

**CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN: UNA VISIÓN
DESDE EL PODER LEGISLATIVO**

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: UNA VISIÓN DESDE EL PODER LEGISLATIVO

Brasil Alberto Acosta Peña
Coordinador

editorial
fontamara



Primera edición: diciembre 2020

Reservados todos los derechos conforme a la ley

- © Brasil Alberto Acosta Peña. Coordinador
- © LXIV Legislatura de la H. Cámara de Diputados
Av. Congreso de la Unión #66
Segundo piso de la Biblioteca Legislativa
Col. El Parque, C.P. 15960
Ciudad de México
50360000 Exts. 51091 y 51092
<http://diputados.gob.mx>
- © Editorial Fontamara, S. A. de C. V.
Av. Hidalgo No. 47-b, Colonia Del Carmen
Alcaldía de Coyoacán, 04100, CDMX, México
Tels. 5659-7117 y 5659-7978 Fax 5658-4282
Email: contacto@fontamara.com.mx
coedicion@fontamara.com.mx
www.fontamara.com.mx

ISBN 978-607-736-673-7

**H. CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIV LEGISLATURA**

MESA DIRECTIVA

Dip. Dulce María Sauri Riancho
Presidente

Dip. Dolores Padierna Luna
Dip. Xavier Azuara Zúñiga
Dip. María Sara Rocha Medina
Vicepresidentes

Dip. María Guadalupe Díaz Avilez
Dip. Karen Michel González Márquez
Dip. Martha Hortencia Garay Cadena
Dip. Julieta Macías Rábago
Dip. Héctor René Cruz Aparicio
Dip. Lyndiana Elizabeth Bugarín Cortés
Dip. Mónica Bautista Rodríguez
Secretarios

JUNTA DE COORDINACIÓN POLÍTICA

Dip. Moisés Ignacio Mier Velazco
Presidente y Coordinador del Grupo Parlamentario de MORENA

Dip. Juan Carlos Romero Hicks
Coordinador del Grupo Parlamentario del PAN

Dip. René Juárez Cisneros
Coordinador del Grupo Parlamentario del PRI

Dip. Reginaldo Sandoval Flores
Coordinador del Grupo Parlamentario del PT

Dip. Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla
Coordinador del Grupo Parlamentario de MC

Dip. Jorge Arturo Argüelles Victorero
Coordinador del Grupo Parlamentario del PES

Dip. Arturo Escobar y Vega
Coordinador del Grupo Parlamentario del PVEM

Dip. Verónica Beatriz Juárez Piña
Coordinador del Grupo Parlamentario del PRD

H. CÁMARA DE DIPUTADOS LXIV LEGISLATURA

CONSEJO EDITORIAL

Grupo Parlamentario de MORENA
Dip. Hirepan Maya Martínez, Titular
Presidencia

Grupo Parlamentario del PES
Dip. Ricardo de la Peña Marshall, Titular
Coordinador del Órgano Técnico

Grupo Parlamentario del PAN
Dip. Annia Sarahí Gómez Cárdenas, Titular
Dip. Ma. Eugenia Leticia Espinosa Rivas, Sustituto

Grupo Parlamentario del PRI
Dip. Brasil Alberto Acosta Peña, Titular
Dip. Margarita Flores Sánchez, Sustituto

Grupo Parlamentario del PT
Dip. José Gerardo Rodolfo Fernández Noroña, Titular

Grupo Parlamentario de MC
Dip. Alan Jesús Falomir Sáenz, Titular

Grupo Parlamentario del PRD
Dip. Abril Alcalá Padilla, Titular
Dip. Frida Alejandra Esparza Márquez, Sustituto

Grupo Parlamentario del PVEM
Dip. Leticia Mariana Gómez Ordaz, Titular

Secretaría General
Mtra. Graciela Báez Ricárdez

Secretaría de Servicios Parlamentarios
Lic. Hugo Christian Rosas De León

Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis
Dr. Samuel Rico Medina

CENTRO DE ESTUDIOS DE LAS FINANZAS PÚBLICAS
CENTRO DE ESTUDIOS SOCIALES Y DE OPINIÓN PÚBLICA
CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL LOGRO DE LA IGUALDAD
DE GÉNERO
CENTRO DE ESTUDIOS DE DERECHO E INVESTIGACIONES
PARLAMENTARIAS
CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO RURAL
SUSTENTABLE Y LA SOBERANÍA ALIMENTARIA

Secretaría Técnica
Lic. Daniel Gerardo Paredes Camargo

Coordinación y Enlace Editorial
Mtro. Gustavo Edson Ogarrio Badillo

Asesoría y Asistencia Parlamentaria
C. Juan Gerardo Pimentel Mendoza

PRESENTACIÓN

La reforma constitucional en materia educativa de 2019 abrió las puertas para que en México se reconozca como derecho humano el que todas las personas puedan participar de los beneficios de la investigación científica y de la innovación tecnológica. Desde hace varias décadas, nuestro país ha suscrito diversos instrumentos internacionales con ese fin, sin embargo, este reconocimiento a nivel constitucional obliga hoy al Estado a apoyar de forma permanente y ser el principal promotor de esas actividades.

La reforma al artículo tercero también permitirá que nuestro país garantice el acceso libre y abierto a la información que se derive de la investigación y propiciará una nueva relación entre la federación, las entidades federativas y los municipios en materia de ciencia, tecnología e innovación, y establece las bases para el financiamiento público y el otorgamiento de estímulos suficientes.

Con lo anterior, se impulsa la reorientación de la política científica y se crea un nuevo marco para la consolidación del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación que se requiere para enfrentar los desafíos futuros.

Ciencia, tecnología e innovación: una visión desde el Poder Legislativo es una compilación de las aportaciones que realizaron legisladoras, legisladores y especialistas sobre temas que son cruciales para fomentar, fortalecer y apoyar las actividades de ciencia, tecnología e innovación en México.

Como obra colectiva plural y dinámica, muestra las coincidencias y las divergencias en torno al papel que debe desempeñar el Estado en la generación del conocimiento científico, se reflexiona sobre la

indispensable participación del sector privado para fomentar la innovación y la relevancia que tiene la asesoría científica para la toma de decisiones en el Parlamento.

Esta obra expone las principales preocupaciones que se dan en el ámbito legislativo acerca de la política científica: la orientación hacia las humanidades, el fortalecimiento del federalismo científico y tecnológico, la necesidad de impulsar una política destinada a fomentar la innovación, las incorporaciones de las nuevas tecnologías para las comunicaciones y sus implicaciones en la vida cotidiana, la protección de la propiedad industrial e intelectual, la inversión y el gasto nacional destinado a este sector, el papel de la ciencia en la solución de problemas ambientales y para el logro del Objetivo del Desarrollo Sostenible y la relación entre la ciencia y la educación.

Fortalecer las capacidades de ciencia, tecnología e innovación, representa un desafío que debemos enfrentar con urgencia. La pandemia por covid-19 nos recuerda que, sin investigación científica e innovación tecnológica, estamos destinados a seguir dependiendo en gran medida del conocimiento que se genera en otras naciones.

Reconozco la voluntad de todas las y los integrantes de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación para lograr la compilación de estos ensayos, así como por el trabajo realizado por la Coordinadora y los Coordinadores de los Grupos Parlamentarios para fortalecer a la ciencia, a la educación y a la cultura durante esta Legislatura.

Finalmente, agradezco a todos los miembros del Consejo Editorial por el apoyo brindado para la publicación de esta obra, en especial al Diputado Brasil Alberto Acosta Peña, coordinador de la obra y al Diputado Hirepan Maya Martínez, quien dignamente preside ese Consejo.

María Marivel Solís Barrera
Diputada federal
Presidenta de la Comisión de Ciencia,
Tecnología e Innovación
LXIV Legislatura

NOTA DEL COORDINADOR

Esta obra tiene el propósito de analizar el problema de la ciencia, tecnología e innovación, desde la óptica del Congreso de la Unión. Es por esta razón que nos dimos a la tarea de recopilar la opinión de diversos diputados y diputadas pertenecientes a la misma comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados y a otras comisiones; pero, también, de investigadores e investigadoras cuyas experiencias son de gran utilidad para la acción legislativa basada en la investigación científica.

El esfuerzo colectivo de esta obra debe ser reconocido por el lector. No se trata de una visión ecléctica de diversas corrientes dentro del Congreso; sino que, por el contrario, cuando se trata de ciencia, tecnología e innovación, en el análisis de los problemas, desaparece la contradicción del “vaso medio lleno o medio vacío”. Efectivamente, hay quienes consideran que, para analizar un fenómeno, en términos generales, la conclusión que se obtenga del análisis de éste depende “del cristal con que se mira”, es decir, que es cuestión de “enfoques”; sin embargo, este posicionamiento es falso, aunque aparenta ser cierto o engañosamente cierto. Veamos. Si vemos un vaso lleno a la mitad hay quienes sostienen que “es cuestión de enfoques”, es decir, que para unos el vaso está “medio lleno”, mientras que para otros el vaso está “medio vacío” y se pueden llevar a cabo muchas polémicas sin llegar a ningún arreglo, quedándose cada quién “con su verdad”. Pero es aquí donde entra el análisis científico basado en la historia del fenómeno de estudio: para resolver el problema, hay que irnos al origen del fenómeno, a estudiar su desarrollo histórico, su movimiento: si el vaso estaba vacío y fue llenado a la mitad, no hay duda, el vaso está

“medio lleno”; por otro lado, si el vaso estaba lleno y fue vaciado a la mitad, entonces, tampoco hay duda, el vaso está “medio vacío”. Como se ve, el análisis científico e histórico impiden la posibilidad de que el estudio del fenómeno dé lugar a “enfoques” o apreciaciones personales; por el contrario, brinda certeza, certidumbre, seguridad y, finalmente, claridad a la hora de analizar los fenómenos de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento.

En el presente trabajo, no hubo ninguna clase de censura o restricción a los articulistas de este libro en el entendido que la libertad es, como señalan algunos grandes filósofos de la humanidad, el conocimiento pleno de la necesidad y, por lo mismo, quiero aprovechar para insertar un breve análisis, a mi juicio muy valioso, de un gran pensador y filósofo mexicano sobre los conceptos de la libertad y la necesidad, así como su relación:

Según Hegel, “la verdadera categoría opuesta a la de libertad no es la de dictadura o tiranía sino la de necesidad”. Hegel no es el creador de este concepto; su historia se remonta a los filósofos presocráticos y fue Aristóteles el primero en dar una definición precisa del mismo. Abreviando un tanto, podemos entender por necesidad la existencia de cualquier objeto o fenómeno totalmente independiente de la voluntad del sujeto cognoscente (el ser humano) y que, además, se hace presente de modo inevitable siempre que se den las condiciones necesarias y siempre idéntico a sí mismo. Es decir, la necesidad no puede ser eliminada a voluntad ni puede ser modificada en su esencia y funcionamiento por esa misma vía. Existe como necesidad lógica, cuando es resultado de un encadenamiento de ideas, o como necesidad material, cuando nace de un encadenamiento de causas y efectos.

La lucha del hombre, desde que apareció sobre la tierra, ha sido la lucha por la ampliación de los límites de su libertad frente a la necesidad de los fenómenos naturales. Lo que llamamos progreso y civilización es, desde este punto de vista, fruto de la eterna lucha entre libertad y necesidad. Gracias a ella, el hombre ha logrado ensanchar su libertad a costa de la necesidad material; ha logrado domeñar esta

necesidad y ponerla al servicio de la conservación de su vida y de sus deseos de bienestar y progreso. Pero si la necesidad toma cuerpo precisamente en lo que no puede ser suprimido ni modificado a voluntad, ¿cómo es que se ha conseguido someterla a esa misma voluntad? Según el mismo Hegel, a través de su estudio profundo e integral, mediante el conocimiento científico de su estructura interna, de la interdependencia e interacción de sus partes constitutivas, de sus relaciones con los demás objetos y de la ley fundamental de su existencia y funcionamiento.

Un ejemplo trivial lo podemos encontrar en la gravedad. Con el conocimiento profundo de este fenómeno universal iniciado por Newton y continuado por otros físicos eminentes, hemos conseguido utilizarla en nuestro beneficio. Y esto de dos modos: *a)* empleándola como fuerza natural para mover mecanismos útiles, por ejemplo, los relojes de pesas y las turbinas movidas por agua para generar electricidad; *b)* aprendiendo a contrarrestar su efecto centrípeto empleando fuentes de energía distintas. Gracias a eso, hoy podemos volar en aviones más grandes y pesados que un edificio de varios pisos; podemos colocar satélites alrededor de nuestro planeta para llevar a cabo investigaciones imposibles en la superficie terrestre o traer desde la luna muestras de rocas para estudiarlas. Incluso armas capaces de atravesar los océanos para alcanzar blancos en otro continente. Y todo esto sin haber suprimido la gravedad ni modificado su forma originaria de obrar.

Con lo dicho, estamos en capacidad de entender la profunda racionalidad científica de la definición hegeliana de libertad: la libertad –dijo– es el conocimiento de la necesidad. Esto implica que los seres humanos solo somos realmente libres cuando obramos con conocimiento de causa, cuando estamos lo suficientemente bien informados sobre lo que nos proponemos hacer o sobre el objeto que pretendemos manipular. Cuando actuamos movidos solo por nuestra voluntad o por nuestro deseo, no estamos actuando como seres realmente libres sino como esclavos de nuestra ignorancia, como juguetes de

nuestra falta de conocimiento de la necesidad, aunque estemos convencidos de lo contrario”.¹

Este libro pretende, como queda claro, darle a la ciencia el lugar que en la sociedad le corresponde y, al mismo tiempo, aportar “un granito de arena” para divulgar en el pueblo de México la idea de que la ciencia debe estar al alcance de todos y servir de manto protector de todos en una sociedad en la cual, para nuestra desgracia, la ciencia está acaparada por el afán de lucro, o bien, sustraída o trivializada en los programas oficiales de las escuelas de nivel básico. Por ello, este libro tiene un hilo conductor único: la ciencia, que es el hilo que permite unificar lo diverso y provocar, en la polémica, la unidad de criterios. Es así, que se abre la puerta a la reflexión y a la visión de diferentes grupos parlamentarios, pero unificados por la ciencia para darle al lector una visión general de la ciencia desde el Congreso.

Brasil Alberto Acosta Peña
Diputado federal,

¹ Ing. Aquiles Córdova Morán, Revista Buzos de la Noticia, Año 20, No.955. 14/12/2020.

SELECCIÓN PARLAMENTARIA

EL DERECHO A GOZAR DE LOS BENEFICIOS DEL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

René Juárez Cisneros
Diputado federal

Dijera el científico francés Louis Pasteur que “la ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones y la fuente de vida de todo progreso”. Hoy, en un mundo globalizado e interconectado, y con una sociedad global donde el conocimiento es dinámico e incesante, esa máxima continúa más vigente que nunca, y los legisladores de la LXIV Legislatura enfrentamos la enorme oportunidad de hacerla realidad.

La ciencia, la tecnología y la innovación son elementos centrales para lograr el crecimiento sostenible, el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad. Su importancia creciente cobra relevancia si se considera que los países con mayor crecimiento y bienestar son precisamente aquellos que han colocado estos tres aspectos como prioridades en sus agendas nacionales. Es por ello que diversos organismos internacionales han insistido en la importancia de incorporar la ciencia y la tecnología como motores de cualquier estrategia en materia de crecimiento y desarrollo económicos. No obstante, además de ser generadores de crecimiento y prosperidad, constituyen un derecho humano convencionalmente reconocido que debe ser respetado, promovido, protegido y garantizado, de conformidad con

* Coordinador parlamentario del PRI en la Cámara de Diputados

los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

Específicamente, el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos reconoció, desde su aprobación en 1948, que toda “persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”. Además, tiene “derecho a la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora”.

Posteriormente, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y el “Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales” confirmaron, en 1966 y 1988, respectivamente, el derecho humano a “gozar de los beneficios del progreso científico y tecnológico”.

En ese sentido, el 15 de mayo de 2019, tras la decidida y enriquecedora participación de los legisladores del grupo parlamentario del PRI en la Cámara de Diputados, se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* una reforma al artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos para, entre otros beneficios, reconocer, por primera vez en la historia constitucional, el derecho de todas y todos los mexicanos a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica.

Tras escuchar y analizar valiosas propuestas de la comunidad científica, el Poder Revisor de la Constitución, conformado por senadores, diputados federales y legisladores locales, no solo reconocimos el derecho humano a la ciencia y a la tecnología, sino que elevamos a rango constitucional la obligación del Estado mexicano de apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, así como de garantizar el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes.

Asimismo, reformamos la fracción XXIX-F del artículo 73 constitucional. Con dicha reforma, se habilita al Congreso de la Unión para

crear un nuevo entramado jurídico en la materia, mismo que deberá delinear las bases generales de coordinación entre los tres ámbitos de gobierno, así como la participación de los sectores social y privado, con el objeto de consolidar un verdadero sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Además, mediante un artículo transitorio, nos obligamos a expedir dicha legislación en 2020.

Si bien la Ley de Ciencia y Tecnología vigente, publicada el 5 de junio de 2002, constituyó un significativo avance para el fortalecimiento científico y tecnológico de nuestro país, al ser de carácter federal, tiene un ámbito de aplicación limitado. En contraste, por disposición constitucional, la nueva legislación será de aplicación general, es decir, tanto para la Federación como para las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México.

Reconociendo la enorme importancia de la ciencia y la tecnología en el crecimiento y el desarrollo económicos, pero, sobre todo, con el propósito de llevar del papel a la práctica un derecho constitucional, nuestra agenda legislativa para el segundo periodo del segundo año legislativo considera una serie de propuestas en materia de ciencia, tecnología e innovación. Los diputados federales del PRI nos declaramos listos para analizar e impulsar una nueva legislación que, como mínimo, deberá:

- a) Consolidar e institucionalizar el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación; redefinir el papel del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como fortalecer los centros públicos de investigación.
- b) Establecer reglas claras y transparentes que permitan fiscalizar los apoyos que el Gobierno federal deberá otorgar. No deben existir espacios para la opacidad ni para la discrecionalidad.
- c) Fijar mecanismos eficaces de coordinación, mas no de subordinación, entre todos los ámbitos de gobierno e instituciones que intervienen en la definición de políticas públicas en la materia.

