., & Arundel, A. (2021). The influence of regional supply, demand and competition factors on the knowledge transfer outcomes of universities. International Journal of Innovation and Technology Management, 25(7), 2150078. https://doi.org/10.1142/S136391962150078X

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Feria, V. (2009). Propuesta de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico para México (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia). https://digital.csic.es/bitstream/10261/20812/5/tdoctoralferia.pdf

Fierro, J. O. O., Martínez Ramos, P. J., & Domínguez Alcaraz, I. (2021). Madurez tecnológica e innovación en empresas mexicanas. Investigación Administrativa, 50(128), 1–27. https://doi.org/10.35426/IAv50n128.09

Filippo, A., Guaipatín, C., Navarro, L., & Wyss, F. (2024). Informe sobre competitividad e innovación – Representación México y División de Competitividad, BID. Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Ciencia-tecnologia-e-innovacion-para-un-desarrollo-inclusivo-y-sostenible-en-Mexico.pdf

Gobierno del Estado de Chihuahua. (2023). Segundo informe de resultados: Tomo II. Gobierno del Estado de Chihuahua. https://chihuahua.gob.mx/informes-de-gobierno/

Horváth, K., & Berbegal-Mirabent, J. (2022). The role of universities on the consolidation of knowledge-based sectors: A spatial econometric analysis of KIBS formation rates in Spanish regions. Socio-Economic Planning Sciences, 81, 101254. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100900

Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). (2024). Índice de competitividad estatal 2024. https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2024/06/ICE-2024-Documento.pdf

Kaur, M., Buisman, H., Bekker, A., & McCulloch, C. (2022). Innovative capacity of governments (OECD Working Papers on Public Governance, No. 51). OECD. https://doi.org/10.1787/52389006-en

Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua. (2018). Periódico Oficial del Estado de Chihuahua. https://docs.mexico.justia.com/static/pdf-js/web/index.html?file=%2Festatales%2Fchihuahua%2Fleyes%2Fley-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-del-estado-de-chihuahua.pdf

ey General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI). (2023, 8 de mayo). Diario Oficial de la Federación. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf

Li, Y., Wang, Y., & Rasiah, R. (2023). Research on the influence of tax incentives and financing constraints on NEEQ enterprises' innovation. Sustainability, 15(3), 2608. https://doi.org/10.3390/su15032608

Mohmood, H., & Tamyez, P. F. M. (2022). Researchers' motivation, interaction channels, and strategies towards university–industry collaboration: A case study approach. International Journal of Industrial Management, 15(1), 17–25. https://doi.org/10.15282/IJIM.15.1.2022.8996

Motohashi, K. (2005). University–industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. Research Policy, 34(5), 583–594. https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.001

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2016). Fiscal incentives for R&D and innovation in a diverse world. https://doi.org/10.1787/5jlr9stckfs0-en

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024). INNOTAX Portal – Mexico: R&D tax credit (policy design features). OECD Science, Technology and Innovation Policy Division. Recuperado de https://stip.oecd.org/innotax/incentives/MEX1

Parada, J. (2024, 20 de febrero). ¿Por qué no invierten en innovación las empresas en México? El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/opinion/jaime-parada/por-que-no-invierten-en-innovacion-las-empresas-en-mexico/

Parada, J. (2024, 24 de abril). El ejército intelectual que requiere México. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/opinion/jaime-parada/el-ejercito-intelectual-que-requiere-mexico/

Parada, J. (2024, 20 de julio). Una luz de esperanza para la ciencia, tecnología e innovación en México. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/opinion/jaime-parada/una-luz-de-esperanza-para-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-mexico/

Parra Gaviño, G. G., Gómez Ortiz, R. A., & Pastor Román, I. (2015). El apoyo del gobierno como determinante de la colaboración exitosa entre la universidad y la empresa. Universidad & Empresa, 17(29), 213–238. https://doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.29.2015.09

Pedroza Flores, R., & Reyes Fabela, A. M. (2022). Perspectiva de la educación superior en México 2030. Interdisciplina, 10(27), 289–313. https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2022.27.82156

Salas, V., & Aranda, R. (2003). Razones de la presencia del Estado en la educación superior. Revista Chilena de Administración Pública, 2(6), 77-98. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2254234.pdf

Santoro, M., & Chakrabarti, A. (2002). Firm size and technology centrality in industry–university interactions. Research Policy, 31(7), 1163–1180. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00190-1

Vega-Salinas, R. M., Vega-González, L. R., Padilla-Castañeda, M. A., Pérez Lomelí, J. S., & Montiel-Sánchez, M. H. (2024). Governance framework for the maturation phase of the Research and Technology Development Unit of the UNAM at the Hospital General de México Eduardo Liceaga. Revista Espacios, 45(4), 113–130. https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p09

Villalobos López, J. A. (2024). La educación superior y el desarrollo integral en México. Sophia: Colección de Filosofía de la Educación, 36, 275–300. http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/sophia/n36/1390-8626-sophia-36-00275.pdf

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 7. La Importancia de las IES para el Desarrollo Científico y Tecnológico en el Estado.

*Escriba a continuación los nombres completos,
sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Inocente Yuliana Meléndez Pastrana[1]

Yolanda Cabrales Rosales[2]

César Modesto Acosta[3]

Resumen

El capítulo analiza el papel estratégico de las Instituciones de Educación Superior (IES) en el desarrollo científico y tecnológico del estado de Chihuahua. Destaca cómo las universidades y centros de investigación han evolucionado de espacios de enseñanza a actores clave en la generación y transferencia de conocimiento, vinculándose con el gobierno y la industria bajo el modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Se presentan datos sobre matrícula en áreas STEM, participación en el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII) y producción científica en Scopus, evidenciando avances y desafíos (CONAHCYT, 2024; UNESCO, 2025). Entre los principales retos se identifican la necesidad de consolidar la vinculación universidad–empresa, fortalecer la formación de investigadores jóvenes, promover la interdisciplinariedad y garantizar la continuidad de las políticas públicas (Frølund, Murray, & Riedel, 2017; Es-Sadki & Arundel, 2021). El capítulo concluye que con inversión sostenida, gobernanza científica y colaboración efectiva, Chihuahua puede consolidarse como un referente nacional en innovación, productividad y competitividad, impulsando un modelo de desarrollo basado en

[1] Doctora en Ciencias de la Ingeniería. Docente/Investigadora en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, México. ORCID: 0000-0002-5260-7977; Scopus:59492125100

[2] Maestra en Ciencia de los Materiales. Docente/Investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0009-0001-7798-1076

[3]Doctorado en Administración Publica, Docente/Investigador en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0000-0002-6146-3426 ; Scopus: 55319880000; correo electrónico: cesar.ma@chihuahua.tecnm.mx

conocimiento y capital humano altamente especializado (CONAHCYT, 2024; UNESCO, 2025).

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Educación superior, innovación, desarrollo científico.

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

Introducción

En el escenario global actual, la educación superior atraviesa un proceso profundo de transformación impulsado por múltiples fuerzas: los cambios sociales, las dinámicas políticas, la difusión acelerada de tecnologías de la información y la presión por responder a los desafíos económicos y ecológicos del siglo XXI. Conforme las sociedades evolucionan, las antiguas concepciones de las instituciones de educación superior (IES) como simples espacios de enseñanza de pregrado ya no son suficientes: se les exige que asuman un papel más amplio, dinámico y estratégico. Las IES han pasado de dedicarse primordialmente a la transmisión de conocimientos hacia convertirse en actores clave del desarrollo científico, tecnológico y económico, generando conocimiento, formando capital humano de alto nivel, impulsando innovación, y articulando esfuerzos con los sectores público, privado y social.

En este contexto, el estado de Chihuahua por su ubicación geográfica fronteriza, su vocación exportadora, y su arraigo histórico en la industria manufacturera y maquiladora ocupa una posición estratégica en el norte de México. Su desarrollo económico no puede ya depender únicamente del modelo tradicional de manufactura maquiladora de mano de obra relativamente simple: requiere dar un giro hacia un modelo basado en el conocimiento y la innovación, en el que las universidades, los centros de investigación y las empresas tecnológicas actúen como motores de cambio. En este nuevo paradigma, las IES emergen como catalizadores del desarrollo regional: aportan la capacidad de generar conocimientos propios, promover la transferencia tecnológica, habilitar a los profesionales para abordar retos locales y globales, y articular redes de colaboración entre academia, industria y gobierno.

Por tanto, el análisis de la función que desempeñan las IES en el desarrollo científico-tecnológico del estado de Chihuahua es de especial relevancia. Este primer capítulo propone explorar la relevancia estratégica de las IES en ese ecosistema: su función, vinculación con los sectores productivos, la gobernanza de las políticas públicas, la capacidad investigadora, los retos que enfrentan y las líneas de acción necesarias para fortalecer el sistema de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en la región.

Función estratégica de las IES en el ecosistema de innovación

Generación y transferencia de conocimiento

Las instituciones de educación superior cumplen -y deben cumplir- múltiples funciones simultáneas. Por un lado, la función educativa clásica: la formación de profesionistas, especialistas y doctores. Por otro lado, una función científica y tecnológica cada vez más definida: la generación, aplicación y transferencia de conocimiento hacia sectores productivos y sociales. Como señalan Pedroza y Reyes (2022), las universidades participan activamente en la tarea de "generar innovaciones que impacten estructuralmente en el sistema productivo y tecnocientífico, además de preparar capital humano con la máxima habilitación para aportar en la ciencia básica y aplicada" (p. 305). Esta cita pone en relieve la doble dimensión que debe asumir la IES: formar talento y producir conocimiento útil.

Este doble mandato se traduce en que las IES no solo entregan egresados, sino que también deben involucrarse en proyectos de investigación aplicada, en la creación de prototipos tecnológicos, en servicios de extensión al sector productivo, en la incubación de empresas de base tecnológica, y en la colaboración con industrias (Compagnucci, Borrelli, y D'Este, 2024). La literatura destaca que sin universidades con capacidad de investigación, "no existiría una base sólida de desarrollo humano, técnico y cultural que impulse el progreso de los estados". (Salas y Arandas, 2003). En efecto, el conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un recurso estratégico. Según la UNESCO, la educación superior constituye un bien cultural y científico que favorece el desarrollo personal y las transformaciones económicas, tecnológicas y sociales.

En el contexto de Chihuahua, la transición hacia una economía basada en conocimiento implica que sus IES se reconfiguren como centros de generación de conocimiento relevante para las vocaciones regionales: por ejemplo, industria automotriz, aeroespacial, electrónica, médica, servicios logísticos y manufactura avanzada. Las universidades y centros de

investigación tienen la responsabilidad de diseñar programas de investigación que respondan a estos sectores, establecer convenios de vinculación con empresas, y transferir nuevas tecnologías, procesos y metodologías que permitan aumentar la competitividad de las cadenas productivas.

Vinculación universidad-industria-gobierno

La colaboración entre universidad-industria-gobierno, frecuentemente conceptualizada mediante el modelo de la "Triple Hélice" (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000, Fidanoski, 2022), es una de las claves para impulsar la innovación en los territorios. En ese paradigma, cada uno de los tres actores se asume como agente activo: las universidades generan conocimiento y forman talento; la industria aplica ese conocimiento y demanda innovación; el gobierno promueve marcos institucionales, incentivos y recursos. Investigadores más recientes como Frolund y Riedel (2018) proponen cinco acciones clave para la vinculación exitosa: 1) selección de áreas de enfoque compartido; 2) elección de socios estratégicos compatibles; 3) diseño de formatos adecuados de colaboración; 4) asignación de recursos humanos y procesos institucionales; 5) evaluación y seguimiento periódicos.

Desde una perspectiva regional, estudios como los de Es-Sadki y Arundel (2021) y Méndez-Isla y Varela (2024) señalan que la proximidad geográfica y cognitiva entre universidades y empresas favorece la transferencia tecnológica. Esto significa que cuando una universidad está ubicada cerca de los clústeres industriales, y cuando comparte ámbitos de conocimiento con las empresas (por ejemplo, materiales, electrónica, aeroespacial), la colaboración es más fluida y efectiva. En Chihuahua esta cercanía puede observarse: existen clústeres industriales (automotriz, aeroespacial, electrónico y médico) que ya colaboran con universidades locales y esta colaboración debe fortalecerse para traducirse en innovación, patentes, startups de tecnología y formación especializada.

Por consiguiente, las IES del estado tienen ante sí el reto de construir alianzas estratégicas, adaptar sus líneas de investigación a los desafíos del entorno productivo regional, crear centros de innovación y transferencia tecnológica, y generar una cultura de colaboración permanente con la industria y el gobierno.

Políticas públicas y gobernanza científica

Rol del gobierno en la consolidación del sistema de I+D+i

El papel del gobierno nacional, estatal y local es fundamental para la consolidación del sistema de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Desde la perspectiva de las políticas públicas, los poderes públicos deben dotar de infraestructura científica, crear incentivos fiscales, destinar financiamiento para investigación aplicada, promover la creación de empresas de base tecnológica y facilitar la vinculación universidad-empresa-gobierno (Visinteiner et al., 2021). Estudios como los de Liew (2013) destacan que sin un rol gubernamental activo, las IES y empresas no cuentan con el entorno necesario para prosperar. En el caso de Chihuahua, por ejemplo, existe el Instituto de Innovación y Competitividad del Estado de Chihuahua (I^2C), que coordina políticas de innovación, promueve proyectos de transferencia tecnológica, y fomenta redes entre academia y empresas. Este tipo de organismo estatal es un vehículo para articular la estrategia pública con capacidades académicas y productivas. No obstante, la literatura advierte que muchas veces las políticas tienen carácter discontinuo, dependiente de ciclos políticos. En este sentido, Horváth y Berbegal-Mirabent (2022) señalan que los estados que logran consolidar economías basadas en el conocimiento son aquellos que invierten sostenidamente en sus IES, mantienen continuidad política y aseguran que la gobernanza trascienda la rotación de autoridades. Asimismo, estudios como Filippo et al. (2024) sugieren que la estabilidad institucional, la rendición de cuentas y la gobernanza efectiva son tan importantes como la asignación de recursos.

Impacto de las políticas en las IES de Chihuahua

En el ámbito estatal, los efectos de las políticas públicas pueden observarse en indicadores concretos. Por ejemplo, durante el ciclo escolar 2023–2024, el estado de Chihuahua registró 50,934 estudiantes matriculados en programas de áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), lo cual representa aproximadamente el 35 % de la matrícula total de nivel superior para ese periodo, y un aumento de 1.8 puntos porcentuales respecto al ciclo anterior (según los datos del sistema educativo). Este tipo de información, aunque sintetizada, indica una tendencia hacia el fortalecimiento de las disciplinas de alta demanda, puede ser apreciada en la figura 1.

Figura 1. Matrícula en áreas STEM en Chihuahua (2023–2024)

Ciclo escolar	Total matrícula	Matrícula STEM	% STEM	Variación %
2022–2023	142 000	46 000	33.2 %	—
2023–2024	145 526	50 934	35.0 %	+1.8 pp

En cuanto al subsistema universitario estatal, se compone de 2 universidades autónomas, 7 universidades tecnológicas, 1 universidad politécnica, 7 particulares, 7 institutos universitarios y 12 centros universitarios. En total, la planta académica asciende a 7,171 docentes, de los cuales 2,711 (el 37.8 %) son de tiempo completo. De esos, 1,756 (24.49 %) realizan investigación. La distribución por género es 53.42 % hombres y 46.58 % mujeres. (ver figura 2) Esta estructura muestra que existe una base docente que investiga, aunque el porcentaje aún sugiere que gran parte del profesorado está orientado únicamente a la docencia.

Figura 2. Distribución del personal académico e investigador

Categoría	Total	% del total	Hombres	Mujeres	% H	% M
Docentes totales	7 171	100 %	3 830	3 341	53.4 %	46.6 %
Tiempo completo	2 711	37.8 %	1 480	1 231	54.6 %	45.4 %
Con actividad de investigación	1 756	24.5 %	920	836	52.4 %	47.6 %

Estos datos permiten inferir varias cuestiones: primero, que las IES en Chihuahua están incrementando su matrícula en áreas STEM, lo cual es positivo para el desarrollo tecnológico regional; segundo, que la proporción de personal académico que realiza investigación sigue siendo moderada, lo cual señala un espacio de mejora para fortalecer la cultura investigadora; tercero, que la presencia de mujeres académicas sigue siendo cercana a la paridad, lo que es un buen indicio para la equidad de género en ciencia y tecnología.

No obstante, es necesario que las políticas se orienten cada vez más hacia consolidar la investigación, mejorar los indicadores de producción científica, fomentar la interdisciplinariedad, fortalecer la infraestructura de I+D+i y garantizar que las IES no solo formen talento, sino generen resultados de investigación que impacten regionalmente.

Capacidad investigadora y desempeño científico

Reconocimientos del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII)

Un indicador relevante para medir la capacidad investigadora en México es la participación en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) y el sistema de reconocimientos al investigador (SNII). Según datos de 2023, en el estado de Chihuahua se cuentan 783 investigadores reconocidos en el SNII (CONACYT 2024), distribuidos de la siguiente manera (ver figura 3):

Figura 3. Investigadores reconocidos en el SNII (2023)

Nivel	Total	Hombres	Mujeres	% H	% M
Candidato	232	116	116	50 %	50 %
Nivel I	497	303	194	61 %	39 %
Nivel II	51	31	20	60.8 %	39.2 %
Nivel III	4	3	1	75 %	25 %
Total	784	453	331	57.8 %	42.2 %

Esta distribución refleja una presencia creciente de mujeres en la investigación, aunque aún predomina la categoría masculina en los niveles más altos. Las áreas de conocimiento con mayor presencia de investigadores son: Ingenierías y Desarrollo Tecnológico (23.99 %), Ciencias Sociales (21.09 %), Humanidades (16.22 %) y Biología-Química (10.66 %). (ver figura 4)

Figura 4. Distribución de investigadores por área del conocimiento

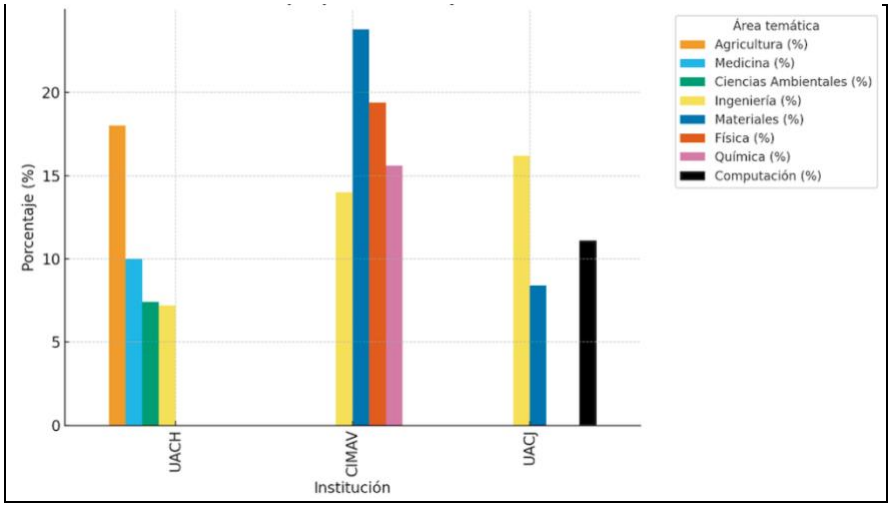
Área del conocimiento	% del total
Ingenierías y Desarrollo Tecnológico	23.99 %
Ciencias Sociales	21.09 %
Humanidades	16.22 %
Biología-Química	10.66 %
Otras áreas (Física, Matemáticas, Medicina, etc.)	28.04 %

Este perfil indica que Chihuahua tiene una base de capital humano investigador distribuida en disciplinas tanto tecnológicas como sociales y humanísticas, lo cual es un signo de diversificación. Sin embargo, la existencia de investigadores reconocidos no garantiza por sí sola un alto nivel de producción científica o transferencia tecnológica: lo clave es que estos investigadores cuenten con infraestructura, financiamiento, redes de colaboración, gestión institucional y vínculos con el sector productivo. La literatura sobre políticas de ciencia y tecnología en México señala que uno de los obstáculos es la falta de continuidad en la política de financiamiento y la fragmentación institucional.

Producción científica y especialización disciplinar

Otro indicador importante es la producción científica arbitrada. Con base en datos de la base de datos Scopus (consulta noviembre 2024), únicamente tres instituciones de Chihuahua muestran un volumen significativo de publicaciones (ver figura 5):

Figura 5 – Producción científica en Scopus (noviembre 2024)



Estos datos permiten observar que la UACH presenta un perfil más diversificado, mientras que el CIMAV se concentra en ciencia de materiales y el UACJ en ingeniería y computación. La especialización disciplinar puede considerarse como un factor de concentración de capacidades tecnológicas regionales, lo cual es deseable en zonas que buscan desarrollar clústeres de alta tecnología.

No obstante, es importante reconocer que el volumen de publicaciones es solo un componente del desempeño científico: también importa la calidad de las publicaciones (factor de impacto, citas), la transferencia tecnológica (patentes, licencias, startups), la

disciplina de las redes colaborativas y la vinculación con el entorno (Ballesteros-Ballesteros & Zárate-Torres, 2025). Además, la literatura subraya que la gestión del conocimiento, la interdisciplinariedad y la infraestructura institucional son claves. Por ejemplo, un estudio reciente sobre gestión del conocimiento señala que "los recursos de conocimiento en la generación e integración de ciencia-tecnología-innovación (CTI) en las instituciones de educación superior" son esenciales para responder a los desafíos de la sociedad del conocimiento.

De cara al futuro, el estado de Chihuahua tiene la oportunidad de potenciar estas capacidades investigadoras, alinearlas con áreas de vocación regional (por ejemplo, materiales aeroespaciales, tecnologías médicas, logística inteligente, manufactura avanzada) y articular una estrategia de apoyo institucional que incremente la visibilidad internacional, la colaboración interinstitucional, las redes de innovación y la transferencia de conocimiento hacia las empresas (Orduña-Malea, Delgado López-Cózar, y Martín-Martín, 2020).

Retos y líneas estratégicas para fortalecer el ecosistema científico

A partir del análisis de los indicadores, de las políticas públicas y de la vinculación entre IES, industria y gobierno, se pueden identificar los siguientes retos prioritarios para el estado de Chihuahua:

Consolidar la vinculación universidad-empresa-gobierno mediante modelos de gobernanza claros, financiamiento concurrente, incentivos a la colaboración y mecanismos institucionales que trasciendan proyectos aislados. Indicadores internacionales, como el índice de eficiencia basado en la Triple Hélice, confirman la relación entre gobernanza e innovación sostenible (Jovanović, 2022). La literatura sobre innovación territorial subraya que la proximidad sectorial y el marco institucional son determinantes de éxito, siendo necesario el reforzar según SECIHTI (2024)

- **Aumentar la matrícula en posgrados y la formación de investigadores jóvenes**, pues la generación de talento avanzado es crucial para la sostenibilidad del sistema de investigación y para que las IES puedan asumir un papel de liderazgo.
- **Incentivar la interdisciplinariedad**, integrando humanidades, ciencias sociales y artes con las ciencias exactas y la ingeniería. Esto permite que la innovación no sea meramente tecnológica, sino que responda a los retos sociales, culturales y éticos.

- **Asegurar la continuidad de las políticas de ciencia y tecnología más allá de los ciclos gubernamentales**, garantizando estabilidad, rendición de cuentas y gobernanza de largo plazo.
- **Fomentar la creación de empresas de base tecnológica y oficinas de transferencia (OTTI/OTRI) en las IES**, para facilitar que el conocimiento generado se traduzca en productos, servicios y start-ups con impacto regional.
- **Desarrollar infraestructura y gestión del conocimiento en las IES:** laboratorios de última generación, centros de innovación, apoyo a publicaciones científicas, sistemas de gestión del conocimiento, alianzas internacionales y redes colaborativas.
- **Promover la cultura científica y la divulgación de la investigación** para fortalecer la aceptación social de la ciencia y la tecnología, y facilitar que la innovación sea comprendida, apropiada y valorada por la sociedad.

Estas estrategias se encuentran alineadas con las recomendaciones del Informe de la Comisión Técnica para el Impulso de la Investigación Científica en las IES (2024), que propone:

- Fortalecer programas de apoyo a publicaciones científicas.
- Crear redes interuniversitarias para colaboración y financiamiento federal.
- Desarrollar competencias de investigación mediante capacitación docente.
- Impulsar proyectos conjuntos con el sector productivo.
- Diseñar políticas estatales de fomento a la investigación e innovación.
- Establecer bases de datos de proyectos e investigadores.
- Promover eventos de divulgación científica.
- Crear revistas indexadas con impacto internacional.

En la figura 6 se muestran las líneas estratégicas que configuran una hoja de ruta para que el ecosistema de investigación y tecnología del estado logre mayor madurez, visibilidad y pertinencia regional.

Figura 6. Estrategias para fortalecer el ecosistema de I+D+i

Línea estratégica	Descripción resumida
1. Vinculación U-E-G	Modelos de gobernanza, financiamiento concurrente.

2. Formación de jóvenes investigadores	Incrementar matrícula y capacitación.
3. Interdisciplinariedad	Integrar humanidades, ciencias y artes.
4. Continuidad de políticas	Evitar rupturas por cambios sexenales.
5. Oficinas de transferencia (OTT)	Facilitar innovación y comercialización.
6. Infraestructura y redes	Laboratorios, alianzas internacionales.
7. Divulgación científica	Difusión social y revistas indexadas.

Conclusiones

El desarrollo científico y tecnológico del estado de Chihuahua se sustenta hoy en un ecosistema emergente donde convergen sus principales universidades, centros de investigación y organismos gubernamentales. Instituciones como la UACH, UACJ y CIMAV representan el núcleo de producción científica, mientras que el I²C funge como agente articulador entre academia, industria y gobierno. Aun así, el camino hacia un modelo plenamente basado en conocimiento exige avances sustantivos.

