

Capítulo 1. Marco jurídico en ciencia, desarrollo científico e innovación



ALMA ROSA ARMEDÁRIZ SIGALA¹

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.388.01>

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 (LGMHCTI); 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. Este 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-investigadora en Tecnológico Nacional de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0194-4762>; correo electrónico: alma.as@chihuahua.tecnm.mx

Palabras clave: *política científica, desarrollo sostenible, innovación tecnológica.*

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 nivel convencional 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).

Tabla 1.1. *Marco legal*

ODS	Descripción	LGMHCTI	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 agricultura sostenible.	Promueve la investigación en biotecnología agrícola para mejorar la productividad y sostenibilidad (FAO, 2020; Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 2023).	Fomenta proyectos de innovación en el sector agroalimentario. Estrategia (Congreso del Estado de Chihuahua, 2024).	Impulsar la investigación y desarrollo en tecnologías agrícolas sostenibles (Gobierno del Estado de 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	Descripción	LGMHCTI	LCTIECH	PEDCH 2022-2027
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).

Fuente: 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 ase-

gurar soluciones globales a problemas importantes para el presente y el futuro (Naciones Unidas, 2015). Se establecieron 17 objetivos 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 (UNESCO, 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 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México, 2022; UNESCO, 2021). 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 los 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 Coperni-

cus 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 Brasil, México, Chile y Argentina en América, así como Japón y China en Asia. 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. 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, lo cual resulte 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 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, el monitoreo con drones y las herramientas de imágenes satelitales nos permiten conocer mejor las condiciones del suelo y de las plantas. Con esta información podemos mejorar la calidad y cantidad de los cultivos, al optimizar el agua y monitorear de manera efectiva la producción agrícola (European Commission, 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 como Internet para Todos, de Google y Facebook, han ayudado a niños y jóvenes a acceder a la tecnología, 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 (UNESCO, 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, 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).

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 (UNESCO, 2021).

La ciencia y la tecnología también son una parte esencial para lograr los ODS, ya que son herramientas, conocimientos y tecnologías que permiten desarrollar soluciones sostenibles y de calidad a nivel global (Naciones Unidas, 2015; UNESCO, 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 para permitirse a la humanidad alcanzar una sociedad más justa y sostenible alineada 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, la 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 es uno de los principales motores económicos de la región. Posteriormente, al disponer de mayor recursos, 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 la 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. La LGMHCTI proporciona un sistema de apoyo para que instituciones y empresas locales realicen experimentos con estas tecnologías, transformando métodos insostenibles hacia métodos agrícolas sostenibles y 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 que aprovechen 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 la 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 de la 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 equipadas para la 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 semidesértica (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022).

Además, la 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 de la 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 de la 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). La 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, se debe construir la infraestructura adecuada, la cooperación sectorial efectiva y 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, la 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).

Conclusiones

Este análisis de la estructura normativa en materia de la ciencia, tecnología y la innovación en Chihuahua permite identificar un marco normativo sólido y articulado, y una arquitectura normativa que se forma entre tres niveles: internacional, nacional y estatal. Alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, así como con la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI) y la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua, se establece una estructura legal que considera el conocimiento como un mecanismo

estratégico para impulsar la reforma social, económica y ambiental. Esta convergencia normativa ofrece una oportunidad histórica para que Chihuahua consolide una economía basada en el conocimiento, la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

La LGMHCTI es un parteaguas para ayudar a la descentralización de recursos, así como para la inclusión y la equidad en la ciencia y la tecnología. Para el estado esto significa un potencial para fortalecer las bases institucionales de CIMAV, UACH, ITCH y UPCH a medida que se lideran proyectos estratégicos en energías renovables, biotecnología, automatización, agricultura sostenible y gestión ambiental. El potencial de tal reforma legal depende de la operación exitosa del marco legal, la solidificación de la infraestructura científica, la colaboración interinstitucional con otras instituciones nacionales y la capacitación de una base de recursos humanos especializados.

Referencias

- Banco Mundial. (2021). *Educación y tecnologías digitales para la inclusión*. Banco Mundial.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2025). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Cámara de Diputados.
- Congreso del Estado de Chihuahua. (2025). *Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chihuahua*. Periódico Oficial del Estado de Chihuahua.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023). *Informe sobre la implementación de la LGMHCTI y lineamientos del Sistema Nacional de HCTI*. CONAHCYT
- European Commission. (2023). *Copernicus: The European Earth Observation Programme*. European Union.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme y World Health Organization. (2020). *The state of food security and nutrition in the world 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027*. Chihuahua: Gobierno del Estado.
- International Renewable Energy Agency. (2023). *World Energy Transitions Outlook 2023*. IRENA
- Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación*. (08 de mayo de 2023). Diario Oficial de la Federación.

- Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chihuahua*. (14 de marzo de 2018). Periódico Oficial del Estado de Chihuahua [16 de noviembre de 2024 última reforma].
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2021). UNESCO Science Report: The race against time for smarter development. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Perspectivas sociales y del empleo en el mundo: el papel de la automatización*. Organización Internacional del Trabajo.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Global strategy on digital health 2020-2025*. World Health Organization.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2022). *Bridging the Digital Divide*. OECD Publishing.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México. (2022). *Agenda 2030 en México: avances y desafíos*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2022). *Emissions Gap Report 2022*. 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*. SECIHTI.