- d) Fortalecer los programas gubernamentales y perfeccionar los apoyos para la generación y registro de patentes.
- e) Impulsar centros de innovación, desarrollo y transferencia de tecnología que permitan vincular a estudiantes, investigadores y empresas.
- f) Determinar las bases de un programa de estímulos fiscales que promueva más inversión y genere una mayor sinergia con el sector privado.
- g) Fomentar la participación de las mujeres en el quehacer científico y tecnológico, incluyendo la perspectiva de género como un eje transversal.
- h) Generar políticas públicas diferenciadas que apoyen el progreso integral de las entidades federativas, con base en las vocaciones, liderazgos y capacidades locales específicas.
- i) Promover la formación y desarrollo de más y mejores investigadores, innovadores y divulgadores de la ciencia y la tecnología.
- j) Precisar derechos y obligaciones de los investigadores, principalmente los de libertad de cátedra, de investigación y de expresión.
- k) Desarrollar indicadores adecuados para medir el cumplimiento de las metas gubernamentales establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y otros mecanismos de planeación.

Además, en el grupo parlamentario del PRI, consideramos que una nueva ley debe responder a una visión dinámica de la investigación científica, la generación de conocimiento y la innovación. En consecuencia, para ser verdaderamente integral y socialmente útil, debe considerar tres elementos esenciales:

- a) Establecer mecanismos para garantizar un presupuesto público creciente y sostenido, sin posibilidad de reducción, hasta alcanzar en los próximos tres años 1% del producto interno bruto (PIB). En el mediano y largo plazos, se debe aumentar al

promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: 2.4% del PIB.

- b) Blindar la ciencia, la tecnología y la innovación de ideologías y vaivenes políticos de cada sexenio, asegurando que las mismas se conciban con una visión a largo plazo. Es indispensable construir una política pública de Estado de largo aliento que permita orientar y evaluar acciones a emprender en los próximos años.
- c) Dotar de mayores atribuciones al Foro Consultivo Científico y Tecnológico, transformándolo en una instancia consultiva permanente no solo del Poder Ejecutivo y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, sino de los poderes Legislativo y Judicial federales, de las entidades federativas, así como del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en su conjunto.

La nueva legislación trazará la política científica para los próximos 20 años y será determinante para las próximas generaciones de mexicanos. Por ello, no debe ser producto de una visión unilateral, sino de un diálogo plural e incluyente, con la participación de asociaciones y organizaciones vinculadas a la investigación, a la innovación y al desarrollo tecnológico; de instituciones de educación superior públicas y privadas, y, en general, de nuestra prestigiosa comunidad científica.

En ese contexto, la obra editorial coordinada por la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados no solo es oportuna y conveniente, sino que está llamada a convertirse en un referente obligado durante el proceso de elaboración de una nueva legislación general que, recogiendo las mejores prácticas internacionales, haga del progreso científico y tecnológico una palanca generadora de desarrollo económico y prosperidad social.

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: UNA VISIÓN FEDERALISTA

Juan Carlos Romero Hicks
Diputado federal

*La ciencia es el alma de la prosperidad
de las naciones y la fuente de todo progreso.*
Louis Pasteur

El mundo contemporáneo, inmerso en la globalización, tiene tres constantes: competencia, cambio e incertidumbre. Ante este escenario, la ciencia funge como el elemento catalizador de la duda que nos permite avanzar como civilización, en tanto que la tecnología y la innovación producen respuestas concretas para afrontar el cambio y dar certidumbre; es así como estos tres elementos se han convertido en herramientas fundamentales para impulsar el desarrollo y competir en el mercado mundial.

Es indudable la importancia de la interacción entre ciencia, tecnología, innovación, medio ambiente y desarrollo. Gracias a una combinación virtuosa de estos elementos, hemos logrado alargar la esperanza de vida; tener una vida más saludable; preservar los recursos ambientales y medioambientales; llevar agua a lugares remotos; tener más y mejores alimentos; acceder a nuevas fuentes de energía, y hasta diversificar nuestras formas de comunicación y ocio.

No obstante, al analizar el curso de las revoluciones industriales y el desarrollo científico y tecnológico, hay un problema estructural que es invisible a primera vista, pero que combinado con el ritmo de producción y consumo es innegable: una buena parte de las innovaciones científicas y tecnológicas se ha convertido en fuente de nuevos problemas, principalmente, de carácter ecológico. Tal como señalaba Beck en su obra *La sociedad del riesgo*, las acciones dañinas locales en su conjunto se vuelven problemas globales y, una vez que entran en esta categoría, no existen límites que los detengan. Ningún Estado, por más fuerza política y gubernamental que tenga, es capaz de minimizar por sí solo este daño generado; por esta razón, en los últimos veinte años se han impulsado acciones conjuntas entre países para hacer frente a ciertos problemas ecológicos, sociales y de salud de forma solidaria.

La paradoja que se nos presenta con el desarrollo científico y tecnológico no radica en su gestación. De hecho, sin los cuestionamientos y respuestas constantes de la ciencia no sería posible vivir en un mundo mejor cada día, sino que reside en la sociedad misma: en cómo cada persona concibe o es consciente del uso que le da a las innovaciones que utiliza; en cómo las naciones entienden, articulan y aprovechan los beneficios de la ciencia, la tecnología y la innovación. Todos somos responsables del cuidado del planeta y de nuestro entorno inmediato, debemos entender que cada acción realizada por una persona tiene un impacto más allá de ella.

En general, confundimos lo “grandote” con lo grandioso, creemos que la solución a los grandes problemas está en el planteamiento de soluciones macro; sin embargo, en muchas ocasiones –o quizá en todas–, las soluciones micro son las más efectivas, porque son visibles, porque no son ajenas al problema y porque le ponemos rostro a los agentes de cambio.

En términos institucionales, la conducción de un Estado implica el deseo de unidad nacional; sin embargo, este deseo no desaparece las diferencias en un mismo territorio, por tanto, la manera que han encontrado los países para superar las limitaciones impuestas por la

diversidad es el *federalismo*. Desde el punto de vista etimológico, la palabra *federalismo* se deriva del latín *foedūs, foedēris*, que significa alianza, contrato, tratado o pacto. En este pacto, se reconocen las diferencias entre los órdenes de gobierno, con la finalidad de distribuir atribuciones y responsabilidades públicas entre las autoridades, con pleno respeto a la soberanía de las entidades federativas, quienes, a cambio, se comprometen a respetar las directrices generales emitidas por el Gobierno federal. En este tenor, la esencia fundamental del federalismo es la naturaleza política de las relaciones entre cada una de las partes, caracterizadas por su independencia y no subordinación.

En México, durante décadas, pese al reconocimiento constitucional de este pacto federal, la práctica común fue gobernar con un enfoque centralista, lo que derivó en la invisibilización de necesidades locales, el desconocimiento de las realidades de cada entidad y el engrosamiento de la Administración pública federal. Los estados de la República se subordinaron al ejecutivo y sobrellevaron sus propias realidades con políticas públicas que no siempre eran pertinentes para sus contextos.

Ante este panorama, el Congreso de la Unión se erigió como el único medio posible para hacer válida la soberanía de las entidades federativas, mediante la expedición de leyes generales que establecieran la distribución de competencias y la concurrencia del Gobierno federal, de los gobiernos estatales y de los municipios en materia de coordinación fiscal, seguridad pública, protección al medio ambiente, salud, educación, entre otras. Por este motivo, el artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se volvió un punto clave para comenzar a cimentar las bases de un federalismo más allá del papel; se abrió la oportunidad de que las entidades federativas tomaran el control de sus marcos jurídicos y adecuaran sus políticas públicas según sus necesidades.

El tránsito a un federalismo pleno no ha sido fácil, se avanza un paso y se retroceden dos. El proceso de transformación ha tenido sus matices, y aunque las realidades de las entidades federativas piden a gritos un cambio, el espíritu y la tentación del pensamiento centra-

lista están siempre latentes; tras de él se esconden la negación y el intento de anulación de la diversidad, peor aún, es contagioso y por eso es tan peligroso.

Como ciudadanos del mundo, es deber de cada persona contribuir a un cambio, pero, como funcionarios públicos al servicio del Estado, debemos pensar más allá de la inmediatez, diseñar en conjunto propuestas que sean viables y sostenibles para beneficio de todos, reconociendo y fortaleciendo la soberanía de las entidades federativas, porque ahí, en lo local, es donde las personas tienen nombre, rostro, corazón, domicilio y apellido; es dónde hay que impulsar los cambios para que la suma de los esfuerzos individuales se traduzca en resultados globales.

En este sentido, en la tríada de ciencia, tecnología e innovación, es indispensable adoptar una visión federalista, porque, si bien en los últimos 50 años –donde el cambio tecnológico ha sido vertiginoso– se ha señalado su importancia para el crecimiento económico y el desarrollo social, lograr su vinculación y consolidación ha implicado un reto difícil de resolver; pese a los múltiples diagnósticos, las soluciones han sido escasas y de corto alcance.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) nació en 1970, bajo el gobierno del presidente Luis Echeverría, con la intención de promover el avance de la investigación científica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país, definitivamente fue un gran avance. Sin embargo, con el paso del tiempo, la capacidad de ese consejo fue rebasada, la población se duplicó, crecieron las instituciones dedicadas a la investigación y los cambios tecnológicos comenzaron a acelerarse.

Vivimos poco más de 30 años en la inercia, hasta que en el contexto internacional se planteó la Declaración del Milenio, y México adquirió los compromisos de cumplir con los ocho objetivos planteados que, sin duda, de forma transversal, tenían que ver con el desarrollo y con el goce de los beneficios de la ciencia, tecnología e innovación. Es así como en 2002 surge la Ley de Ciencia y Tecnología, con el objeto

de dar mayor impulso a la formación de recursos humanos, así como de vincular la educación, la ciencia y la tecnología.

En pleno inicio del siglo XXI, la expedición de esta nueva ley fue aplaudida por contener elementos novedosos de planeación, gobernanza y el manejo de recursos públicos por medio de fondos y fideicomisos; todo ello a fin de lograr continuidad en las investigaciones y apoyar la formación y especialización de las personas.

Se involucró a varias secretarías de Estado consideradas estratégicas para lograr la transversalidad de la ciencia, tecnología e innovación, y se celebró el nacimiento de una nueva era para la ciencia y la tecnología en México. En la elaboración de este nuevo marco jurídico, hubo un detalle al que casi nadie le dio importancia, pero que, finalmente, determinó el rumbo de la institución y el alcance de sus directrices: una predominante visión centralista.

Esta visión centralista impidió que se sentaran bases sólidas de coordinación y colaboración con las entidades federativas, pues equiparó las atribuciones del Estado con las del Gobierno federal. Por su parte, la comunidad académica del país y el sector productivo se sintieron incluidos de manera forzada en la ley, lo que se tradujo en una dispersión de esfuerzos al momento de la implementación de la norma. Aun así, es de reconocer que su expedición fue un paso importante en la consolidación de un sistema científico y tecnológico.

El diseño operante de la Ley de Ciencia y Tecnología ha tenido aciertos, no obstante, actualmente, cada una de las entidades federativas presenta distintos niveles de desarrollo en la materia, situación que ha dificultado la consolidación de un verdadero Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La movilidad de los científicos, investigadores y tecnólogos es mínima y el esquema de incentivos ha desembocado en una productividad artificial que poco beneficia al desarrollo social y al crecimiento económico.

Por lo anterior, el 13 de marzo de 2018, un grupo de más de 70 legisladores presentó en la Cámara de Senadores una iniciativa constitucional para reconocer el derecho humano a los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica en el artículo 3º y,

además, para que el Congreso de la Unión tuviera la facultad, mediante el artículo 73, de expedir una Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación. Dichas modificaciones se realizaron con la finalidad de corregir, de forma estructural, la omisión histórica de legislar bajo un enfoque federalista. Los tiempos legislativos no alcanzaron para procesar la iniciativa, pero sabíamos que habría una nueva oportunidad, así que consolidamos la propuesta en la reforma constitucional en materia educativa de 2019, por lo que, hasta ahora, estamos en vías de diseñar un nuevo marco jurídico que se adapte a las necesidades del país.

Hacer diagnósticos es uno de los primeros pasos para resolver los problemas sociales, no obstante, como servidores públicos, debemos entender que hay cuatro grandes segmentos que deben guardar armonía entre ellos para tener soluciones de largo alcance: rediseño institucional, legislación, financiamiento y política pública. El equilibrio entre estos elementos nos permite dar certeza a la ciudadanía, a los emprendedores y al sector gubernamental.

Una visión federalista admite la creación de líneas generales y el establecimiento de límites claros de actuación. Por esta razón, pese a la descentralización de las decisiones, el federalismo permite la unión política. Las leyes generales son un instrumento articulador de los órdenes de gobierno, en ellas se definen las competencias exclusivas de cada orden, pero también convergen las responsabilidades compartidas. Una ley general tiene jerarquía superior a las constituciones locales y a las leyes reglamentarias a nivel local.

Se debe subrayar que el federalismo no significa que el Gobierno federal asuma todas las tareas, ni que lo que no sabe hacer de forma diligente se lo pase a los estados y municipios para que, después, ante la incapacidad de los estados, lo vuelva a asumir la federación. El federalismo es que los órdenes de gobierno interactúen, se beneficien y se consoliden; implica entender que el municipio, las entidades federativas y la federación son una escalera jerárquica.

En materia de ciencia, tecnología e innovación, es importante señalar que los secretarios de ciencia de las entidades federativas u ho-

mólogos no son subordinados de la persona titular del Conacyt. Este consejo es la cabeza de sector y debe dictar las directrices, pero cada entidad tiene la facultad de hacer los ajustes que considere pertinentes para desarrollar sus propios sistemas locales de ciencia, tecnología e innovación.

Cuando se habla de ciencia, tecnología e innovación, el concepto de desarrollo regional cobra otra dimensión, porque se trata justamente de aprovechar las capacidades y recursos locales para impulsar el desarrollo social y el crecimiento económico. En un país como el nuestro, que tiene 2 mil 446 municipios (Fenam, 2020), debemos lograr que el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación pueda servir de la mejor manera posible para solucionar problemas locales, nacionales y globales.

Al momento de plantear el rediseño institucional y posteriormente la legislación en la materia se debe considerar:

La asignación de recursos presupuestarios suficientes y su progresividad.

La revisión de la Ley de Responsabilidades de los Servidores Públicos.

El ajuste a la Ley de Propiedad Industrial

El diseño de un sistema de estímulos fiscales directos e indirectos.

La creación de una Ley de Centros Públicos.

La armonización de otras leyes como salud, educación, competencia económica, coordinación fiscal, entre otras.

La responsabilidad de los legisladores y de los propios funcionarios en la materia es pensar más allá de lo existente. La posibilidad que nos da esta nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación es una oportunidad para innovar y lograr un cambio de paradigma que sea beneficioso para todos. El reto es romper la tradición de la homogeneidad normativa y la visión centralista. Si logramos tener una ley concreta y corta, podemos centrar nuestros esfuerzos en la política pública.

Aunque a lo largo de los años se ha escuchado el eco de algunas voces que piden la transformación del Conacyt en una secretaría de

Estado, desde mi experiencia frente a esta institución, puedo afirmar, sin temor a equivocarme, que esa no es la solución al problema real porque las secretarías en este país tienden a ser obesas y lentas, aunado a que el diseño actual, como organismo público descentralizado no sectorizado, tiene ventajas innegables: permite la concentración de especialistas en el tema, tiene órganos de gobierno y de consulta, y además tiene una burocracia más rápida y eficiente.

La dificultad estructural para la descentralización de las actividades en materia de ciencia, tecnología e innovación yace, como en muchas otras áreas, en la instauración de un pensamiento centralista y absolutista que, al momento de plantear el rediseño institucional y legal, distorsiona el paradigma del federalismo, desdibujando no solo a las entidades federativas y a los municipios, sino también a la ciudadanía y sus necesidades específicas.

Para superar las desigualdades y asimetrías entre las entidades federativas, el Poder Legislativo debe comprometerse, actuar con responsabilidad y enarbolar el espíritu federalista que le da vida.

Referencias

Federación Nacional de Municipios en México. (2020). Panorama de los municipios en México. Recuperado de http://www.fenammm.org.mx/site/index.php?option=com_content&view=article&id=2689:gpm-panorama-de-los-

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN MÉXICO

*Marivel Solís Barrera**
Diputada federal

Introducción

El nivel de prosperidad de los países se manifiesta en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, considerando las capacidades para generar soluciones a los problemas humanos, con el objetivo final de mejorar calidad vida y el bienestar de la ciudadanía. Los países destacan al posibilitar la formación y consolidación de una economía basada en conocimiento y su habilidad para generar nuevas materias primas sin crear escasez de las existentes.

No obstante, la transferencia de conocimiento en prosperidad no es inmediata. Los gobiernos y las sociedades deben llevar a cabo condiciones efectivas durante la cadena de valor del conocimiento, desde la generación de la idea hasta el impacto de la innovación. Esa cadena engloba cuatro puntos centrales: 1) los *inputs* o la generación del conocimiento, talento y capital; 2) los factores capacitadores entendidos como las infraestructuras y redes que faciliten la colaboración entre los diferentes agentes y grupos de trabajo; 3) los factores institucionales o la regulación, cultura, acceso a la financiación, evaluación del

* Presidenta de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación en la LXIV Legislatura del Congreso de la Unión

impacto y características del entorno de la innovación, y 4) la capacidad de absorción o, dicho de otro modo, la toma de los resultados de la investigación y la transferencia en forma de resultados tangibles que beneficien al conjunto del sistema.

Es necesario relacionar las condiciones presentadas de manera efectiva para un mayor impacto de la innovación en el bienestar de una sociedad. Las políticas públicas basadas en misiones orientan a la actividad científica en cada una de las condiciones con el objetivo de contribuir directa o indirectamente a resolver un problema. En otras palabras, los sistemas nacionales de innovación son elementos fundamentales de generación y transferencia de conocimiento, sus modelos deben ser eficientes en su forma de ejecutar la innovación.

Por lo tanto, las políticas de innovación transformadoras tienen por objeto facilitar que la ciencia, la tecnología y la innovación respalden un cambio sociotecnológico global con principios de inclusión, de sostenibilidad económica y medioambiental.