Las tendencias indican un crecimiento sostenido de las áreas STEM, lo cual es favorable para la innovación y la competitividad, pero también señalan la necesidad de reforzar disciplinas de humanidades y ciencias sociales, esenciales para asegurar que la innovación responda también a desafíos sociales, culturales y éticos. Las IES deben consolidarse como verdaderos motores de desarrollo regional, no solo mediante la enseñanza, sino a través de la investigación aplicada, la transferencia tecnológica y la creación de capital humano de alto nivel.

Con políticas de largo plazo, inversión sostenida en I+D+i, infraestructura adecuada, colaboración efectiva entre academia-industria-gobierno, y una gestión inteligente del conocimiento, el estado de Chihuahua tiene el potencial para posicionarse como un referente nacional e internacional en productividad, competitividad e innovación. En última instancia, las IES no solo contribuyen al progreso académico o científico, sino al bienestar de la región, al empleo de calidad, al desarrollo social y al aprovechamiento del talento local en un mundo cada vez más competitivo y basado en el conocimiento.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Ballesteros-Ballesteros, V. A., & Zárate-Torres, R. A. (2025). Mapping the conceptual structure of university–industry knowledge transfer: a co-word analysis. Publications, 13(1), 8. https://doi.org/10.3390/publications13010008

Comisión Técnica para el Impulso de la Investigación Científica en las IES. (2024). Informe 2024: Estrategias para el fortalecimiento del ecosistema de I+D+i en Chihuahua. Gobierno del Estado de Chihuahua. https://educacion.chihuahua.gob.mx/coepes/sites/default/files/SEGUNDA%20SESION%20EXTRAORDINARIA%20COEPES%202024.pdf

Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2024). Improving knowledge transfer and innovation services: A roadmap for Knowledge Transfer Offices. Journal of Innovation & Knowledge, 9, 100577. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100577

CONAHCYT. (2024). Informe de actividades 2023–2024. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (PEHCITI). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/946761/38_PEHCITI_AyR2324.pdf

Es-Sadki, N., & Arundel, A. (2021). The influence of regional supply, demand and competition factors on the knowledge transfer outcomes of universities. International Journal of Innovation Management, 25(07), 2150078. https://doi.org/10.1142/S136391962150078X

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2-3), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Fidanoski, F. (2022). The Triple Helix in developed countries: When knowledge infrastructure matters. Research Policy, 51(9), 104626. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10168

De Filippo, D., & D'Onofrio, M. (2019). Alcances y limitaciones de la ciencia abierta en Latinoamérica: análisis de las políticas públicas y publicaciones científicas de la región. Hipertext.net: Revista Académica sobre Documentación Digital y Comunicación Interactiva, 19. https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.03

Frølund, L., Murray, F., & Riedel, M. (2017, December 6). Developing successful strategic partnerships with universities. MIT Sloan Management Review. https://sloanreview.mit.edu/article/developing-successful-strategic-partnerships-with-universities/

Horváth, K., & Berbegal-Mirabent, J. (2022). Public policies and university performance: A knowledge-based perspective. Technological Forecasting and Social Change, 179, 121648. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100900

Jovanović, M. (2022). Towards a Triple Helix-based efficiency index of innovation: Applying the model in 38 countries. Sustainability, 14(5), 2861. https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-022-04304-x

Liew, S. N. (2015). Digital health in Singapore: Building an ecosystem conducive for innovation-driven enterprises [Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology]. MIT DSpace. https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/105313/962359008-MIT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Méndez-Isla, M., Versino, M., & Varela, S. (2024). Studying university–industry collaboration in Latin America: A systematic review of the period 1993–2022. Technological Forecasting and Social Change, 197, 122345. https://doi.org/10.4995/muse.2024.21800

Orduña-Malea, E., Delgado López-Cózar, E., & Martín-Martín, A. (2020). Do Latin American universities engage industry in the scientific publication? A bibliometric approach through Scopus. Palabra Clave, 23(2), 891–917. https://doi.org/10.24215/18539912e100

Pedroza, E., & Reyes, J. (2022). Innovación universitaria y transformación productiva en México. Revista de Educación Superior, 51(203), 299–320. https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2022.27.82156

Salas, L., & Arandas, M. (2003). El papel de la universidad en el desarrollo regional y humano. Revista Latinoamericana de Educación y Desarrollo, 5(2), 115–128. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/16215/1/El-papel-de-la-universidad.pdf

SECIHTI. (2024). Importante fortalecer vinculación entre el Sistema Nacional de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación y de Educación Superior (SECIHTI) en CONACES. Secretaría de Coordinación de Innovación, Humanidades, Ciencia y Tecnología. https://secihti.mx/sala-de-prensa/importante-fortalecer-vinculacion-entre-sistema-nacional-de-ciencia-humanidades-tecnologia-e-innovacion-y-de-educacion-superior-secihti-en-conaces/

UNESCO. (2025, junio 23). What you need to know about higher education. https://www.unesco.org/en/higher-education/need-know

Visintainer Lerman, L., Gerstlberger, W., Ferreira Lima, M., & Frank, A. G. (2021). How governments, universities, and companies contribute to renewable energy development? A municipal innovation policy perspective of the triple helix. Energy Research & Social Science, 71, 101854. https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101854

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 8. FECTI: Difusión, Consolidación e Impacto.

*Escriba a continuación los nombres completos,
sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Jerónimo Sosa Vega[1]

Raúl Varela Tena[2]

Resumen

El Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) se consolidó en 2024 como el principal instrumento para impulsar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) en Chihuahua. Bajo la coordinación del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C), el fondo transformó su modelo operativo mediante Comités Científicos y Tecnológicos colegiados, garantizando evaluaciones basadas en mérito, transparencia y pertinencia. Este rediseño permitió pasar de 16 proyectos financiados en 2023 a 40 en 2024, con una inversión pública de $42 millones y una coinversión privada superior a $50 millones. Los proyectos abarcaron áreas estratégicas como energías renovables, nanotecnología, automatización, bioeconomía e inteligencia artificial, generando seis solicitudes de patente, quince prototipos y más de 1,200 beneficiarios directos. El nuevo modelo fortaleció la gobernanza del ecosistema de innovación estatal, impulsó la colaboración universidad–empresa–gobierno y evidenció que la evaluación científica colegiada puede transformar la política pública regional en una estrategia efectiva de desarrollo económico, social y tecnológico basado en conocimiento.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: FECTI, innovación regional y gobernanza científica

[1] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Docente/Investigador en Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, México. ORCID: 0009-0000-9919-1502; correo electrónico: jeipa07@gmail.com

[2] Candidato a Doctor en Administración de Gestión Tecnológica. Director en Cenaltec Juárez, México. ORCID: 0009-0006-1875-3766

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

Introducción

El Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI), coordinado por el Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) del Gobierno del Estado de Chihuahua, se consolidó en 2024 como el principal instrumento de fomento a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) en la entidad. Este año marcó un cambio estructural en la gestión del fondo, gracias a la implementación de Comités Científicos y Tecnológicos, conformados por especialistas de reconocida trayectoria en diversas disciplinas, quienes aseguraron un proceso de evaluación colegiado, transparente y basado en mérito científico y pertinencia tecnológica.

Durante el año 2023, el fondo operó con un alcance limitado, apoyando 16 proyectos con una inversión pública de alrededor de 18 millones de pesos y escasa participación del sector privado. En 2024, la integración de los comités transformó el modelo operativo: el FECTI aprobó 40 proyectos con una inversión pública de $42 millones de pesos y una coinversión privada superior a los $50 millones, fortaleciendo significativamente la colaboración entre academia, industria y gobierno. Este crecimiento refleja un cambio de paradigma: de un modelo de apoyo administrativo a uno orientado a la generación de conocimiento, transferencia tecnológica y desarrollo económico sustentable.

La publicación científico-técnica con coautoría entre industria y academia es, además, un indicador confiable del nivel de integración entre los sistemas de conocimiento y el sector productivo (Orduña-Malea, Delgado López-Cózar y Martín-Martín, 2020).

El rediseño metodológico del FECTI permitió identificar y financiar proyectos con alta incidencia regional, impacto científico y potencial de transferencia tecnológica. Los comités de evaluación, integrados por académicos, investigadores, representantes industriales y expertos sectoriales, garantizaron que los recursos se destinaran a propuestas con resultados verificables, orientadas a las vocaciones estratégicas de Chihuahua: energías renovables, bioeconomía, automatización, nanotecnología, inteligencia artificial y materiales avanzados.

Este nuevo esquema fortaleció la gobernanza del ecosistema de innovación estatal al incorporar mecanismos de dictaminación técnica con trazabilidad documental y revisión por pares externos, lo que incrementó la confianza y la legitimidad de los resultados. Además, los proyectos financiados generaron impactos medibles: más de 1,200 beneficiarios directos, nuevas solicitudes de patente, redes de colaboración interinstitucional y la creación de empleos especializados en los sectores industrial, académico y tecnológico.

En conjunto, el FECTI 2024 demuestra que la evaluación científica colegiada, acompañada de una política pública orientada al desarrollo territorial del conocimiento, puede transformar la forma en que los estados impulsan su competitividad e innovación. Este capítulo tiene como propósito analizar el proceso de difusión, consolidación e impacto del FECTI durante 2024, en comparación con el ejercicio 2023, utilizando evidencia cuantitativa y cualitativa sobre los beneficios económicos, científicos y sociales alcanzados, así como referencias académicas y de política pública que contextualizan su relevancia en el marco del desarrollo regional basado en el conocimiento.

Estructura y operación del FECTI 2024

Consolidación institucional del modelo de gobernanza

Durante el año 2024, el Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) consolidó el modelo de gestión del Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) a través de una nueva estructura de gobernanza basada en comités científicos y tecnológicos colegiados, cuyo objetivo fue elevar la calidad de los proyectos apoyados y asegurar su pertinencia con las prioridades estratégicas del Estado de Chihuahua.

Esta estructura reemplazó al modelo tradicional vigente en 2023, que operaba bajo un esquema administrativo centralizado. En aquel ejercicio, la evaluación de proyectos dependía principalmente de criterios de elegibilidad, suficiencia documental y viabilidad presupuestal. Si bien se lograron avances significativos en la organización interna del fondo, la falta de dictaminadores especializados limitó la capacidad para identificar proyectos con verdadero potencial científico y tecnológico.

En contraste, en el 2024 se establecieron Comités Científicos y Tecnológicos sectoriales, integrados por investigadores nacionales, expertos de centros de I+D, empresarios innovadores y representantes académicos, seleccionados con base en su experiencia técnica, nivel de especialización y reconocimiento profesional. Estos comités sesionaron en etapas

sucesivas para analizar la relevancia, impacto y factibilidad de cada propuesta, garantizando así un proceso de dictaminación objetivo, técnico y colegiado.

El nuevo modelo del FECTI incorporó principios de gobernanza alineados con las buenas prácticas promovidas por organismos internacionales como la OECD (2023) y el CONAHCYT (2024):

- Evaluación por mérito científico y tecnológico.
- Transparencia y trazabilidad en la asignación de recursos
- Imparcialidad en la selección mediante revisión por pares.
- Alineación con prioridades regionales y nacionales de desarrollo.
- Fomento a la participación del sector productivo y social.

Este enfoque permitió fortalecer la confianza de los actores del ecosistema de innovación y consolidar la visión del FECTI como un fondo con orientación estratégica, impacto verificable y operación transparente.

Integración de los Comités Científicos y Tecnológicos

Los Comités Científicos y Tecnológicos del FECTI se integraron con representantes de universidades, centros de investigación, cámaras empresariales, organismos públicos y expertos independientes. En total participaron más de 70 especialistas, distribuidos en mesas temáticas conforme a las líneas prioritarias definidas (ver figura 1) por el Programa Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Estado de Chihuahua 2023–2027 (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2023):

Figura 1. Mesas Temáticas de Comités Científicos y Tecnológicos del FECTI

Mesa temática	Áreas prioritarias	Ejemplos de proyectos destacados (2024)
Energías Renovables y Medio Ambiente	Bioenergía, eficiencia energética, captura de carbono, electrificación rural	Reducción de la huella de carbono en cemento (GCC); IA para reforestación de precisión (ITESM)

Nanotecnología y Materiales Avanzados	Compuestos, nuevos materiales, impresión 3D	Nanocompósito selenio-quitosano (CIMAV); Prototipado avanzado (TecNM Jiménez)
Automatización e Industria 4.0	Robótica, IA aplicada, sistemas inteligentes	Centro Certificador STEM 4.0 (UT Chihuahua); Laboratorio de robótica industrial (UT Babícora)
Agroindustria y Bioeconomía	Biotecnología, alimentos procesados, agricultura inteligente	Fertiirrigación tecnificada (La Norteñita); Sotol sostenible (UACH)
Salud, Educación y Sociedad	Innovación médica, divulgación y formación STEM	Farmacogenética en leucemia infantil (UACH); Mujeres que Conectan y Crean (UT Chihuahua)

Los comités evaluaron más de 158 propuestas que cumplieron con el criterio de pertinencia y requisitos administrativos de las más de 350 solicitudes recibidas en el FECTI 2024, de las cuales 40 fueron seleccionadas por cumplir los criterios de originalidad, impacto científico, pertinencia tecnológica e incidencia. La participación de pares externos aumentó la legitimidad del proceso, garantizando que cada decisión estuviera sustentada en evidencias técnicas y valoraciones multidisciplinarias.

Este esquema permitió fortalecer el vínculo entre academia, empresa y gobierno, en consonancia con el modelo de triple hélice adaptado a la realidad regional (Etzkowitz y Zhou, 2017, Zhou y Etzkowitz 2021). Además, la composición diversa de los comités favoreció la identificación de sinergias intersectoriales y la canalización de proyectos con potencial de transferencia tecnológica y emprendimiento científico.

Estas prácticas responden a pautas internacionales sobre alianzas universidad–industria, que recomiendan la definición de áreas de enfoque compartido, la selección de socios compatibles, el diseño de formatos claros de colaboración y la evaluación periódica de resultados (Frølund, Murray y Riedel, 2017).

Mecanismos de evaluación y criterios de selección

El proceso de evaluación 2024 se desarrolló en tres fases principales:

1. - Revisión administrativa y de pertinencia: verificación de requisitos básicos administrativos y pertinencia del proyecto conforme a las áreas de competitivas del estado y demandas especificas.

2. - Evaluación científica y tecnológica: análisis del mérito, novedad y aplicabilidad de la propuesta por parte de los comités especializados.

3. - Dictamen colegiado final: deliberación integral, jerarquización de proyectos y asignación de recursos conforme a disponibilidad presupuestal y potencial de impacto.

Los criterios utilizados se agruparon en cuatro dimensiones que son detalladas en la figura 2.

Figura 2. Dimensión de evaluación para proyecto FECTI 2024

Dimensión de evaluación	Indicadores considerados	Peso relativo (%)
Mérito científico	Originalidad, rigor metodológico, validez del planteamiento	30
Pertinencia tecnológica	Nivel de innovación, posibilidad de transferencia, madurez tecnológica (TRL)	30
Impacto social y económico	Beneficios regionales, empleos generados, contribución ambiental o educativa	25
Viabilidad institucional	Capacidad operativa, coinversión, alineación con líneas estatales de desarrollo	15

De acuerdo con los registros del I²C (2024a), más del 80 % de los proyectos evaluados positivamente correspondieron a instituciones con historial comprobado de investigación o vinculación con el sector productivo. Asimismo, el 65 % de los proyectos beneficiados incorporó coinversión directa del sector privado o académico, consolidando un modelo de corresponsabilidad financiera en la innovación regional.

El FECTI 2024 también introdujo un sistema de seguimiento y monitoreo de impacto, que permite cuantificar resultados en términos de indicadores de productividad científica (publicaciones, patentes, prototipos, capacitaciones, etc.). Este enfoque basado en resultados (performance-based funding) es coherente con las tendencias observadas en fondos de innovación de países miembros de la OCDE y de América Latina (Crespi et al., 2022; Padilla-Pérez y Gaudin, 2014).

El énfasis en resultados y vinculación está alineado con la evidencia sobre academic engagement y transferencia efectiva entre academia e industria (Perkmann, Salandra, Tartari, McKelvey y Hughes, 2021).

Comparación operativa: año 2023 vs FECTI 2024

La comparación entre los ejercicios 2023 y Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación 2024 (FECTI 2024) permite apreciar una evolución estructural profunda en el modelo de financiamiento de la ciencia y la innovación en Chihuahua. No se trata únicamente de un incremento presupuestal, sino de una transformación metodológica e institucional que elevó los estándares de calidad, impacto y gobernanza del fondo.

En 2023, se operó como un programa de apoyo predominantemente administrativo, limitado a la revisión documental y la viabilidad técnica de los proyectos. Este modelo permitió dar continuidad a iniciativas previas, pero carecía de mecanismos de evaluación científica rigurosa y de estrategias de seguimiento a resultados. Los 16 proyectos financiados ese año se concentraron en sectores tradicionales como manufactura y agroalimentario, con resultados tangibles pero modestos: una patente registrada, tres prototipos funcionales y una participación reducida del sector privado en la coinversión (alrededor del 10 % del total del fondo).

El escenario cambió radicalmente en el año 2024. Con la incorporación de Comités Científicos y Tecnológicos, el FECTI adoptó un enfoque de evaluación colegiada y basada en mérito científico, con más de 70 especialistas que revisaron las propuestas de forma interdisciplinaria. Este cambio no solo aumentó la transparencia y legitimidad del proceso, sino que permitió identificar proyectos de mayor relevancia regional, mejor estructurados y con potencial de transferencia tecnológica.

El incremento en la inversión pública de $18 a $42 millones de pesos refleja el compromiso del Gobierno del Estado por fortalecer la investigación aplicada, mientras que la coinversión

privada superior a $50 millones evidencia la confianza del sector empresarial en el modelo de innovación abierta impulsado por el FECTI. Esta relación público-privada alcanzó una proporción inédita en la historia del fondo: por cada peso público, se generó una aportación privada superior a 1.2 pesos, lo que demuestra un apalancamiento financiero y un efecto multiplicador en la economía del conocimiento local.

En términos de resultados, los 40 proyectos aprobados en 2024 se tradujeron en seis solicitudes de patente, quince prototipos tecnológicos, y más de 1,200 beneficiarios directos, incluyendo investigadores, estudiantes, docentes y emprendedores. Estos resultados representan un crecimiento del 300 % en productividad tecnológica y del 650 % en beneficiarios respecto al año anterior (ver figura 3). Asimismo, la diversificación temática del fondo permitió que las áreas emergentes como energías limpias, automatización industrial, inteligencia artificial, materiales avanzados, agroalimentaria y bioeconomía concentraran el 70 % del financiamiento, alineándose con las prioridades de desarrollo establecidas en el Programa Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación 2023–2027 (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2023).

Por tanto, el FECTI 2024 ya no puede considerarse solo un instrumento de financiamiento, sino un mecanismo integral de política pública. Su operación está alineada con la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI, 2023), que enfatiza la articulación de redes de conocimiento, la inclusión del sector privado en el desarrollo tecnológico y la generación de capacidades locales para la innovación.

En conjunto, los avances alcanzados durante el ejercicio 2024 posicionan al FECTI como un modelo de referencia regional en México. Su esquema de evaluación, basado en evidencia y mérito científico, ha contribuido a fortalecer la gobernanza del ecosistema de innovación de Chihuahua, promoviendo una visión de desarrollo sustentada en la colaboración interinstitucional, la transparencia y la excelencia científica.

Figura 3. Comparativa de aspectos operativa: año 2023 vs FECTI 2024

Aspecto	Año 2023	FECTI 2024
Proyectos apoyados	16	40

Inversión pública	$18 millones	$42 millones
Coinversión privada	$2.1 millones	> $50 millones
Mecanismo de evaluación	Administrativa y técnica	Científica y tecnológica colegiada
Participación de evaluadores externos	Nula	Más de 70 expertos
Sectores atendidos	Manufactura, agroalimentario	Energías, IA, materiales, bioeconomía
Resultados medibles	1 patente, 3 prototipos	6 patentes, 15 prototipos, 1,200 beneficiarios

---

Análisis de las convocatorias del FECTI 2024

El ejercicio 2024 del Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI) representó la consolidación de un modelo de financiamiento competitivo, orientado a resultados verificables y con una estrategia integral que abarcó desde la formación de talento científico hasta el impulso del emprendimiento tecnológico y la consolidación de infraestructura de investigación.

Durante ese año, el FECTI operó a través de cinco convocatorias complementarias, diseñadas para cubrir distintas etapas del ecosistema de innovación:

- Desarrollo de Talento en Ciencia, Tecnología e Innovación
- Ciencia de Frontera
- Infraestructura Científica y Tecnológica
- Innovación y Emprendimiento Científico y Tecnológico
- Fondo de Capital de Riesgo

Cada una de ellas respondió a objetivos estratégicos específicos y generó resultados medibles en materia de productividad científica, transferencia de conocimiento, empleos especializados, coinversión privada y fortalecimiento de capacidades institucionales.

Convocatoria "Desarrollo de Talento en Ciencia, Tecnología e Innovación"

Esta convocatoria se centró en fortalecer la base del capital humano científico y tecnológico en el Estado de Chihuahua, con especial énfasis en la formación temprana de vocaciones STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). El propósito fue promover el interés por la investigación y la innovación entre niños, jóvenes y comunidades académicas, mediante programas de divulgación, ferias científicas, becas, concursos y proyectos de apropiación social del conocimiento (I^2C, 2024a).

En 2024, se financiaron 11 proyectos con una inversión pública superior a $4.8 millones de pesos, beneficiando directamente a más de 5,000 estudiantes de nivel básico, medio y superior. Las instituciones participantes incluyeron universidades tecnológicas, centros de investigación y organizaciones civiles. Entre los proyectos emblemáticos destacan:

- "GPThon HackFest 2024: Desafiando los límites de los LLM" (UT Ciudad Juárez), orientado al desarrollo de competencias en inteligencia artificial generativa.
- "Mujeres que Conectan y Crean" (UT Chihuahua), que impulsó la participación femenina en ciencia y tecnología.
- "Programa Módulos del Mundo de los Materiales" (CIMAV), enfocado en la divulgación científica y el aprendizaje experimental.

Estos proyectos fortalecieron la cultura científica regional, alineándose con estudios recientes que demuestran que la inversión en educación científica temprana es un predictor clave del desarrollo económico regional (Padilla-Pérez y Gaudin, 2014; UNESCO, 2025). Además, contribuyeron a consolidar la participación de género en ciencia, incrementando la proporción de mujeres participantes en actividades de CTI del 38 % en 2023 al 48 % en 2024.

Convocatoria "Ciencia de Frontera"

La Ciencia de Frontera representó la categoría más orientada a la investigación de vanguardia y a la generación de nuevo conocimiento científico, con el objetivo de incentivar proyectos que abordaran problemas de alto impacto social y económico(I^2C, 2024b).

En 2024 se apoyaron 10 proyectos con una inversión total de $4.5 millones de pesos, distribuidos en áreas estratégicas como biotecnología, salud, nanotecnología, materiales avanzados, agricultura inteligente e inteligencia artificial aplicada al medio ambiente.

Entre los más destacados se encuentran:

- “Desarrollo del nanocompósito selenio-quitosano-ácido salicílico” (CIMAV), orientado al control biológico de patógenos agrícolas.
- “Aplicación de la medicina de precisión en leucemia pediátrica” (UACH), que generó resultados clínicos con potencial de patente nacional.
- “Inteligencia Artificial para la Reforestación de Precisión usando Drones” (ITESM), ejemplo de integración de tecnologías emergentes con impacto ambiental y social.

De acuerdo con los reportes técnicos del I²C (2024b), estos proyectos generaron al menos cuatro solicitudes de patente, tres artículos en proceso de publicación internacional y 27 estudiantes de posgrado incorporados como asistentes de investigación.

Los impactos observados coinciden con lo señalado por Es-Sadki y Arundel (2021), quienes afirman que la proximidad entre las universidades y las industrias favorece la transferencia de conocimiento y la competitividad regional. En este sentido, Chihuahua muestra un avance al fortalecer la vinculación universidad-empresa, particularmente en áreas de salud, agroindustria y manufactura avanzada.

Convocatoria “Infraestructura Científica y Tecnológica”

Esta convocatoria se diseñó para fortalecer las capacidades materiales y técnicas de las instituciones de educación superior y centros de investigación, así como de empresas que desarrollan proyectos de innovación tecnológica (I^2C, 2024c).

Con una inversión total de $22 millones de pesos, esta línea financió 11 proyectos orientados a la creación y modernización de laboratorios, plantas piloto, centros de prototipado y espacios de robótica aplicada.

Entre los principales proyectos destacan:

- Centro Certificador de Desarrollo Tecnológico en STEM 4.0” (UT Chihuahua).
- Laboratorio de Prototipado Avanzado y Aula STEM” (TecNM Ciudad Jiménez).
- Implementación de laboratorios de Robótica Industrial para las Carreras de Mecatrónica y Mantenimiento Industrial” (Universidad Tecnológica de la Babícora).

Los resultados directos incluyeron la creación de 85 nuevos empleos especializados, el equipamiento de más de 4,000 m² de laboratorios, y la instalación de equipos de última generación para manufactura avanzada, IA y nanotecnología.

A nivel macroeconómico, los indicadores estimados por el I²C (2024c) muestran que cada peso invertido en infraestructura generó un retorno social de $3.40 pesos en valor agregado

local, principalmente en capacitación, servicios tecnológicos y desarrollo de prototipos. Este tipo de impacto es consistente con los hallazgos de Crespi et al. (2022), quienes destacan que los fondos de infraestructura científica en América Latina tienen un efecto multiplicador sobre la productividad y la innovación empresarial.

Convocatoria "Innovación y Emprendimiento Científico y Tecnológico"

Esta convocatoria estuvo dirigida a fortalecer la relación entre emprendedores, empresas e instituciones académicas mediante la aplicación del conocimiento científico al desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos con alto valor agregado. En 2024 se aprobaron 12 proyectos, con una inversión pública de $10 millones de pesos y coinversión privada superior a $30 millones, lo que representa el mayor apalancamiento financiero del fondo (I^2C, 2024d). Entre los casos más sobresalientes se incluyen:

- "Revalorización sostenible de lodos de tratamiento de aguas residuales" (Industrializadora de Cárnicos STRATTEGA).
- "Implementación de una Tecnología de Barnizado y Curado UV por RD." (RAM del Desierto S. de R.L. M.I.).
- "Evaluación Experimental De La Adaptación Del Cultivo De Arándano En El Municipio De Cuauhtémoc, Chih., A Través De Un Sistema Tecnificado De Fertiirrigación" (AGROPECUARIA LA NORTENITA, S. de R.L. de C.V.)

Estos proyectos generaron impactos económicos directos: un incremento del 7.4 % en productividad industrial promedio, la creación de 60 nuevos empleos de alta especialización, y la apertura de tres startups tecnológicas derivadas de resultados aplicados.

El modelo de coinversión público–privada utilizado coincide con las recomendaciones de Ranga y Etzkowitz (2013) sobre la "cuádruple hélice", en la cual el sector productivo y la sociedad participan activamente en la innovación. Además, estudios de Perkmann et al. (2021) señalan que este tipo de esquemas fortalece las economías intermedias, incrementando su resiliencia y autonomía tecnológica.

Convocatoria "Fondo de Capital de Riesgo"

Por primera vez, el FECTI incorporó una convocatoria orientada al financiamiento de alto riesgo tecnológico, dirigida a fondos de inversión y empresas que promueven startups científicas y tecnológicas.

En 2024 se aprobaron un proyecto de coinversión con una aportación pública de $2.5 millones de pesos, destinados a crear vehículos de inversión especializados en industrias inteligentes, nanotecnología y sostenibilidad.

El fondo ILUM Venture Builder fue seleccionados por su enfoque en innovación industrial y inteligencia artificial. Juntos, canalizaron más de $10 millones de pesos adicionales en financiamiento privado hacia proyectos de base tecnológica en Chihuahua.

Este modelo constituye un precedente en la política científica estatal, al fomentar mecanismos de capital semilla y venture capital vinculados al ecosistema local de innovación (I^2C, 2024e). La evidencia empírica internacional muestra que los fondos de riesgo público-privado son determinantes en la creación de startups tecnológicas y en la generación de empleos de alta productividad y los sistemas nacionales de emprendimiento muestran que el capital de riesgo público–privado impulsa nuevas firmas tecnológicas y dinamiza los ecosistemas de innovación regional (Acs et al., 2016; OECD, 2023).

Evaluación global de las convocatorias 2024

En conjunto, las cinco convocatorias del FECTI 2024 representaron una inversión pública de mas de $42 millones de pesos y una coinversión privada superior a $50 millones, alcanzando una cobertura de 40 proyectos en 22 instituciones y empresas 8 (ver figura 4).

Los impactos se pueden sintetizar así:

Figura 4 Dimensiones, Indicadores 2024 y Variaciones respecto al año 2023

Dimensión	Indicador clave 2024	Variación respecto a 2023
Proyectos financiados	40	+150 %
Inversión total (pública + privada)	$92 millones	+410 %
Beneficiarios directos	1,200	+650 %
Patentes / prototipos generados	6 / 15	+400 %
Empleos especializados creados	145	+320 %
Retorno social estimado	$3.40 por cada peso público	—

Estos resultados consolidan al FECTI como el principal motor de innovación territorial de Chihuahua, con efectos directos en la productividad, el empleo calificado y la diversificación económica.

Impacto económico, social y tecnológico del FECTI 2024

El impacto del Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI 2024) trasciende el simple financiamiento de proyectos. Los resultados muestran una transformación sistémica del ecosistema de innovación del estado de Chihuahua, al consolidarse como un modelo de gobernanza científica, económica y tecnológica que combina recursos públicos, privados y académicos bajo criterios de mérito, pertinencia e incidencia social.

Impacto económico: inversión, apalancamiento y retorno social

Durante el 2024, el FECTI canalizó $42 millones de pesos de inversión pública y generó una coinversión privada superior a los $50 millones, alcanzando un monto total de $92 millones destinados al fortalecimiento del conocimiento y la innovación en el estado.

El efecto multiplicador de este esquema es particularmente relevante. Por cada peso invertido con recursos públicos, se obtuvieron $1.20 pesos adicionales de inversión privada, lo que representa un apalancamiento financiero del 120 %, cifra inédita en la historia del fondo.

De acuerdo con el Instituto de Innovación y Competitividad (I²C, 2024a, 2024b, 2024c, 2024d, 2024e), el impacto económico directo de los proyectos se manifestó en:

- 145 nuevos empleos especializados generados en sectores de alto valor agregado (robótica, energía, nanotecnología, bioindustria).
- Incremento promedio del 7.4 % en productividad en empresas beneficiarias.
- Efecto de retorno social (SROI) estimado en $3.40 pesos por cada peso público invertido, derivado de beneficios indirectos como capacitación, innovación de procesos, eficiencia energética y sustitución de importaciones tecnológicas.

El impacto económico del FECTI 2024 es congruente con los modelos de retorno social analizados por Acs et al. (2016) y Crespi et al. (2022), quienes destacan que los fondos de innovación regional actúan como multiplicadores de la inversión privada cuando existen mecanismos de gobernanza científica, evaluación por pares y focalización sectorial.

Asimismo, el análisis comparativo con el ejercicio 2023 evidencia un incremento del 310 % en coinversión privada y un crecimiento del 150 % en número de proyectos financiados, lo

que demuestra que el FECTI se consolidó como plataforma de confianza para la inversión tecnológica en Chihuahua.

Impacto social: capital humano, inclusión y apropiación del conocimiento

El FECTI 2024 impulsó un enfoque inclusivo de la innovación, con especial énfasis en la formación de talento, la equidad de género y la participación territorial.

De acuerdo con el I²C (2024a, 2024b, 2024c, 2024d, 2024e):

- Se beneficiaron más de 1,200 personas directamente, entre investigadores, docentes, estudiantes y emprendedores.
- Un 48 % de los beneficiarios fueron mujeres, frente al 38 % del año anterior, lo que refleja un avance en la equidad de participación en ciencia y tecnología.
- Se implementaron 26 talleres y programas de divulgación, que alcanzaron a más de 15,000 personas en zonas urbanas y rurales.
- Se crearon nuevas comunidades STEM en universidades tecnológicas y centros de bachillerato del noroeste, zonas serranas y del sur del estado.

Estas acciones generaron un impacto social profundo, al fortalecer el acceso al conocimiento, democratizar la participación en ciencia y fomentar vocaciones científicas desde edades tempranas.

La apropiación social del conocimiento se posiciona como un eje transversal del fondo. Según Lemarchand y Pérez-Lindo (2021), los ecosistemas de innovación más exitosos son aquellos que logran integrar a la población en los procesos de generación de conocimiento, no sólo como beneficiarios, sino como actores activos del cambio tecnológico. En Chihuahua, el FECTI ha logrado que el ciudadano común perciba el valor práctico de la ciencia en su entorno, lo cual se evidencia en los programas de divulgación y transferencia tecnológica comunitaria.

Además, el fondo contribuyó a reducir brechas de desarrollo entre instituciones, al incorporar universidades regionales que antes no habían participado en esquemas de financiamiento estatal. En 2024 participaron 22 instituciones públicas, privadas y tecnológicas frente a 11 en 2023, duplicando la cobertura institucional y fortaleciendo la cohesión del sistema estatal de innovación.

Impacto tecnológico: innovación aplicada y transferencia del conocimiento

Desde la perspectiva tecnológica, el FECTI 2024 logró pasar de proyectos de investigación tradicional a prototipos funcionales y solicitudes de patente, consolidando un modelo de innovación aplicada (I^2C, 2024a, 2024b, 2024c, 2024d, 2024e).

Los 40 proyectos aprobados generaron resultados cuantificables:

- 6 solicitudes de patente ante el IMPI.
- 15 prototipos funcionales o pilotos tecnológicos.
- 9 desarrollos de software o plataformas digitales.
- Más de 35 publicaciones científicas y técnicas.

Los sectores de mayor dinamismo fueron: energías renovables, materiales avanzados, inteligencia artificial, automatización industrial y agroindustria de precisión, en línea con las prioridades establecidas en el Programa Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación 2023–2027.

Un caso ilustrativo fue el "Centro Certificador de Desarrollo Tecnológico en STEM 4.0" de la Universidad Tecnológica de Chihuahua, que estableció un estándar de capacitación regional en automatización y manufactura avanzada. Otro ejemplo relevante fue el proyecto "Desarrollo de nanocompósitos híbridos para sensores ambientales" (CIMAV), que derivó en colaboraciones con empresas del sector metalmecánico.

El proceso de transferencia tecnológica también avanzó de manera sustantiva. En 2024, el 40 % de los proyectos financiados establecieron convenios de colaboración con empresas privadas, y el 25 % desarrollaron acuerdos de confidencialidad o licenciamiento en proceso, fortaleciendo la interacción entre academia y sector productivo.

Estos resultados confirman lo que Ranga y Etzkowitz (2013) denominan "la cuarta hélice de la innovación", en la que la sociedad y el sector privado participan activamente en la transformación tecnológica mediante modelos cooperativos.

Impacto institucional: fortalecimiento de capacidades y redes de colaboración

Más allá de los resultados cuantitativos, el FECTI 2024 generó un impacto estructural en la capacidad institucional del ecosistema de innovación. El rediseño del modelo operativo con Comités Científicos y Tecnológicos promovió prácticas de evaluación por pares, criterios de calidad académica y colaboración entre instituciones. La articulación entre innovación y

sostenibilidad refuerza trayectorias tecnológicas regionales que permiten transitar hacia modelos productivos más resilientes y competitivos (Zhou, 2021).

Este cambio permitirá:

- Fortalecer las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) en universidades locales.
- Generar nuevas redes de colaboración interinstitucional, particularmente entre el CIMAV, la UACH, la UACJ y el TecNM.
- Profesionalizar la gestión de proyectos de I+D+i, integrando mecanismos de seguimiento, evaluación y rendición de cuentas alineados con estándares de la OECD (2023).

El fortalecimiento institucional derivado del FECTI contribuye directamente a la madurez tecnológica regional (TRL 6–8) y al incremento del índice de competitividad científica estatal. Según datos del CONAHCYT (2024), Chihuahua escaló tres posiciones en el ranking nacional de inversión en I+D per cápita respecto a 2023, ubicándose entre los primeros siete estados del país.

Estos resultados son coherentes con estudios los de Horváth y Berbegal-Mirabent (2022), que señala que el fortalecimiento institucional de los fondos públicos de innovación tiene un efecto directo en la productividad regional y en la consolidación de economías basadas en conocimiento.

Impacto territorial y desarrollo regional basado en conocimiento

El impacto territorial del FECTI 2024 se refleja en la distribución geográfica de los proyectos financiados, que abarcó las cinco regiones de planificación del estado: norte, noroeste, centro, serrana y sur. Este enfoque permitió que universidades tecnológicas y centros de investigación fuera de la capital accedieran por primera vez a recursos competitivos de innovación (I^2C, 2024a, 2024b, 2024c, 2024d, 2024e).

Por ejemplo:

- En la zona norte (Juárez), los proyectos se orientaron a la automatización industrial y a la IA aplicada al control de calidad en manufactura.
- En la región centro (Chihuahua capital), predominó la infraestructura científica y la creación de centros de innovación.
- En la zona sur, se financiaron proyectos agroindustriales sostenibles y de bioeconomía.

Este enfoque territorial inclusivo permitió reducir la concentración de recursos y promover la diversificación productiva, fortaleciendo la capacidad de innovación de las regiones rurales.

Según el Regional Innovation Scoreboard (Comisión Europea, 2023), las regiones que promueven la descentralización de los fondos y la colaboración interinstitucional logran una mayor resiliencia económica y un crecimiento sostenido. En ese sentido, el FECTI se posiciona como instrumento de equidad territorial y cohesión del sistema estatal de ciencia, tecnología e innovación.

Los resultados confirman que el FECTI 2024 es más que un fondo financiero: es una política pública integral de desarrollo científico y tecnológico, que articula a los sectores productivo, académico y social hacia una economía basada en el conocimiento.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Acs, Z. J., Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., & Licht, G. (2016). National systems of entrepreneurship. Small Business Economics, 57(4), 1669–1702. https://doi.org/10.1007/s11187-016-9705-1

Comisión Europea. (2023). Regional Innovation Scoreboard 2023 (KI-04-23-662-EN-N). Publications Office of the European Union. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c849333f-25db-11ee-a2d3-01aa75ed71a1/language-en

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2024). Informe de actividades 2023–2024. Gobierno de México. https://sisnai.secihti.mx/bitnami/wordpress/wp-content/uploads/Normatividad/Informes%20Conahcyt/05%20Informe%20de%20actividades/Informe%20de%20actividades%202024%201er%20trimestre.pdf

Crespi, G., & Zúñiga, P. (2012). Innovation and productivity: Evidence from six Latin American countries. World Development, 40(2), 273–290. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010

Es-Sadki, N., & Arundel, A. (2021). The influence of regional supply, demand and competition factors on the knowledge transfer outcomes of universities. International Journal of Innovation Management, 25(07), 2150078. https://doi.org/10.1142/S136391962150078X

Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2017). The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. Routledge.https://doi.org/10.4324/9781315620183

Frølund, L., Murray, F., & Riedel, M. (2017, December 6). Developing successful strategic partnerships with universities. MIT Sloan Management Review. https://sloanreview.mit.edu/article/developing-successful-strategic-partnerships-with-universities/

Gobierno de México. (2023, 8 mayo). Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgmhcti.htm?utm_source=chatgpt.com

Gobierno del Estado de Chihuahua. (2023). Programa Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua 2023–2027. Portal AIR. https://portalair.chihuahua.gob.mx/media/archivos/14207_Programa-Estrategico-de-Ciencia--Tecnologia-e-Innovacion-del-Estado-de-Chihuahua-23-27_011223--3-_cod.pdf

Horváth, K., & Berbegal-Mirabent, J. (2022). Public policies and university performance: A knowledge-based perspective. Technological Forecasting and Social Change, 179, 121648. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100900

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024a). Resultados FECTI 2024, Desarrollo de Talento en CTI. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024b). Resultados FECTI 2024, Ciencia de Frontera. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024c). Resultados FECTI 2024, Infraestructura Ciencia y Tecnología. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024d). Resultados FECTI 2024, Innovación y Emprendimiento Científico y Tecnológico. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Instituto de Innovación y Competitividad (I²C). (2024e). Resultados FECTI 2024 – Fondo de Capital de Riesgo. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Lemarchand, G. A., y UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean. (2010). Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe (Estudios y documentos de política científica de ALC, 1). UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190113

OECD. (2023). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/0b55736e-en

Orduña-Malea, E., Delgado López-Cózar, E., & Martín-Martín, A. (2020). Do Latin American universities engage industry in the scientific publication? A bibliometric approach through Scopus. Palabra Clave, 23(2), 891–917. https://doi.org/10.24215/18539912e100

Padilla-Pérez, R., & Gaudin, Y. (2014). Science, technology and innovation policies in small and developing economies: The case of Central America. Research Policy, 43(4), 749–759. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.011

Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M., & Hughes, A. (2021). Academic engagement: A review of the literature 2011–2019. Research Policy, 50(1), 104114. https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104114

Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix systems: An analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society. Industry and Higher Education, 27(3), 237–262. https://doi.org/10.5367/ihe.2013.0165

UNESCO. (2025). What you need to know about higher education. https://www.unesco.org/en/higher-education/need-know

Zhou, C., & Etzkowitz, H. (2021). Triple Helix twins: A framework for achieving innovation and UN sustainable development goals. Sustainability, 13(12), 6535. https://doi.org/10.3390/su13126535

*Redacte a continuación el título del capítulo:

Capítulo 9. Voces de la Ciencia, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación.

*Escriba a continuación los nombres completos, sin abreviaturas, de los autores del capítulo y sus metadatos en nota al pie:

Mónica Delgado López [1]

Rosa Herrera Aguilera[2]

Yolanda Cabrales Rosales[3]

Resumen

El capítulo "Testimonios de la Ciencia, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación" reúne las voces de líderes, investigadoras e investigadores que han contribuido al fortalecimiento del ecosistema científico y tecnológico del estado de Chihuahua y de México. A través de entrevistas realizadas a actores clave, entre ellos Rosalba Medina Rivera, Jaime Parada Ávila, Emanuele Giorgi, Yuliana Meléndez Pastrana y Raúl Varela Tena. Se construye un relato colectivo sobre la evolución de las políticas públicas, la articulación entre academia, industria y gobierno, y los retos para consolidar un modelo de innovación sostenible e incluyente. Los testimonios revelan la importancia de la gobernanza científica, la formación de vocaciones STEM, la participación de las mujeres en la ciencia y el papel del diseño social en comunidades vulnerables. El conjunto de narrativas ofrece una mirada plural que documenta la transformación de Chihuahua hacia una economía del conocimiento con identidad regional y proyección nacional.

*Anote a continuación 3 o 4 palabras clave.

Palabras clave: Ciencia, Innovación, Testimonios, Ecosistema tecnológico

[1]Maestra en Sistemas de Manufactura. Docente/Investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0009-0005-5242-6825; correo electrónico: monicadello74@gmail.com

[2] Doctora en Educación. Docente/investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, ORCID: 0000-0001-7375-2973

[3] Maestra en Ciencia de los Materiales. Docente/Investigadora en Tecnológico Nacional de México/Campus Chihuahua, México. ORCID: 0009-0001-7798-1076

*Pegue a continuación todos los apartados de este capítulo, incluyendo las figuras y tablas. Para darle formato, apóyese de los lineamientos que se indican en la página 3 de este documento.

La voz de los protagonistas de la ciencia y la innovación en México.

La ciencia y la innovación no sólo se construyen con laboratorios, proyectos o presupuestos; se edifican también con historias, trayectorias y visiones de quienes las impulsan. Este capítulo tiene como propósito rescatar esas voces y situarlas dentro del proceso de consolidación del ecosistema científico y tecnológico de Chihuahua y de México.

A través de una serie de entrevistas realizadas a figuras representativas del ámbito académico, gubernamental y empresarial, se presenta una visión integral de cómo la política científica, la educación superior y la vinculación interinstitucional han evolucionado en los últimos años. Cada testimonio refleja un momento de cambio: desde la creación de redes nacionales de ciencia y tecnología hasta la implementación de fondos estatales, la incorporación de la perspectiva de género y el impulso a la innovación social.

El capítulo se concibe, por tanto, como un documento testimonial y reflexivo que permite comprender la dimensión humana detrás del desarrollo científico y tecnológico. Al reunir experiencias, aprendizajes y desafíos, este texto busca inspirar nuevas generaciones de investigadores, gestoras y gestores de la innovación, y reafirmar la relevancia de la colaboración como eje central del progreso científico regional.

Testimonios de la Ciencia, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

17

Rosalba Medina Rivera

Presidenta de la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología y Titular del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología

Soy Rosalba Medina Rivera y soy titular del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, del cual he estado al frente desde hace seis años; sin embargo, formo parte de él desde hace 24 años. Me tocó iniciar en el consejo con la operación del fondo mixto, un fondo que se manejaba en las treinta y dos entidades federativas, de la cual San Luis Potosí fue la segunda en manejarlo a nivel nacional. Fui parte de la operación del fideicomiso desde su origen hasta su finalización, durante 2019, además de que he formado parte de distintas áreas como la Dirección de Capacitación y Asistencia Técnica, la Dirección de Análisis y Prospectiva, y

finalmente a la Dirección General. Mi formación profesional es en políticas públicas con énfasis en políticas de innovación. Es por esto que cuando asumo la dirección del COPOCYT (Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología), me invitan a formar parte de la mesa directiva de la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, siendo Secretaria Técnica, y después se me invita a presidir la red, hace tres años, convirtiéndome en la primera mujer en dirigirla. El año pasado la red cumplió 25 años y fue elegida para un segundo periodo para presidirla.

Nosotros, desde la REDNACECYT (Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología), analizamos cada conformación y nos vamos a encontrar con que en este gran ecosistema participan actores del sector público y del sector privado, participa la misma sociedad, y esto le da fortaleza. La configuración de estos sistemas en las entidades federativas es muy similar porque confluyen estos actores y es lo que nos permite impulsar acciones conjuntas, desarrollar proyectos vinculados en distintos sectores y poder impactar en el bienestar social. La REDNACECYT juega un papel fundamental en el fortalecimiento de este ecosistema, que hemos visto evolucionar. El ecosistema científico y tecnológico es un espacio en el que confluyen diferentes actores, con intereses compartidos e individuales: que son desde el gobierno, con sus distintas dependencias, desde el orden local, estatal o nacional; las empresas, ya sean públicas o privadas; la academia, con las universidades y los centros de investigación; y la sociedad; dando una confluencia de actores para la resolución de problemas concretos con las capacidades científicas y tecnológicas, con financiamiento que así lo demande, para a partir de esto resolver un problema en el ámbito social, público o privado.

En México hablamos de estos consejos estatales de ciencia y tecnología, de estos institutos o secretarías, que han ido evolucionando desde los años noventa. En 1998 se crea la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología por parte de ocho entidades federativas, que son las que inician con la conformación de instancias responsables de la política científica y tecnológica en las entidades federativas. A partir de estos ocho estados, entre los cuales se encontraba San Luis Potosí -que se fundó en 1996-, se evoluciona a las treinta y dos entidades federativas, por lo que existen treinta y dos organismos responsables de la política científica y tecnológica en México. Sin embargo, es hasta la década de los años 2000 cuando comienzan a surgir las primeras leyes estatales de ciencia y

tecnología. Actualmente en todos los estados hay un organismo responsable de las políticas de ciencia y tecnología: algunos son secretarías de estado, otros institutos o consejos; entre los cuales hay una coordinación para conformar este ecosistema. Nosotros como red nos definimos como un organismo para integrar a todas estas instancias hacedores de las políticas científicas y tecnológicas en el país.

Cuando asumí la presidencia de la red, nos enfrentamos a varios retos, en donde el principal fue el presupuestal. La red estaba vinculada completamente al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y de ahí provenía el recurso con el que se financiaban varios programas muy importantes, entre los cuales destaca el programa de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. También de ahí provenían recursos para financiar, en las treinta y dos entidades federativas, los programas de divulgación que siguen vigentes en la mayoría de los estados. Esto se desprendía del apoyo del CONACYT. El primer reto fue enfrentarse al presupuesto, que ya no existía; sin embargo, nosotros queríamos mantener esos programas operando en las entidades federativas. Además de otros grandes programas como la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, que duró 25 años activas, y la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías.

Entonces el primer reto fue ante la ausencia de recursos y la necesidad de mantener esos programas, por lo que nos organizamos y se mantuvieron los programas con recursos propios, con el apoyo de todo el ecosistema, de ahí la importancia de quienes lo componen. Esto permitió mantener la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, que pasó a ser la Semana Nacional del Conocimiento y la Innovación, llevando cuatro emisiones y teniendo en cada emisión a un estado como sede. De igual manera se mantuvo la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías, de la cual al igual van cuatro ediciones, y se hace en cada entidad federativa a nivel estatal para posteriormente pasar a la fase nacional. Que, durante la próxima edición, Chihuahua será el estado sede de esta Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías. También se mantuvo un Encuentro Nacional de Divulgación, que actualmente va en su quinta edición, además se creó un programa llamado “Verano Internacional de Mujeres Indígenas”, que cuenta con la participación de varias entidades, entre las cuales se encuentra Chihuahua, que permite enviar a mujeres indígenas a participar en conferencias internacionales con investigadores de varias partes del mundo y ha sido un programa muy exitoso. Como mesa directiva nos enfrentamos a este problema, pero logramos mantener los programas y nos

correspondió una actualización de la normatividad bajo la que opera la REDNACECYT. De esta manera, con el trabajo que se hizo en esta mesa directiva, se mantuvieron los programas y además se han divulgado en las treinta y dos entidades federativas, contando con mayor participación de niños, jóvenes e investigadores de todo el ecosistema en esta promoción y difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país.

En cuanto al panorama en Chihuahua, les reconozco lo que ha logrado hacer con el FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología), este fondo para el desarrollo del talento científico y tecnológico para potenciar la innovación en el estado. Creo que es de los proyectos más exitosos que ha compartido Chihuahua la resto del país, porque es un fondo que les permite publicar distintas convocatorias que apoyan el desarrollo del talento, la infraestructura científica y tecnológica, algo seguramente muy aplaudido por los centros de investigación y las instancias académicas, que atiendan temas de ciencia de frontera, de innovación y emprendimiento de base tecnológica, e incluso, algo que no tenemos todas las entidades, un fondo de capital de riesgo y de talento. Visto desde la REDNACECYT y desde el COPOCYT, Chihuahua tiene un fondo de los más éxitos en el país, que puede compartir con las demás entidades federativas. De igual manera, Chihuahua es un estado privilegiado en su ubicación geográfica y su cercanía con Estados Unidos les permite llevar a cabo programas de intercambio académico con universidades de Arizona o Texas, para la realización de estancias de investigación.