Antecedentes

En México, los niveles de inversión en I+D+i han crecido lentamente de 1996 a 2016, de 0.26% a 0.5% aproximadamente. Mientras tanto, el PIB ha crecido, en el mismo lapso, prácticamente tres veces: de 410.976 millones de dólares, en 1996, a 1.171 billones de dólares en 2015. Por ende, son contradictorios los niveles de inversión concedidos para I+D+i, respecto del crecimiento del PIB. Esos datos demuestran que los niveles de inversión en I+D+i no han sido necesarios para el crecimiento y, de algún modo, esa condición ha propiciado un limitado crecimiento en la competitividad y en el incremento marginal y escaso en los indicadores de desarrollo.

En la actualidad, la legislatura LXIV, liderada por el Grupo Parlamentario de Morena, que acompaña a la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador, ha instituido prioridades del sector público, enfocándose en el desarrollo social y en la generación

de oportunidades para quienes más lo necesitan, buscando que, en el mediano plazo, se logre un crecimiento económico sostenible, un sistema público honesto, eficiente, transparente y sin endeudamiento público.

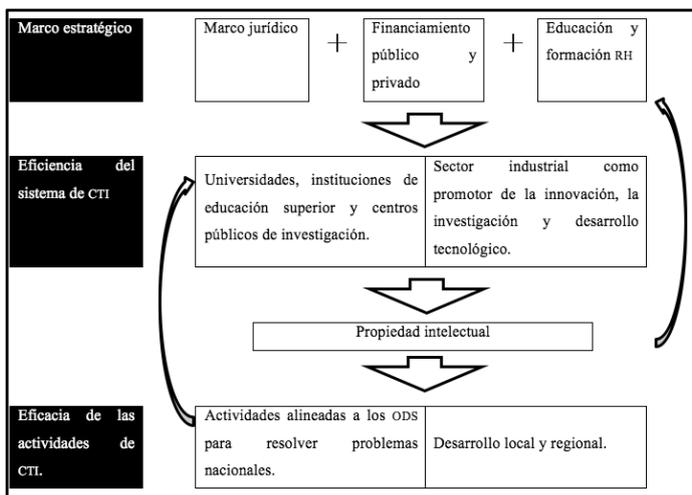
En este contexto, un factor fundamental para el desarrollo económico y social es la inversión en I+D+i. Por esta razón, es de vital importancia, para la actual legislatura, la revisión de la Ley de Ciencia y Tecnología vigente desde 2002, y el cabal cumplimiento del mandato constitucional para que el Congreso de la Unión expida, durante 2020, la nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este último proceso abre un espacio de oportunidad para que, mediante esa nueva ley, el Estado se comprometa, en mayor medida, a lograr un incremento real y sostenido de la inversión nacional en I+D+i hasta alcanzar las cotas necesarias y deseables de 1.0% de PIB.

Desde 2019, la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados se ha instaurado como un espacio de reflexión y diálogo permanente con los principales actores que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en México. Con ese propósito, ese órgano legislativo ha llevado a cabo diversos ejercicios de parlamento abierto a modo de conversatorios nacionales, en los que han participado universidades e instituciones de educación superior, centros públicos de investigación, investigadores, académicos, empresarios, funcionarios locales y federales involucrados en los temas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), cámaras y organismos empresariales, así como diversos representantes del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en México.

Los ejes de trabajo abordados en los diferentes espacios de diálogo han incluido temas como: marco jurídico y diseño institucional; el sector industrial como promotor del desarrollo basado en CTI; centros públicos de investigación; financiamiento público y privado para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación nacional; desarrollo local y regional basados en ciencia, tecnología e innovación; educación y recursos humanos para la ciencia y la tecnología; la importancia de la propiedad intelectual para el desarrollo CTI en

México; las actividades científicas, tecnológicas y de innovación para la solución de los problemas nacionales; y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) como eje transversal en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y el Peciti.

Cada uno de los ejes de trabajo se ha centrado en torno a las prioridades que deben recogerse en el proceso de construcción de la nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación. Dentro del desarrollo de los ejes de trabajo, se seleccionaron tres mecanismos: impulsores, de despliegue y de implementación. Los primeros impulsan la transformación evolutiva al marco jurídico e institucional y el recurso financiero como detonante del cambio y el desarrollo. Los segundos mecanismos se despliegan y buscan la eficiencia del sistema de ciencia, tecnología e innovación en los centros públicos de investigación y sector industrial promotor del desarrollo. Por último, el mecanismo de implementación es la eficacia de las actividades de ciencia y tecnología para las soluciones de los problemas nacionales, y el desarrollo local y regional basado en CTI. En la siguiente figura, se ejemplifica lo expuesto:



Fuente: elaboración propia.

Experiencias internacionales

Policies for Innovation and Technology (Point) es un grupo transversal perteneciente a Tecnalía, fundación creada en el 2010, que vincula los desafíos tecnológicos en el panorama de las políticas y estrategia empresarial en el contexto local, regional, europeo e internacional.

Point trabaja en el ámbito de las políticas y la estrategia para atender las necesidades de sus clientes, que son las administraciones públicas y empresas. Dentro de las administraciones públicas, el grupo transversal de Tecnalía traduce el conocimiento de las políticas sobre los retos tecnológicos, transforma los resultados de I+D en soluciones únicas y de vanguardia, y apoya el diseño, implementación y seguimiento de diferentes tipos de programas de apoyo a las pyme.

De igual forma, Point cuenta con las bases siguientes: conocimiento y experiencia; inteligencia en políticas de innovación; crecimiento impulsado por la tecnología, y, sobre todo, redes internacionales. Cada una de las bases está inspirada en la formulación de políticas estratégicas y apoya los tejidos productivos de las mismas.

Point ha aportado conocimiento e inteligencia para apoyar a diversas administraciones públicas en la estrategia y la formulación de políticas. Esa fundación tiene presencia y colabora con miembros de la Comisión Europea, administraciones públicas locales, regionales y nacionales, y agencias de financiamiento en varias partes del mundo.

La experiencia de Point sirve para enfocarse en áreas prioritarias como:

Focos temáticas

- Estrategias y políticas de tecnología e innovación.
- Estrategias tecnológicas e industriales específicas.
- Estrategias e iniciativas inteligentes para un crecimiento regional y urbano integral y sostenible impulsado por las tecnologías.

Competencias temáticas

- Diagnósticos que sienten las bases para una nueva estrategia y formulación de políticas.
- Apoyo en el diseño e implementación de políticas.
- Monitoreo y evaluación.
- Involucración de “*stakeholders*”.

Finalmente, Point acompaña a las organizaciones a lo largo de todo el proceso de gestión de la I+D+i , para que desarrollen y mantengan una actividad innovadora continua en el tiempo.

Políticas transformadoras para México 2019-2024

Existen varios factores que hacen de las políticas de innovación transformadoras el vehículo idóneo para pilotar la innovación en México:

Existencia de grandes retos sociales

Los ODS definidos por Naciones Unidas ofrecen una guía sobre los grandes retos a los que se enfrenta el mundo, muchos de ellos vitales e importantes también para México, tales como el fin de la pobreza, salud y bienestar universal, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento universal, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructuras, reducción de las desigualdades, comunidades y ciudades sostenibles, producción y consumo responsables, protección del clima, vida submarina y terrestre, paz, justicia e instituciones sólidas.

Orientar las políticas de innovación hacia el encuentro de soluciones que den respuesta a estos retos aporta a la política mexicana direccionalidad para la transformación. Esto implica elegir, priorizar y crear visiones compartidas entre todos los agentes del sistema sobre

el futuro del país, así como analizar las diferentes vías para lograr los objetivos, las relaciones entre ellas y las consecuencias económicas, sociales y medioambientales de las decisiones tomadas.

Apuestas basadas en la cultura del país y construidas sobre fortalezas locales

La transición de un sistema tradicional de ciencia, tecnología e innovación a un sistema transformador implica definir un nuevo modelo de desarrollo que necesariamente ha de estar basado en los valores y en las características intrínsecas de la cultura de México: su capital humano, creativo, productivo, social y ecológico. Además, las apuestas –las misiones, los proyectos, las soluciones– se construyen desde el ámbito local, aprovechando las fortalezas locales y regionales, y respetando las diferencias territoriales en un proceso que permita empoderar a los agentes de diferentes niveles territoriales y limar las desigualdades regionales en términos de bienestar social y de competitividad económica.

La participación se convierte, así, en uno de los principales pilares de la transformación, en un proceso estrechamente relacionado con la colaboración entre academia, gobierno, empresas y sociedad.

Hacia un sistema transformador de ciencia, tecnología e innovación

En este marco, el sistema nacional de innovación –incluyendo los subsistemas regionales y locales– asume la necesidad de transformarse para poder dar respuesta a los grandes retos de México. Para que los agentes locales puedan construir la política, es importante la existencia de espacios de experimentación donde las propuestas puedan probarse, debatirse y adaptarse a la realidad y a las necesidades de un entorno donde la incertidumbre está controlada y permite testear

nuevos conceptos antes de consolidarlos dentro del sistema. El aprendizaje y la experimentación se convierten, así, en dos potentes instrumentos de creación *bottom-up* que complementan la consolidación de un sistema transformador.

Una de las principales transformaciones que van implícitas en este modelo de creación de política es la transformación en los instrumentos de financiación, que han de adaptarse a los cambios sociotecnológicos del sistema: la globalización de la economía, la digitalización, la automatización, el desarrollo de familias de tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial, los nuevos modelos de negocio, la necesidad de especialización para competir también por fondos a nivel internacional, el compromiso del sector privado; estos son solo algunos de los factores que cambian radicalmente el escenario de financiación de la CTI y que demandan una reflexión en profundidad.

La última transformación, y quizá la más crítica desde el punto de vista de su impacto en el modelo de desarrollo, es la transformación de la gobernanza. Por un lado, es necesario definir un modelo de gobernanza multinivel –horizontal y vertical– que garantice que pueden tomarse decisiones complejas que impliquen a diferentes sectores, tecnologías y ámbitos de trabajo –empleo, políticas sociales, desarrollo productivo, educación–; por otro lado, es fundamental construir un modelo de cuádruple hélice donde esta gobernanza se integre con la academia, la sociedad y la empresa en un proceso integrador de toma de decisiones y de implantación.

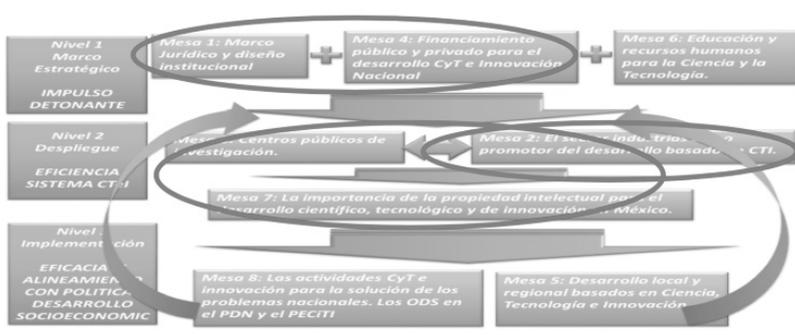
En este contexto, la evaluación de las políticas se convierte en un poderoso instrumento, no solo para conocer los resultados de la estrategia, sino, sobre todo, para aprender, rectificar y tomar decisiones en un proceso continuo que comienza antes, incluso, de que la transformación comience a andar.

La propuesta de colaboración se fundamenta sobre la base de un marco jurídico e institucional favorable en incrementar el gasto de I+D sobre el PIB de manera progresiva y continua, entre 0.7 y 1% para 2024, principalmente en el sector privado, activando la financiación privada con nuevos actores integrados en la cadena de valor. De

esta forma, se mejora, a su vez, la eficiencia del ecosistema de C+T e innovación y también la valorización de los activos tecnológicos generados en las actividades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación.

Con este motivo, se propuso trabajar, principalmente, en temáticas identificadas en la siguiente figura y priorizadas entre las ocho que componen las mesas de trabajo propuestas por la Cámara de Diputados y el Senado.

Figura 2. Temas de trabajo



En este sentido, el plan de trabajo, por orden de prioridad, consistió específicamente en:

1. Desarrollo de instrumentos programáticos de financiación de la R&D básica y precompetitiva, de colaboración entre agentes, de formación de talento, etc., activando la financiación privada mediante entidades financieras.
2. Incremento de la participación de empresas y liderazgo en la inversión en I+D+i, incrementando su peso relativo en el gasto en I+D+i.
3. Desarrollo de nodos de innovación en cada estado, próximos a los sectores económicos tractores en cada uno.
4. Incrementar la eficiencia de la red mexicana de ciencia, tecnología e innovación.

5. Optimización de los mecanismos y sistemas para la valorización del *know-how* y de los activos tecnológicos producto de las actividades de I+D.

Estos objetivos de trabajo han de reforzar y consolidar otras políticas paralelas relacionadas con, por ejemplo:

- Desarrollo de una política transformadora orientada a misiones que permitan aprovechar la masa crítica de conocimiento en diferentes campos, y guiarla hacia objetivos concretos: “Cero emisiones para 2050”, “Transporte urbano 100% eléctrico para 2030”, “Cura para la diabetes tipo I para 2030” et-
cétera.
- Desarrollo de una cultura innovadora para las pymes por medio de programas específicos.

Propuesta

Se presentará un diagrama de flujo y un diagrama de Gantt que indica los pasos a seguir en la implementación de la propuesta, cuyo objetivo es incrementar el gasto de I+D sobre el PIB de manera progresiva y continua hasta llegar a un porcentaje entre 0.7 y 1% para 2024, principalmente en el sector privado, activando la financiación privada con nuevos actores integrados en la cadena de valor. De esta manera, se mejora, a su vez, la eficiencia del ecosistema de C+T e innovación y también la valorización de los activos tecnológicos generados en las actividades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación.

1. Estimar de forma realista la progresión en inversión en I+D para 2024 y objetivo razonable. Además de ello, cuantificar también la inversión en innovación y de forma agregada I+D+i. Suponiendo que el gobierno invierta entre 5 y 10% anual a la I+D hasta 2024, para llegar al objetivo de 1%, habría que movilizar unos 490 mil millones

de pesos, y para alcanzar 0.70%, 334 mil millones de pesos –de acuerdo con los escenarios tendenciales estimados.

Tabla 1

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
% sobre PIB I+D	0,5	0,55	0,60	0,70	0,85	1,00
Presupuesto Total I+D (millones euro)	5.291,9	5.937,5	6.639,2	7.900,7	9.785,6	11.742,7
Presupuesto Total I+D (millones MXN) PUBLICO		92.000,0	96.600,0	101.430,0	111.573,0	122.730,0
Presupuesto Total I+D (millones MXN) PRIVADO		41.321,5	56.950,0	86.776,2	128.527,0	174.033,6
Presupuesto Total I+D (millones MXN) TOTAL	115.363,9	133.321,5	153.550,0	188.206,2	240.100,0	296.763,6
% sobre PIB I+D	0,5	0,55	0,60	0,65	0,67	0,70
Presupuesto Total I+D (millones euro)	5.291,9	5.937,5	6.639,2	7.336,4	7.713,3	8.219,9
Presupuesto Total I+D (millones MXN) PUBLICO		92.000,0	96.600,0	101.430,0	111.573,0	122.730,0
Presupuesto Total I+D (millones MXN) PRIVADO		41.321,5	56.950,0	73.332,9	77.682,3	85.004,6
Presupuesto Total I+D (millones MXN) TOTAL	115.363,9	133.321,5	153.550,0	174.762,9	189.255,3	207.734,6

Mesa 8: Las actividades CyT e innovación para la solución de

Mesa 5: Desarrollo local y regional basados en Ciencia, Tecnología e

2. Identificar las fuentes nacionales e internacionales bancarias para tal inversión y el establecimiento de garantías para negociar tipos de interés competitivos –banca tradicional, banca desarrollo nacional, banca de cooperación internacional sin incremento endeudamiento público, garantías Nafin, estado o federal, otros.

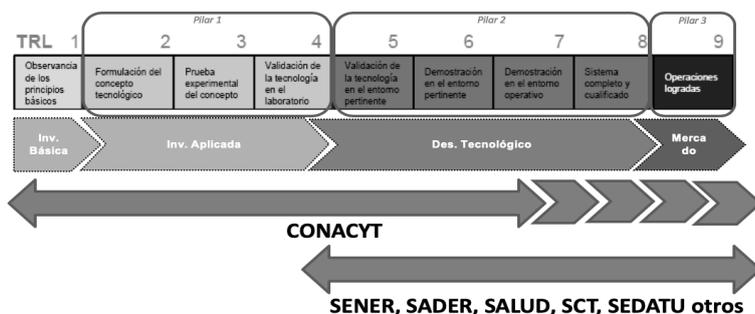
3. Negociar condiciones de crédito preferencial para I+D y para innovación. Un paquete de productos financieros en función del TRL.

4. Diseñar programas públicos y estrategia de incentivos fiscales para generar condiciones de atracción del capital disponible con un esquema básico sobre 100% del coste del proyecto:

$$\begin{array}{rcl}
 X \% \text{ Inversión fondo perdido/subvención} & + & \\
 Y \% \text{ Préstamo (5-10\% interés)} & + & \\
 Z \% \text{ Financiación propia} & + & \\
 & = & 100\% \text{ coste total} \\
 & & + \text{ incentivo fiscal}
 \end{array}$$

El interés de los productos financieros será variable en función del TRL, el riesgo del proyecto, por ejemplo –los % son aproximados, tendencias–:

Figura 3



Los agentes implicados en la dinamización de la estrategia suponen la coparticipación de los siguientes, entre otros:

...gestionando la estrategia en colaboración con agentes privados como CCE, Canacindra, Concamin, etc... bajo la tutela de la Oficina de Presidencia, e impactando tanto en el desarrollo regional y local como en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

- 5 Analizar el destino potencial de los programas diseñados por:
- * Dimensión de empresa, gran empresa, pyme, minipyme y micro.
 - * Sectores de actividad.
 - * Regiones.

6.- Difusión, comunicación y tracción de empresas. Aproximar oferta capital a potencial demanda empresas. Plan de implementación por estados.

7.- Diseñar e implementar la red de nodos de innovación para el impulso a esta estrategia y el fomento de la innovación en general –también otros programas–, aprovechando los recursos disponibles.