Otro tema fundamental es hablar de la mujer en la ciencia. En cuanto al tema de género, hay que partir de la gran brecha que existe en el tema de ciencia y tecnología. En México existen alrededor de 44 mil investigadores, pero las investigadoras representan únicamente el 37%, y al observar por qué hay menos mujeres nos encontramos con que no hay las condiciones necesarias. Sin embargo, en los últimos años, derivado de esta brecha histórica, se han impulsado distintas acciones para reducirla y una de ellas es el fomento de vocaciones científicas y tecnológicas de las niñas y, sobre todo, en áreas STEM. Todos los estados estamos haciendo esfuerzos en impulsar vocaciones científicas en áreas STEM, pero reconociendo que México es un gran mosaico, si bien tenemos problemas comunes, no son los mismos problemas en cada estado. Por ejemplo, el problema del agua puede ser un problema mundial, estatal o local, pero no es el mismo problema en Chihuahua que en San Luis Potosí. Como red reconocemos que este país tiene distintas necesidades y vocaciones

económicas, científicas y tecnológicas, por lo que es necesario reconocer esta diversidad. Es por esto que las acciones que diseñemos deben estar acorde con lo que cada entidad demanda. De ahí que resulta valiosa la labor del instituto y los otros consejos que integran esta red, porque cada entidad debe diseñar programas en las áreas que realmente demande la región e impulsar vocaciones científicas, aunque en algunos estados son similares o pueden ser muy distintos, lo cierto es que todos coincidimos en la necesidad de impulsarlo. Además, también necesitamos que la comunidad científica nos ayude con la divulgación. De igual manera, hay muchos programas en los que coincidimos, como las mentorías para niñas y jóvenes, que están enfocadas en las áreas STEM, ya que necesitamos que más mujeres estén involucradas en las áreas de matemáticas, ciencias y tecnologías. Así que, con la ayuda de todos, podremos reducir esta brecha. Por ejemplo, si analizamos la conformación de la REDNACECYT, hay pocas mujeres. Soy la primera mujer en presidir la red durante estos 25 años de existencia. Sin embargo, ya hay más colegas mujeres dirigiendo estos organismos de ciencia y tecnología en el país. También, cabe destacar, tenemos la primera mujer presidenta y la nueva Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación es dirigida por una mujer. Por fortuna tenemos cada vez más espacios en estos lugares que antes eran dominados por el hombre, ya que durante mucho tiempo la parte de ciencia y tecnología era ocupada solamente por hombres.

Quisiera rescatar lo que dice la Dra. Julieta Fierro, quien menciona que lamentablemente en México no existen las condiciones para más mujeres científicas y es difícil tratar de combinar la vida de la mujer en su parte personal, laboral y académica. Muchas mujeres sólo llegan a estudiar la maestría y no el doctorado, ya que la maestría les exige dos años, mientras que un doctorado puede exigir cinco años más. Otro elemento importante, que se busca reducir con las herramientas STEM, es cambiar un paradigma que han permeado en nuestra sociedad de que hay carreras para hombres y carreras para mujeres, lo cual ha impedido que mujeres estén en las ingenierías, ya que tradicionalmente se asociaban con hombres, lo que explica la diferencia en la formación académica entre hombres y mujeres. Por lo que nos toca reducir la brecha y generar acciones y políticas públicas para lograrlo.

En cuanto a la divulgación científica, nos falta muchísima labor de difusión de la ciencia, la tecnología, la innovación y las humanidades. Yo difiero de quienes argumentan de quienes hay divulgadores exclusivos de la ciencia, porque inclusive es difícil etiquetar a quién es un

divulgador, porque no tenemos la manera de evaluarlo. Para mí a todos nos corresponde divulgar la ciencia, la tecnología, la innovación y las humanidades, y va desde quien se etiqueta como divulgador hasta el científico. Nos falta mucha comunicación pública de la ciencia y traducir cómo las investigaciones impactan. Hay muchos científicos que son divulgadores, pero mucho que no, y la política pública, desde la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación y el Sistema Nacional de Investigadores, les ha exigido que se formen como divulgadores para que realicen estas acciones de divulgación y difusión. La ciencia genera conocimiento y este debe impactar en la sociedad. A nuestra sociedad le falta muchísimo valorar los aportes de la ciencia y la tecnología. Durante la pandemia, por ejemplo, la ciencia tuvo una gran importancia y se valoró muchísimo. Es por esto que es importante destacar que en todas las áreas de conocimiento haya un componente científico y traducirlo a la sociedad. Hay grandes investigaciones e investigadores en México que hay que dar a conocer a la sociedad. La divulgación es esencial y muy importante, por lo que tenemos que formar divulgadores y los comunicadores públicos nos ayuden a traducir la importancia de la ciencia para involucrar a los niños, niñas y adolescentes.

El panorama de la ciencia y la tecnología en México es complejo. Trascender de un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a una Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación implica un reto, pero desde la red lo vemos de manera positiva porque se le está dando un peso distinto al papel que desempeña la política científica y tecnológica en la solución de los problemas nacionales. Un gran ejemplo lo vemos con el anuncio del Plan Nacional Hídrico en el que van a confluir distintos actores en la solución de un problema que nos aqueja a todos. En cuanto a lo que me gustaría como presidenta de la red, es que en todos los estados se le dé la importancia al papel fundamental que juegan estos organismos de ciencia, tecnología e innovación, ahora también sumando las humanidades, y que se valore y se aproveche las capacidades que tiene cada región en la solución de los problemas que les atañen. No en todas las entidades se les da el peso, como el que le da Chihuahua, de poner en manos de los científicos los problemas para que nos ofrezcan soluciones. Esa visión no existe en las treinta y dos entidades federativas, pero tampoco están disponibles los mismos presupuestos. Por eso es importante que se destinen al sector científico y tecnológico para especialización en áreas estratégicas.

También es importante dar un mensaje para las niñas que se sienten interesadas por este mundo de la ciencia y es que es importante decirles que pueden hacer lo que se propongan, por lo que más que soñar hay que actuar y, sobre todo, actuar por lo que uno quiere. Es por esto que hay que prepararse para ello. De igual manera, siempre que se habla de vocaciones científicas, nos enfocamos a ellas en etapas cuando las estudiantes ya están decidiendo qué carrera van a elegir, por lo que aquí falta orientación vocacional. Por ejemplo, las jóvenes de bachillerato no conocen toda la oferta de licenciaturas en su entidad federativa y este es un tema que se ha discutido, porque debemos despertar las vocaciones científicas desde el kínder y la primaria, acercarnos a las niñas y niños para que conozcan estos programas educativos que se ofertan en su localidad. Por eso yo les diría a las niñas que se acerquen a las universidades, a los centros de investigación, que conozcan lo que hacen una científica. Por su parte, a las instituciones educativas las invito a que nos ayuden a fomentar estas vocaciones desde etapas tempranas a través de los distintos programas que en cada entidad se promueven. De tal manera que una niña, una joven, conozca la oferta de su región y si tiene interés por algo que no se encuentra ahí, que estudie fuera de su localidad e inclusive fuera del país.

Hay casos de jóvenes, por ejemplo, que participan en los diferentes eventos científicos que se impulsan desde las primarias o las secundarias y que encuentran oportunidad de estudiar en el extranjero a través de estos programas. Por eso las invito a que se apasionen por la ciencia, a que pregunten, cuestionen y aprendan a elegir lo que ustedes quieran, que busquen los programas de apoyo, porque hay oportunidad para todas, porque existen programas de becas exclusivas para mujeres en áreas STEM a nivel de licenciatura, maestría y doctorado. Sin duda alguna, les invito a que despierten su curiosidad y que la exploten, porque es posible lograr lo que se propongan: si quieren ser científicas o artistas, van a serlo.

Jaime Parada Ávila

Consultor en temas de Ciencia, Tecnología e Innovación

El camino de la innovación en México ha sido difícil y lleno de obstáculos. Se trata de un camino lento, con poca comprensión política en el gobierno y en el sector empresarial. Se podría decir que la historia arranca con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en el año de 1970, es decir, llevamos 50 años aproximadamente de una vida institucional en el gobierno, en la academia y en las empresas, tratando de entender e impulsar el conocimiento, la importancia de la ciencia, de la tecnología y de la innovación. Este es el tiempo que nuestro país lleva poniendo verdadera atención en este tema. Si comparamos esto con otros países similares, por ejemplo, Brasil, Colombia, Argentina o Chile, más o menos por las mismas épocas se crearon los organismos oficiales por parte del gobierno para promover la ciencia, la tecnología y la innovación, al igual que en México, con muchos obstáculos y altibajos.

Durante este recorrido en la línea del tiempo, han pasado muchos regímenes de gobierno en estos años de vida democrática. Sin embargo, México apenas está llegando con mucho trabajo a cumplir 25 años, ya que vivimos 70 años en un régimen de partido único. En este lapso, México experimentó muchos modelos de desarrollo que se fueron ajustando a las condiciones externas de la economía: primero pasamos por un modelo de rectoría económica del estado; luego pasamos por un modelo al que llamaron “la economía mixta”, que era pública y privada, ya que antes el gobierno tenía una participación importante en las actividades económicas por lo que había muchas empresas paraestatales; posteriormente pasamos a un régimen económico más orientado al tema de la sustitución de importaciones, es decir, fortalecer la planta productiva nacional sustituyendo cosas que venían del exterior. Hay otra etapa de la economía de México en donde el país comienza a adherirse a los acuerdos de comercio del GATT, un Acuerdo General de Aranceles y Comercio, para acordar los temas de impuestos de mercancías; después llega un régimen promotor con el presidente Carlos Salinas de Gortari, que consistió en abrir el país a la inversión extranjera, al comercio exterior, y sentar las bases de un tratado de colaboración comercial con Estados Unidos y Canadá.

De esta manera, México comienza a poner en el radar el tema de las exportaciones y mostrarse como un país competitivo ya no sólo a un nivel doméstico o local, sino tratando

de ajustar su planta productiva a mayor competitividad para impulsar la exportación. Ahí transitamos un largo camino. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte, que ya fue revisado en una ocasión, entrará a su segunda revisión en el año 2026. ¿Qué sucedió en este último tramo de la vida económica y social del país? México se abrió al mundo y hoy se tienen más de 35 acuerdos y tratados comerciales, no solamente con Estados Unidos y Canadá, sino con todos los países importantes del mundo, desde la Unión Europea hasta países asiáticos, de tal suerte que en este nuevo marco económico —en el que también el gobierno pasó por una etapa de deshacerse de una gran cantidad de empresas y bancos, ya que durante una época México nacionalizó la banca— pasamos de tener una presencia casi totalitaria del gobierno en la economía a abrirse al mundo. De esta manera, comienza a crecer su comercio con Estados Unidos, hasta convertirse en el socio comercial más importante, superando a China y otros países. Este recorrido sirve para describir cómo ha avanzado el conocimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación, pues tenemos que reconocer qué ha pasado a través de este largo camino de reconversión que México ha tenido en su economía y su sociedad.

¿Qué ha pasado en el sector académico? En este periodo del que estamos hablando, desde la fundación del CONACYT, se comenzó a otorgar una mayor importancia al papel de las universidades. También cabe destacar que antes la estructura demográfica del país era diferente: había muchos niños, poca gente en edad joven y muy pocos adultos mayores; esta estructura demográfica también ha evolucionado, de tal suerte que México tuvo que darle cobertura y amplitud a la educación media superior y a la educación superior, y también las universidades públicas y privadas tuvieron que darle importancia gradual y paulatina a los temas del posgrado —maestrías y doctorados— y también a las tareas de la investigación, desde luego tomó el liderazgo la UNAM, la universidad más antigua en el país, y algunas otras que siguieron su ejemplo como el Instituto Politécnico Nacional, entre otras. Por lo tanto, se genera un movimiento importante al reconocer que las universidades tienen un papel relevante en la educación, entre las cuales se encuentra que provea de recursos humanos apropiados a las empresas y que podamos competir globalmente.

México ha seguido con pasos lentos, pero no hay que despreciar tampoco los avances. ¿Por qué digo que con pasos lentos? Porque México ocupa el lugar número 15 en economía en el escenario mundial, es decir, la economía de México es una economía muy importante. Eso

es lo que yo tomo de base de referencia para hacer un comparativo en este tema. Entones, para una economía de este tamaño, ¿cómo tendríamos que estar en el tema de ciencia, tecnología e innovación? Ahí comienzan los descalabros. México venía invirtiendo del orden del 0.5% de su PIB (Producto Interno Bruto) en el tema de ciencia, tecnología e innovación, de los cuales aproximadamente un 70% eran por parte del gobierno y 30% de parte de la industria. Sin embargo, bajó de tal manera que este año cerrará, aproximadamente, con un 0.3%, lo cual representa un triste retroceso.

Hay que preguntarse ¿cuánto están invirtiendo los países de ese club selecto? podemos ver economías de países como la India, que ya invierte más del 1%; Brasil, que supera el 1% de su PIB; los países europeos invierten entre el 2 y el 3%; Estados Unidos el 3%; y hay países líderes, como Corea, que están invirtiendo 4% de su Producto Interno Bruto. En estos países, con esa inversión que hacen y que es grande, el 50% lo hace el gobierno y el 50% las empresas privadas. Aquí cabe preguntarse, ¿por qué las empresas nacionales establecidas en México no invierten más? Porque gran parte de la planta productiva de México se enfocó a bienes y servicios de bajo valor agregado, servicios y productos que no requerían demasiado contenido innovador y únicamente se aprovechaba la mano de obra y su costo bajo como una ventaja para competir. De tal manera, apareció el fenómeno de la maquila, que todavía existe en muchas partes de México, destacando en Ciudad Juárez, Chihuahua y algunos puntos fronterizos como Tijuana, en donde solamente se incorpora la mano de obra para los productos y servicios que se exportan, lo que explica la baja inversión del sector privado en esta materia.

Todos los problemas tienen causas múltiples y variadas, por lo que no se puede señalar como único responsable al gobierno ni se puede señalar tampoco a las universidades o a su falta de compromiso con la investigación y la formación de talento humano de alto calibre o a las empresas, es un problema sistémico que tenemos que revertir y lo hemos hecho con muchos trabajos, con algunas medidas acertadas y otras no tanto. Este es un problema de naturaleza integral y nos compete a todos: compete al gobierno federal, estatal y municipal; a las universidades y los centros de investigación; y le compete a las empresas.

Lo cierto es que México ha postergado la inversión en este tema estratégico para atender los problemas de coyuntura que resultan urgentes. En México tenemos un gran rezago en términos de pobreza, ya que tiene cerca de 50 millones de personas en esta situación, además

de que existen problemas de infraestructura —de todo tipo: de agua, de vialidad, de energía, etc.—, problemas en el sector salud y un fenómeno muy fuerte de inseguridad, por lo que hay que atenderle y dedicarle recursos, de tal manera que este panorama de un país con pobreza y con grandes necesidades y carencias, hay que hacer un esfuerzo para darle la importancia que se merece este tema en el sector público, privado y académico. Solamente con inversión importante y talento humano importante, de alto calibre, es que México y sus empresas van a poder hacer bienes y servicios de alto valor agregado. Si queremos generar empleos de calidad para ir erradicando el terrible problema de la pobreza y darles oportunidad laboral a nuestros jóvenes —porque si no se van a otros países—, todos debemos de poner importancia y atención especial al tema. En cuanto a la inversión, México está en 0.3%, mientras que el resto de los países del club de las 15 economías más grandes se encuentran entre el 1 y el 4%, lo cual representa una brecha enorme. Por lo tanto, si México no le da prioridad y atención urgente a este tema, se pueden perder muchísimas oportunidades. China, actualmente, es un gigante. Hace mucho tiempo dejó de ser un país de mano de obra barata y de bienes y servicios de mala calidad. De todas las patentes del mundo, más del 40% son de China, por lo cual se ha convertido en una potencia económica y tecnológica.

Entonces cabe cuestionarse, ¿por qué sí pudo China?, ¿por qué sí pudo Corea? En los 1950, después de la guerra, Corea era un país totalmente destrozado, sin recursos naturales, sin petróleo, sin gas, pero Corea le apostó e invirtió al único activo estratégico que tenía, que era su gente, por lo que invirtió en educación, en el conocimiento y logró hacer que su gente fuera la mejor y la más capacitada en todos los ámbitos de la ciencia, la tecnología y las humanidades. En la actualidad, después de 75 años, Corea diseña y fabrica barcos, enseres domésticos, electrónica de consumo, teléfonos celulares, computadoras y una enorme cantidad de bienes y servicios de alto valor. ¿A qué se debe esto? A que tenía gente preparada, calificada, con grandes competencias para abordar esos retos. ¿Qué tanto tiempo le tomó a Corea convertirse en lo que es hoy día?: solamente una generación. El PIB per cápita de Corea es de 45,000 dólares, cuando el PIB per cápita de México tiene un promedio de 10,000 dólares, y en los países de las 15 economías más importantes tenemos cifras que van de los 30,000 a los 60,000 dólares.

En estos “ires y devenires”, en los que México ha tenido que tratar de encontrar su identidad, su rumbo, su cohesión social, se ha descuidado el avance económico basado en el

conocimiento. Es por esto que nos va a tomar tiempo. Formar a un doctor en ciencias, ya sea en medicina, ingeniería, física o en química, toma tiempo: estamos hablando que después de terminar la carrera profesional, puede tomar aproximadamente 10 años. ¿Cuánto tiempo tarda en consolidarse una universidad de investigación y posgrado?, ¿qué es una universidad de investigación y posgrado? Es aquella que invierte alrededor de más del 20% de su presupuesto en investigación y postgrado. En este panorama, la UNAM, por ejemplo, llega a tener entre el 15 y el 20% aproximadamente. Entonces, ¿cuánto tiempo toma que una universidad se consolide como una universidad de investigación y de posgrado? Estamos hablando que toma alrededor de entre 30 y 50 años. ¿Cuánto tiempo toma que empresas mexicanas logren dominar la escena mundial y exportar de manera importante sus bienes y servicios a otros países? Las empresas que exportan son empresas que tiene más de 75 años de historia. Lo que trato de decir es que el tema requiere una visión de largo plazo, no de coyuntura, no sexenal, no de3 años a nivel municipal, sino que requiere imaginar al país que queremos para los próximos 25 y 50 años, y trabajar año con año de manera consistente y entusiasta para dejar a México listo y competitivo como lo son España, Francia, Italia, Inglaterra, Corea, Estados Unidos o los países nórdicos, que es otro caso muy diferente, ya que son países más pequeños, pero con una gran cultura y una gran educación.

Por ejemplo, Finlandia es del tamaño de Nuevo León, y son países que adquirieron rápidamente un estándar altísimo de calidad de vida gracias a la educación de su sociedad, a los valores éticos, a su democracia, a todas estas condicionantes favorables. A partir de aquí, uno se pregunta: ¿y de qué tamaño tiene que ser el ejército intelectual del país? Me refiero al número de científicos y tecnólogos. México, con mucho trabajo, se acerca a un científico y tecnólogo por cada mil personas de población económicamente activa. Este indicador, dentro del club de las 15 economías más grandes del mundo, está entre 10 y 15 personas, es decir, 10 veces más. ¿Cuántos científicos y tecnólogos tienen México? Alrededor de 50,000: 30,000 en el sector del gobierno, universidades y centros públicos de investigación; y 20,000 en el sector privado, lo cual es una cifra muy pequeña. Hace falta diez veces más para poder acercarnos al promedio de los países de la OCDE.

Al hablar de propuestas, todo esto resulta bastante lógico y obvio, pero, ¿por qué no se hace? Porque es un asunto de leyes. A mí me tocó ser parte de la Ley de Ciencia y Tecnología en el año 2002 y ahí establecimos en el artículo 9 bis la obligación de llegar al 1% pero nunca

le dimos los recursos para ello. Sin embargo, se dio un avance grande porque se crearon alrededor de 50 fondos: fondos sectoriales en la Secretaría de Salud, de Economía, de Agricultura, de Energía; y fondos con cada uno de los estados para apoyar proyectos de ciencia, tecnología, investigación básica e innovación de nuevos productos y nuevos procesos, para que se fuera haciendo colectiva está mística de invertir en el conocimiento. ¿Qué pasó con este gobierno que está terminando? Destruyó todos esos fondos. Teníamos incentivos fiscales que llegaron a totalizar como 5,000 millones de pesos, que era un aliciente importante como se ha hecho en todos estos países mencionados anteriormente, y se redujeron a una mínima expresión de no más de 500 millones por año. En México no podemos reinventarnos cada seis años, no podemos, como Penélope, tejer de día y destejer de noche, porque estos son temas de lenta maduración, son temas que requieren paciencia, que requieren visión de mediano y largo plazo.

Ahora, ¿qué pasa en las empresas? Lamentablemente tienen una visión de corto plazo. Las empresas no invierten en estos temas porque falta una visión de desarrollo estratégico de mediano y largo plazo, porque las empresas están interesadas en invertir en bodegas, en maquinaria, en bienes tangibles, pero si les planteas la idea de desarrollar un producto súper innovador, que va a tomar entre 3 a 5 años, o desarrollar un proceso que sería verdaderamente interesante por su contenido innovativo y gran impacto, que toma entre 5 y 10 años, existe cierta resistencia y es que las empresas no tienen la cultura de planes de crecimiento rentable a 5 y 10 años porque buscan la inmediatez.

Actualmente vivimos en la inmediatez y esto es un veneno para las políticas públicas en el gobierno, para el sector empresarial y para las personas. Tenemos que valorar más y más el valor del conocimiento a nivel social. Si estamos haciendo productos y servicios de bajo valor, ¿para qué queremos un doctor especializado? Pero si comenzamos a generar productos, por ejemplo, como desarrollar medicamentos, pues esto toma entre 5 y 10 años para la realización de las pruebas clínicas y de aprobación de las autoridades para salir al mercado, por lo que es importante valorar el tiempo y el conocimiento para que progrese la ciencia, la tecnología y la innovación, para que le ayude a la economía a que sofistique más su oferta de valor con bienes y servicios de mayor valor agregado, y que ofrezcamos empleo de calidad, no solamente de mano de obra. Si estas dos pinzas no se juntan, el gobierno y la academia, con la pasión del sector privado para hacer esto, vamos a comenzar a experimentar este

fenómeno de que al egresar nuestros jóvenes terminen ejerciendo labores ajenas a sus estudios ya que no existe oferta de trabajo. Ahora estamos sacando al mercado laboral a personas que dominan la electrónica, la robótica, la biotecnología, la nanotecnología la automatización, la inteligencia artificial y entonces están listos para emplearse, pero no hay espacios de trabajo en las empresas del sector privado.

Esto nos lleva a un gravísimo problema y es que México comienza a perder, por esta ceguera colectiva, a su talento joven. Empresas extranjeras llegan a contratar a las personas más brillantes y se los llevan a sus países a trabajar con las compañías que están produciendo bienes y servicios de alto valor agregado, y que les pueden ofrecer un empleo de calidad. ¿Qué pasa con este peligro, que ya no es latente, sino que es un peligro real? México se descapitaliza de su gente joven y brillante porque no le puede ofrecer a sus jóvenes, a sus mejores promesas, un empleo digno y de calidad. De ahí viene la importancia estratégica de ver a la ciencia, la tecnología y la innovación como punta de lanza para resolver las problemáticas como las que tiene México.

El conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación sirven para resolver problemas colectivos, y de interés común. La ciencia, la tecnología y la innovación sirven para resolver problemas de salud, para tener hospitales más eficientes, para tener tratamientos más efectivos, para atender a pacientes de mejor manera, para desarrollar medicamentos que puedan estar al alcance económico de todos y un sinfín de cosas; y si vamos al área de infraestructura, ahí estamos hablando de puentes, de carreteras, de obras hidráulicas, de transporte colectivo, de movilidad eléctrica, ahí está presente el conocimiento. Tenemos un problema terrible en la planeación del desarrollo urbano de nuestra ciudad, que se debe a que no hacemos planes de largo plazo, de ordenamiento territorial, de cuidar las áreas verdes, forestales, y que no se destruyan los ecosistemas; ahí está el conocimiento, sirve para eso.

En cualquier tema de la vida pública del país aparecen la ciencia, la tecnología y la innovación, solamente que no usamos a las personas de ciencia, tecnología e innovación para formular políticas públicas apropiadas y entonces la inversión que se hace, pequeña, resulta mala. Yo por eso defiendo mucho el tema de la economía y sociedad basada en el conocimiento como un hilo conductor de un pensamiento colectivo que nos esté uniendo a todos: al gobierno, a la academia, a las empresas y, desde luego, a la sociedad como principal

beneficiaria de todo. Eso, de alguna manera, responde al valor estratégico de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Ahora, pasando al cómo visualizo el papel de la ciencia en el desarrollo regional, cabe destacar que Chihuahua es un estado enorme en territorio y en recursos. Su economía está basada, en parte, en el sector primario, que estimo está en alrededor de un 15% aproximadamente; un sector secundario de manufacturas, que está alrededor de 25%; y el resto es comercio y servicios. Los retos para Chihuahua son darles valor agregado a los productos de su sector primario. Por ejemplo, en el sector ganadero de Chihuahua estamos exportando la carne en pie. El becerro cumple 18 meses y se envía a que siga engordando en Estados Unidos buscando una recuperación rápida de la inversión. ¿Por qué no esperamos a que engorde? No nos faltan pastizales, ni faltan alimentos balanceados. Estamos exportando el ganado en pie y estamos importando cortes especiales y carnes sofisticadas, ¿por qué no podríamos ser nosotros los exportadores de eso a aquellos mercados?, ¿no podríamos tener productos procesados de la carne, del cuero, de la piel? Yo digo que sí, pero falta la mística para hacer eso. Otro ejemplo es que aquí hacemos manzanas y podemos hacer jugo de manzana, ¿no? En el estado de Coahuila hay unos productores de manzana que hacen un jugo de manzana delicioso y no he visto una marca de alcance nacional de manzana o de jugo de manzana de Chihuahua. ¿Qué pasa con todo lo que es la biomasa del estado de Chihuahua? La biomasa pasiva y activa: la pasiva son todos los desperdicios que se pueden utilizar para producir energía y algunos compuestos químicos de valor importante para el mercado químico industrial.