8.- Valorización de los activos. Eficiencia de las OTT.

9.- Eficiencia del sistema de ciencia tecnología e innovación.

Impactos esperados

En cuanto a las políticas transformadoras para México que se lleven a cabo con la propuesta expuesta, se esperan los siguientes impactos:

- Activación de la economía mediante la movilización de crédito bancario.
- Incremento de la inversión del sector privado en I+d+i en torno a 60% sobre el total.
- Creación de empleo local de calidad.
- Tributación para la hacienda nacional e ingresos adicionales para el Gobierno.
- Incorporación de tecnología innovadora que mejore la competitividad de las empresas.
- Internacionalización de las empresas mexicanas y apertura de nuevos mercados.
- Generación de empresas de base tecnológica nacional.
- Fomento de la innovación en los estados de menor renta per cápita y promoción de oportunidades a los estratos más desfavorecidos de la sociedad.
- Minimización de los costes de operación de parte del sistema de ciencia y tecnología.
- Minimización del riesgo de deslocalización de empresas internacionales.

Referencias

Fortalecimiento de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación

El fortalecimiento de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación se puede fundar a partir de la ordenación y conformación de un sistema; la planeación de un plan; la definición de instrumentos que garanticen la eficiencia en el uso de los recursos de la I+D+i; la creación de infraestructura tecnológica en conjunción con universidades e industrias; el fortalecimiento de capacidades para impulsar la innovación, conociendo fórmulas de financiación público-privadas. Los siguientes párrafos explican más a detalle las propuestas mencionadas, ejemplificando con proyectos que fortalecieron sus sistemas de ciencia, tecnología e innovación desde diferentes perspectivas.

Desde la ordenación y conformación del sistema. Diseño del Sistema Nacional de Innovación en Egipto. Según el trabajo realizado por el Ministerio de Tecnología e Innovación del Gobierno de Egipto, en el marco del programa “Support to the Egyptian Technology Transfer and Innovation Centers (TIC) and the Technological Development Sector (TDS)”, el objetivo ha sido incrementar la capacidad innovadora de la industria egipcia, con especial énfasis en tres sectores identificados por parte del MIFT como los más prometedores en términos de capacidad de crecimiento y generación de riqueza y empleo: alimentación, productos químicos e industrias de ingeniería.

Para ello, se ha propuesto fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, mediante la realización de recogida de información y análisis cualitativo y cuantitativo, identificación de *stakeholders*, definición de un proceso participativo, estudio de *benchmarking* sobre la situación actual y las necesidades de la industria egipcia en el campo de la tecnología. De igual forma, se propone la innovación, la gestión y análisis de la información junto con recomendaciones políticas de acción al Gobierno de Egipto para la conformación del Sistema Nacional de Innovación.

Desde la planeación. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de los Sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Colombia). La planeación del trabajo realizado para Colciencias se identificó con las líneas de acción prioritarias para el desarrollo de los sectores de la electrónica y las TIC. El proyecto incluye el desarrollo del plan de mercado y ventas de *software* y servicios, además de actividades para identificar brechas y oportunidades tecnológicas, priorizar áreas y subsectores, determinar las necesidades de construcción de capacidades, proporcionar una propuesta a largo plazo, proponer instrumentos.

Desde la definición de instrumentos que garanticen la eficiencia en el uso de los recursos de la I+D+i. Estudio para el reconocimiento de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Por su parte, se plantea el análisis e identificación de necesidades para el diseño y definición de estrategias de fortalecimiento de actores del Snctei colombiano. Se han detectado las capacidades por parte de los actores centrales del estudio –centros e institutos de investigación, los centros de desarrollo tecnológico, los centros de innovación y las unidades de I+D+i empresariales– e identificado las prioridades estratégicas del país en materia de CTI para el próximo periodo.

Sobre esta base, Tecnalía ha diseñado un modelo de evaluación de desempeño con resultados e impacto que garanticen que la actividad y los resultados de I+D+i generados por los agentes que conforman el sistema afecten en la consecución de los objetivos estratégicos definidos en la política nacional de CTI.

Igualmente se han identificado las necesidades de apoyo que presentan los diferentes agentes del Sistema Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación para contribuir de forma óptima a estos objetivos en el corto y medio plazo. En consecuencia, se han diseñado instrumentos de política pública para el fortalecimiento de estos agentes.

En este caso Tecnalía, ha seguido un proceso de trabajo que consiste en caracterización del Snctei, identificación y caracterización de

actores clave del sistema y del proyecto, definición del modelo de conocimiento y fortalecimiento, y, al final, el piloto.

Desde la creación de infraestructura tecnológica en conjunción con universidad e industria. Modelo de negocio del Centro Nacional de Nanotecnología de Colombia (CN2). En relación con la creación de infraestructura tecnológica, el diseño de la propuesta de valor y definición de actividades del CN2 para lograr convertir la nanotecnología en un factor de competitividad nacional mediante el trabajo articulado con diferentes actores. El CN2 es un centro que responde a la necesidad de generar soluciones en el campo de la nanotecnología y la nanociencia, actuando de nodo vertebrador del ecosistema de agentes públicos y privados en Colombia, entre los que se encontraba la academia y el sector industrial.

Utilizando la metodología de trabajo de Tecnalía, se ha compuesto en cuatro fases: mapa de capacidades y potencialidades del entorno, cálculo de escenarios económicos y selección del escenario base, modelo de negocio y contraste. Cabe resaltar que el modelo de negocio debe tener actividades clave, recursos clave, estrategia y modelo de centro, gobernanza y estructura organizativa, red de colaboradores y modelo de financiación sostenible.

Desde el fortalecimiento de capacidades para impulsar la innovación. Diseño, conceptualización y puesta en marcha del Centro de Innovación Socioeconómica y Tecnológica en Nuevo Laredo Tamaulipas. Para la innovación, el Centro de Innovación Tecnológica de Nuevo Laredo utiliza el acompañamiento en el diseño, conceptualización y puesta en marcha destinados a promover la I+D+i en las empresas de la región. El objeto del proyecto es generar una estructura permanente y económicamente autónoma para la dinamización de la innovación en la región. Esto supone la creación de una oficina de innovación tecnológica, cuya función es promover la I+D+i en las empresas de Nuevo Laredo.

Las actividades del proyecto residen en conceptualización y definición del modelo de negocio de una oficina de innovación tecnológica, definiendo el modelo de negocio y la hoja de ruta para la im-

plementación del modelo de negocio, posteriormente, el desarrollo de capacidades e implementación de pilotos en empresa. Finalmente, se pone en marcha el modelo de negocio del centro y la socialización de la iniciativa.

Conociendo fórmulas de financiación público-privadas: EU Great!

La guía y recomendaciones de política pública para la financiación público-privada de grandes iniciativas de CTI para la Unión Europea tienen como objetivo general del proyecto identificar los aspectos clave para combinar diferentes mecanismos de financiamiento a la hora de apoyar el escalado de los resultados de la investigación, hasta la fase de fabricación comercial en los grandes proyectos de I+D de la Unión Europea. Junto a este objetivo general, el impacto del proyecto es impulsar el desarrollo de estas iniciativas de RDI, utilizando una combinación de diferentes mecanismos de financiamiento; el resultado del mismo es emitir recomendaciones para los responsables de la formulación de políticas y los inversionistas privados para mejorar la combinación de financiamiento, así como manuales para que las organizaciones establezcan planes de inversión para estas iniciativas de RDI, utilizando una combinación de mecanismos de financiamiento.

Con lo anterior, con base en la metodología de trabajo de Tecnalía que ha estado compuesta por las siguientes fases: identificación de los barreras clave que dificultan la configuración de planes de inversión para iniciativas de RDI a gran escala; creación de una visión general de las fuentes de inversión públicas y privadas; evaluación de la falta de coincidencia entre la demanda y la oferta de fondos; análisis práctico y elaboración de planes concretos de inversión, incluyendo casos típicos; manuales para organizaciones sobre cómo crear esquemas de financiación público-privados para grandes proyectos de I+D+i centrados en la producción de pilotos; recomendaciones de políticas sobre cómo crear y alinear esquemas de financiación combinados;

crear conciencia y conocimiento entre los actores industriales, los responsables políticos y otros actores involucrados en iniciativas de RDI a gran escala sobre los problemas y soluciones para combinar fondos de diferentes fuentes públicas y privadas.

Desarrollo industrial mediante el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación

El desarrollo industrial mediante el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación puede referenciar desde distintos puntos de partida en la formulación de estrategias de industrialización, cadenas de valor, la creación de infraestructuras de apoyo a la industria, la transferencia de conocimiento de CTI para la industria, el diseño de instrumentos eficaces de apoyo a la industria o desde la incorporación de tecnologías facilitadoras en las empresas.

Desde la formulación de estrategias de industrialización. Futuring European Industry tiene como objetivo definir la estrategia para la reindustrialización de Europa con una visión centrada en áreas donde la economía circular puede proporcionar un caso de negocios.

Cabe recalcar que Tecnalía ha asesorado a la CE en el análisis del potencial de la reindustrialización en Europa, en áreas donde la economía circular puede proporcionar un caso de negocios, así como en la exploración de los escenarios futuros a 2030, relacionados con la industria de la Unión Europea, mediante el uso de la previsión y otras herramientas de inteligencia política, para identificar los factores críticos sobre los cuales se deben tomar medidas para superar las barreras, fomentando las oportunidades para el proceso de reindustrialización de la Unión Europea y la emisión de recomendaciones en materia de futuras actividades de investigación e innovación a impulsar para mejorar el ecosistema en torno a tecnologías de producción avanzadas, así como para identificar políticas y acciones públicas adecuadas para fomentar la inversión privada en la industria y la manufactura.

Desde el análisis de las cadenas de valor. Evaluación del sector de energía fotovoltaica: análisis de cadenas de valor, que señala como objetivo evaluar la situación actual del sector fotovoltaico en Europa y en todo el mundo. Esto incluye un análisis exhaustivo del declive industrial en la fabricación fotovoltaica en Europa. También se han identificado opciones y estrategias de diversificación de la cadena de valor para reconstruir la industria de fabricación fotovoltaica en Europa, aprovechando las fortalezas y oportunidades y/o mitigando las debilidades y los riesgos, por lo que cabe destacar que permitirá a Europa reforzar o reconstruir su ventaja competitiva en los campos más prometedores de la cadena de valor fotovoltaica.

Desde la creación infraestructuras de apoyo a la industria. Next Generation European Digital Innovation Hubs (DIH) Network. Es importante mencionar que los centros de innovación digital se han convertido en un instrumento clave a nivel nacional y europeo para acelerar la digitalización en pymes/midcaps y garantizar el futuro liderazgo industrial de la Unión Europea. La mayoría de los DIH de los Estados miembros de la Unión Europea ha establecido, en un número creciente de regiones y sectores, y la CE está desplegando una gran cantidad de iniciativas para apoyar las actividades de DIH.

Tecnalia ha asesorado a la Comisión Europea en la estrategia de despliegue y consolidación de los DIH, mediante las siguientes acciones:

- Elaboración de un catálogo de los DIH presentes en Europa, con el objetivo de crear una estrategia para reforzar la especialización de estos servicios para pymes y midcaps.
- Crear una visión y una estrategia sobre un modelo de negocio autosostenido para esta red de DIH, y para hacer que esto sea operativo.
- Construcción de una red paneuropea que garantice la colaboración y la calidad de los servicios prestados por los DIH. Esta red contribuirá a los siguientes objetivos:
- Mejorar la colaboración entre los DIH para apoyar mejor a las pymes/midcaps con su digitalización, mediante la sensibiliza-

ción, la comprensión y la activación del ecosistema sobre los desafíos y las posibles soluciones de los DIH.

- Ofrecer a los DIH una gama de servicios, información y herramientas que les ayudará a comunicarse, alinearse, colaborar y sincronizar actividades.
- *Desde la transferencia de conocimiento de CTI para la industria.* Transferencia de conocimiento al Centro de Innovación Socioeconómica y Tecnológica de Nuevo Laredo en materias relevantes para su tejido industrial. Cabe destacar que el objetivo del proyecto es apoyar al Centro de Innovación Socioeconómica y Tecnológica de Nuevo Laredo mediante formación y capacitación en dos áreas claves para el desarrollo de industria y la consolidación de su ecosistema de innovación.

Teniendo presente los llamados *focos del acompañamiento*, estos ayudarán a transferir conocimientos en los siguientes ámbitos de interés para la industria presente en el ecosistema de innovación de Nuevo Laredo:

- Industria 4.0.
- Captura de la realidad y digitalización 3D.
- Capacidades avanzadas en gestión de la innovación.

Asimismo, teniendo en cuenta diseño, implementación e impartición de un diplomado técnico de 150 horas en Industria 4.0, como herramienta estratégica para ayudar a que las empresas de Nuevo Laredo adopten esta revolución, palien la falta de mano de obra y ganen en competitividad. Abasteciendo a los servicios de captura de la realidad y digitalización 3D para la industria de Nuevo Laredo, afianzando el conocimiento sobre la implementación de la metodología de agendas de innovación por parte del equipo de personas del Centro de Innovación Socioeconómica y Tecnológica y dotando al Centro IST de medios técnicos para capacitación, prácticas, desarrollo y servicio a empresas

Desde el diseño de instrumentos eficaces de apoyo a la industria. Efficient support services portfolios for SME evidentemente aborda la cuestión del insuficiente impacto y eficiencia de las políticas destinadas a mejorar la competitividad de las pyme, especialmente en relación con su crecimiento en los mercados nacionales e internacionales, así como su participación en los procesos de innovación, tomando en cuenta que trabaja en la identificación de mejoras específicas de los instrumentos de política de pyme en ocho territorios diferentes a nivel nacional, regional, subregional y local, con el propósito a largo plazo para contribuir a la creación de carteras de servicios eficaces y eficientes, que puedan afectar a las economías regionales. Este objetivo se logrará por medio del proceso de aprendizaje interregional, involucrando a los socios y las partes interesadas de los territorios de la asociación.

Desde la incorporación de tecnologías facilitadoras en las empresas. Proyecto Multi-KETS Pilot Lines. De acuerdo con la promoción de innovar constantemente en el sector manufacturero de la Unión Europea y permitir la integración estratégica de las tecnologías facilitadoras esenciales –KETS-Key Enabling Technologies– e identificar modelos de negocio/estrategias apropiadas para estimular el sector, el proyecto comprende un estudio exhaustivo de las KET en Europa, principalmente en aquellos sectores industriales pertinentes. El objetivo final es formular directrices y recomendaciones intersectoriales estratégicas efectivas de integración de estas tecnologías en Europa.

CIENCIA PARA EL BIEN DE TODOS

Limbert Iván de Jesús Interián Gallegos

Diputado federal

Si pudiéramos mirar atrás, hacia la historia de la península de Yucatán, centrándonos en el momento en el que se realizaban las primeras exploraciones por los conquistadores, a principios de 1500, podríamos darnos cuenta de que para los que llegaron no fue tarea fácil adueñarse del territorio, ya que aun después de instalarse, y teniendo el control de la región, varias comunidades mayas se resistieron a ser sometidas durante casi dos siglos, hasta que los españoles tuvieron el control de Petén Itzá cerca de 1700.

Posteriormente, podemos constatar que, entre 1821 y 1825, Yucatán se declaró como zona independiente del territorio mexicano, por no aceptar la autoridad del Gobierno federal, y más adelante, en 1841, se realizó otra declaración para proclamarse como un estado independiente. Después, seis años más tarde, se llevó a cabo una rebelión indígena conocida como la Guerra de Castas. Se puede observar un número considerable de enfrentamientos con Campeche, los cuales llegaron hasta la separación de ambas regiones, misma que ratificó el entonces presidente de México Benito Juárez García.

Este aislamiento, según un estudio de la Comisión Nacional para Prevenir y erradicar la Violencia contra las Mujeres (2009), favoreció la relación con ciudades extranjeras, y también podría ser el resultado de que actualmente sea considerada una de las regiones con menos violencia del país. Si esto es así, podríamos pensar que haber sido “re-

belde” –por decirlo de algún modo– tuvo un impacto positivo, pero lamentablemente solo –como es normal– para unos cuantos, y, en realidad, no sabemos si fueron aquellos que lucharon. Cualquiera que sea la razón, yo le atribuyo al carácter de mi gente la rebeldía que nos ha enseñado a pelear por nuestros derechos.

Actualmente, en mi estado, se pueden ver problemas importantes como el derecho al agua. En Yucatán, las características del suelo nos han dotado de ríos subterráneos que son la única fuente de agua para consumo humano; por ello, también se formaron los cenotes, importantes para la economía, la ecología y la historia del estado, pero que lamentablemente “El 70% de cenotes está contaminado” (*Diario Yucatán*, 2018), es decir, el agua que bebemos –los afortunados que tenemos– seguramente está contaminada. La tesis de maestría de Violeta Amapola Galindo, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida, menciona que la calidad del agua ya es un problema, y que “diferentes estudios han detectado la presencia de contaminantes a concentraciones por encima de los niveles permisibles que aparecen en las normas nacionales para la calidad del agua. Entre los contaminantes encontrados, destacan coliformes fecales (principalmente por deficiencias en el alcantarillado y la insuficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales), nitratos, plaguicidas, fármacos y estupefacientes”¹

Como mencioné antes, hay quienes no tienen agua; se trata de una población considerable la que carece de agua potable, y también un gran número de colonias no cuentan con drenaje, dejando en claro que el beneficio de todos es siempre la meta.

Otro de los problemas que considero muy importante es la forma en la que se ha distribuido la mancha urbana, dejando claro que la desigualdad económica es un factor clave que determina tu ubicación en el plano geográfico. ¿Esta segmentación o expansión de asentamientos humanos conlleva a un mejor desarrollo de sus habitantes o todo lo contrario? Esta pregunta podría contestarse de una forma bastante polar, digamos, todo depende de quién pregunte o quién responda.