En Chihuahua ya tienen historia de que sí se puede darles valor agregado a las cadenas productivas y para eso se necesita conocimiento, tecnología, procesos, etcétera. Ahora, si vamos a la parte de manufactura, ya el estado tiene un historial de éxito y de reconocimiento ganado en manufacturas metalmecánicas, en componentes automotrices, en algunos componentes aeronáuticos, pero tiene la maquila un tristísimo papel que no llega ni al 5% de integración local. Hay que reconocer cuáles son las vocaciones del territorio, y creo que Chihuahua tiene todo para convertirse en una potencia muy importante a nivel nacional, tiene una posición privilegiada para la exportación. ¿Hay oportunidades en el tema de materiales avanzados? Sin lugar a dudas. ¿Habría oportunidades con nuevos componentes automotrices? Claro. ¿Habría oportunidades en el tema de energía renovables? Sin lugar a

dudas. ¿Habría oportunidad en el tema de software, inteligencia artificial, centros de datos? Claro que sí. Pero para todas esas aventuras se necesita contar con capital humano bien preparado, con competencias, se necesita ir de la mano del sector privado, se necesita a un gobierno que incentive, que motive y ayude.

Tengo que aplaudir esta visionaria decisión de la gobernadora de establecer el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, que comienza a dotarlo de una cantidad inicial decente de recursos para promover el desarrollo de nuevos productos, el desarrollo de nuevos servicios, el desarrollo de infraestructura en las instituciones educativas, de apoyar a los emprendedores, etcétera. Se necesita una política por parte del gobierno y dedicarle un poquito de dinero. Entonces, a la par de esa política y recursos, con la voluntad del sector privado, yo estoy seguro que en 5 o 10 años Chihuahua estará en una posición interesante, atrayendo a empresas ancla extranjeras en sectores específicos: en el área de semiconductores, en el área de Inteligencia Artificial, en área médica, en biotecnología, etcétera. Pero para todo esto se necesita una política pública de apoyo, de incentivos en la dirección correcta, y una profunda convicción del empresariado de Chihuahua. Es así como se avanza para impulsar el desarrollo regional. Chihuahua, además, tiene que tener una estrategia para Ciudad Juárez, otra para Delicias, otra para Camargo, otra para el área metropolitana de la capital, y es que, al ser un estado grande, su economía está diversificada. Desde luego que Chihuahua tiene potencial para el crecimiento. Dentro de los estados del norte, junto con Baja California, Sonora, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, se encuentran aprovechando los mercados de California y de Texas en Estados Unidos. En cuanto a las barreras estructurales, la coyuntura y el pensamiento de corto plazo son grandes problemas. ¿Qué recomendaciones hago para incentivar la innovación? Ya están en el camino. Hay una Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación muy buena, en la cual tuve el privilegio de ayudar; tienen un Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, ahora hay que darle sistemáticamente recursos porque luego se interrumpen estos ciclos de desarrollo en la ciencia, la tecnología y la innovación. Continuidad política de fomento a la ciencia, tecnología e innovación en el Gobierno de Chihuahua.

Ahora, ¿qué impacto tiene el Instituto de Innovación y Competitividad? El impacto es enorme. Este instituto es justamente el que lleva la misión de que exista, en la colectividad de Chihuahua, la economía basada en el conocimiento. Además, está adscrito a la Secretaría

de Economía e Innovación, que es la única que yo veo en el concierto nacional, que lleve ese nombre, lo cual aplaudo. Por lo tanto, tiene la obligación de hacer honor a ese nombre. Por lo que veo, tienen el andamiaje organizacional en el gobierno para hacerlo, nada más se necesita que no se interrumpan los recursos a este tema. En cuanto a la colaboración entre el sector académico e industrial, para potenciar esto, la estrategia es la triple hélice: gobierno, academia y sector empresarial, esa es la fórmula. Además, los centros de investigación y universidades de Chihuahua están conectadas con las necesidades, pero veo que se necesita más diálogo, se necesita reforzar los clusters, porque es ahí donde están el sector académico, el sector empresarial y el gobierno tejiendo una política pública de mediano y largo plazo. Todavía le falta a Chihuahua avanzar en esto, pero tiene muchas áreas de oportunidad. Y, sobre todo, pensando en el mediano y largo plazo.

Por ejemplo, Chihuahua tiene un cluster minero, pero no veo una estrategia y una convicción del sector minero y las empresas que lo integran de darle mayor valor agregado a la minería. Actualmente estamos exportando minerales en bruto y eso no es correcto, eso es depredación de los recursos naturales, por lo que me gustaría ver más integradas las cadenas productivas de la minería y para hacer eso se necesita la convicción empresarial, las inversiones, el capital humano, la academia y el gobierno, que dé incentivos necesarios

También hace falta que las universidades grandes de Chihuahua le den más importancia a la investigación y el posgrado, que yo vea que están invirtiendo del orden del 20% en estos temas. Además, se necesita que sus posgrados y carreras estén alineadas a las vocaciones no solamente de corto plazo, sino de mediano y largo plazo, y que multipliquen por 10 los científicos y tecnólogos de Chihuahua. Hay muchas áreas de oportunidad. ¿Qué sectores o industrias de Chihuahua podrían beneficiarse o se están beneficiando de la inversión en tecnología? Por lo pronto los actuales, pero aún hay en esos sectores y en esas empresas hay que pedir que se ponga más ambición, más valor agregado en los desarrollos que lleven a cabo las empresas. El gobierno está poniendo la muestra al incentivar con el pago del 50% del proyecto, para sumar a las empresas y las universidades, esas son políticas públicas muy afortunadas.

¿Cómo evaluaría la disposición del sector privado a invertir en innovación y desarrollo? Esto hay que comenzarlo de a poco, no se puede hacer por mandato, no se puede hacer obligadamente, tiene que ser una convicción profunda. Aquí yo veo que va a ayudar mucho

al empresariado de Chihuahua la siguiente generación, a los que ya mandaron a estudiar a Estados Unidos, que ya son hombres y mujeres globales, que hablan inglés, que ya ven la vida de manera diferente. Ahí hay que pensar en los fondos de capital de emprendimiento, que ya comienza a haber en Chihuahua, y hay que fortalecerlos. También comenzar con proyectos de poco a poco: en las compañías hay que sembrar maíces, que es el corto plazo; naranjos, que es el mediano plazo; y nogales, a largo plazo, por ejemplo, ¿cuánto tarda un árbol de nuez en dar fruto?, ¿cuánto cuesta el kilo de nuez? Pues ahí tenemos la respuesta, tarda alrededor de 10 años y cuesta aproximadamente 350 pesos. Otro ejemplo, ¿cuánto tiempo tarda en dar fruta un árbol de manzana? Aproximadamente 5 años. Pero al país nos llegan manzanas de Nueva Zelanda o de Estados Unidos y las venden en 150 pesos el kilo, mientras que la local cuesta 50 pesos, pero porque está más pequeña, más agria, entonces ahí está un área de oportunidad y hay que meterles conocimiento a invernaderos, en mejoramiento genético. España, por ejemplo, es un país líder en invernaderos: hay invernaderos inteligentes que controlan el aire, la iluminación, los nutrientes y después hay mejoramiento genético de especies. Entonces, si no innovamos, seguiremos vendiendo manzanas a 50 pesos.

Si tuviera que diseñar una estrategia integral para el desarrollo científico y tecnológico en Chihuahua, ¿cuáles serían los pilares fundamentales? Hay varios componentes: un marco jurídico apropiado para el momento del tema, que ya existe; un marco institucional para que el gobierno le dé aterrizaje a los instrumentos de política pública para el tema, que ya existe, con la Secretaría de Economía e Innovación y el Instituto de Innovación y Competitividad; un marco presupuestal apropiado, que ya existe el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, pero falta que se cree un fideicomiso exclusivo y dedicarle recursos por mandato de ley; un marco estratégico, que es una planeación del desarrollo económico de Chihuahua a largo plazo, que hace falta; y un marco en el que se dé la colaboración para el emprendimiento, para todos aquellos negocios basados en el conocimiento, por lo que hay que crear un ecosistema particular y se han hecho algunos avances. Pero faltan todavía muchos componentes, faltan tener incubadoras con equipamiento, centros experimentales, plantas piloto, hace falta organizar de manera más asertiva los fondos de capital de emprendimiento. Y, desde luego, hace falta que realmente se aumente la matrícula en áreas

científicas y tecnológicas en el estado, y esto no va a suceder si las y los jóvenes no ven a gente joven exitosa en áreas como la biotecnología, la informática.

También necesitamos métricas de cómo va la ciencia y la tecnología: teníamos tal cantidad de científicos y tecnólogos, ahora tenemos tal cantidad; antes invertimos determinada cifra en ventas y ahora invertimos esto; antes generamos tal número de patentes y ahora ha aumentado el 25%, por ejemplo; antes teníamos muy poquito empleo y ahora ya creamos determinado número de plazas para gente con posgrado en áreas científicas y tecnológicas. Hay que tener una obsesión brutal por las métricas de éxito, ya que lo que no se mide no se mejora. Por lo tanto, Chihuahua debe de tener un sistema de información científica y tecnológica robusto y esa es responsabilidad del Instituto de Innovación y Competitividad, como brazo auxiliar de la Secretaría de Economía e innovación.

Ahora, ¿cómo fomentar la cultura de innovación en los jóvenes? Hay que aumentar los contenidos de ciencia, tecnología e innovación desde la educación básica, la media superior y la superior; hay que aumentar el número de museos de ciencia tecnología e innovación; hay que aumentar el compromiso de la educación básica, media superior y la superior con la ciencia, la tecnología y la innovación; hay que fortalecer las carreras de base científica y tecnológica; por eso la importancia de los museos de ciencia y tecnología, los eventos, los premios, todo este tipo de estímulos que refuerzan la cultura de la gente excepcional que tiene impacto en este tema. Finalmente, llegamos a la conclusión de que hay que trabajar con el gobierno, hay que trabajar con los empresarios, hay que trabajar con el sector académico y hay que trabajar con la sociedad.

Emanuele Giorgi

Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, Escuela de Arte, Arquitectura y Diseño

Actualmente estamos trabajando un proyecto de investigación en la colonia Paso del norte, a través del Campus del Tecnológico de Monterrey, en conjunto con la Mtra. Virginia Aceves,

profesora de la Escuela de Humanidades. Ella comenzó hace alrededor de 6 años una asociación llamada "Acción Ética", en donde trabaja temas educativos en la colonia Paso del norte, por lo que nos sumamos y empezamos a trabajar este proyecto de diseños para comunidades vulnerables o, en general, para las vulnerabilidades. Lo que estamos haciendo nace para entender, como una respuesta a que, si la sociedad cambia tan rápidamente, ¿entonces cómo tiene que cambiar el diseño arquitectónico, urbano y de servicios?, ¿cómo tiene que ser, en particular, en las comunidades más vulnerables?, ¿cómo tiene que evolucionar la disciplina, la práctica arquitectónica del urbanismo, de diseños de servicios? Hace dos años ganamos un fondo de 4 millones de pesos del Challenge-Based Learning Program, un programa interno del Tecnológico de Monterrey para hacer frente a los problemas del CONAHCYT, y con este proyecto buscamos entender cómo el diseño urbano, arquitectónico y de servicios facilita la adopción de recursos tecnológicos accesibles, pero que en las comunidades más vulnerables cuesta un poco para reducir la brecha digital y reducir las vulnerabilidades.

Este proyecto busca entender cómo el diseño arquitectónico y urbano puede facilitar la introducción de recursos tecnológicos y hacer que la gente se apropie de estos espacios, de estos proyectos, de estas intervenciones. Este proyecto lo estamos trabajando en cuatro comunidades: la colonia Paso del norte, en la zona urbana; El Sauz y Nueva Delicias, en la zona periurbana; Julimes, en la parte rural; y Basaseachi, en la zona serrana; y se trabaja desde las seis escuelas del Tecnológico de Monterrey, para dar una visión multidisciplinar de los retos y de las propuestas. Posteriormente, se sumaron diferentes expertos en ciencias sociales, en diseño, arquitectura y en cambio climático de la Columbia University de Nueva York, la Universidad de Shanghai, la Universidad de Pavia en Italia y el Instituto Mora del CONAHCYT.

Comenzamos el proyecto con actividades de trabajo en la comunidad, con diseño participativo, a lo largo de 10 meses, empezando de enero 2023 y finalizando en octubre. Con estas seis etapas de proyectos se definieron seis intervenciones. En la colonia Paso del norte se vieron problemas de accesibilidad a la comunidad, por lo que se sienten aislados, entonces llevamos a cabo una intervención en la plaza principal, con un panel solar que permite recargar las bicicletas eléctricas, y entregamos dichas bicicletas. Sin embargo, aquí el rol de la academia no es el del gobierno, que tiene que solucionar un problema, sino

entender cómo solucionar el problema y nosotros buscamos una investigación que tenga impacto para hacer conscientes a las personas de las oportunidades que existen. De igual manera, hay que considerar que todos somos vulnerables y necesitamos ser más conscientes de ello, sólo que existen situaciones de menos poder político, económico y tecnológico, y más vulnerabilidad.

Respecto a la red de bicicletas eléctricas y talleres que se impartieron para transformar bicicletas tradicionales en bicicletas eléctricas, que se realizó con apoyo de la Escuela de Ingeniería del Tecnológico de Monterrey, comparto el testimonio de una de las beneficiarias: "casi a diario bajo en ella y, por el tiempo que me toma en ir y venir, para mí es excelente, porque la uso mucho y me sirve para subir muy bien a mi colonia, que es bastante pesada la subida, pero con este motor y la bicicleta me han ayudado mucho para hacer menos tiempo y que se me haga menos pesado. Cuando fui al curso en el Tec de Monterrey, lo primero que hicimos fue cambiar los frenos: los quitamos y las pusimos, las guiamos con cinta y con corbatas; y la conectamos en la computadora y también le conectamos la pila; y de aquí, de los frenos, pusimos el motor y las llantas; y eso fue lo que nos enseñaron, a formar una bici. Se me hace una buena opción formar un negocio de bicis con motor, transformar bicicletas viejas en bicicletas con motor para mejoramiento de aquí de la colonia".

Esta investigación y esta intervención nos lleva a entender, primero: la solución de un problema, ya que la usa diariamente para el trabajo, cuando antes tenía que esperar el camión por mucho tiempo; segundo ser consciente de lo que se trata una bicicleta eléctrica, ya que la sabe arreglar y modificar; y, tercero, un empoderamiento y una visión de negocio, de compartir esto que aprendí y convertirlo en un negocio social en la en la comunidad. Esto es, más o menos, la visión de los seis proyectos que tenemos o que estamos desarrollando. Posteriormente pasaremos a los defectos. Lo que se ha realizado para apoyar a la Mtra. Virginia Aceves con su asociación civil es la instalación de paneles solares, wifi y un quiosco que fue acondicionado para proyecciones con un proyector, bocinas y tabletas, para poder hacer actividades de educación basada en tecnologías. La escuela de medicina, por ejemplo, impartió un taller de primeros auxilios usando estos recursos tecnológicos para facilitar el aprendizaje. De igual manera, una vez al mes se realiza un cinema al aire libre. También trabajamos con artistas, entre los que se encuentran artistas digitales, por lo que, a partir de los dibujos e historias de los niños, en función de sus vulnerabilidades y sus sueños, se realizó

un cortometraje de aproximadamente 7 minutos que cuenta una historia de la colonia Paso del norte. En una parte del cortometraje se puede observar el quisco que se acondicionó o el puente que separa a la comunidad de la mancha urbana, por lo que se busca crear conciencia. En el caso de Nueva Delicias, que tienen problemas de consumo de agua muy alto, se trabajó con primarias, secundarias, telebachillerato, el club del abuelo y la unión ganadera, invitando a pensar oportunidades diferentes de hacer agricultura sin gastar demasiada agua. El núcleo central de esta intervención entre el bachillerato y el club del abuelo se dio con dos invernaderos inteligentes. También, en el caso de un ganadero, gastaba mucha gasolina al dar vueltas todo el día y también resultaba peligroso, ya que cuando lo conocimos tenía un brazo operado porque unos meses atrás se había caído, entonces ahora con un dron puede revisar en tres lugares diferentes para ver si hay pérdidas en las tuberías y de esta manera únicamente se desplaza para reparación en caso de ser necesario. En la parte central, les dimos capacitación para que tuvieran un mejor uso de la tecnología.

En cuanto a la idea del invernadero inteligente, estos captan agua de lluvia, usan energía solar para trabajar en una bomba por irrigación, que también sirve para humedecer una pared que controla la temperatura interna. Entonces lo instalamos con la comunidad y con los estudiantes del Tecnológico de Monterrey, y alrededor comenzaron a desarrollarse actividades de las comunidades, por lo que se dieron huertos. Entonces ahora las áreas están conformadas con huertos: en la secundaria, en particular, trabajaron con un huerto por goteo, por lo que ellos tienen un huerto de nopal para buscar sustituir la alfalfa por el nopal, de forma que no se consuma tanta agua, buscando otras opciones de alimentación para las cabezas de ganado. También hicieron un sistema más grande de riego por goteo y actividades de capacitación, con la Universidad Narro, sobre la construcción de huertos urbanos. De igual manera, en cuanto al problema de las altas concentraciones de arsénico y flúor en el agua, encontramos una empresa en Chihuahua que desarrolla filtros que quitan el arsénico y el flúor, por lo que se instalaron en cuatro comunidades y el municipio instaló una extensión hacia afuera para que toda la comunidad pueda ir a llenar el garrafón sin usar ósmosis inversa, que además del costo, contamina.

Lo más interesante, es en el caso de Basaseachi, en donde estamos trabajando con FECTI, en dos sentidos: primero, el environmental mental hub —de los seis proyectos, en el quinto lo que estamos trabajando es con esto en particular—, para darle continuidad de este proyecto

que vimos en el environmental, porque vimos muchísimos recursos naturales, pero acciones antrópicas como cambio climático o deforestación, ya que están minando cuidar el medio ambiente; entonces las escuelas, la secundaria en particular, quiso trabajar un laboratorio para concientización ambiental en los niños. El proyecto constó en instalar un invernadero inteligente, con paneles solares, con captación de agua, con riego por goteo, para que los estudiantes se acerquen a la idea de cultivar y cuidar el medio ambiente, cuidar el recurso natural de la lluvia, del sol, y cómo estos pueden generar nueva vida. De esta manera, los productos que se hacen, ¿cómo lo podemos usar en cocina? Entonces también se impartieron cursos de nutrición, de cómo poder usar el producto del invernadero en la cocina para una alimentación saludable, por lo que aquí también se puede ver el cambio físico del espacio de la escuela, ya que la institución decidió modificar su espacio para recibir el invernadero después de 10 meses de trabajo, por lo que se pusieron a pintar y a construir el invernadero, tras la capacitación que recibieron en Chihuahua, y acondicionaron el espacio de la escuela con las tecnologías que les entregamos

Posteriormente, empezaron estas actividades y aplicaron el uso del invernadero en clase de matemáticas, de geometría, para ver la distribución de las plantas, por lo que fue muy interesante observar el impacto que tuvo en la comunidad. También se dieron clases de huertos urbanos, clases de nutrición y, además, había otros temas aparte como la concientización ambiental con el invernadero, ya que les dimos unos instrumentos de medición de la calidad del agua, del terreno, dentro de las actividades relacionadas al invernadero. Otro tema que quisimos trabajar con ellos fue respecto a la calidad del aire, ya que nos dimos cuenta, por lo que nos comentaban, que todos los salones de la secundaria, o al menos la mayoría, se calentaban con quema de leña, lo cual contamina el aire, por lo que en invierno se instala una capa de contaminación. Por esto, trabajamos en dos líneas: primero, entregamos cuarenta medidores de la calidad del aire, que miden CO2, formal de aire y otro elemento químico de la quema de madera, los distribuyeron en la escuela para que alumnos lo llevaran a su casa, y ahora, a lo largo de un año, están midiendo cómo varían estos tres elementos más la temperatura y la humedad en todo el año; y después se les pasarán a otros alumnos para por cuatro o cinco años realizar la medición. En cuanto a proponer una solución o concientizar sobre soluciones posibles, también instalamos un biodigestor —que trabaja residuos alimentarios de la cocina de la telesecundaria, que es la segunda telesecundaria más

grande del estado con alrededor de 350—. El biodigestor genera biogás que servirá para calentar algunos salones y sabemos que no va a solucionar toda la necesidad energética de la escuela, pero ayuda para concientizar sobre la importancia de cuidar el medio ambiente, de estudiarlo y entenderlo.

Después, el último proyecto, fue de turismo, de diseño de servicios y se trabajó con telebachillerato y hoteleros, y esperamos que se sume la Secretaría de Turismo, en donde se busca ofrecer servicios para poder ver las estrellas y generar turismo que se instale en la sierra. La idea de estos proyectos de investigación es ver quién invierte en la solución de vulnerabilidades y reducir la brecha digital, buscar proyectos que generen impacto más allá del asistencialismo, para generar conciencia y elementos de cambios. Básicamente lo que se busca es pasar del asistencialismo al empoderamiento, por lo que este laboratorio de concientización ambiental en Basaseachi es uno de los proyectos más exitosos que tenemos.

Nosotros pensamos que la academia cuando hace un proyecto de investigación, no busca que el producto sea algo puramente científico, porque estamos tomando tiempo y emociones de las comunidades, entonces tiene que ir más allá de la producción científica y tener un impacto. Este impacto nosotros, desde la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño, consideramos que desde nuestras disciplinas puede ir más allá de una implementación en una empresa, sino que puede impactar en la comunidad más fácilmente que otras disciplinas. Aquí vemos que una responsabilidad de nuestras áreas disciplinares para desarrollar investigación que tenga impacto y que este impacto no consista en solucionar problemas sino crear los instrumentos para que las comunidades puedan solucionar el problema, o pedir a quien tiene la competencia de hacerlo, es decir, crear conciencia para que pidan sus derechos.

En cuanto al acercamiento al I2C (Instituto de Innovación y Competitividad) y la colaboración que se genera, se da desde la convocatoria del FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología), en donde vimos su interés de trabajar para crear conciencia en los estudiantes. Actualmente, con el proyecto que estamos trabajando en Basaseachi, nos enfocamos con elementos tecnológicos para cuidar el medio ambiente, la producción local de alimentos y capacitar a estudiantes en temas tecnológicos.

Respecto a la importancia de la existencia de proyectos como el FECTI, de la figura del estado ante la academia y el rol de investigadores, ver la convocatoria nos dio muchísima esperanza, primero en lo personal para seguir con el proyecto, pero también más allá al saber

que al estado le interesa involucrarse y ver lo que se realiza de manera local. Es cierto que existen fondos de seguimiento a nivel internacional, pero resulta más emocionante verlo desde un Gobierno del Estado, ya que indica que les interesa saber lo que ocurre en su entorno y que busca enfocar en la investigación, en la innovación desde el impacto que estas investigaciones pueda tener en las personas de la región, en particular en los más jóvenes. También de ahí se desprende que los proyectos que estamos trabajando, la mayoría son con escuelas, ya que estamos convencidos que impactando en las escuelas se impactan después en todas las familias al exterior de la sociedad y, además, se crea los más jóvenes después pueden genera un cambio desde la raíz, un cambio a largo plazo.

En tanto a mi punto de vista, como investigador pienso que nos gustaría contar con un apoyo constante por parte de las diversas secretarías del estado, ya que al final de cuentas son proyectos que están teniendo intervenciones en la comunidad para crear conciencia e impactar de manera positiva desde el conocimiento. De igual manera, creo que debemos proponer temas de investigación interesantes para que las secretarías vean como algo atractivo trabajar de la mano de la academia, ya que muchas veces el error que se comete desde la investigación es proponer algo que al final se queda simplemente en un artículo y una aparente pérdida de tiempo, entonces es importante que se materialice y tenga impacto en la sociedad. De ahí la importancia de crear una relación sana y honesta con las comunidades, entonces pienso que es necesario que las secretarías puedan ver con seriedad a la academia, y es oportuno que estas instancias gubernamentales puedan apoyar proyectos a largo plazo. Entonces la oportunidad que significa abrir una convocación como la de FECTI es muy importante, ya que se da esta colaboración entre estado, investigadores y el impacto social.

Otra cosa para reconocer del FECTI es que, además del estímulo económico y los recursos, ha otorgado credibilidad y reconocimiento estatal del sector público, ya que estas propuestas de proyectos resultan interesantes a nivel local porque están teniendo impacto, lo que se traduce en que el gobierno confía en estos en estos proyectos. De igual manera, la manera en la que se involucra permite facilitar la vinculación con el sector empresarial, con asociaciones, con secretarías. No sé si antes el gobierno tenía idea de cuáles eran los proyectos o las áreas de investigación, porque dependían de los centros de investigación

institucionales y no tanto de la actividad diaria de un investigador que trabaja afuera de un centro.

Respecto a mi formación profesional y la vocación por los proyectos sociales, nace mientras cursaba el doctorado, ya que me impactó la manera de interpretar la relación entre el individuo y el ambiente, la forma en la que cambia esta relación de acuerdo a las diferentes culturas y cómo cambia la manera de organizar el espacio. Por ejemplo, para los griegos la manera de ver la ciudad era como el único lugar de la responsabilidad humana, lo que los hacía tener una percepción y la manera en la que percibimos la idea de "ciudad" está relacionada a eso, a lo que pensaban los romanos, los chinos o la cultura judío-cristiana, entonces esta forma de la relación entre percepción social y maneras de hacer arquitectura o de ser ciudad me pareció muy interesante. En el doctorado, la investigación se encaminó a la co-vivienda, entonces analizarlo desde la sociedad contemporánea en donde el individualismo es muy fuerte y las relaciones familiares se están perdiendo, por lo que me acerqué a la idea de cómo la arquitectura impacta en la sociedad.

Posteriormente, cuando me desplacé a Chihuahua, comencé estas discusiones sobre los contextos más vulnerables con la Escuela de Humanidades y con la Mtra. Virginia Aceves, por lo que la pregunta de cómo la arquitectura puede impactar en los contextos de más alta vulnerabilidad se movió a la premisa de que si cambia la sociedad entonces cambia la manera de hacer diseño. En el caso de los griegos, vemos cómo un tipo de sociedad determina un tipo de diseño urbano arquitectónico, lo mismo con los romanos y las demás culturas. Entonces, en los cambios rápidos que tenemos en la actualidad, tenemos que analizar cómo tiene que cambiar la disciplina.