¹ Disponible en file:///C:/Users/panda/Downloads/13TesisNavaV15.pdf

En cuanto a lo que yo he visto en mi andar, la clase mejor acomodada ha estado en la zona central, mientras que alrededor se han instalado los más pobres. Por ejemplo, la zona sur de la ciudad de Mérida es unas de las partes más pobladas, más olvidadas y donde se han presentado más homicidios y robos, según datos recabados por el periódico *El Financiero*: “Hasta septiembre del 2018, la capital yucateca registró una tasa de 1.90 homicidios dolosos por cada 100 mil habitantes, mientras que Kanasín sumó una tasa de 4.15; en comparación, el municipio de Umán tenía 3.61 homicidios dolosos por cada 100 mil habitantes, conforme con los datos del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP)” (Tzec, 2018).

Sumado a que los problemas son reales y al crecimiento acelerado de la mancha urbana², podemos suponer que, de no atenderse la planeación territorial, la pobreza, la educación y la delincuencia, así como el futuro para la gran mayoría, serán inciertos, preocupantes y, sobre todo, nada alentadores. Por ejemplo, hay paracaidistas queriéndose adueñar de terrenos de la costera, solo por mencionar una de las consecuencias que estamos viviendo a raíz de diversos problemas como el crecimiento acelerado de la población o la pobreza que, según datos del Coneval, donde se midió la pobreza de Yucatán en 2018, solo 20.4% de la población se encuentra en una situación “no pobre y no vulnerable”, en contraste con 40.8% que viven en “situación de pobreza”, del cual 6.7% viven en pobreza extrema; 33.3% se considera una “población vulnerable por carencias sociales” y 5.5% “vulnerable por ingresos”, es decir, alrededor de 80% de la población se encuentra en alguna condición desfavorable.

Otros de los problemas que se pueden observar en la gráfica del Coneval, como “indicadores de carencia social”, son el rezago educativo con 19.7%; acceso a los servicios de salud 14.1%, que lamentablemente es muy bajo; acceso a la seguridad social 55.3%; acceso a la alimentación 19.4%; calidad y espacios de la vivienda 13.6%, y acceso

² De acuerdo con los datos de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (Seduma) de Yucatán, el crecimiento metropolitano de la ciudad de Mérida entre 1978 y 2010 fue de 19 714 habitantes (Seduma, 2018).

a los servicios básicos de vivienda 38.4%. Estos datos nos muestran por dónde se podría empezar.

Pero no es como si tuviéramos una barita mágica y –aún con el derecho que tiene el Poder Legislativo– pudiéramos decir: a partir de hoy se prohíbe la violencia, y que con ello esta desapareciera de toda persona con ganas de violentar su motivo por transgredir. Es decir, se entiende que, por una parte, los problemas sociales, aunque distintos y de todo tipo, no son problemas aislados, van unidos uno a otro, y su solución, por ende, no es nada sencilla, ya que requiere de diversos conocimientos, diferentes actores, herramientas, entre otras cosas; además, se debe considerar el factor tiempo que, al parecer, en la mayoría de los casos o en los casos más urgentes, será a largo plazo. Sin embargo, podemos empezar sumando desde donde estamos, por ejemplo, podemos empezar a dar nuestro conocimiento, ese que se adquiere del lugar donde uno vive: únicamente nosotros y nuestros vecinos conocemos nuestras carencias o virtudes; solo nosotros conocemos esa calle escondida donde vive el señor que hace el más rico pan, o conocemos esa plantita que nos daba mamá en té, para el dolor de estómago, pero es claro que no es todo lo que se necesita para resolver algún problema. De inicio, no se podría dar un tipo de receta porque cada situación, aunque pueda parecerse a otra, siempre es diferente, es decir, se necesita trabajar en conjunto con los diferentes actores de cada situación y sumar.

No obstante, ¿qué significa saber que los sucesos de la historia de Yucatán, o de cualquier otro lugar, por la forma en como pasaron, finalizaron en cómo se situaron las familias en el mapa?, ¿cómo nos enteramos de que el agua que bebemos está contaminada?, ¿para qué sirve saber que el crecimiento urbano puede llevar a problemas o comodidades?, ¿qué se hace con las estadísticas sobre lo que está ocurriendo? En fin, se podrían seguir enumerando preguntas que nos pueden ayudar a saber qué hay detrás de todo lo que es cuestionado. Este conjunto de saberes y prácticas, el desarrollo de teorías, la luz en nuestras casas, el agua potable, la “comprensión” de nuestro entorno, la alimentación, cómo se planea una ciudad sustentable, de qué ma-

nera no contaminamos el agua y el medio ambiente, y muchas otras cosas de suma importancia para nuestra vida son lo que llamamos ciencia. Es decir, la ciencia es indispensable para el ser humano –lo veamos por donde lo veamos– y sorprende que haya sido un ámbito muy olvidado a pesar de que hechos como la bomba atómica nos hayan mostrado su capacidad para afectar el futuro.

¿Por qué, incluso después de reconocido “el derecho de toda persona a gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones”,³ se ha visto rezagado este rubro? Considero que reconocer que “la ciencia es un derecho humano” no ha quedado del todo claro para la sociedad en general o, tal vez, no existan los medios que se necesitan, o quizá sea una mezcla de ambas cosas y posiblemente de alguna más.

Audrey Chapman explica en un artículo de la revista *Science*; “(...) Sin embargo, hay poca conciencia de este derecho, en parte, debido a la falta de entendimiento en cuanto a qué tipo de obligaciones legales impone a los Estados y qué tipos de derechos debe proporcionar” (citada por Salas, 2013). Tal vez sea aquí donde debemos detenernos para analizar lo que se necesita hacer; pienso que, para fortalecer los mecanismos que permitan reducir la desigualdad social, el cambio climático y el desarrollo económico, hay un camino largo por recorrer, pero ya se ha empezado a andar por él.

Como muestra, el Poder Legislativo, por medio del trabajo realizado por las Comisiones de Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado de la República y de la Cámara de Diputados, de la actual LXIV Legislatura, ha permitido avanzar, en este camino con la aprobación del decreto con el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 3º, 31 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia educativa; en su artículo 3º, fracción V, dice:

³ Así lo reconoce desde 1966 la Carta Internacional de los Derechos Humanos, en el artículo 15 del llamado Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.

Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia; además alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.⁴

Por su parte, el artículo 73, fracción XXIX-F, apunta a esclarecer las facultades del Congreso en materia legislativa referente a la ciencia, tecnología e innovación, para expedir en este año una Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación. De esta forma, se busca establecer bases de coordinación de las entidades federativas, municipios y del sector social y privado. Por lo anterior, considero que sumar esfuerzos y sentar las bases para mejorar el futuro de nuestra sociedad es la tarea que tenemos que hacer.

La ciencia debe mirarse con perspectiva humanista, es decir, enfocada al mejoramiento humano; sobre todo, se tiene que garantizar el acceso a la ciencia a toda la población sin discriminación. Sé que no es sencillo y que requiere se pulan diversas aristas, pero es necesario.

La emergencia sanitaria por la que pasamos en estos momentos ha dejado ver muchos de los puntos débiles de la sociedad, en los cuales hace falta la intromisión de los trabajos que puedan ayudar a resolver desde el problema de pequeñas y pequeños que no tienen acceso a Internet o una computadora para las clases virtuales hasta la falta de equipo médico para una contingencia como la que se vive. Pero el paso está dado y con el tiempo vamos adquiriendo experiencia sobre lo que pasa y lo que pueda suceder. Por su parte, la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados ha impulsado foros regionales, los cuales han sido de mucho provecho.

⁴Esta reforma fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 15 de mayo de 2019.

Como integrante de dicha comisión, tuve el honor de organizar junto con mi equipo de trabajo, el “Foro Regional Sureste 2019 Hacia una Nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación”, que tuvo una gran respuesta y una excelente participación de la comunidad científica del sur del país, la cual nos dejó aportaciones muy valiosas.

El foro estuvo conformado por seis mesas de trabajo, en las cuales participaron diferentes actores de la comunidad científica e integrantes del Poder Legislativo, en particular de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de ambas Cámaras, con el fin de escuchar las voces de los actores del sector científico para lograr una nueva Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Del evento, puedo destacar varios puntos que considero medulares, por ejemplo, lo que comentó el Mtro. Bernardo Cisneros Buenfil respecto a la importancia de la ciencia en nuestro país y cómo debe plantearse: “La ciencia debería de ser una prioridad en México (...) La actividad de generación de conocimiento, de innovación o desarrollo tecnológico son elementos esenciales para entender a la ciencia como un elemento para llegar al bienestar.” Apunta a que los resultados de la ciencia deben estar al alcance de los habitantes y que los resultados deben ser en beneficio de la población, los cuales deben cumplir “con una visión ética y sustentable”; además, propuso “alcanzar la meta de 1% del PIB para ciencia y tecnología”.

Por otro lado, la Dra. María del Carmen Pozo de la Tijera, quien también mencionó la importancia de alcanzar 1% del PIB para ciencia, dijo que es “necesario escuchar las demandas de la sociedad”.

Más adelante, se mencionó por segunda vez el Siidetey, que podría funcionar como un posible ejemplo de “política de Estado”, y la Dra. Martha Gabriela Gaxiola Cortés apuntó la importancia de crear redes de colaboración para poder consensuar las necesidades y/o puntos de vista. Además, formuló varias preguntas; de las cuales, rescato la que trata sobre la forma en que va a tener algún beneficio la comunidad maya. Respecto a esto dijo que se debe hacer un documento integral, entendible y accesible para todas y todos. A mí parecer, fueron bas-

tante atinadas las cuestiones porque sacó a la luz uno de los problemas que pienso es de mucha urgencia. Lo considero así porque, a lo largo de la historia, se ha constatado lamentablemente que los más pobres son los más afectados, como el caso de las clases en línea que han impulsado la SEP debido a la contingencia sanitaria, donde es una realidad que zonas marginadas, como la sierra de Puebla o la península de Yucatán, por mencionar algunas, se encuentran sin Internet y/o sin una tablet o computadora para conectarse, por decirlo suave, porque en muchos lugares no se cuenta ni con energía eléctrica.

Otro de los temas que consideré de atención fue lo que mencionó el Dr. Jorge Urdapilleta Carrasco respecto a que la investigación debe unir a la sociedad académica con el Gobierno y las empresas, sin dejar de lado el tema del medio ambiente; también hizo un llamado a la comunidad científica para conectarse más con la sociedad, tema que se repitió más de una vez por los oradores.

Por su parte, el Dr. Francisco Alfonso Larqueé Saavedra dijo que “debemos asegurar que se quite el conflicto de intereses”, problema planteado muy acertadamente, ya que al oponer objetivos se pierde la dirección. Hizo un llamado a leer las propuestas escritas en sus libros, con base en los resultados que se han obtenido y no en corrientes políticas, y propuso “no desaparecer los fondos mixtos ni los cuerpos colegiados ni foros consultivos que actualmente tiene el Conacyt”. Y cuestionó: “¿realmente es el momento correcto para hacer una nueva ley?”.

Por otro lado, la Dra. Mayanin Asunción Sosa Alcaraz, planteó que donde se debe centrar la atención es en la “orientación del conocimiento que requiere la situación económica, social y ecológica del país, para tener una mejor calidad de vida de la población, es decir, a un desarrollo con sustentabilidad...” promueve una investigación para poder solucionar problemas sociales de manera sustentable.

En algún momento, también se mencionó, a manera de exigencia, la función que el Gobierno debiera tener para desarrollo de la ciencia y tecnología, es decir, promover y proveer recursos para el desarrollo.

También se escuchó la participación de la Dra. Rosa Moo Puc, quien señaló una interesante propuesta sobre “acercar a los futuros profesores de nivel básico a la ciencia para que se den cuenta de su importancia y fomenten su desarrollo. Esto podría generar más y mejores semilleros de futuros investigadores”. Por supuesto, escuchar esto me hizo pensar en mis años como docente y me llevó a considerar tal idea bastante atinada, ya que la experiencia que da poder trabajar con niños y niñas te hace saber el interés que puedes generar, cuando niño, pueden llevarte a tomar mejores decisiones en la vida, pero ¿de qué forma “decirles” o enseñarles a los alumnos y alumnas la importancia de la ciencia? La propuesta de la doctora nos dio la respuesta: cuando el profesor se interesa por la ciencia, este puede fomentar su desarrollo y, aunque es posible que los cambios no se noten a corto plazo, no se deben limitar los apoyos.

Otro de los aportes que quiero mencionar aquí es lo que nos compartió el Dr. Miguel Cid del Prado Martínez, quien nos dijo que en Chiapas “se hizo una encuesta para identificar las prioridades del estado”. Para realizarla, el gobernador se apoyó en las instituciones de educación superior para realizar la consulta, la cual recopiló numerosas propuestas, y con estas se armó un plan de gobierno; los ejes fueron el desarrollo científico y tecnológico, actividad que considero debería copiarse en los demás estados, solo incluyendo a más actores se podrá tener mejores resultados.

Y también se tiene que difundir para que la gente conozca y pueda participar, esto incluye, por supuesto, a toda la población indígena, lo que, a su vez, nos lleva a “producir materiales de divulgación de la ciencia en lenguas indígenas” y para personas con discapacidad visual y/o auditiva, o para aquellas que pudieran estar interesadas.

Aunado a lo anterior, se tomó en cuenta el tema de equidad de género, pero, aunque está contemplado en la ley, en la realidad sigue habiendo una diferencia marcada, por ejemplo, “solo 36% de científicas son mujeres y de cada 10 ingenieros solo 2 lo son”.

Casi al final del evento, el Dr. Said Jalife nos presentó, en el tema de la Agenda 2030, lo que yo considero una especie de resumen, no

de todo, por supuesto, pero sí de la gran mayoría de temas abordados. En este “resumen”, nos expuso los objetivos de desarrollo sostenible y las metas que buscan atender problemas del plano social, ambiental y económico. Asimismo, explicó cómo se llevará a cabo esta tarea:

a) En el plano social: poner fin a la pobreza y acabar con el hambre; garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos; garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad; lograr la igualdad de género; lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros y sostenibles; promover sociedades pacíficas; y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. b). En lo ambiental: garantizar la disponibilidad sostenible del agua, así como el acceso a una energía asequible para todos; cuidar océanos, mares y ecosistemas terrestres; y adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático; c) En lo económico: reducir la desigualdad en los países; construir infraestructuras resilientes; y garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Las metas propuestas en esta agenda se lograrán mediante el acompañamiento transversal de actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. En particular, algunas metas establecen impulsar el desarrollo de vacunas y medicamentos contra enfermedades; impulsar tecnologías para la obtención de energía renovable; aumentar la capacidad de reciclaje y la protección de la biodiversidad de los océanos; y aumentar el acceso a las tecnologías de la información y comunicaciones.

Puedo concluir, considerando lo expuesto, que lo que el Poder Legislativo debe tener en cuenta para construir mecanismos que funcionen de manera positiva para la sociedad es, en primer lugar, obtener el mayor porcentaje económico posible para la ciencia, tecnología e innovación. De igual manera, debe contemplarse en la ley la libertad de investigación que vaya enfocada a atender problemas sociales de

manera sustentable; para ello, no debe olvidarse tomar en cuenta la integración de la sociedad, la comunidad científica, el sector privado y la política para que se trabaje en conjunto.

Los problemas lamentablemente son muchos, son reales, pero los conocemos, y ese conocimiento, apoyado en una ciencia sustentable y en una labor legislativa sin conflicto de intereses, tendrá beneficios para todos.

Referencias

Carta Internacional de los Derechos Humanos, en el artículo 15, Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Disponible en <https://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx>

Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevención y erradicación de la violencia en la región sur: El caso de la zona metropolitana de Mérida, Yucatán. 2009. Recuperado de <http://cedoc.inmujeres.gob.mx/lgamv/v/conavim/merida.pdf>

Diario Yucatán. El 70% de cenotes está contaminado. (28 de septiembre de 2018). Recuperado de <https://www.yucatan.com.mx/merida/el-70-de-cenotes-contaminado>

Tzec, L. C. (12 de noviembre de 2018). Kanasín: la zona que podría quitarle la tranquilidad a Mérida. El Financiero. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/peninsula/kanasin-la-zona-que-podria-quitarle-la-tranquilidad-a-merida>

Salas, J. (15 de junio de 2013). El acceso a la ciencia y sus beneficios, un derecho humano ignorado. Materia. Recuperado de <http://esmateria.com/2013/06/15/el-acceso-a-la-ciencia-y-sus-beneficios-un-derecho-humano-ignorado/>

¿CÓMO IMPACTARÁ LA ORIENTACIÓN HUMANISTA EN LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN DE LA CUARTA TRANSFORMACIÓN DE MÉXICO?

Beatriz Silvia Robles Gutiérrez
Diputada federal

Desde el 1 de julio de 2018, la ciudadanía mexicana mandato un cambio de rumbo en el país. Los que acompañamos este cambio, aseveramos que se trata de un cambio de régimen que pretende acabar con la corrupción y la impunidad, que, por muchos años, permitieron los privilegios de unos cuantos que eran movidos por intereses particulares, pasando por encima de los intereses de las mayorías. Fue así como se llevó a la decadencia a los sectores de salud, educación, energía y, por supuesto, a la ciencia y la tecnología que aquí nos ocupa.

La ciencia, la tecnología y la innovación cobran gran importancia en el nuevo régimen, y se reconoce como un derecho de los ciudadanos en las reformas legislativas. También se incluye la orientación humanista de la ciencia, la tecnología y la innovación. ¿Qué significa dar una orientación humanista?, lo principal es hacer accesible el conocimiento y los beneficios de la ciencia y la tecnología a toda la población, incidiendo, de manera directa y positiva, en el bien común y en la calidad de vida de todas las mexicanas y los mexicanos.

Actualmente, México se encuentra en un proceso de profunda transformación, en un cambio verdadero que persigue, como meta principal, el bienestar de los ciudadanos. Con la llegada al poder del Presidente Andrés Manuel López Obrador, se abrió la posibilidad de

que se escuche a los ciudadanos y de que el interés público nacional sea el eje rector de la actuación gubernamental, el cual ha iniciado una renovación institucional con la transformación de normas y prácticas de la Administración pública federal.

El 15 de mayo de 2019 se publicó la reforma al artículo 3º constitucional y, por primera vez, se incluyó a la ciencia, la innovación científica, humanística y tecnológica como un derecho humano de los ciudadanos. Además, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024, considera a la ciencia, la tecnología y la innovación en varios ejes temáticos para coadyuvar en la resolución de problemas que se tienen en el país. Esta perspectiva humanista coincide también con la Agenda 2030, aprobada en 2015, por 193 Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas, incluyendo a México. Esta contempla 17 objetivos y 169 metas, con una visión progresista que se encamina hacia el desarrollo sostenible, cuyos propósitos son poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático, sin que nadie quede rezagado para 2030.

Otro elemento importante para que la ciencia y la tecnología en México sea realmente lo que muchos hemos anhelado –el motor de crecimiento de la industria nacional, el desarrollo de tecnología propia, el acceso a los mercados internacionales, la oportunidad de éxito de muchas y muchos mexicanos talentosos, innovadores, creativos y con la posibilidad reducir la desigualdad que existe en la sociedad mexicana, posibilitando el acceso al conocimiento a todos los ciudadanos– es lo facultado al Congreso en la reforma constitucional del 15 de mayo: la creación de la primera Ley General de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación, que será el instrumento que nos permita transformar el sector de la ciencia y la tecnología en el país.

Todo esto supone el camino a la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que será idóneo para orientar los recursos y capacidades del sector al desarrollo económico, social y sustentable del país, así como para facilitar el acceso universal al conocimiento y a los beneficios de la investigación científica y sus aplicaciones tecnológicas con una perspectiva humanista.

El artículo 26 constitucional establece:

[El] Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en este precepto constitucional, determinarán los objetivos de la planeación, la cual será democrática y deliberativa y que mediante los mecanismos de participación establecidos en la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración pública federal.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el documento con el cual el Gobierno de México define y articula los objetivos y estrategias para cumplir este mandato para atender los problemas prioritarios e impulsar el desarrollo nacional durante un sexenio.

Al respecto, el 27 de junio de 2018, la Cámara de Diputados aprobó, por primera vez y de manera histórica, con 305 votos a favor, 139 en contra y 3 abstenciones, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 12 de julio de 2019.

El PND se compone de seis ejes, tres ejes transversales y tres generales, dentro de su planeación; en sus objetivos y estrategias hacia la realización de los programas federales, la gran mayoría hacen mención de la utilización de la ciencia, tecnología e innovación para lograr las metas establecidas (Ciapem, 2019).

Dentro los ejes transversales, en dos de ellos, reconocen a la ciencia y a la tecnología como elemento de ayuda para atender los problemas que se encuentra el país.

En el eje transversal “Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública”, en su segundo criterio, promueve el uso de las tecnolo-

gías de la información y comunicación para fomentar la transparencia y la rendición de cuentas, con el fin de mejorar la gestión pública.

De igual manera, el eje transversal “Territorio y desarrollo sostenible”, dentro del tercer criterio, hace mención de la determinación de las políticas públicas para favorecer el uso de las nuevas tecnologías sustentables.

Por otra parte, los ejes generales, conocidos por agrupar los problemas públicos reconocidos por Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD), en sus objetivos y estrategias, reconocen a la ciencia, la tecnología y a la innovación como factor para atender las principales causas de los problemas suscitados en el país (SHCP, 2019).

El eje general, “Justicia y Estado de derecho”, en el objetivo “preservar la seguridad nacional”, lo vincula a la simplificación administrativas y democratización de las TIC para implementar un sistema abierto y transparente en materia de obras y adquisiciones, arrendamientos y servicios públicos.

En el eje general de “Bienestar”, se busca garantizar los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales; por ello, busca estrategias que promuevan la ciencia, la tecnología y la innovación, iniciando por el Sistema Educativo Nacional que tiene como objetivo promover una educación basada en la ciencia la tecnología y la innovación. En el mismo eje, se pretende garantizar el derecho a un medio ambiente sano, bajo un enfoque que incorpora conocimientos tradicionales e innovación tecnológica, por eso se requiere impulsar la investigación y la cultura ambiental, además de fomentar los mecanismos e instrumentos para motivar la corresponsabilidad de todos los actores sociales en materia de desarrollo sostenible.

En el eje general denominado “Desarrollo económico”, se promueve el objetivo de la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos, bajo un enfoque de sostenibilidad, para lograrlo generar la estrategia donde se desarrolla el Sistema Nacional de Innovación en los sectores productivos. Plantea impulsar el desarrollo y adopción de las nuevas tecnologías, vinculadas con in-

vestigación en la materia (SHCP, 2019). De igual forma, busca establecer una política energética fomentando la generación de energía con fuentes renovables y tecnológicas sustentables, así como facilitar el acceso a la población a la red de radiodifusión y telecomunicaciones, atendiendo la brecha de acceso a las tecnologías de la información y comunicación en comunidades marginadas y con presencia de población indígena y afroamericana.

A partir del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, se llevó a cabo la Estrategia Nacional para la implementación de la Agenda 2030, en la que se mencionan los retos y las oportunidades para el fortalecimiento de la ciencia; plantea que la comunidad académica y científica tiene un papel primordial en el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Es de señalar, que gran parte de las aspiraciones de la Agenda 2030 no podría materializarse sin el desarrollo, difusión y adopción de nuevas tecnologías. Por ello, la academia es indispensable para generar nuevas visiones y perspectivas claras, sobre la trayectoria a largo plazo por la que se encaminará al país. En ese sentido, las universidades deben consolidarse como el puente que conecte a estudiantes, docentes, inventores y empresarios con los conocimientos y habilidades necesarios para contribuir al logro de los ODS desde diversas esferas (SDSN Australia / Pacífico).

También implica facilitar el vínculo con los distintos sectores del Gobierno y la sociedad civil para mejorar la realidad regional, nacional y global, aportando soluciones asentadas en evidencia e iniciativas de mejora, que se basan en innovación y sensibilización social.

De igual forma, se deben implementar la capacitación de calidad, la certificación de competencias y diversos mecanismos que incentiven la innovación, para elevar la productividad del aparato productivo nacional. Al mismo tiempo, deberán aumentarse las inversiones en el capital humano para fortalecer la capacidad productiva y promover la eliminación de obstáculos, a fin de que las poblaciones más marginadas puedan acceder a los servicios de salud, seguridad social y educación. Además, es importante garantizar el acceso de las pymes

y los productores agrícolas a las nuevas tecnologías, necesarias para aumentar su eficiencia y productividad, así como lograr el acceso universal y equitativo al agua potable de calidad y a los servicios de saneamiento e higiene en todo el país, cerrando las brechas territoriales que históricamente han afectado a grupos en condiciones de pobreza y marginación, al tiempo que se genere bienestar mediante la atención de esta carencia, respetando las formas de organización y la manifestación de la cultura de los pueblos indígenas. Para ello, se impulsará el desarrollo de nueva infraestructura hidráulica y el uso de tecnologías que permitan garantizar el acceso universal al agua, en calidad y cantidad suficiente, más allá del abastecimiento convencional.

Agenda 2030

La Agenda 2030 es una hoja de ruta que pone la dignidad y la igualdad de las personas en el centro. Al ser ambiciosa y visionaria, requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad y del Estado para su implementación. Además, reconoce que cada país dispone de diferentes enfoques, visiones de futuro, modelos e instrumentos para lograr el desarrollo sostenible, en función de sus circunstancias y prioridades nacionales, así como la necesaria contextualización de herramientas que tienen que adaptarse a los marcos institucionales, normativos y culturales de los contextos en los cuales se usan (Naciones Unidas, 2015).

Uno de los temas que tiene mayor relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 es la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), como se destaca a continuación:

- *Objetivo 1.* Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo. Compromete a garantizar el mismo acceso a las nuevas tecnologías apropiadas, a todos los ciudadanos del mundo.

- *Objetivo 2.* Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible y el desarrollo tecnológico. Habla sobre la investigación y el uso del desarrollo tecnológico para mejorar la capacidad de producción agropecuaria en los países en desarrollo.
- *Objetivo 3.* Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades. Plantea apoyar las actividades de investigación médica, el desarrollo de vacunas y medicamentos para proteger la salud pública, y facilitar el acceso de los medicamentos y vacunas.
- *Objetivo 4.* *Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.* Se busca, en 2030, aumentar las competencias técnicas y profesionales, en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para que los jóvenes y adultos accedan al empleo. No obstante, este objetivo busca aumentar el número de becas otorgadas en el programa de formación profesional y programas técnicos y científicos.
- *Objetivo 5.* *Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.* El uso de la tecnología de la información y comunicación ayudará a promover el empoderamiento de las mujeres en el mundo.
- *Objetivo 6.* *Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos.* La investigación en el suministro de agua y las tecnologías de reutilización ayudará a la mejora de la gestión del agua y saneamiento.
- *Objetivo 7.* *Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.* Utilizar tecnología limpia ayuda a garantizar el acceso a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, por ello, se busca la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología limpias, así como a la inversión en la infraestructura y servicios energéticos.

- *Objetivo 8. Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.* Busca centrar la modernización tecnológica y la innovación en los sectores con valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
- *Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.* Deja claro el fomento a unas industrias más sostenibles mediante la adopción de tecnologías y procesos industriales innovadores limpios y ambientalmente racionales.
- Para lograr este objetivo, se busca aumentar la investigación científica y capacidad tecnología en los sectores industriales por cada millón de habitantes. Además, habla de apoyar a la ciencia, la tecnología y la innovación en materia industrial en un marco normativo favorable a la variación industrial. Por último, menciona aumentar el acceso de las TIC e Internet para los países menos desarrollados.
- *Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.* En este, la función de la investigación y la ciencia debe estar dentro de la creación de las políticas del consumo y producción sostenible, que permita a los países desarrollar sus capacidades científicas y tecnológicas para mejorar sus modalidades, lo que conlleva a mejorar la concepción humana e institucional sobre el cambio climático e implementar actividades mediante la transferencia tecnología.
- *Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.* Propone mecanismos para aumentar la capacidad de planificación y gestión eficaces, en relación con el cambio climático y con la ayuda financiera, tecnológica y la creación de capacidad.
- *Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.* Nos habla de tener una gestión prudente del recurso mundial

esencial; para lograrlo, es necesario conocimientos científicos y tecnológicos marinos, con el fin de mejorar la salud de los océanos y potencializar la construcción de la biodiversidad de la vida marina. De aquí surge la necesidad de crear leyes nacionales con base en información científica disponible.

- *Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.* Nos habla de instituciones eficientes y transparentes, el uso de las TIC en sus procesos para garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales.
- *Objetivo 17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.* Busca alianzas entre Gobierno, el sector privado y la sociedad civil. La ciencia, la tecnología y la innovación son parte de la construcción de la Alianza Mundial del Desarrollo Sostenible, que se refiere a aumentar su acceso, intercambio de conocimientos y el desarrollo de tecnología ecológicamente racionales, así como su divulgación y difusión (Naciones Unidas, 2015).

Como lo hemos visto, la ciencia, la tecnología y la innovación cumplen una función esencial en la integración de los procesos de medición de los indicadores de los ODS, centralmente en las estrategias nacionales, pues ayudan al fortalecimiento de los ecosistemas regionales y nacionales de datos. Con la apertura de datos, se potencializa la información geográfica y las herramientas de visualización; con ello, sabremos acercarnos al cumplimiento de cada uno de los ODS.

Como se mencionó, cada país participante en la Agenda 2030 dio marcha a diferentes tipos de estrategias nacionales para lograr los objetivos de la misma. Nuestro país participó activamente en la definición de la Agenda; fue uno de los más activos en los foros de consulta,

participando y liderando el proceso de negociación. No solo presentó propuestas puntuales para incorporar los principios de igualdad, inclusión social y económica, sino que impulsó la universalidad, la sustentabilidad y los derechos humanos para que fuesen los ejes rectores de la Agenda 2030 (Naciones Unidas México, 2016). También abogó por la adopción de un enfoque multidimensional de la pobreza que, además de considerar el ingreso de las personas, tomara en cuenta su acceso efectivo a otros derechos básicos como la alimentación, educación, salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda.

México ha mantenido su participación activa en la implementación de la Agenda 2030, algunos de los avances son:

- Las reformas al marco legal de la Ley de Planeación, y su men- ción de la incorporación de la Agenda 2030, en el diseño de planes y programas públicos.
- La instalación de mecanismos de seguimiento y monito- reo, por medio del Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SIODS).
- El establecimiento del Consejo Nacional y de los Órganos de Seguimiento en el que participaron funcionarios públicos del más alto nivel, junto con invitados de los gobiernos esta- tales, organismos internacionales, miembros de la academia, sociedad civil y sector privado.
- Instrumentación en los estados, y la generación de alianzas y acuerdos interinstitucionales encaminados a fortalecer el cumplimiento de los objetivos y metas de esta agenda, además de establecer una plataforma de colaboración estratégica con el sector privado que impulse proyectos orientados al cumpli- miento de la Agenda 2030.
- Guía para Incorporar el Enfoque de la Agenda 2030 en la Elaboración de Planes Estatales y Municipales de Desarrollo. Esta guía retoma, paso a paso, la construcción de un plan in- tegral en el que se identifiquen y prioricen los aceleradores del desarrollo sostenible en diferentes ámbitos de acción.

- Instalación del Comité Técnico Especializado en Desarrollo Sostenible (Presidencia de la República-Inegi) con la participación de las dependencias de la Administración pública federal.
- El Senado de la República instaló el grupo de trabajo para la Agenda 2030, el cual dará seguimiento y respaldo, desde el Poder Legislativo, al cumplimiento de los ODS.
- Desarrollo del Plan de implementación de los ODS por parte de la Presidencia de la República y la Amexcid con apoyo del PNUD.
- La Cámara de Diputados aprobó el dictamen con proyecto de decreto, con el que se reforma el artículo 9 bis de la Ley de Ciencia y Tecnología, en el que se pretende priorizar los proyectos que tengan como propósito la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, y aquellos cuya finalidad sea generar y aplicar energías renovables en los sectores productivos y de servicios y en el uso doméstico (Cámara de Diputados, 2019).

Elaboración de una Ley General de Humanidades, Ciencia y Tecnología

México carece de una suficiente producción de nuevo conocimiento, lo que ha ocasionado que el país se convierta en un importador de la ciencia, tecnología e innovación, comprometiendo, de manera histórica, su soberanía científica e independencia tecnológica.

En este momento histórico que vive nuestro país, inmerso en cambios profundos en el régimen político, se abre la posibilidad de iniciar un proceso de renovación institucional y cultural de la vida pública nacional, no ha sido ajeno el sector de la ciencia, la tecnología y la innovación.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 establece que “el Gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica;

apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El Conacyt coordinará el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas” (Presidencia de la República, 2019).

Para el logro de tales propósitos, será indispensable que el Estado recupere su rectoría en la materia y defina una agenda estratégica que apunte el derecho a la ciencia, en sus múltiples dimensiones y aristas, a partir de los principios que rigen los derechos humanos que permitan consolidar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y cumplir con los ejes rectores del Plan Nacional de Desarrollo, así como los objetivos de la Agenda 2030.

El 15 de mayo de 2019 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la reforma constitucional que reconoce el derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, así como la obligación pública de apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica. Además, se facultó al Poder Legislativo federal para expedir una ley general para el sector, a fin de promover la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el desarrollo nacional, y establecer los mecanismos de coordinación y financiamiento entre las entidades federativas, los municipios y la Federación para consolidar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Por lo anterior, el Congreso federal tiene la encomienda de iniciar un profundo proceso de consultas mediante el parlamento abierto, foros, conferencias, mesas de diálogo, reuniones con las autoridades del sector, universidades, centros de Investigación, comunidad científica, innovadores, industria, investigadores, académicos y sociedad en general, con la finalidad de construir una nueva Ley General de Ciencia y Tecnología que permita orientar y coordinar los recursos y capacidades del sector a favor del desarrollo social, económico y sustentable del país.

El conjunto de acciones, políticas públicas, leyes que surjan del cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo, la Agenda 2030 y la

creación de una nueva ley general propiciarán un impulso importante a la ciencia y la tecnología con carácter humanista, que, sin duda, incidirá positivamente en la vida de la población mexicana.

Referencias

- Cámara de Diputados. (2019). Iniciativas presentadas en la LXIV Legislatura turnadas a comisión. Recuperado de http://sitl.diputados.gob.mx/LXIV_leg/iniciativaslxiv.php?comt=10&tipo_turnot=1&edot=A
- Ciapem. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de <https://www.ciapem.org/plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024/>
- Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas México. (13 de diciembre de 2016). Agenda 2030 en México, una oportunidad de colaboración y transformación. Recuperado de <https://www.onu.org.mx/agenda-2030-en-mexico-una-oportunidad-de-colaboracion-y-transformacion/>
- Presidencia de la República. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de <https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf>
- Secretaría de hacienda y Crédito Público. (15 de marzo de 2019). Comunicado No. 021 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de <https://www.gob.mx/shcp/prensa/comunicado-no-021-plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024>
- Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Australia / Pacífico. *Cómo empezar con los ODS en las universidades*. Recuperado de <https://reds-sdsn.es/wp-content/uploads/2017/02/Guia-ODS-Universidades-1800301-WEB.pdf>

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA INNOVACIÓN DEL SECTOR EDUCATIVO EN MÉXICO

Zulma Espinoza Mata
Diputada federal

Introducción

Las tecnologías de información y comunicación tienen como objetivo generar productos y servicios que, con base en la tecnología, resuelvan problemas de distancia, conectividad e información. Estas tecnologías han trascendido en la forma de vida de las personas en el mundo en los diferentes ámbitos de sus vidas y, conforme el tiempo avanza, la evolución de las mismas es constante, por ello su análisis o estudio se torna interesante, sobre todo, en el sector educativo.

Ahora bien, en México, así como en otros países del mundo, su sociedad es muy diversa, en la que encontramos realidades económicas, sociales y políticas distintas, según la entidad federativa o región de la que se trate; en este sentido y atendiendo este fenómeno, el uso de las tecnologías de la información y comunicación debe ser analizado desde distintas dimensiones. En estas líneas, me situaré princi-

palmente en dos; por un lado, desde el punto de vista de la docencia y, por el otro, desde la visión del alumno.