En cuanto a una meta personal dentro de mi labor como académico, me gustaría lograr imaginar o entender cómo tiene que ser una un proyecto arquitectónico, un proyecto urbano, que logre el potencial que tiene, es decir, cuando nosotros hacemos un proyecto tenemos una responsabilidad increíble porque estamos creando el espacio en donde la gente va a vivir y tenemos que entender cómo nos movemos en la ciudad. Tenemos una responsabilidad enorme ya que en ocasiones estamos cambiando el medio ambiente, estamos trabajando con la historia de un contexto o estamos trabajando en un terreno virgen, entonces pienso que es un pecado cuando hacemos un proyecto que no es coherente y oportuno con este lugar, por

lo que me gustaría poder desarrollar un método para entender cómo el proyecto es oportuno para ese lugar y ese momento histórico.

En cuanto a la responsabilidad hay dos libros que lo abordan, el primero es *El principio de responsabilidad* de Hans Jonas, un libro que me cambió muchísimo cuando lo leí en el doctorado porque aborda el tema de la responsabilidad que tenemos, en particular, quienes trabajamos con temas de arquitectura. También *La utilidad de lo inútil* de Nuccio Ordine, en donde reflexiona sobre cómo algo que puede parecer inútil resulta muy útil, meditando sobre cómo el ocio es importante ya que nos permite imaginar.

Finalmente, gracias al FECTI y al desarrollo de este proyecto, queremos tomar el aprendizaje que estamos creando en Basaseachi gracias a los laboratorio de concientización y terminar de entenderlo y divulgarlo, buscando que este aprendizaje pueda llegar otras escuelas o comunidades y poner las bases para poder replicarlo, es decir, encontrar alianzas con empresarios que quieran empujar con sus innovaciones tecnológicas para poder facilitar el aprendizaje en comunidades vulnerables, o por parte del sector público. Lo que nos interesa es replicar estos procesos en otros lados de la región o más allá, en otro tipo de comunidades, pero no se trata de copiar y pegar, sino que este proyecto de concientización ambiental nos llevará a entender una metodología de diseño que está atrás para de esta manera entender lo que está pasando con la comunidad y desarrollar un proyecto con ellos, ya que es otro contexto con otras personas.

Dra. Yuliana Meléndez Pastrana

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Soy Yuliana Meléndez Pastrana, soy Ingeniera Químico de profesión, tengo una Maestría en Ingeniería Industrial y también un Doctorado en Ciencias de Ingeniería. Mi enfoque está direccionado en la ingeniería de confiabilidad, que es un área especializada en determinar la vida útil de un producto mediante modelos estadísticos. Respecto a mi formación profesional, al indagar en lo que me llevó a elegir una carrera científica, es difícil encontrar una sola respuesta, ya que la elección de una carrera es un proceso multifactorial en donde se ven involucrados asuntos personales, familiares, sociales, económicos y educativos. Sin embargo, a final de cuentas la vocación es la que te direcciona a un punto en específico que te lleva a cumplir tus metas.

Algo muy importante al momento de hablar sobre temas de ciencia y tecnología, es observar el panorama de los programas de estudio en las áreas STEM. Los programas STEM son una iniciativa educativa que busca fomentar la enseñanza y el aprendizaje en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, además de preparar a estudiantes para carreras en dichas áreas, es decir, ciencia y tecnología, por lo que busca proporcionar una educación que combina teoría y práctica.

Vivimos en un mundo en donde el desarrollo industrial toma más auge, en donde el uso de nuevas tecnologías conduce a una vida simplificada, rápida y sobre todo más digitalizada, por lo que la ciencia y la tecnología, junto con las ingenierías y las matemáticas, son esenciales para la innovación y el crecimiento económico y tecnológico. De igual manera, las demandas profesionales en las áreas de ingeniería, de ciencias de la computación, de inteligencia artificial, entre otras, están en constante cambio. De esta forma, la automatización, el uso de inteligencia artificial y el internet de las cosas están transformando todos los sectores de la economía: desde la manufactura, la salud y la educación.

El panorama de los programas de estudio de las áreas STEM están en constante cambio. Considero que las oportunidades son bastas y existe una creciente demanda de profesionales calificados. Sin embargo, existen desafíos importantes, como la necesidad de mejorar el acceso y la igualdad en los programas STEM, así como la alineación de los programas con las demandas del mercado y la capacitación de los estudiantes en habilidades transversales que complementen su conocimiento técnico. En este sentido, los programas STEM deben

adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales para preparar a las nuevas generaciones para enfrentar los retos del futuro y aprovechar las oportunidades en un mundo cada vez más interconectado y digitalizado.

En el estado de Chihuahua, los programas STEM están tomando cada vez más relevancia, con un enfoque en formación técnica, innovación y colaboraciones interdisciplinarias, desde la educación básica hasta la educación superior y la formación continua. Estas iniciativas buscan preparar a los estudiantes profesionales para los retos tecnológicos y científicos del futuro. Si bien se han logrado avances significativos, es crucial seguir ampliando las oportunidades de acceso a estos programas para asegurar un desarrollo equitativo y sostenible en el campo de la ciencia y la tecnología.

Respecto al momento en el que supe que me iba a dedicar a la ingeniería, puedo decir que los aspectos familiares son importantes e influyen muchísimo. Soy la menor de cuatro hermanos, los cuales todos son ingenieros, por lo que desde muy pequeña iba direccionada a lo que quería. Además, siempre me llamó la atención lo referente a química, a lo que sucede molecularmente y a las reacciones. También puedo destacar que nunca batallé con las matemáticas y siempre fui muy buena estudiante. En cuanto a mi desempeño como evaluadora y mi relación con el Instituto de Innovación y Competitividad, mi labor es ser parte de la evaluación de los proyectos que se presentan y son susceptibles a financiamiento. Entonces, al momento de estar en este proceso, la principal característica que debe tener un proyecto es la innovación para el impacto social.

También es importante ahondar en los factores que influyen en los estudiantes al momento de elegir una carrera científica, ya que, si bien los estudiantes toman decisiones tomadas en su interés y su pasión, también se ven atravesados por distintos factores como la percepción de las oportunidades profesionales, las expectativas familiares, el acceso a una educación de calidad y las influencias culturales. Actualmente vivimos en un mundo globalizado y tecnológico, por lo que estos factores evolucionan y hacen que la decisión sea, sin duda, más compleja. En cuanto a los programas de apoyo para estudiantes interesados en carreras científicas, en México existen numerosos programas de apoyo, aunque muchos de ellos son insuficientes. Es por eso que para lograr más impacto es crucial seguir impulsando la colaboración entre gobierno, universidades, empresas y sociedad civil, así como garantizar

que los programas lleguen a todos los rincones del país. Uno de los programas más reconocidos, por destacar un ejemplo, es el que se desprende de CONAHCYT.

En Chihuahua, afortunadamente, existen diversos programas, aunque su disponibilidad y cobertura no son suficientes, especialmente en las áreas rurales. Si bien Chihuahua cuenta con iniciativas y programas para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, hay varios desafíos que persisten. Sin embargo, con el impulso adecuado en infraestructura, en becas, en programas de investigación, en colaboración con la industria, es posible crear un entorno favorable para que los jóvenes se sientan motivados para seguir sus carreras.

En Chihuahua existen programas de apoyo para estudiantes interesados en carreras científicas y el acceso y la visibilidad de estos programas dependen de la institución, del nivel académico y el área científica de interés. El Gobierno del Estado está trabajando en promover ciencia con el impulso de iniciativas de divulgación, innovación y colaboración con la industria, en combinación con becas, programas de investigación, movilidad y actividad de divulgación forman un conjunto de estrategias complementarias que, seguramente, resultarán ser altamente efectivas para fomentar las vocaciones científicas en la región. Sin embargo, es esencial que estos programas sean accesibles a estudiantes para todas las zonas del estado y todos los niveles académicos, desde el nivel básico a nivel posgrado, para maximizar su impacto en la comunidad científica y tecnológica de nuestro estado. Vivimos en un mundo en donde el desarrollo industrial va tomando más auge y la demanda de ciencia y tecnología son esenciales para la innovación y el crecimiento económico.

También es importante destacar que las universidades juegan un papel muy importante y crucial en la motivación de los estudiantes para seguir su vocación, ya que no sólo deben ofrecer una formación académica, sino también crear un entorno que inspire, desafíe y apoye a los estudiantes en su desarrollo personal y profesional. Esto implica proporcionar acceso a recursos y oportunidades fomentando la curiosidad intelectual, promoviendo la colaboración interdisciplinaria, ofreciendo apoyo a los estudiantes a través de asesorías y becas. También fomentando proyectos interdisciplinarios en donde estudiantes se relacionen con estudiantes de diversas áreas para que despierten el interés en otros temas.

Asimismo, las universidades deben establecer convenios con centros de investigación y empresas para ofrecer a los estudiantes estancias y proyectos de investigación colaborativos, así como ofrecer conferencias y charlas con investigadores y científicos para que compartan

sus experiencias. De igual manera, las universidades deben de proporcionar espacios y recursos en donde los estudiantes puedan participar activamente en programas de investigación, tener acceso a laboratorios bien equipados y tecnología de punta, que a veces es lo más complicado, y estar centrado en proyectos con un enfoque práctico que aumente significativamente la motivación del estudiante. Y también ofrecer programas de incubadora y de emprendimiento.

Respecto al papel de la mujer en las áreas de la ciencia y la tecnología, el panorama de las mujeres en áreas STEM en Chihuahua es muy positivo, aunque todavía hay trabajo por hacer. Actualmente las mujeres en el estado están logrando avances importantes en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de la participación en la educación, investigación y emprendimiento. A medida que continúen rompiendo barreras y superando obstáculos, desde iniciativas y redes de apoyo, estas serán las claves para continuar fomentando su participación y asegurar que puedan desempeñar un papel clave en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Sin duda las mujeres están logrando un avance en términos de educación y empoderamiento, aunque todavía hay estereotipos de género y barreras culturales siguen siendo desafíos importantes que deben de superarse. Es aquí en donde las oportunidades del asesoramiento, el apoyo institucional y el fomento a las políticas públicas inclusivas son esenciales para reducir la desigualdad de género en el campo de la ciencia y la tecnología, y permitir que las mujeres se desarrollen con éxito en las áreas STEM.

La influencia de los docentes puede marcar la diferencia en la manera en que las mujeres estudiantes se sientan motivadas para ingresar y persistir en carreras que tradicionalmente habían sido dominadas por hombres. Los docentes no sólo debemos transmitir conocimiento sino influir en la autoestima, el desarrollo de habilidades y la superación de barreras de género. Es por esto que el papel de los docentes es crucial para el desarrollo de la vocación científica en las mujeres, ya que debemos influir profundamente en la confianza y la motivación, mostrando que la ciencia es un campo abierto para todas y todos. De esta manera, a través del apoyo académico y profesional, los docentes podemos fortalecer la resiliencia y hacer que las mujeres se sientan empoderadas para que alcancen su máximo potencial en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Retomando mi labor como evaluadora, al enfrentarnos a cada proyecto, nos situamos ante factores multivariados. Al momento de evaluar un proyecto, debemos buscar que sea

innovador, es decir, que tenga ideas nuevas, ideas de mejora, sobre todo para resolver algún problema y aportar beneficios claros a la comunidad. Es por esto que se buscan proyectos para mejorar algún proceso o servicio, para identificar y solucionar problemas reales, y se evalúa la viabilidad técnica y económica para términos de recursos y que dicho proyecto sea implementado con éxito.

Al hablar de proyectos, como evaluadora, las recomendaciones que podría darle a las personas que están interesadas en postular un proyecto para el FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología) es que revisen a detalle su proyecto, ya que muchas veces no definen claramente el objetivo. Es por esto que deben buscar que el propósito sea claro y específico, además de que sea alcanzable. También me he percatado de que muchas personas dejan a un lado el análisis de mercado para entender las tendencias, por lo que también les recomiendo investigar los posibles obstáculos y cómo superarlos. Además, también está abierto a nuevas ideas y perspectivas, y sobre todo a utilizar la tecnología y metodologías actuales para mejorar la calidad y la eficiencia. Asimismo, para motivar a las personas de los diferentes sectores a que participen en este tipo de iniciativas, como el FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología), es importante crear un entorno de trabajo colaborativo y abierto, así como entender que se trata de un beneficio para todas y todos.

Mi experiencia colaborando con el Instituto de Innovación y Competitividad y, en especial con el Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología, ha sido experiencia en donde como profesional me ha permitido evaluar proyectos, conocer gente, poderme desarrollar y poner un granito de arena de lo que sé.

Finalmente, para compartir un mensaje para todas las niñas y adolescentes que se interesan por estudiar una carrera dentro de las áreas STEM, para motivarlas, debo destacar que es sumamente necesario romper estereotipos y barreras culturales, además es importante aprovechar las oportunidades que nacen desde los apoyos institucionales y las políticas públicas. Sin duda se están logrando avances muy importantes en estas áreas y juntas podremos lograr más.

Raúl Varela Tena

Director General del Instituto de Innovación y Competitividad (periodo 2022-2025)

Para hablar del primer día como director general, que fue un proceso que inició diez días antes, en los que conocí de manera previa algunos elementos para poder integrarme al equipo, hablaré del día en que me avisaron y me contactaron para preguntarme si me interesaba sumarme al instituto. Hasta ese momento yo sabía de la existencia del instituto, pero no conocía el alcance que realmente tiene. Había tenido relación con el I2C de manera superficial, pero conocí el proyecto al prepararme para la entrevista y fui ampliando mi panorama. La verdad, desde el inicio tomé con mucho entusiasmo la responsabilidad de dirigir el instituto, porque eran temas con los que ya había trabajado, aunque todavía no conocía el alcance.

Al llegar el día en que arrancó el proyecto, mi primera preocupación era conocer al equipo de trabajo, sentarme con cada uno de ellos, sobre todo con los jefes de departamento, para tener un primer contacto y conocer su experiencia, el manejo de las jefaturas y sus programas. Me sentí como en cualquier trabajo nuevo, pero con la gran responsabilidad de llevar la ciencia, la tecnología, la innovación y la investigación a todos los municipios del estado y no sólo eso, sino fomentarlo, aprovechar muy bien el recurso para poder generar los apoyos.

Las actividades que se desarrollan en el I2C son varias, entre las cuales se encuentran el apoyo a la investigación, la gestión para poder brindar recursos en la adquisición de infraestructura de base tecnológica, el apoyo a los emprendedores para las pymes (pequeña y mediana empresa). Además, un área de oportunidad y a la cual hay que apostarle es la divulgación de la ciencia desde edades tempranas, la cual busca que las niñas y los niños se acerquen a este mundo maravilloso, al cual muchos por desgracia no se pueden integrar no porque no posean las habilidades o puedan desarrollar las competencias, sino porque carecen de vínculo atractivo hacia esta área del conocimiento.

Respecto al equipo de trabajo que se ha conformado, es un muy buen equipo. La administración lleva tres años, pero yo tengo dos años al frente de este instituto. Por la naturaleza de la gestión ha habido cambios administrativos, sin embargo, actualmente están las personas correctas, es decir, las personas que se encuentran comprometidas con el proyecto y con ellas mismas, así como comprometidas con todos los temas que se manejan desde el Instituto de Innovación y Competitividad, y, finalmente, comprometidas con que los

recursos lleguen a las personas correctas. De esta manera, se ha conformado un equipo muy eficiente, apegado a las necesidades del instituto y, sobre todo, con un gran sentido de pertenencia y de atención a la ciudadanía.

Esto último es, precisamente, un tema a destacar, ya que al tratarse de un instituto público se busca que exista un impacto social y es importante la atención a la ciudadanía. Respecto a definirme como servidor público, me siento comprometido con el proyecto y trato de ser objetivo con las necesidades que se presentan con las solicitudes de recursos y, sobre todo, apegarme al plan estratégico que existe tanto desde Gobierno del Estado como el que tenemos en el instituto. En pocas palabras, me definiría como objetivo y pertinente a las necesidades en cuanto a mi actuar en mi administración o gestión en el instituto. Además, si tuviera que describir mi enfoque o mi mayor cualidad al frente de este instituto, yo describiría mi liderazgo desde ser objetivo, ya que conlleva muchas otras cosas: se trata de ser pertinente, de aprovechar al máximo los recursos, de la gestión que se realiza de manera interna o externa, de la búsqueda de armonía en los equipos de trabajo y, finalmente, de la comunicación efectiva, un área compleja en las relaciones humanas.

Creo que la respuesta del equipo de trabajo, al conocer que han dicho que mis áreas de fortaleza son la capacidad de trabajo y el compromiso al hacerlos sentir parte importante de este proyecto, es que estos aspectos respecto a la dirección que tiene el instituto se observan desde la libertad que he promovido en los jefes de área para que no únicamente se hagan responsables de sus actividades, sino para que también puedan tomar decisiones, lo cual los involucra dentro del desarrollo de los programas. Esta decisión viene desde la confianza, que es una parte fundamental debido a que te permite atender lo que te corresponde. Es una palabra clave, ya que, si no confías en tu equipo de trabajo, vas a empezar a descuidar tu gestión o tus actividades. Además, se utiliza en un sentido muy amplio porque va desde tener la confianza para saber que lo que tu equipo de trabajo hace está bien, que están cumpliendo con los objetivos planteados, que están utilizando bien el recurso asignado y, además, que están haciendo lo propio con sus colaboradores, con su propio equipo de trabajo. Entonces sin confianza, difícilmente podría crearse una armonía dentro del equipo de trabajo.

En cuanto a la manera en la que se atrae y se retiene el talento a través del I2C, hay varios programas en el instituto. En cuanto a la atracción y desarrollo de talento, lo que he buscado es promoverlo y hacerle saber al equipo de trabajo que esto se hace con base en la demanda

que haya en la comunidad de la industria, de las empresas, y de lo cual tenemos que ser parte, ya que el desarrollo de talento, sobre todo en áreas externas de base tecnológica, es parte de la responsabilidad del instituto. De esta manera, tenemos que promover y gestionar este tipo de actividades siempre y cuando estén muy bien focalizadas. De igual manera, tenemos que dar respuesta a las necesidades que tengan las empresas, que existan en la industria, porque ellos serán quienes van a contratar a ese talento. Es por eso que hemos tratado de vincularlos. Siendo así, tenemos varios programas, por ejemplo, hay uno que se llama EPEX, que son estancias profesionales en el extranjero, que se vincula directamente con las empresas. De esta manera ellas promueven que se hagan prácticas profesionales en una filial en otro país, en donde el instituto se encarga del proceso desde la vinculación y la promoción para que tengan la experiencia de aprender en el extranjero y regresar con nuevos conocimientos que puedan aportar a la empresa que le otorgó esa oportunidad. Todos estamos de acuerdo que, entre más capacidades, más habilidades y más competencias tenga una persona, más oportunidades tienen para desarrollarse en el campo laboral, con mejores remuneraciones económicas, dando paso a una mejor actividad económica y una mejor calidad de vida.

Dentro de un mundo globalizado, con mercados abiertos y en una economía del conocimiento, institutos como el I2C son sumamente importantes. En la labor que se realiza, Chihuahua se posiciona, sin duda alguna, dentro de los 10 primeros lugares a nivel nacional en cuanto a la innovación, la tecnología y los programas para su desarrollo. En gran medida se debe a las políticas públicas y Chihuahua con el FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología) pudiera posicionarse en un lugar importante dentro de un ranking. Aunque sin duda, hay que verlo desde diferentes aristas, en donde principalmente se encuentran los recursos, que no son infinitos, y en comparación con otros institutos similares, el I2C es una instancia muy pequeña, aunque haya crecido en cuanto personal. Sin embargo, aun así, se ha logrado muchísimo, ya que en comparación con otros institutos que poseen mayores recursos, no se han detectado iniciativas o programas importantes como las que han emanado del Instituto de Innovación y Competitividad, por lo que considero que estamos haciendo las cosas bien.

En cuanto a la posición de Chihuahua ante otros países, todavía falta mucho por lograr debido a que somos una sociedad emergente en cuanto a ciencia y tecnología, por lo que falta avanzar en temas de investigación, de patentes, de desarrollo tecnológico. Sin embargo, es bueno

compararse con esos grandes proyectos de grandes países porque nos permite saber en dónde estamos posicionados para hacer un plan de acción, ver de qué manera podemos ir avanzando y saber a dónde queremos ir. Sin duda quisiéramos tener a nuestro estado y a nuestro país entre los primeros lugares, lo que nos inspira para impulsar políticas públicas, tanto en Chihuahua como en el país, para subir otro peldaño en el avance de temas de ciencia y tecnología.

Para precisar el lugar que ocupa Chihuahua en el mapa nacional, se pueden abordar algunos aspectos en los cuales destaca y podría posicionarse dentro de los primeros tres lugares. Uno de ellos es el desarrollo de base tecnológica en las mipymes o en los startups, así como en agroindustria e industria de manufactura, aunque desafortunadamente en esta área de empresas que gestionan o integran tecnología para proveer a la empresa maquiladora no todos los proyectos se patentan o se registran, pero son proyectos de primer nivel. Sin embargo, como no está esa referencia técnica o de patentamiento, no se muestra dentro de los indicadores.

Respecto a la ciencia en el estado, el I2C apoya al sector científico desde varios programas e iniciativas. En primera instancia está el Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología, del cual emana una sola convocatoria que va dirigida a los investigadores, con una bolsa de un monto de 5 millones de pesos, pero también los investigadores pueden participar en las otras convocatorias para sumar a la bolsa. Actualmente el instituto está trabajando con el Premio Estatal de Investigación, para retomarlo, y de igual manera se está buscando instalar un Sistema Estatal de Investigadores con el objetivo de generar recursos y sobre todo de reconocer a la comunidad científica en nuestra región.

Aunque esto no es todo, sino que se está buscando dar un paso más, ya que próximamente estará disponible una plataforma con el objetivo de tener registrados a todos los investigadores y tecnólogos del estado. Esta plataforma estará disponible para la industria, para las empresas, para que puedan identificar en esa base de datos los temas de su interés para que se puedan vincular con los investigadores y tecnólogos, haciendo que las investigaciones y ese desarrollo aplicado a la ciencia dé solución a un proyecto y tengan un impacto dentro de la economía. También existen apoyos para la publicación de investigaciones en revistas, en donde hay apoyos de hasta 40,000 pesos, buscando reconocer y apoyar a la comunidad científica del estado.

El I2C, para fomentar el desarrollo de ciencia y tecnología, también se enfoca en la importancia de las vocaciones tempranas, de que las niñas, niños y adolescentes se involucren en estos temas. El instituto tiene contacto con la sociedad en sus diversas formas de organizarse, desde las universidades, las asociaciones civiles, las empresas y las cámaras empresariales, por lo que es un ecosistema en donde todos estamos ligados y en gran medida se tiene una buena alianza. Dentro de nuestro programa, cuando lo vamos a ejercer, nos apoyamos de otras instituciones, ya que con base en su experiencia nos puedan dar una guía o alguna recomendación, por ejemplo, saber en qué región es más conveniente poder generar o asignar recursos, esos apoyos, esos programas. Con las universidades también existe una excelente relación y no únicamente con las universidades, sino también con las instituciones de educación de nivel medio superior, con preparatorias o con secundarias.

Actualmente, por ejemplo, contamos con un programa que se llama "CyT Lab - Laboratorios de Ciencia y Tecnología", el cual tiene como objetivo otorgar un laboratorio completo, desde completo mesabancos, mesas, computadoras y equipo de alta gama, a las instituciones educativas. Este año completaremos los 10 laboratorios. Esto se realiza con el objetivo de que, desde edades tempranas, los niños y niñas tengan acceso a tecnología de primer nivel y se vayan involucrando en el conocimiento de estos temas. Este programa no se lleva únicamente a secundarias técnicas, sino que se llevan a diferentes instancias en diversas comunidades de todo el estado, no sólo concentrados en Chihuahua o en Juárez, sino llevar la tecnología a las comunidades. Por ejemplo, también se logró crear una liga de automatización iónica, lo cual permite que ahora cada año el instituto pueda llevarse a los representantes de cada secundaria a competir en un evento estatal, en donde los participantes tienen la oportunidad de mostrar sus conocimientos, sus competencias, sus habilidades, además de poder viajar, convivir con otros jóvenes y compartir ideas, lo cual lo hace una experiencia completa y les brinda otra perspectiva.

Yo soy ingeniero de profesión y cuando recuerdo como fue mi etapa de estudiante y la comparo con la realidad actual me doy cuenta de la importancia que tienen estos programas en la transformación y el desarrollo tecnológico. Ahora que tengo la oportunidad de apoyar desde el instituto, viendo con retrospectiva algo que mi escuela no tuvo y me hubiera gustado que tuviera, tengo como ejemplo dos materias que cursé. Yo estudié en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, con una especialización de robótica y de automatización, y

en una clase de PLC, que son los controladores lógicos programables, terminé la materia con un 10 ya que era algo que me encantaba, sin embargo, en vez de terminar satisfecho, tuve una frustración muy grande porque no pude tener en mis manos un PLC, o sea, terminé con una 10 teórico y de programación en el en el cuaderno, pero nunca pude meter ese código en un programa, correrlo y ver lo que hacía el PLC, ni siquiera puede tener un PLC en mis manos. Lo mismo ocurrió en robótica, que pudimos programar un robot, pero nunca pude tocar ese robot porque era el único que existía en la institución, por lo que el maestro que estaba como responsable de ese robot no quería que hicieran mal uso de él. Ahora que veo que podemos brindar equipamiento desde la secundaria, ver que los adolescentes lo pueden utilizar me brinda una satisfacción muy grande. Porque significa que hemos avanzado bastante, y que vamos por buen camino.