Es necesario partir primeramente de la evolución de la educación en México de la mano de las tecnologías. En un inicio, la radio y la televisión (1965) fueron la primera etapa de esta evolución, se tomó como un método válido y eficaz de alfabetización. En la década de los ochenta, dimos un paso a la nueva era de la información; esto fue por medio de la puesta en órbita de tres satélites, llamados Sistema de Satélites Morelos. Con esto, se iniciaban las transmisiones de canales satelitales con infraestructura propia. Años más tarde, la privatización de los servicios de telecomunicación vino a representar un avance más importante en las tecnologías de la información y comunicación (Casas, 2018). Hasta aquí, la relación alumno-docente no era del todo real, ya que, por medio de televisión y radio, los métodos de enseñanza estaban adaptados a las aulas. En un lapso de 15 años, llegamos a la fibra óptica, que representó el salto importante en la conectividad, así como la aceleración de herramientas para la educación. Esto llevó a que la distancia no fuera un impedimento, es decir, la conexión en tiempo real genera un ambiente de aula digital, en la cual alumnos y docentes pueden convivir al mismo tiempo desde lugares distintos. Situaremos este artículo en cómo nos encontramos, en este momento con este método educativo, acompañados de las tecnologías de información y comunicación.

Docencia

Definir el concepto de tecnologías de la información es complejo, ya que este concepto ha evolucionado con el paso del tiempo, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico lo define como “aquellos dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios” (Baelo y Cantón, 2009)

Tomando la definición de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, en la actividad docente, debemos entender que, al comunicar o transmitir información que nos lleve a la generación o construcción de conocimiento para los alumnos, utilizar recursos tecnológicos puede ser complicado, ya que cada persona cuenta con recursos distintos o limitados. En el caso de México, esto se ha hecho evidente en años recientes, pues, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad de Tecnologías de Información en Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2016a), más de la mitad de los hogares en el país no disponen de conexión a Internet (53%); de 32 925 270 hogares, solo 45.6% cuentan con computadora y, de 122 273 473 habitantes, 73.6% son usuarios de telefonía móvil. Las cifras anteriores reflejan que existen grupos de personas con un rezago en el acceso y uso de estas tecnologías. (Domínguez, 2018) Esto nos obliga a generar adecuaciones para poder desarrollar una comunicación efectiva.

Los acelerados procesos de cambio tecnológico y cultural, principalmente del último medio siglo, así como la exigencia del desarrollo de una nueva configuración de la educación superior, han llevado a las universidades a un proceso crítico de reestructuración y revisión general que apuesta por la flexibilidad en los conocimientos impartidos, la formación continuada y la diversificación de metodologías y formas de desarrollo de las mismas (Baelo y Cantón, 2009). Tenemos que recurrir a una innovación pedagógica.

Me gustaría citar la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner, quien define la inteligencia como “la capacidad biopsicológica de procesar la información para resolver problemas o crear productos que son valiosos para una comunidad o cultura” (Suárez, Maiz, y Meza, 2010). Las tecnologías de información y comunicación buscan, justamente, eso, generar productos y servicios que, con base en la tecnología, resuelvan problemas de distancia, conectividad e información.

Nos encontramos ante un reto de ofrecer, como docentes, estrategias novedosas, motivantes, integradoras y creativas para que los

alumnos sean protagónicos en la enseñanza, para que los recursos tecnológicos no sean un impedimento en el proceso de la comunicación o transmisión del conocimiento (Suárez *et al.*, 2010). Fenómenos sociales, económicos, climáticos o de salud –como la pandemia covid-19 en 2020– ponen en evidencia este tipo de problemáticas. Diferentes universidades tienen el gran problema que atenta con la esencia de su existencia: no poder transmitir el conocimiento por medios digitales. Vemos, sin lugar a dudas, una educación a distancia colapsada, y, por lo tanto, los retos son mayores.

Alumno

Es preciso señalar que la educación a distancia surge como una oportunidad en los tiempos modernos, que le permite al estudiante capacitarse en forma permanente. Para ello, requiere que aprenda a regular su propio ritmo de aprendizaje, manejando armónicamente su tiempo de recreación, diversión, socialización, estudio y trabajo; selecciona, por sí mismo, información de su interés, temáticas de acuerdo a su propia necesidad; utiliza diversos medios de comunicación y autoinstrucción (Patricia y Cuervo, 2013). Aquí tenemos la siguiente dimensión: el alumno.

El uso de tecnologías de información y comunicación es fundamental para la educación a distancia; estas herramientas generan facilidades como las siguientes:

- Proporciona alguna estructura al aprendizaje.
- Descompone la carga de evaluación en partes manejables.
- Es alentadora, motivante, crea confianza.
- Proporciona una fuente de diálogo favorable entre profesores y alumnos.
- Facilita a los alumnos una visión de sus progresos, incluyendo el desarrollo de su comprensión y dominio de competencias.

Sin embargo, también podemos encontrar puntos con los cuales los alumnos muestran debilidad, uno de ellos es la lectura. La educación a distancia exige una lectura exhaustiva de los tópicos a aprender y la dedicación de tiempo para ello. Pareciera que el acceso a la lectura es el problema; se han encontrado evidencias acerca de que la posesión de dispositivos electrónicos en los que pueden consultar materiales electrónicos para su lectura no representa ningún problema, al igual que la conectividad, ya que la mayor parte de estudiantes cuenta con este servicio, ya sea en su hogar o en el centro educativo (García, 2019).

En este sentido, el alumno se encuentra ante una serie de retos, en virtud de que, si bien es cierto las tecnologías de información y comunicación facilitan y le ofrecen otra manera de acceder al aprendizaje o estudio, esto también requiere de un sentido de compromiso inherente a los valores de la persona, como la responsabilidad, para que el resultado en el ámbito educativo sea el óptimo esperado.

Retos y oportunidades

Las tecnologías de la información y comunicación representan ventajas en el mundo actual, proporcionando, entre otras cosas, nuevas formas de acceder a bienes y servicios, así como la distribución de información misma con la oportunidad de ingresar, en todo momento, desde cualquier lugar del mundo, lo que permite interconectarse con personas de diferentes espacios territoriales.

Sin embargo, en lo general, también encontramos retos importantes que se presentan ante el actual uso de estas tecnologías, como son la ciberseguridad, la veracidad de la información y, sobre todo, el acceso a ellas. Y para el caso que nos ocupa en el sector educativo en México, no podemos dejar de advertir estos dos factores, así como añadir especialmente el reto del compromiso al aprendizaje y estudio, tanto en la dimensión de la docencia como en la del alumno.

Esto nos representa un desafío muy grande. A lo largo de este artículo, hablamos sobre gobierno, iniciativa privada, docencia, alumnado, instituciones educativas, entre otros conceptos relacionados. Se necesita de un esfuerzo conjunto para lograr un mayor avance en este ámbito, no podemos dejar todo en manos de los docentes, para innovar pedagógicamente ha de ser creativo, adaptando el uso de los recursos y entornos digitales como herramientas instrumentales y simbólicas. Es posible ampliar la adquisición de los componentes “informacional”, “comunicacional” y “cognitivo” de la competencia digital. Para la mayoría de los maestros y maestras, las tecnologías de información y comunicación y sus posibilidades de uso no siempre se desarrollan dentro de una zona de confianza, cuestionando, en muchas ocasiones, su eficacia. Sin embargo, en ellos se encuentra la responsabilidad de ejecutar los métodos de enseñanza, y en el alumnado, de recibir esta información y ponerla en práctica para seguir construyendo un México de bien. Los demás participantes en esta cadena de valor educativa tienen la responsabilidad de generar las herramientas necesarias para sumar en este desafío.

Las situaciones de emergencia, como la pandemia por covid-19 en México, nos obligan a acelerar este proceso. Nos encontramos ante el más grande reto de los últimos años: adaptarnos inmediatamente a una nueva forma de enseñar con el apoyo de las tecnologías de información y comunicación, y, por el otro lado, la docencia debe innovar en su métodos de enseñanza y el alumnado tiene que llevar al máximo su grado de estudio, es decir, administrar, planear e implementar los conocimientos adquiridos.

Referencias

- Baelo, R. y Cantón, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(7), 0–3. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/3034Baelo.pdf>
- Casas, M. de la L. (2018). Desarrollo de las nuevas tecnologías de la información en México. *Compendio de Investigadores*, 1, 190–210.
- Domínguez, M. M. (2018). Acceso y uso de tecnologías de la información y comunicación en México: factores determinantes. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 8(14), 2. <https://doi.org/10.18381/pk.a8n14.316>
- García, R. S. (2019). Tecnologías de la información y la comunicación en los hábitos lectores de estudiantes universitarios en México. *Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Chiapas*.
- Patricia, D. y Cuervo, L. (2013). Diseño de una innovación pedagógica para la formación en investigación apoyada en ambientes digitales Design of a proposal of pedagogical innovation for research training using digital environments Conception d'une innovation pédagogique pour l'educat. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 4–31.
- Suárez, J., Maiz, F. y Meza, M. (2010). Inteligencias múltiples: una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. *Investigación y Postgrado*, 25(1), 81-94.

LA IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN INICIAL

*Laura Erika de Jesús Garza Gutiérrez**
Diputada federal

En las últimas décadas hemos vivido varios cambios que han modificado la base de nuestra sociedad. Una de las transformaciones más significativas ha sido la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en todos los ámbitos del día a día, modificando nuestra manera de trabajar, de divertirnos, de comunicarnos, de socializar y de aprender, inclusive en nuestra forma de pensar.

En consecuencia, el docente de educación inicial tiene la gran misión de identificar el talento que necesitan los nacidos en la era digital para orientarlos a ser eficientes al momento de desenvolverse ante la vida. Para ello, se han recreado metodologías y materiales basados en entornos digitales, aprovechando al máximo su eficacia, pero sin descuidar el humanismo.

La educación inicial está constituida por un grupo de prácticas pedagógicas, creativas e innovadoras que se han fortalecido con los años. La integración de la tecnología a los procesos educativos en nivel preescolar constituye un reto y una oportunidad para mejorar la docencia.

Hablar de un niño y la tecnología genera controversia y dudas debido a los prejuicios generados en medio de un cambio de paradig-

* Grupo Parlamentario de Encuentro Social.

mas en relación con las capacidades que corresponden a desarrollar en ellos. Nos encontramos en la era de la información y del conocimiento; por lo tanto, la tecnología es un componente donde el niño y la niña se mueven, crecen y se desarrollan. Podemos encontrar la tecnología en todas partes y, si partimos de la base de que todo niño y niña tienen que observar, descubrir, explorar y experimentar en su medio para apropiarse de él, entonces tienen derecho a relacionarse con la tecnología que está a su alcance y que, por otro lado, les resulta tan familiar dada la convivencia con ella día a día, a través de la sociedad.

Sin lugar a duda, el primer acercamiento de los niños y las niñas con el mundo de la tecnología les crea un entorno de juegos en donde además pueden desarrollar sus habilidades intelectuales. Es decir, el niño se ríe si toca el botón de un control remoto y si sus padres aplauden con entusiasmo, repetirá una y otra vez la acción de forma lúdica, lo cual le genera satisfacción. Así que, si la tecnología ayuda a que los niños potencien sus habilidades, ¿por qué negarles que pongan en práctica su curiosidad? Es un tema que está en el tiempo...

El periodo sensoriomotor de Piaget describe cómo el bebé, en su pequeño mundo, explora ampliamente todas las posibilidades del medio hasta que llega a algunas preguntas donde es necesario incorporar al adulto y al lenguaje. Tomando en cuenta este modelo de aprendizaje, nos vemos comprometidos a nutrir y expandir los espacios de aprendizaje mientras los niños y niñas están junto a un adulto que regule la interacción entre la tecnología y ellos, fomentando cuestionamientos, armando escenarios de juego, implementando palabras y sonidos que instauren el lenguaje, aprobando o desafiando, compartiendo la risa y la alegría de ese momento, propiciando un aprendizaje significativo para ellos.

Para quienes nacimos en la era del libro y la televisión, este ambiente sufre el peligro de lo desconocido y es una barrera que debemos superar, pues estamos siendo testigos del nacimiento de una nueva infancia que demanda nuestra atención en este rubro.. En cambio, para las nuevas generaciones esta era es tan natural como jugar

a la pelota.. Los niños y niñas se están ubicando en una posición de igualdad frente a los adultos, y con la revolución de las comunicaciones y la simplificación de la tecnología, las escuelas ya no son el único lugar donde se puede aprender.

Entonces, ¿estamos preparados para los retos que implica un aprendizaje más autónomo mediante las TIC, en el que los menores tienen acceso a información en la misma medida que si esta procediera de sus padres y docentes? Ahora el lugar de los padres y docentes es cuestionado, y la respuesta a la pregunta anterior es sencilla: como adultos nos corresponde guiar al niño en su camino al conocimiento ofreciendo alternativas, cuidando en todo momento de no agotarlas por desconocimiento o falta de creatividad.

En la historia de la humanidad han existido situaciones nuevas que horrorizaron a la sociedad, como el surgimiento de los libros, el cine, el rock, la televisión; en la actualidad es la tecnología. Todo lo que no conocemos y tiene connotación de peligroso, más bien es un desafío. Tenemos que seguir compartiendo las experiencias de nuestra forma de aprender y enseñar a establecer parámetros justos y no negar tajantemente el uso de la tecnología solo porque no la entendemos.

La enseñanza es un proceso de negociación compartida y es importante analizar la dirección que el docente y el menor establecen con la tecnología. Cada vez que la usamos para modificar un estado de las cosas, a su vez somos modificados por ellas. Así que al interactuar con la tecnología también se aprende y compromete al docente a profundizar en los efectos que produce el uso de este recurso en el desarrollo integral del niño.

La educación inicial tiene la finalidad de desarrollar una serie de habilidades cognitivas, psicomotrices, sociales y emocionales acordes con los procesos individuales de cada uno de los educandos, así como la relación con su entorno y contexto. Organizar el aprendizaje es responsabilidad del docente y debe estar enfocado a una visión; esta visión explícita o implícita, debe contener evidencia de las estrategias,

la distribución de tiempo, los materiales y actividades que se realizan y aplican dentro del aula.

Dice Vigotsky: “En la edad del bebé se encuentran las raíces genéticas de dos formas culturales básicas del comportamiento: el empleo de herramientas y el lenguaje humano”; por ello, la familia, los vecinos, los amigos, los docentes, las actividades que se comparten y los objetos, para los niños no solo son facilitadores para la inserción sociocultural, sino también formadores de la actividad psicológica dentro de los procesos madurativos del cerebro en edad temprana y que se reflejara en el desarrollo de la afectividad, la imaginación, la creatividad y la autoestima.

El cerebro humano está diseñado para aprender y madurar de manera progresiva desde antes de nacer y a lo largo del ciclo de vida, tiene apertura a la experiencia a través de la apropiación, elaboración, modificación y archivo. Es lo que llamamos “plasticidad cerebral” por su gran versatilidad de la estructura y funcionalidad cerebrales.

La funcionalidad se determina por la información genética que el individuo posee y lo provee de funciones que desarrollaran las habilidades básicas; en tanto que la experiencia va enriqueciendo habilidades, transformándolas en destrezas al servicio de la creatividad, del crecimiento cognitivo y social.

Small, afirma que una hora diaria frente a la computadora produce alteraciones en las conexiones neuronales, estos cambios tienen que ver con la adquisición de nuevas habilidades, alejando a las personas de las capacidades sociales fundamentales.

Es importante cuestionarse la forma y los resultados de la inserción de la tecnología en la educación inicial, pues si esto pasa con los cerebros de los adultos, cabe preguntarse qué pasa con el de los niños, cuyo circuito neuronal es más maleable.

A su vez, debemos reflexionar sobre los efectos estructurales y funcionales de una exposición prolongada al espacio virtual en los nacidos en la era digital, sobre su capacidad para aprender, recordar, sentir o controlar impulsos, y sobre el desarrollo de nuevas habili-

dades que les permitirán ser gestores de increíbles progresos en las ciencias, las letras y las artes.

Small considera importante que adultos, jóvenes y niños dominen el entorno digital aprovechando al máximo su eficacia, pero sin perder su humanidad. Por ello, entre otros aportes sugiere la importancia de reducir la dependencia a la tecnología, recuperando las habilidades de comunicación y reduciendo la fatiga tecnológica moviéndose adecuadamente en el entorno digital.

El material que utilizamos con cada menor debe estar elaborado en función del grado de estímulo, ya sea de carácter visual, kinestésico y/o auditivo, con el fin de alcanzar un equilibrio y así encontrar las orientaciones apropiadas que este debe proporcionar; y como docentes debemos verificar las opciones de ejercitación cerebral que la tecnología proporciona al niño sin llevarlo al límite de perder o ganar, que no aporta a la formación y el desarrollo moral.

Las actividades con uso de tecnología tienen grandes ventajas al complementar las actividades que el docente realiza en tiempo real, ya que propicia a que los niños puedan repetir los conocimientos adquiridos las veces que quieran, sin afectar los procesos básicos de la actividad nerviosa superior del cerebro de los niños, es decir manteniendo o favoreciendo el aprendizaje. Debido a que los menores ganan experiencia vital de manera cronológica, el tiempo de atención y acción frente a la tecnología, o los diferentes estímulos, origina que las neuronas demuestren su capacidad progresiva de resistencia a la estimulación sostenida.

Como docentes conocemos los principios neurobiológicos que rigen la maduración cognitiva y emocional del niño, y en la tecnología se encuentra un recurso espléndido para rediseñar la práctica docente.

Resulta de suma importancia compartir el gusto por la tecnología con nuestros educandos, como una más de las actividades que ellos pueden elegir realizar en el aula, tanto como bailar, colorear, saltar, cantar o armar un rompecabezas. Lo óptimo es terminar con las fal-

sas divisiones de opuestos: los videojuegos versus el juego al aire libre, las maquinitas versus jugar con los amigos.

No se trata sobre qué opción es mejor que la otra, sino de saber aprovechar según sea el tiempo, el momento, las necesidades e intereses de los niños. A medida que nos ocupemos por alfabetizar emocionalmente a nuestros niños, tanto en casa como en la escuela, estaremos brindando las herramientas para enfrentar los desafíos de la modernidad.

Como docentes debemos ubicar en dónde nos vamos a colocar para enfrentar, transformar, incorporar y hacernos cargo de lo que nos corresponde en nuestro rol de educador y como miembros de una sociedad. Otra tarea es considerar a la tecnología como una herramienta que se convierta en un medio eficaz para desarrollar capacidades en el menor, creando propuestas de enseñanza en las cuales las actividades con la tecnología se incluyan en los programas didácticos a ejecutar.