Entre los logros que el instituto ha tenido durante los últimos dos años, destacan tres. El primero está ligado a ser más efectivos con la gestión de recursos. El segundo está enfocado en fomentar el tema de habilidades STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, por sus siglas en inglés) en mujeres y darles un espacio, por lo que acabamos de crear un programa en conjunto con UTEP para que año con año una determinada cantidad de estudiantes vayan a tener una experiencia en temas de ciencia y tecnología, y en temas empoderamiento hacia las mujeres, para reducir, en medida de lo posible, la brecha de oportunidades. Y, por último, el FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología).

Pensar en el instituto a futuro es pensar en la naturaleza del proyecto, ya que los resultados se verán a largo plazo, porque, aunque al terminar la administración entreguemos resultados en cuanto a lo administrativo, los resultados en la sociedad se verán en el futuro. Está comprobado que las regiones que mayor inversión tienen en temas de ciencia, tecnología e investigación, son las regiones que mejor calidad de vida y economía manifiestan. Si este programa se mantiene, va a permitir que más personas se involucren en la ciencia, que más personas se involucren en el desarrollo tecnológico, que más personas se involucren en la investigación y eso, al final de cuentas, va a resolver problemas. Por ejemplo, durante la pandemia en México se dependió de otros países para la generación de la vacuna, ya que los países con mayor inversión en ciencia y en desarrollo tecnológico fueron los que pudieron sacar la casta.

En cuanto al desarrollo de habilidades STEM en mujeres, un tema muy importante, va muy de la mano con promover desde edades muy tempranas el tema de investigación, ciencia y tecnología, para tratar de mostrarles a las niñas y adolescentes el universo que existe en estos en estos rubros. Lamentablemente, esa brecha no se ha podido reducir por los roles sociales que el sistema les ha asignado a las mujeres en México y, sobre todo, en Chihuahua, que es un estado muy tradicionalista, con mucho apego a las labores que nos inculcaron desde la infancia con lo que supuestamente debe hacer el hombre y lo que debe hacer la mujer. Es por esto que si les mostramos a las mujeres que son capaces y que las especialidades o los temas no son exclusivamente para los hombres, sino que también ellas pueden tener un desarrollo importante para destacar en estas áreas, podremos eliminar esa brecha.

Alguna vez, cuando comenzamos a trabajar en los programas para mujeres, alguien me cuestionó que dónde estaba la equidad si le dábamos prioridad a dirigir programas especialmente a las mujeres y mi respuesta fue que no es que hubiera equidad, al contrario, que las mujeres realmente no tienen muchas oportunidades, a diferencia de los hombres, por lo que nos toca hacer desde el instituto es crear esfuerzos para reducir esa brecha. ¿Cómo lo hacemos? Dirigiendo programas especiales a las mujeres. Por desgracia, actualmente se habla de “la maldición del 25%” que tiene que ver con que ninguna región ha logrado superar ese porcentaje en cuanto al involucramiento de las mujeres en temas STEM. Por lo que se tiene que hacer algo extraordinario para abrir esos espacios y promover la ciencia, la tecnología y la innovación para la participación y acción de las mujeres. Pero no se trata únicamente de capacitarlas o generar programas de capacitación o de asesoramiento, de desarrollo de talento, sino de empoderamiento para que tengan la convicción de son capaces y redefinir el rol de la mujer, para generar un verdadero impacto social.

Otro tema a abordar es en cuanto a los recursos, el cual es una de las bases, ya que finalmente la labor de gestión es sumamente importante. Generalmente, para este tipo de programas, los recursos nunca son suficientes, porque siempre se busca apoyar a más personas, pero al generar alianzas y convenios de colaboración, ese recurso se puede multiplicar. De ahí la importancia de la gestión, de no limitarse a administrar el recurso que se tiene asignado, sino generar lazos para crear impacto. Por ejemplo, el Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología tiene más recursos que el mismo instituto.

Al rememorar los momentos más complicados que han existido durante mi gestión al interior del I2C, sin duda alguna se encuentra el proceso de la creación del Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología. Este proyecto no dependía únicamente del instituto, sino que había muchos otros actores involucrados: muchas otras instituciones, direcciones y secretarías, por lo que dependíamos mucho de los tiempos de los demás, no únicamente del instituto. Siempre trato de ser muy positivo y cuando conocí el proyecto y supe que el fondo era parte de la Ley de Ciencia y Tecnología del estado de Chihuahua, lo vi como algo muy complicado. En un principio no estaba seguro si se iban a dar los tiempos para poder instalarlo en tan poco tiempo, porque fue un proceso de un año, y esto debido todo lo que se involucraba más allá de mi equipo de trabajo del Instituto de Innovación y Competitividad. En ningún momento pasó por mi cabeza que no se iba a lograr, pero si hubo varias etapas en donde el ánimo hace pensar que todo se vendrá abajo, pero siempre seguimos trabajando. Esta ha sido una experiencia enorme, llena de obstáculos, pero el equipo ha estado a la altura para resolver los inconvenientes que hemos tenido.

Parte importante de que el proyecto arrancara de manera exitosa se debe a la visión y el apoyo por parte de la gobernadora María Eugenia Campos Galván en los temas de ciencia, tecnología e innovación. Sin ese liderazgo este proyecto nunca hubiera arrancado, sobre todo por el tema de inversión. Otro actor importante, que fue quien impulsó el proyecto y buscó los recursos para que se lograra, es Ulises Fernández, que en su momento era el subsecretario y que ahora es Secretario de Innovación y Desarrollo Económico. Asimismo, fue determinante el liderazgo de María Angélica granados Trespalacios, quien fungió como secretaria de Innovación y Desarrollo Económico. También hubo muchas dependencias que aportaron muchísimo, como la Dirección de Emprendimiento y Desarrollo Empresarial, quienes se encargaron de una gran parte del recurso destinado al FECTI; así como de la Secretaría de Desarrollo Rural, que también le apostaron a esta iniciativa. Es por eso que dentro de los aliados más importantes y estratégicos del Instituto de Innovación y Competitividad y del Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología se encuentran las demás direcciones de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico, con quienes existe una armonía de trabajo para la resolución de proyectos; de igual manera se ha trabajado de la mano con Ulises Fernández, Secretario de Innovación y Desarrollo Económico; así como con Sergio Mancinas Peña, director del Instituto de Apoyo al Desarrollo Tecnológico.

21

Uno de los momentos más gratificantes durante este proceso fue muy reciente, al enterarnos que la ministración del recurso ya se había realizado, ya que se cumplió con el primer objetivo que era otorgar los recursos para que los investigadores realizaran sus proyectos. Fue un proceso bastante complicado porque teníamos la limitante del tiempo en cuanto a las reglas de operación, pero se logró cumplirlo en tiempo y fue muy gratificante. En una visión a futuro, me gustaría que esta administración del instituto se recordará como una gestión que permitió generar oportunidades por medio de programas y de alianzas para fomentar los temas de ciencia, tecnología e innovación en hombres y mujeres. De igual manera, me gustaría que Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología se establezca como punto de referencia a nivel nacional, para que otros estados implementen las políticas públicas necesarias y generar este tipo de programas o fondos para estimular la innovación en sus regiones. Pero, sobre todo, me gustaría que estos esfuerzos se vieran reflejados en la sociedad mejores empleos, con una mejor economía y con más oportunidades para las familias del estado de Chihuahua. Si pudiera dejarle una nota a la persona que vaya a ocupar este puesto dentro de muchos años, le dejaría una nota con mi teléfono, para apoyar desde mi experiencia o mi visión, me gustaría que se transmita esta disponibilidad y apertura. Para esto no hay una fórmula, no hay una guía para tener éxito, ya sea con los programas o con la dirección del instituto, porque esto cambia día con día y aunque tengamos una planeación, los cambios ocurren sobre la marcha.

Finalmente, desde la experiencia, yo les diría a los jóvenes que actualmente están estudiando y tal vez se enfrentan a problemáticas en las que no tienen acceso a determinadas herramientas, que aprendan a pensar fuera de la caja y que tengan la visión de que allá afuera hay muchísimas opciones.

José Manuel Rodríguez Villa

Jefe del Departamento de Innovación y Emprendimiento del Instituto de Innovación y Competitividad (periodo 2022-2024)

El Instituto de Innovación y Competitividad, o I2C, como coloquialmente se le conoce, es el ente que sirve como Consejo de Ciencia y Tecnología en el estado de Chihuahua. Este instituto anteriormente funcionaba como consejo; sin embargo, durante la administración anterior, en 2018, se formalizó como un descentralizado de la Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico, antes Secretaría de Economía, dando paso al Instituto de Innovación y Competitividad, en conjunto con la Ley de Ciencia y Tecnología en el estado, que es el encuadre jurídico de la creación del instituto.

4 Los objetivos son ser el organismo que impulse el desarrollo científico, tecnológico y de innovación del estado de Chihuahua a través de la implementación de proyectos y programas integrales, donde estos resultados colaboren con el desarrollo económico equitativo y sustentable mejorando la calidad de vida de la población chihuahuense. De esta manera, se busca llevar la ciencia, la tecnología y la innovación a todos los sectores del estado de Chihuahua.

Entre estos sectores se encuentran el público en general, las asociaciones civiles, la academia, el sector empresarial, la industria privada y la educación, entre otros. En nivel básico de educación, por ejemplo, se cuenta con las instituciones educativas: primarias, secundarias y preparatorias, a las cuales se les apoya en lo que compete a la misión de desarrollar ciencia y tecnología a través de infraestructura científica y tecnológica, así como del desarrollo y retención de talento humano especializado, buscando fomentar la innovación y el emprendimiento, así como la divulgación de la ciencia, la tecnología y la propiedad intelectual.

Por ejemplo, el I2C tiene la capacidad de apoyar a una institución educativa de la cual emerge un proyecto de mejora. El Instituto de Innovación y Competitividad, atendiendo a la innovación y el emprendimiento, apoya la protección de la idea desde la patente, ya que existe la parte de la propiedad intelectual. Por lo tanto, una persona del público en general puede acudir a solicitar apoyo en propiedad intelectual, en el registro de marca, así como en solicitudes de patentes. De esta manera, se busca implementar programas de desarrollo y atracción de talento, brindando a los universitarios apoyos enfocados en la industria. Por

ejemplo, actualmente se cuenta con un programa de autodiagnóstico para las empresas, en el cual, con el objetivo de que conozcan cuáles son las áreas de oportunidad en la parte tecnológica, un centro de investigación puede solicitar apoyo con la infraestructura, para comprar algún equipo o para enviar a sus investigadores a capacitarse a un foro o un congreso. De esta forma, la labor del instituto es muy amplia.

Sin embargo, uno de los mayores retos es que el desarrollo científico y tecnológico en el estado —hablando desde las líneas de investigación, el desarrollo de patentes (lo cual es un indicador de crecimiento), así como de generación de empleo— sufrió un rezago en este sexenio debido a la falta de apoyos por parte del CONAHCYT. Esto se debió a la reducción del recurso para los investigadores, lo cual impacta directamente en el desarrollo económico y en las líneas de investigación de la resolución de problemas de la industria. No obstante, con el lanzamiento del Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, se busca atender el rezago que sufrió el estado para tratar de impulsar de una manera regional el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. De igual manera, se busca unir a la industria y el capital privado con el talento que tiene el estado para que de manera conjunta se puedan resolver problemas y ambos sectores se enriquezcan mutuamente.

Por lo tanto, el fondo viene a atender esta necesidad para incentivar el crecimiento económico a través del desarrollo de talento, la infraestructura e impulsar a que los y las académicas no abandonen sus líneas de investigación. Por ejemplo, si algún investigador anteriormente tenía una línea de investigación y dejó de recibir sus recursos, esto puede llevar a la pérdida de dicha línea de trabajo o, en algunos casos, a la exclusión del Sistema Nacional de Investigadores, ya que no contaron recursos para continuar investigando. En este sentido, el Instituto de Innovación y Competitividad apoya a los investigadores mediante programas como PUBLICH, el cual en 2023 apoyó a los investigadores con hasta 20,000 pesos y este año otorgó apoyos de hasta 40,000 pesos. Este incentivo surge debido a que el instituto se percató del rezago existente, por lo que buscó la forma de ayudar a esta comunidad de investigadores para que no perdieran su registro ante el Sistema Nacional de Investigadores. Al comenzar la administración había alrededor de 786 investigadores a nivel estatal, y actualmente, con el apoyo del fondo, hay aproximadamente 900, lo que refleja un resultado tangible de lo que se ha logrado en dos años apoyando la investigación a través del Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología e Innovación.

Asimismo, dentro de las áreas con mayor auge que han identificado en las siete zonas macroeconómicas de la región se encuentran, por ejemplo, en el sur, las líneas de investigación están enfocadas a la parte agroindustrial, en la cuestión sustentable de la agricultura, con proyectos del cuidado del agua, que es una problemática muy grande por la que atraviesa el estado. Que el ecosistema de ciencia esté preocupado por esa problemática refleja el compromiso que existe. De igual manera, en el norte, en zonas como Ciudad Juárez, se ha identificado toda la parte de manufactura con nearshoring, electromovilidad, semiconductores e industria metalmecánica. Por ejemplo, hasta la fecha, el estado es punta de lanza en la generación de arneses para la industria automotriz. Eso es algo que se ha identificado y por lo cual el I2C está apoyando con programas y recursos para el desarrollo de talento y la atracción de negocios para este tipo de industria. Sin embargo, algo que cabe destacar es cómo los científicos están preocupados por el cuidado del agua y, sobre todo, por las emisiones de carbono, por lo que existe un programa de descarbonización, así como otras iniciativas para el cuidado del medio ambiente. De igual manera, desde el instituto emanó una ley de emprendimiento y el fondo también atendió esta temática con una convocatoria, lo que permitió detectar que las áreas de emprendimiento están creciendo mucho en el estado.
En cuanto a la preocupación que existe por parte de la academia y el sector industrial, el I2C es un vínculo que buscar conjuntar las necesidades de la industria, las problemáticas que se presentan y que busca resolver con el talento que existe en los investigadores del estado, a través de diversos programas como el fondo, para poder solucionar las diferentes situaciones que se encuentren dentro de la industria y en el estado. Y aunque dentro de esta triple hélice se han detectado algunas barreras, como por ejemplo la cuestión práctica del sector industrial que busca soluciones rápidas, se intenta involucrar a los investigadores que no tienen tanta relación con las problemáticas dentro de la industria, específicamente de los procesos, para que enriquezca más su parte teórica. Por otra parte, tenemos actores como los tecnólogos, que son personas que están dentro de la industria y resuelven problemas muy puntuales porque conocen el proceso; entonces, lo que el I2C busca es juntar ese conocimiento y tratar de que haya un vínculo entre ellos para enriquecer el aparato de ciencia del estado.
Al fungir como un vínculo entre la academia y el sector industrial, el Instituto de Innovación y Competitividad cuenta con actividades y programas para generar esta vinculación, entre las cuales destacan el desarrollo del Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología, que es un proyecto

que nace aproximadamente hace un año y medio. Lo primero que se realizó para la creación de este fondo fue mapear las necesidades del estado, conocer cuántos investigadores existen y entender cuáles son las necesidades de la región en términos de desarrollo económico e industrial, así como las tendencias que vienen. Además, se han desarrollado convocatorias de acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo y se conversó con la industria, con la academia, con las asociaciones civiles y el público en general. Asimismo, se han llevado a cabo talleres de capacitación y talleres de sensibilización. De igual manera, el proyecto se vendió a los capitales de los empresarios, demostrando que existe una línea de trabajo para poder acercar la necesidad de la industria, de la academia, del público en general y del estado, de modo que, en el instituto, a través del fondo, se pueda generar este vínculo con todo el aparato de capacitación y talleres.

Esto ha representado un reto y, como ejemplo, se puede observar que existen pocos estados en México que tengan un fondo dedicado a estas actividades. Por ejemplo: Tabasco tiene un fondo de 2 millones de pesos; Monterrey tiene un fondo de alrededor de 30 millones de pesos; Guadalajara tiene un fondo de 120 millones de pesos; Coahuila tiene un fondo de 4 millones de pesos; mientras que Chihuahua tiene un fondo de 80 millones de pesos. Esto demuestra el compromiso de impulsar el desarrollo en ciencia, tecnología e innovación mediante convocatorias, el apoyo al emprendimiento, al desarrollo de talento, ciencia de frontera, el equipamiento para la industria y para las instituciones educativas.

Respecto al lugar que ocupa Chihuahua a nivel nacional en esta área y la importancia de la creación de fondos que apoyen la ciencia, la tecnología y la innovación, es necesario mirar los antecedentes. Lo primordial es tener la voluntad de querer generarlo y, en el caso de Chihuahua, al ser la primera edición y tener esa bolsa y este resultado —una plataforma, un comité de evaluación, las reglas de operación y de transparencia—, se posiciona como punta de lanza a nivel nacional. El estado de Chihuahua tiene muchas aristas en la producción agrícola, manufactura, emprendimiento, patentes, nuevas tendencias, semiconductores, entre otros, mientras que otros estados no tienen estas líneas de negocio o de creación de negocio y, al mismo tiempo, no cuentan con la capacidad científica y tecnológica que tenemos en el estado. Como ejemplos, se puede mencionar a Jalisco y Nuevo León, que llevan alrededor de 20 años con fondos similares, han obtenido grandes resultados en desarrollo de talento, de

empresas y emprendimiento; por ello, Chihuahua se posiciona en el camino correcto para generar algo similar, y muestra de ello es que este fondo ha tenido eco a nivel nacional.

En cuanto a la clave para que Chihuahua se ubique como uno de los fondos más importantes del país, sin duda ha sido la voluntad del gobierno de poder generar y apoyar la idea, la voluntad de impulsar y vender el proyecto, así como el empuje de actores como el Secretario de Innovación y Desarrollo Económico, el Director del Instituto de Innovación y Competitividad, y todo el equipo de trabajo.

Respecto a los momentos gratificantes y los momentos complicados, al llegar al instituto yo colaboraba en otra área, luego pasé a la Unidad de Ciencia y Tecnología, en donde comencé a trabajar con los temas anteriormente expuestos. Posteriormente, cuando se iba a lanzar el fondo, fue un momento muy feliz y que me motivó mucho porque son áreas que me gustan, aunque desconocía, pero estaba muy comprometido. Al comenzar a trabajar con las reuniones, uno de los momentos fue el del acompañamiento por parte del Dr. Jaime Parada, que fue director de CONACYT durante el sexenio de Vicente Fox. Conocer a personas con ese nivel, que te orientan y señalan de manera muy constructiva tus áreas de oportunidad, fue muy enriquecedor.

Otro momento fue durante el desarrollo y presentación del proyecto, defendiendo con la industria, con la academia, con los superiores, lo que representó algo muy importante. Finalmente, el 5 de diciembre de 2023 se lanzó públicamente y fue como llegar a la meta. Sin embargo, lo que siguió fue sumamente complicado porque comenzó la recepción de proyectos, Además, otro aspecto complicado a nivel personal fue como la federación recibió la noticia, ya que hubo muchos traspiés debido a que se estaba atendiendo una necesidad que antes se cubría y luego no, lo que generó confrontaciones típicas de este tipo de proyectos. De igual manera, existe una gran diferencia en estar involucrado y comprometido. Hay sectores que están involucrados, pero no comprometidos, mientras que en este proyecto muchos sí estamos comprometidos.

Otro de los retos está con los investigadores, quienes a veces están acostumbrados a que en sus universidades se les trate con privilegios. Lo que se busca es que sus proyectos tengan un impacto al estado, y se debe identificar un indicador para medir el impacto de su investigación: saber si se desarrolló alguna patente, si se generó algún empleo o

emprendimiento, ya que la ciencia atiende las problemáticas existentes. Es importante el impacto social.

En lo personal, respecto al futuro del FECTI (Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología e Innovación), me gustaría que el proyecto continúe, que se quede en el estado, lo cual es nuestra tarea y estamos muy comprometidos en que eso suceda. Me gustaría ver a investigadores que realicen estancias, que generen infraestructura para las instituciones educativas, y no tanto que me reconozcan como el creador del fondo, sino saber que sentamos las bases para que se continúe. Al final de cuentas, innovar es encontrar nuevos o mejorados usos de los recursos disponibles, y a las personas que vienen les tocará innovar. Pensando en el futuro del FECTI, este fondo tiene que estar atendiendo temas de sustentabilidad de los recursos naturales, cuidado del agua y del medio ambiente. También, debe contar con una mayor bolsa de recursos y un aparato de personas para trabajar. La visualización es que esté consolidado dentro del estado de Chihuahua, que esté en la ley, para que exista un fideicomiso que sirva para futuras generaciones con nuevas necesidades y el fondo tiene que atenderlas desde nuevas habilidades.

De momento, el FECTI no es conocido por el público en general porque la sociedad está preocupada por otras cosas y no hay interés en estos temas. Sin embargo, todo proyecto se da a conocer por sus resultados y, al tratarse de su primera edición, el fondo tiene que demostrar esos resultados para que de esta manera sea conocido solo por el sector científico, sino por el público en general. Además, cabe mencionar que la sociedad no tiene conciencia del desarrollo sustentable y el fondo es una manera de concientizar al respecto, para que conozcan el FECTI y se puedan acercar.

De igual manera, se seguirán reforzando los programas que se dan dentro del instituto para que desde niños se vayan acercando a la cultura de la ciencia. En este sentido, se han organizado grandes campañas en radio, televisión y redes sociales, aunque existen distractores en estos canales de comunicación. En ese aspecto, representa un reto, y se busca la manera de hacer que la ciencia sea más atractiva para el público, para que participe y conozca los espacios que se están creando. Por ello, se busca que la ciencia sea más amigable.

Adriana Rivas Castillo

Psicóloga Social Comunitaria

Universidad Autónoma Indígena de México

Soy Rosa Adriana Rivas Castillo, originaria del estado de Chihuahua, del municipio de Guachochi, y pertenezco a dos etnias indígenas del estado: una es tarahumara central y la otra es tepehuan del norte. Recientemente me gradué de la universidad, en donde estudié la carrera de Psicología Social Comunitaria en la Universidad Autónoma Indígena de México, y tengo 27 años. El trabajo que desarrollé el año pasado, por el cual conocí al Instituto de Innovación y Competitividad, fue un trabajo relacionado con el tema de la violencia familiar hacia mujeres indígenas de la etnia tepehuana.

Respecto a lo que influyen en los estudiantes al momento de realizar una investigación, creo que uno de los factores más influyentes —y que fue también en mi caso— es que los estudiantes puedan ver temas o tener perspectivas en las que ellos se sientan identificados. En mi caso, yo lo relacioné con mi comunidad de origen y con mi cultura, siendo una razón muy importante para desarrollar el tema de investigación. Es por esto que creo que en el caso de otros estudiantes también se busca conectar con aquellos temas que, ya sea de manera directa o indirecta, les afecte y por los cuales sienten interés. Además, siento que influye mucho si tienen respaldo de sus centros educativos, de sus universidades, de sus mentores, para que les ayuden a desarrollar un tema pertinente y que esté encaminado a lo que el estudiante quiere, pero no sabe cómo comenzar.

Este tipo de trabajos de investigación surgieron durante mi estancia en la universidad, cuando se nos pidió que desarrolláramos un tema de investigación que tuviera impacto en nuestras comunidades para buscar cómo responder una pregunta ante una situación que estuviera pasando y que nos preocupara. Entonces, cuando se nos dio la oportunidad de investigar sobre algún tema —entre muchos otros—, yo quise enfocar mi tema a la violencia porque creo que es una problemática muy latente en la zona y, en realidad, es un problema global. Sin embargo, dentro de las comunidades indígenas, por el tema de la cultura, a veces no se habla mucho. Actualmente radico en la ciudad de Chihuahua, pero viví hasta los 17 años en la zona de la sierra y estuve en diferentes comunidades, lo cual me dio mucho contexto de las circunstancias que viven las familias indígenas en sus respectivas comunidades

El proyecto que estoy desarrollando busca indagar sobre la violencia familiar que viven las mujeres indígenas tepehuanas desde sus propias voces. Para esta investigación primero que nada necesitaba tener información sobre el lugar en donde lo iba a hacer, las personas a quienes iba a entrevistar y también la pregunta que quería responder porque, precisamente

por el tema de la cultura, tal vez mi perspectiva como mujer y como persona indígena es muy diferente a otras mujeres indígenas que viven violencia, pero posiblemente no lo están viendo como tal. Creo que era muy importante tener esa perspectiva de estas mujeres que tienen, de alguna manera, un grado de influencia en sus comunidades porque son representantes educativas y la educación es uno de los pilares indispensables para el desarrollo de las comunidades y de la sociedad.

Actualmente estoy trabajando y quiero concretar un proyecto para poder apoyar a jóvenes —aunque en realidad se trata de ayudar a todas las personas que sea posible—, pero mi enfoque está en jóvenes que son estudiantes y que precisamente, al igual que yo, tienen este rol importante de ser, en cierto grado, mentores o ser un ejemplo dentro de sus comunidades. Creo que mi participación, con base en toda esta experiencia que he tenido y con las oportunidades que me ha permitido tener, como con el apoyo de instituciones como el I2C, me permite incidir de manera positiva en mi comunidad y seguir realizando actividades para apoyar tanto a mujeres como hombres a que sigan interesándose en este tipo de proyectos o de actividades relacionados con la ciencia y la tecnología.

Este año tuve una gran fuente de inspiración en una conferencia a la que asistí de manera virtual y en la cual pude conocer a una joven de Ecuador que también es mujer indígena. Ella fue una de las primeras mujeres de su país en llevar a las comunidades rurales todos estos temas relacionados con ciencia y tecnología, además hizo su propia asociación de personas interesadas en la ciencia. Creo que este tipo de personajes son los que son dignos de imitar para tener como referentes y replicar su ejemplo para apoyar a nuestras propias comunidades y que se desarrollen en estas áreas. Hay interés, de eso no me cabe la menor duda, ya que lo he observado. Trabajo en la Secretaría de Pueblos y Comunidades Indígenas, en un programa de becas a estudiantes universitarios indígenas, y entre los beneficiarios hay muchos estudiantes que están en carreras de ingeniería relacionados con aeronáutica o con robótica y que son de comunidades de la zona serrana. Así que sé que hay estudiantes que ahorita están interesados en estos temas e incluso hay muchos estudiantes que todavía no acceden al nivel superior y tienen este interés por lo que es a ellos a quienes nosotros tratamos de apoyar y motivar para que vean que es posible.

Pese a que a veces parece un poco complicado, en mi caso como persona indígena que ha salido de su comunidad, se puede acceder a mejores oportunidades educativas e incluso que

puedas tener la oportunidad de formar parte de un grupo de investigadores internacionales. Este privilegio, esta experiencia, es necesario compartirlo para poder transmitir la motivación a las personas que están detrás de nosotros queriendo alcanzar los mismos objetivos. ¿Cómo vamos a saber qué quieren eso? Estando presentes y brindando asesorías. Creo que es importante llegar a estas personas y animarlos, yo trato de hacer desde mi experiencia y compartiendo las experiencias de otros, por ejemplo, yo desconocía que existían este tipo de instituciones como el I2C y me ha ayudado muchísimo.

Me parece que es muy importante el estudio de la ciencia y el desarrollo de la cultura científica porque en las comunidades indígenas hay muchísimas necesidades y estas se pueden atender a través de la investigación, a través de conocer cuáles son estas problemáticas existentes y explorarlas desde el campo de la ciencia, de la tecnología, de las habilidades STEM. A principios de octubre fui a un panel de discusión en la Universidad de Harvard que hablaba sobre la importancia involucrar a la comunidades indígenas con las personas que estén con estos proyectos de ciencia y tecnología, ya que el conocimiento tradicional, el conocimiento que tienen las comunidades indígenas, complementándose con la ciencia y con la tecnología, puede incentivar a un mejor desarrollo de la comunidad, a crear tecnología para el cuidado del medio ambiente o en con cuestiones seguridad. Por ejemplo, tengo compañeras aquí en México que han participado en estos proyectos y están desarrollando temas relacionados con el cuidado del medio ambiente.

Actualmente en el campo de la ciencia se está dando mucho interés a estos temas relacionados con el cuidado del medio ambiente o del cambio climático. Normalmente, a quienes más impactan este tipo de situaciones, son a las comunidades indígenas, porque estos cambios se reflejan en el clima y las sequías, en la falta de lluvias para la producción de cultivos para consumo. Entonces si una persona que forma parte de una comunidad indígena, que ha conocido los problemas que afectan de manera significativa a su comunidad, se involucra en la investigación tendrá un impacto más significativo. Es muy diferente cuando alguien que no forma parte de una comunidad investiga, porque no tiene todo el contexto, no ha vivido ahí y a veces es muy diferente la investigación que se hace mediante una computadora en un escritorio a estar en el lugar y ver la situación. Entonces creo que la participación de grupos étnicos en estos campos de la ingeniería, de la ciencia, son imprescindibles porque permiten un desarrollo más incluyente y eso es necesario si queremos formar sociedades o

comunidades que estén estrechamente unidas, para que haya una colaboración entre comunidades. También es necesario que este avance de la ciencia y la tecnología se refleje en esas comunidades, porque regularmente estas comunidades rurales son las últimas en recibir este tipo de apoyos tecnológicos y muchos estudiantes tal vez tienen el deseo de involucrarse, pero precisamente esta limitante, esta falta de recursos tecnológicos en sus comunidades, es lo que limita que puedan continuar con su formación.

Para mí, como investigadora, ir a la Universidad de Harvard significó muchísimo. La primera vez que asistí fue a través de una convocatoria que lanzó la REDNACECYT (Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología) y mediante el Instituto de Innovación y Competitividad tuvimos conocimiento de esta oportunidad. Para ese entonces, ya tenía en mente el proyecto que quería desarrollar, sin embargo, sentía un poco de temor de que rechazaran mi participación. Afortunadamente me aceptaron y fue una sorpresa, en ese momento yo no sabía que íbamos a llegar a la Universidad de Harvard porque la invitación era principalmente para la Universidad de Boston, ya que ahí era donde íbamos a tener la conferencia y donde íbamos a presentar nuestros pósters. Sin embargo, el Dr. Francisco Marmolejo, quien se encargó de gestionar todo esto, trabaja en la Universidad de Harvard y tuvimos la oportunidad de conocerlo en la Universidad de Boston. Durante este espacio nos preguntó por nuestros proyectos y se interesó por conocer nuestras propuestas, posteriormente nos invitó a formar parte de un grupo que se llama EJUCIAM (Equidad y Justicia para las Comunidades Indígenas en las Américas), que está dirigido principalmente por mujeres indígenas que formamos parte de ese evento al que fuimos el año pasado, el Verano de las Ciencias Indígena de MD4SG. A mí y a otras estudiantes nos extendió la invitación para ser organizadoras de este grupo, yo acepté y de ahí se desprende que este año los estudiantes de la Universidad de Harvard iban a tener un evento por el día de los pueblos originarios, de los pueblos indígenas, y el Dr. Francisco Marmolejo consideró que sería bueno que los estudiantes conocieran a estudiantes de otro país y, específicamente, que son personas indígenas.

Ellos hacen investigaciones relacionadas con comunidades indígenas, pero no han tenido la interacción y no han conocido las perspectivas de estas personas que forman parte de estos de estas comunidades, por lo que nos invitó para hablar desde nuestra perspectiva como personas que pertenecemos a una etnia podemos colaborar con ellos para realizar este trabajo

relacionado con la ciencia y la tecnología. Fue una participación muy interesante, los estudiantes estuvieron muy interesados en las preguntas que respondimos, ya que les causó mucho interés ver que hay personas en comunidades indígenas que están involucradas en la investigación de temas que impactan de manera muy directa a los miembros de la comunidad. Entonces fue una participación muy interesante y fue una experiencia muy bonita porque la Universidad de Harvard es una de las universidades más reconocidas a nivel mundial, entonces para mí como mujer y como persona indígena que proviene de una comunidad, significó muchísimo ya que nunca imaginé que iba a estar ahí hablando sobre mis perspectivas en los problemas que de alguna manera impactan mucho en mi comunidad y poder compartir con otras mujeres indígenas de México que están interesadas por el desarrollo y el bienestar de sus comunidades indígenas. De igual manera, conocer a investigadores que están con toda la disposición de colaborar con nosotras para que nos volvamos mentoras en nuestras comunidades fue una experiencia muy gratificante.

En cuanto a la importancia de que existan instancias que impulsen este tipo de programas, sin duda es muy necesario, ya que no es posible alcanzar una meta, un objetivo, si no tienes todo lo que necesitas para poder llegar hasta ahí. En el caso de los jóvenes en general, pertenezcan o no a una etnia, que están interesados en el desarrollo de investigaciones científicas o en el desarrollo de sus propios proyectos, necesitan financiamiento para poder asistir a conferencias o para poder publicar sus investigaciones y la existencia de estas instituciones que están dedicadas específicamente a apoyar, fomentar y motivar este tipo de actividades es imprescindible, ya que ayudan a que los estudiantes sigan desarrollándose académica y profesionalmente. Creo que este tipo de apoyos, tanto con el financiamiento como con el impulso de visibilizar los trabajos, son sumamente necesarios y son una fuente de inspiración para otros estudiantes porque a veces no se llevan a cabo las investigaciones por falta de recursos.

En relación con los programas de apoyo para los estudiantes interesados en la ciencia por parte de las universidades, en mi experiencia en la Universidad Autónoma Indígena de México me encontré con programas de mentoría y de apoyo para que los estudiantes pudieran desarrollarse en el área de la investigación. Siento, por ejemplo, que estos programas de mentoría son imprescindibles ya que cuando entras a la universidad no tienes un panorama completo de lo que es hacer investigación y necesitas herramientas para investigar. Por otro

lado, en el caso de estos programas, en las universidades existen apoyos de financiamiento o apoyos para que los estudiantes puedan asistir a conferencias en donde hay un intercambio de estímulos relacionado con la investigación, ya sea por parte de colegas o por personas que no están en nuestra área, pero conocer obtener estas oportunidades de asistir a conferencias con personas que están en el área de la ciencia motivan mucho a los estudiantes.

El papel que tienen los docentes y los mentores en el desarrollo de las vocaciones científicas en los estudiantes universitarios es muy importante, primero desde un ámbito personal desde la motivación, ya que puedes estar muy interesado en un tema de investigación, pero la investigación es un camino que se disfruta, aunque a veces es solitario y es un poco estresante que requiere muchísima inversión de tiempo. En mi caso conocí a personas que ya estaban pasando por ese proceso y sus comentarios fueron muy acertados, tanto con lo positivo como con lo negativo, ya fuera desde las decepciones que te llevas al momento de estar desarrollando tu investigación o enfrentar los temas. En lo personal, al investigar este tema que tiene que ver con violencia, que es algo que afecta mucho a las familias, conocer ciertas cosas impactantes te estremecen, pero el apoyo y el soporte de profesores si es necesario y muy importante para continuar y concluir la investigación.

El impacto que tiene en la investigación científica y en el desarrollo profesional y académico de los estudiantes nos permite darnos a conocer y nos abre puertas. En general a los estudiantes este tipo de investigaciones nos da un sentido de responsabilidad. En mi caso, como una persona que pertenece a una etnia, tener la oportunidad de visibilizar problemas comunitarios para posteriormente crear estrategias de solución o de atención es una gran responsabilidad y durante el camino de la investigación te comprometes con los problemas reales de la sociedad a la que perteneces. También te da algunas habilidades: en la universidad, por ejemplo, se llevan materias de investigación, pero hasta que no estás investigando es cuando realmente te enfrentas a las problemáticas y desarrollas habilidades, ya que es muy diferente la teoría de la práctica. Además, también es importante para tu currículum en el mundo científico y eso, por ejemplo, en mi caso, me ha permitido asistir a diversas universidades y participar en conferencias en donde he conocido a otros investigadores de otras partes del mundo con quienes también cree lazos.

En cuanto a los mayores desafíos que enfrentan los estudiantes están interesados en investigación, en mi caso, tuve la fortuna de encontrar personas que estaban involucradas en

este campo de la investigación y el respaldo de mis profesores, pero el hecho de tener a estas personas a distancias tan largas, con sus respectivas responsabilidades, un desafío. Pese a que ellos estén con toda la disponibilidad del mundo, que se encuentren en un estado y tú en otro, resulta complicado. A veces las mentorías no tenían mucho tiempo y no eran muy concisas, ya que tendían a ser breves y en un horario que se adecuara para ambos. Entonces para muchos jóvenes aquí en el estado y sobre todo los que están en sus comunidades rurales, el hecho de que no tengan cerca a personas que ya hayan pasado por este proceso resulta complejo, además de que no siempre tiene suficientes recursos o materiales tecnológicos. Si bien es cierto que la tecnología está llegando a los rincones de muchas partes del mundo, todavía hay algunas limitantes, por ejemplo, en muchos lugares de la zona serrana de Chihuahua la señal de internet a veces no es estable por las lluvias o por el clima y esto provoca que los estudiantes que están investigando no tengan accesibilidad a artículos científicos o a un entorno tranquilo en donde puedan desarrollar sus sus trabajos. Entonces las problemáticas principales son la falta de recursos tecnológicos o materiales y también tener espacios en donde se sientan tranquilos para poder realizar sus investigaciones.

Respecto a las estrategias para fortalecer las vocaciones científicas en los estudiantes universitarios, algo que se hace en las universidades y que me parece muy bueno es motivar a los estudiantes para que asistan a congresos en puedan aprender de otros investigadores y puedan escuchar las experiencias de otros investigadores. También es muy importante que las universidades puedan incentivar desde las primeras etapas que los estudiantes encaminen sus proyectos de investigación. Este tipo de actividades ayudan a abrir puertas y fomentar su desarrollo educativo y profesional. También creo que es bueno que se tengan talleres sobre las habilidades de la investigación para el campo de la investigación. Además de que las universidades fomenten las colaboraciones entre estudiantes y personas que ya son investigadores, ya sea que se trate de personas de la misma área o no, ya que esto le brinda al estudiante la oportunidad de conocer a colegas o científicos y esto motiva muchísimo a los estudiantes.

Por ejemplo, en la conferencia más reciente a la que pude acudir, en San Luis Potosí, Leticia, que es una mujer investigadora de Ecuador, mencionaba el impacto de que los estudiantes vean a compañeros que ya han desarrollado investigaciones, que conozcan sus propias experiencias y desde dónde vienen y lo que tuvieron que atravesar, para que ellos vean que

esa meta no está muy lejos de ellos, que es algo que se puede alcanzar, y siento que es algo muy necesario si lo pensamos en nuestro contexto por cómo está distribuido geográficamente, ya que quienes vivimos en zonas urbanas tenemos más acceso a conocer a otras personas que ya están en este campo, pero si esto se lleva a otras zonas puede tener muchísimo impacto. También siento que es muy importante que en las universidades se reconozca a los estudiantes que hacen estos proyectos relacionados con la investigación: que se dé visibilidad a los temas que ellos investigan, porque recibir reconocimiento siempre es una fuente de inspiración, es darle valor a tu trabajo. Por ejemplo, algo que me parece muy importante del Instituto de Innovación y Competitividad, es que en su página web tiene algunos artículos de los investigadores y eso permite visibilidad para que los estudiantes u otros investigadores tengan acceso y puedan conocer los trabajos que se están realizando. Sería una gran opción que se repliquen estas prácticas, que se les diera visibilidad y reconocimiento a sus estudiantes.

El apoyo del I2C, en primera instancia, ha beneficiado mucho a los investigadores por el financiamiento, que permite desarrollar proyectos de investigación y asistir a conferencias que nutran el quehacer académico. En mi caso, por ejemplo, juega un papel muy importante porque me permitió asistir a la Universidad de Harvard y visibilizar el tema de mi investigación y a la comunidad, porque si no hubiera tenido ese apoyo hubiera sido sumamente complicado asistir a este encuentro. De igual manera, asistir a congresos o eventos que reúnan a estudiantes que están interesados en estos temas de ciencia y tecnología, es una gran oportunidad para el desarrollo de la misma.

El Instituto de Innovación y Competitividad, en cuanto al desarrollo de vocaciones, ha fomentado el interés de los estudiantes por la ciencia. He tenido el acompañamiento tanto del director como de otros trabajadores cuando asistimos a este tipo de conferencias y ese acompañamiento es importante porque ellos representan a la institución y su presencia representa el compromiso que tienen con los investigadores. Además, también dan promoción y divulgación a las investigaciones que realizan los diferentes estudiantes o las personas que están involucradas en esta área de la investigación científica. Sigo al I2C en las redes sociales, sobre todo en Instagram, y constantemente veo publicaciones de actividades que están haciendo otros jóvenes y que son dignas de reconocimiento, que nos motivan al saber que personas de nuestro entorno están logrando sus metas con el acompañamiento del

instituto. Gracias a la institución ellos están en donde están y su caso se está conociendo por medio de ellos. Creo que juegan un papel muy importante para darnos voz a los que estamos entrando en este campo de la investigación o en el caso de otros estudiantes que están desarrollando proyectos en áreas de tecnología. Me enteré, por ejemplo, de algunos estudiantes que estuvieron en Estados Unidos hablando sobre el tema de STEM, lo cual es una gran oportunidad para el intercambio de ideas y proyectos, para escuchar otras experiencias y ver cómo trabaja otro grupo de personas, porque son factores que suman mucho a tu parte profesional.

Finalmente, algo que me gustaría compartir, aunque suene como un lugar común, es que continúen y no se detengan, que hagan lo que desean hacer. A veces creemos que no somos capaces, que no tenemos el potencial o las habilidades que se requieren para la investigación, pero en el proceso nos encontramos con personas que te van a acompañar y vas a aprender muchísimo. La investigación científica te cambia la perspectiva y te transforma como persona y como investigador. Además, les invito a que no pierdan la oportunidad de seguir creciendo como estudiantes y, aunque a veces no lo visualizamos, hay muchas oportunidades que se abren cuando decides entrar al mundo de la investigación. De igual manera, siempre aprovechen las oportunidades que tengan: las personas que están ahí para ayudarte y las instituciones que están para apoyarte; porque todos tienen el interés en fomentar el desarrollo profesional para que tenga impacto en el desarrollo de las comunidades, en el desarrollo del estado. Todos somos diferentes y por lo mismo todos tenemos cosas distintas que aportar para lograr los cambios que se requieren en nuestra comunidad.

Andrés Martínez

Docente-Investigador

Universidad Autónoma de Chihuahua

Como evaluador es importante tomar en cuenta algunas características para considerarse que una propuesta es realmente innovador en el panorama actual, entre ellas podemos destacar su originalidad, entendiendo esto como que una propuesta debe proponer soluciones nuevas o enfoques no explorados previamente. Ser relevante, es decir, que aborde problemas actuales o emergentes, alineándose con las necesidades del mercado, sociedad o medio ambiente. Otro factor importante es la viabilidad, la cual se traduce en que tenga un plan realista para su implementación, con bases técnicas, económicas y operativas sólidas. También, debe tener impacto potencial, lo que significa que debe generar beneficios significativos, ya sea en términos de impacto social, económico o medioambiental. Otro elemento a tener en cuenta tiene que ver con la escalabilidad y sostenibilidad, es decir, debe contar con potencial para crecer y mantenerse a largo plazo. Por último, una propuesta a evaluar debe ser interdisciplinar, esto significa combinar conocimientos de distintas áreas para enriquecer sus soluciones.

Por otro lado, si hablamos sobre las perspectivas de impacto social o económico al momento de evaluar este tipo de proyectos, aquí se deben tener en consideración, elementos como la justificación de la inversión, un aspecto que pudiera resultar lógico pero que es necesario dejar bien especificado en la propuesta, especialmente si los recursos provienen de fondos públicos o sociales. También debe tenerse en cuenta la posibilidad de maximizar el retorno, buscando siempre que los resultados beneficien a la mayor cantidad de personas posible, fomentando empleo, educación o inclusión. Así mismo, es importante que se tome en cuenta el fomento a la sostenibilidad, aspecto que tiene relación con la posibilidad de mejorar la calidad de vida y mantenerse a largo plazo, considerando que este tipo de propuestas no genera resultados de manera inmediata. Por último, se hace importante reforzar la aceptación, es decir, que los proyectos con impacto positivo en la sociedad tienden a generar mayor apoyo y colaboración.

Pero para que un proyecto pueda ser considerado, aceptado y por ende evaluado, estos deben tener una verdadera relevancia y un impacto importante. Por ello, como evaluador es importante darse cuenta a partir de estos ejercicios de revisión que se presentan proyectos

que tiene que ver con la transición energética, el fomento a las energías renovables, la eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono. Pero también de proyectos que tiene que ver con áreas de la salud, la biotecnología, la telemedicina, el desarrollo de dispositivos médicos o salud mental, que resultan ser verdaderamente innovaciones. Así mismo, resulta alentador poder evaluar propuestas que tiene que ver con la economía circular y que promueven el reciclaje, el uso eficiente de recursos y la economía colaborativa, pero también propuestas que promueven la inclusión y la equidad y que tienen como finalidad reducir las brechas de género, económicas o educativas.

Ahora, como evaluador, uno se enfrenta a una serie de desafíos que pueden o no tener alguna repercusión en el futuro de los proyectos. Uno de ellos es el que tiene que ver con la medición del impacto futuro pues con el avance con el que se presentan a la evaluación sobre todo en las primeras etapas del proyecto, puede ser desafiante pues en algunos casos aún no es posible apreciar resultados concretos y esto puede resultar especulativo. Algo similar sucede con la diversidad de proyectos que se evalúan pues el comparar propuestas de distintos sectores con criterios estándar puede no ser del todo justo. Así mismo, se está a merced de evaluar propuestas radicalmente innovadoras con el riesgo de que estos no encajen con paradigmas tradicionales de evaluación. Pero también nos enfrentamos al reto de evaluar positivamente proyecto que pueden tener un mayor impacto sobre proyectos de menor impacto, pero también relevantes, es decir, la asignación de recursos nunca será suficiente para poder atender y dar continuidad a todos los proyectos.

Por otro lado, si hablamos de incentivar y/o motivar a los investigadores y emprendedores para presentar proyectos de mayor calidad, aquí podría recomendar realizar acciones que tiene que ver con la capacitación y el acompañamiento, es decir, brindar a los futuros postulantes, talleres sobre cómo estructurar propuestas, diseñar presupuestos y justificar su impacto. También es importante dejar de manifiesto en las convocatorias la posibilidad de que los proyectos bien evaluados no solo recibirán un financiamiento inicial, sino también en sus etapas subsiguientes. Otro incentivo que desde mi perspectiva puede resultar en un buen incentivo es la posibilidad de poder crear redes de contacto y así brindar la posibilidad de conectar a los innovadores con mentores, inversionistas o colaboradores clave. Un incentivo más sería la simplificación de procesos, diseñar convocatorias claras, con requisitos accesibles y una evaluación transparente. Por último, pero no por ello menos importantes es

lo referente a el reconocimiento público, el cual tiene que ver con la posibilidad de otorgar premios o menciones a proyectos destacados para incentivar la participación de más personas.

Sobre recomendaciones para las personas que tienen interés en postular proyectos para recibir financiamiento, definitivamente tendría que recomendarles que identifiquen la convocatoria adecuada, se aseguren de que la propuesta se alinee con los objetivos y prioridades del fondo o programa al que se quiere aplicar. Así mismo, definir un problema claro, justificar lo más claro posible el por qué tu solución es necesaria y cómo resuelve el problema identificado. Así mismo, es importante que en la propuesta que se esté elaborando, los objetivo sean realmente medibles y estos presenten indicadores claros para demostrar avances e impacto. Evidencia las capacidades del equipo, alianzas estratégicas y experiencia previa. También recomendaría a los postulantes que realicen un desglose de actividades, un presupuesto realista y cronograma que sea coherente y realista. Por último, invitar a los postulantes a que sean flexible ante cualquier posibilidad de modificaciones y demuestren que has considerado riesgos y alternativas.

En conclusión, el proceso de evaluación requiere un enfoque integral que garantice que las propuestas que se presentan no solo son novedosas, sino también aplicables y útiles en contextos reales. Es esencial que las propuestas aborden problemáticas actuales y fomenten la inclusión, la equidad y la sostenibilidad, de tal manera que se maximice el retorno social y económico de la inversión en sus proyectos

Conclusión

El conjunto de testimonios presentados en este capítulo revela un hilo conductor común: la consolidación de un ecosistema científico y tecnológico que une a la academia, el gobierno, la industria y la sociedad. Las experiencias narradas confirman que los fondos estatales, como el FECTI, representan un modelo de éxito replicable a nivel nacional, al promover la investigación aplicada, la formación de talento y la generación de proyectos con impacto económico y social. Este instrumento ha demostrado que la inversión pública en ciencia y tecnología puede traducirse en bienestar, competitividad y desarrollo regional sostenido.

Asimismo, el papel de la REDNACECYT se reconoce como un eje articulador entre las entidades federativas, fortaleciendo la gobernanza científica mediante la cooperación, el intercambio de experiencias y la construcción de políticas públicas con enfoque federalista Los testimonios también subrayan el valor del diseño social y las vocaciones STEM como motores de inclusión y transformación, impulsando la participación de niñas, jóvenes y comunidades en la ciencia. La presencia de mujeres investigadoras y líderes reafirma la urgencia de cerrar brechas históricas y promover la equidad en todos los niveles del sistema científico.

El conjunto de voces coincide en la necesidad de políticas públicas con continuidad, que trasciendan administraciones y enfoquen sus esfuerzos en la sostenibilidad del conocimiento. La ciencia no se construye en ciclos cortos, sino en procesos acumulativos; por ello, mantener la inversión, la articulación interinstitucional y la formación de capital humano especializado será esencial para consolidar un futuro basado en la innovación y el conocimiento compartido.

Referencias

*Coloque aquí sus referencias en formato APA 7:

Las entrevistas que conforman este capítulo fueron realizadas entre octubre y noviembre de 2024 (Ver figura 1), en modalidad presencial y virtual, con el objetivo de rescatar las voces de actores estratégicos del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación del estado de Chihuahua y del país. El trabajo fue coordinado por un grupo de investigadores interesados en fortalecer la innovación y competitividad del Estado de Chihuahua y toma forma en este libro que resalta los logros y compromisos de la comunidad científica.

Figura 1. Detalle de las entrevistas

Nombre del entrevistado/a	Cargo / Institución	Formato	Duración	Fecha de entrevista
Rosalba Medina Rivera	Presidenta de la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT) y Titular del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT)	Virtual	1 h 10 min	13 oct 2024
Dr. Jaime Parada Ávila	Consultor en temas de Ciencia, Tecnología e Innovación	Virtual	1 h 30 min	17 oct 2024
Dr. Emanuele Giorgi	Profesor-Investigador, Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua — Escuela de Arte, Arquitectura y Diseño	Presencial	55 min	21 oct 2024
Dra. Yuliana Meléndez Pastrana	Profesora Investigadora, Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez	Virtual	1 h	24 oct 2024
Mtro. Raúl Varela Tena	Director General del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) — Periodo 2021–2025	Presencial	1 h 20 min	28 oct 2024
José Manuel Rodríguez Villa	Jefe del Departamento de Innovación y Emprendimiento, Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) — Periodo 2021–2024	Presencial	1 h	30 oct 2024

Adriana Rivas Castillo	Psicóloga Social Comunitaria, Universidad Autónoma Indígena de México	Virtual	45 min	4 nov 2024
Andrés Martínez	Docente-Investigador, Universidad Autónoma de Chihuahua	Presencial	1 h	7 nov 2024

Edición y Colaboradoras editoriales:
Mónica Delgado López, Rosa Herrera Aguilera, y Yolanda Cabrales Rosales

Transcripción, estilo y edición técnica:
Mónica Delgado López, Rosa Herrera Aguilera, y Yolanda Cabrales Rosales

Lugar y periodo de edición:
Chihuahua, Chihuahua, México — octubre a noviembre de 2024

Sobre todos los autores