El contacto de los niños y niñas con la tecnología permite que surjan situaciones de juego, y la educación como proceso debe moverse y no podemos desvincular a la tecnología de este proceso, la idea es despertar la motivación a aprender. Comenzar a educar con la cultura de la tecnología desde temprana edad es aceptar que somos formadores en una nueva era educativa.

La integración de la tecnología al aula como parte del proceso de aprendizaje de los niños, debe promoverse en grupos pequeños o individualmente, con la participación del docente, en tiempos especialmente programados.

El juego con la tecnología en educación inicial debe darse en un contexto de cuidado y de seguridad afectiva que potencie el desarrollo de los menores a nuevas maneras de aprender, más cercanas al descubrimiento, a la creación, a la invención, al gusto por la experimentación y la ciencia, la búsqueda de la autonomía y a la construcción conjunta de la libertad.

La era digital no pide renunciar al rol de educadores, sino erradicar la idea de que todo puede ser previsto y anticipado. Aceptar y

aprender a trabajar con la incertidumbre en relación con los tiempos, los espacios, los logros. Es necesario aceptar que algunas veces podemos saber menos que nuestros alumnos. Tenemos el compromiso de reafirmar la profesión docente como poseedores de un saber pedagógico que siempre será de nuestro dominio.

Si asumimos riesgos que nos acerquen a la tarea docente, a través de la creatividad, el placer de enseñar y jugar; así como contribuir a la creación de nuevas formas de pensamiento sin perder el sentido humanista de nuestro ser y que permitan a los niños desarrollar habilidades para un mejor uso de la tecnología en sus vidas.

LA CTI ENTRE LA PROPIEDAD INTELECTUAL, LA EDUCACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE

María Eugenia Hernández
Diputada federal

Conocimientos ancestrales, propiedad intelectual y la CTI¹

Este artículo se enfoca desde la *Propiedad intelectual y su desarrollo con la ciencia, tecnología e innovación*, en el marco del Anteproyecto de Libro Colectivo Coordinado por la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. Tiene relevancia especial porque contribuye a difundir los conocimientos tradicionales de los pueblos y comunidades indígenas, con lo cual se coadyuva a mejorar los trabajos legislativos en la materia.

A partir de esta óptica, nos obliga a revisar la cuestión de la propiedad intelectual vinculada con *los pueblos y comunidades indígenas cuyos titulares son sujetos colectivos*; además nos ayuda a promover la revisión de definiciones, conceptos, sistemas y políticas públicas en materia de ciencia y tecnología, para determinar la forma en que

¹ El artículo retoma ideas y conceptos de la Iniciativa con Proyecto de Decreto que reforma y adiciona los artículos 1, 2, 3, 4, 12 y 21 de la Ley de Ciencia y Tecnología, en materia de conocimientos tradicionales y ancestrales, misma que presenté en septiembre de 2019 y fue aprobada con modificaciones por la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados.

los conocimientos tradicionales y ancestrales se relacionarán con los sistemas y protocolos institucionales de generación de conocimientos científicos. En este sentido, ¿tienen carácter científico los conocimientos tradicionales y ancestrales? ¿Es posible reconocerles estructura, sistematicidad y aplicabilidad a estos saberes, aunque no se les asigne el estatus de “científicos”?

Del mismo modo, esos conocimientos tradicionales y ancestrales tienen incidencia en el ámbito legislativo y reglamentario, toda vez que los marcos jurídicos en los distintos países y a nivel internacional, se encuentra en una etapa de construcción, sin consenso claro en torno a un modelo que logre conciliar el carácter colectivo del *sujeto pueblos indígenas con la tradición jurídica de reconocimiento de propiedad intelectual solo para personas físicas*.

En función de lo anterior, es pertinente señalar que los conocimientos tradicionales y ancestrales tienen una naturaleza epistemológica y social distinta respecto a lo que se entiende por conocimientos científicos. Las características comunitarias y colectivas de los conocimientos tradicionales y ancestrales, así como sus métodos específicos de generación, experimentación, transmisión y aplicación, son factores que determinan las prácticas de marginación, exclusión y discriminación de estos conocimientos por parte de la comunidad científica y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.²

Tengamos presente que la Ley de Ciencia y Tecnología no reconoce la existencia ni el valor de los conocimientos tradicionales y ancestrales, por ello, estos quedan al margen de la política nacional en la materia. Esta situación tiene como consecuencia el desaprovechamiento de un factor relevante para el bienestar social, porque los conocimientos tradicionales y ancestrales son saberes que aportan al desarrollo del país, a la innovación y a la acumulación de conoci-

² En las diversas investigaciones, documentos y ordenamientos consultados para la elaboración del presente artículo, los conocimientos tradicionales y los conocimientos ancestrales son definidos y analizados prácticamente como sinónimos, en función de algunas de sus características principales, tales como su naturaleza colectiva, comunitaria y su herencia básicamente oral a través de los siglos.

mientos. De ahí la pertinencia de explorar las fórmulas legislativas e institucionales adecuadas para promover el reconocimiento e inclusión de los conocimientos tradicionales y ancestrales de los pueblos indígenas y comunitarios que forman parte de la gran diversidad cultural de México.

Los conocimientos tradicionales y ancestrales han sido objeto de reconocimiento en cada vez más ordenamientos jurídicos, fenómeno que en gran medida obedece a la lucha y movilización permanente de los pueblos originarios durante las últimas décadas. Por ejemplo, en la Declaración Universal de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) sobre la Diversidad Cultural de 2001, se establece que los saberes tradicionales y ancestrales son un patrimonio cuyo valor no se circunscribe únicamente a las comunidades originarias, sino que dichos saberes constituyen un importante recurso para toda la humanidad; se establece de la siguiente manera:

14. Respetar y proteger los sistemas de conocimiento tradicionales, especialmente los de los pueblos indígenas; reconocer la contribución de los conocimientos tradicionales, en particular por lo que respecta a la protección del medio ambiente y a la gestión de los recursos naturales, y favorecer las sinergias entre la ciencia moderna y los conocimientos locales.³

En esta declaración se afirma que la diversidad cultural es una fuente de creatividad y de innovación y su reconocimiento fomenta la inclusión social y la participación de los pueblos indígenas. En términos generales, se denominan los conocimientos y saberes ancestrales y tradicionales a aquellos *saberes y conocimientos de los pueblos y comunidades indígenas transmitidos de generación en generación por*

³ Anexo II Orientaciones principales de un plan de acción para la aplicación de la Declaración Universal de la Unesco sobre la Diversidad Cultural; Declaración Universal de la Unesco sobre la Diversidad Cultural, 2001; Disponible en http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13179&URL_DO=DO_TÓPIC&URL_SECTION=201.html, consultado el 29 de abril de 2020.

nuestros ancestros, que fueron seres humanos que experimentaron la vida en la tierra y sus fenómenos físicos, mucho antes que nosotros, principalmente compartidos entre los miembros de una misma comunidad, región o etnia cultural, y que han contribuido en distintas áreas de la vida de estos pueblos.

Estos conocimientos, saberes y prácticas se han conservado a lo largo del tiempo, principalmente por medio de la tradición oral de los pueblos originarios, y también por medio de prácticas y costumbres transmitidas de padres a hijos desde la mejora en las técnicas de agricultura, conocimiento de los ciclos productivos de la tierra, uso de materiales orgánicos como pigmentos, métodos de medicina tradicional, así como solarios, calendarios y distintas formas de saberes y tecnologías de gran utilidad y vigencia al día de hoy.

Los conocimientos tradicionales y ancestrales, forman parte del patrimonio cultural de los pueblos indígenas, aunque estos conocimientos también se generan en comunidades que no son indígenas, pero que tienen una gran tradición de integración comunitaria, tanto en zonas rurales como urbanas. Es importante tener en cuenta que México tiene 68 pueblos indígenas, cuyos derechos fundamentales están consagrados en el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, donde se establecen que los pueblos indígenas son:

Aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.

Esto significa que, los pueblos indígenas de México son reconocidos en nuestra Carta Magna como parte fundamental de la composición pluricultural de la Nación, la cual está sustentada originalmente en sus pueblos indígenas. Los 68 pueblos indígenas, de conformidad con la Encuesta Intercensal realizada por el Instituto Nacional de Es-

tadística y Geografía (Inegi) en 2015, agrupan a 25.7 millones de personas que se auto adscriben como indígenas y representan 21.5 por ciento de la población total del país. Esta información poblacional nos da una idea de la relevancia demográfica y cultural de los pueblos indígenas de México. Por ello, es importante conocer y entender el alcance de sus derechos fundamentales.

De este modo, en cuanto al tema que nos concierne, es decir los conocimientos tradicionales y ancestrales, el ya mencionado artículo 2 Constitucional establece la siguiente disposición:

A. Esta Constitución reconoce y garantiza el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía para:

IV. Preservar y enriquecer sus lenguas, conocimientos y todos los elementos que constituyan su cultura e identidad.

La Constitución, pues, establece que el Estado tiene la obligación de generar las condiciones para que los pueblos indígenas, en el ejercicio de su derecho a la libre determinación y la autonomía, preserven y enriquezcan sus conocimientos, mismos que forman parte de su identidad y patrimonio cultural.

El derecho internacional también reconoce y protege los derechos de los pueblos indígenas. Por ello, cabe hacer referencia a lo que establece la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas:

Artículo 31

1. Los pueblos indígenas tienen derecho a mantener, controlar, proteger y desarrollar su patrimonio cultural, sus conocimientos tradicionales, sus expresiones culturales tradicionales y las manifestaciones de sus ciencias, tecnologías y culturas, comprendidos los recursos humanos y genéticos, las semillas, las medicinas, el conocimiento de las propiedades de la fauna y la flora, las tradiciones orales, las literaturas, los

diseños, los deportes y juegos tradicionales, y las artes visuales e interpretativas. También tienen derecho a mantener, controlar, proteger y desarrollar su propiedad intelectual de dicho patrimonio cultural, sus conocimientos tradicionales y sus expresiones culturales tradicionales.

Como puede apreciarse, los conocimientos tradicionales y ancestrales de los pueblos indígenas constituyen parte fundamental de su patrimonio cultural y tienen pleno derecho a conservarlos y enriquecerlos. Sin embargo, podemos vislumbrar ya con claridad, que existe un problema específico: *el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación no cuenta con esquemas legales ni institucionales para incluir a los conocimientos tradicionales y ancestrales, razón por la cual éstos carecen del impulso necesario para desarrollar sus potencialidades.*

Con el objeto de ampliar las referencias de esta reflexión, es pertinente mencionar que México comparte con América Latina la experiencia de la diversidad cultural basada en sus pueblos indígenas, razón por la cual comparten también vivencias respecto a la importancia de los conocimientos tradicionales y ancestrales, así como la forma en que se aborda su problemática.

Podemos decir que, en las comunidades y pueblos indígenas latinoamericanos, el desarrollo científico-tecnológico es apenas incipiente comparado con otras regiones en donde se han generado formas alternativas de organización económica más sociales y solidarias, además de una visión de cooperación, armonía y respeto por la naturaleza que tanto necesita la humanidad actual para, por ejemplo, combatir la crisis climática.

Por estas razones, es indispensable dignificar, *reconocer e incluir a los conocimientos tradicionales como conocimientos y saberes de alta relevancia, utilidad y vigencia, además de que la base de los sistemas de producción económica no pueden reducirse solamente a la transferencia, movilización, aplicación y generación de conocimiento científico-tecnológico, sino que deben incluir elementos inherentes al pa-*

*rimonio cultural del territorio mexicano para brindar una economía holística e incluyente.*⁴

Los especialistas Liliana Valladares y León Olivé, señalan que “los conocimientos tradicionales tienen un gran potencial para el desarrollo económico y social de América Latina, e incluso podrían incorporarse a innovaciones comerciales, asimismo pueden contribuir al desarrollo social de muchas maneras no comerciales”.⁵

Para estos expertos, sin embargo, la incorporación de los conocimientos tradicionales y ancestrales en redes plurales de innovación y aprendizaje, así como su consideración en el diseño de políticas públicas en materia de innovación, ciencia, tecnología y protección intelectual, si bien es posible y necesaria, requiere de una mayor claridad conceptual en cuanto a definir con más precisión a qué se hace referencia cuando se habla de conocimiento tradicional. Así, nos acercamos a una definición precisa de los conocimientos tradicionales y ancestrales: son aquellos conocimientos que han sido generados, preservados, aplicados y utilizados por comunidades y pueblos tradicionales, como los indígenas, que constituyen una parte medular de las culturas de dichos pueblos, y tienen un enorme potencial para la comprensión y resolución de diferentes problemas sociales y ambientales.

Como proponen estos expertos, la procedencia no-científica de los conocimientos tradicionales y ancestrales no debería restar legitimidad a dichos conocimientos, en la medida en que tanto unos como otros han derivado de prácticas confiables. Por ello, las prácticas y conocimientos generados dentro de comunidades tradicionales indígenas deben analizarse y valorarse en su contexto biocultural y en la cosmovisión en que se insertan, considerando las dimensiones sociales, materiales, contextuales, inherentes a toda forma de conocimiento. *Es decir, para construir la mejor forma de inclusión de los co-*

⁴ Valladares, Liliana y Olivé, León, ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad, Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/crs/v10n19/v10n19a3.pdf>, consultado el 29 de abril de 2020. Debido a que se trata de una cita, aclaro que las cursivas son de mi responsabilidad.

⁵ *Ibid.*

nocimientos tradicionales y ancestrales, es preciso que el acercamiento a ellos no se realice solamente con los parámetros de la ciencia, porque de esa forma se desligaría a esos saberes de los valores que conllevan.

Es preciso reiterarlo: la nación mexicana es pluricultural, donde conviven muchas formas de concebir el mundo y la vida. Conviven diversas lenguas, formas de organización social, valores y procesos de construcción de saberes, ciencias y tecnologías. Existen varias formas de relacionarse con la tierra, con el medio ambiente, con el agua y con el cosmos. Por lo tanto, es necesario que la relación entre los pueblos indígenas, el Estado y la sociedad, tenga como base un diálogo intercultural, donde predomine el respeto mutuo por la dignidad de las personas, las culturas, las lenguas y los saberes de todos.

Un diálogo intercultural que tenga como objeto generar acuerdos de inclusión para lograr el desarrollo y el bienestar de los pueblos. Es decir, a través de un diálogo intercultural auténtico, puede generarse un clima de comprensión apto para erradicar las barreras que excluyen a los conocimientos tradicionales y ancestrales de los conocimientos científicos, los cuales, estos últimos, podrían llamarse también “conocimientos occidentales” en oposición a lo tradicional o indígena.

En este punto, a fin de recapitular lo anteriormente expuesto, conviene ampliar y precisar la aproximación una definición de lo que son los conocimientos tradicionales y sus implicaciones. Es de gran utilidad retomar una definición de las expertas Susana Carolina Guzmán-Rosas y Mina Kleiche-Dray, quienes, a partir de una conceptualización de la Unesco, definen a los conocimientos tradicionales como: “Un conjunto acumulado y dinámico de saber teórico, experiencia práctica y representaciones que poseen los pueblos indígenas o comunidades locales que tienen una historia antigua de interacción con su medio natural, enmarcándolo como una posesión vinculada al lenguaje, las relaciones sociales, la espiritualidad y una visión colectiva del mundo”⁶

⁶ Guzmán-Rosas, Susana Carolina y Kleiche-Dray, Mina, *La inclusión del conocimiento tradicional indígena en las políticas públicas del Estado mexicana*

Si bien esta conceptualización es pertinente y retoma lo anteriormente expuesto, cabe incorporar una definición de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la cual ha trabajado en las últimas décadas en la elaboración de una legislación que proteja la propiedad intelectual de los pueblos indígenas sobre sus conocimientos tradicionales. Si bien la OMPI establece que no existe una definición única, que goce del consenso de la comunidad internacional, los conocimientos tradicionales pueden entenderse como: “La sabiduría, experiencia, aptitudes y prácticas que se desarrollan, mantienen y transmiten de generación en generación en el seno de una comunidad y que a menudo forman parte de su identidad cultural o espiritual”.⁷

En todo caso, es pertinente tener en cuenta, como lo establecen en el documento ya citado de Liliana Valladares y León Olivé, que, sea la definición que se maneje, los conocimientos tradicionales y ancestrales tienen las siguientes características:

1. Dimensión Práctica, que denota la dimensión mayormente tácita de los conocimientos tradicionales, mismos que se constatan y manifiestan en la forma de prácticas sociales y culturales llevadas a cabo por grupos humanos en un espacio-tiempo determinado.
2. Arraigo territorial, que liga el contenido de los conocimientos directamente al contexto, medio o entorno en que se desenvuelve una comunidad indígena, generalmente asociada con algún ecosistema particular.
3. Carácter colectivo, que reconoce como agente poseedor, portador y/o generador del conocimiento a una colectividad, comunidad, pueblo o nacionalidad indígena.

no, Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792017000200297#B42, consultado el 29 de abril de 2020.

⁷ <https://www.wipo.int/tk/es/tk/>, consultado el 29 de abril de 2020

4. Linaje u origen histórico, que enfatiza el desarrollo histórico del conocimiento y su transmisión, retención y preservación intergeneracional.
5. Dinamismo intergeneracional, que alude a la posibilidad permanentemente abierta que han tenido y tienen estos conocimientos de desarrollarse e innovarse de forma intergeneracional.
6. Valor económico y socio-ambiental, que hace referencia al potencial que tiene este conocimiento de contribuir en un futuro a la conservación ambiental y al desarrollo social y económico de un país.
7. Carácter Oral-Lingüístico, que subraya la importancia de las lenguas indígenas maternas como medios de preservación y transmisión intergeneracional de este conocimiento y, con frecuencia, la ausencia de un soporte material escrito como forma de registro y codificación del conocimiento tradicional.
8. Matriz cultural, que incorpora a los conocimientos tradicionales en el contexto de una cultura compartida y de una identidad colectiva con la que se auto identifican los miembros de una comunidad, pueblo o nacionalidad indígena.
9. Expresión de un derecho colectivo, que ubica a estos conocimientos dentro del marco de derechos colectivos de las comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas.

En conclusión, resulta imperioso impulsar el pleno reconocimiento de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas. Como hemos visto, uno de sus derechos fundamentales es la defensa, conservación y desarrollo de sus conocimientos tradicionales, en el marco de su derecho a la autonomía y libre determinación. Las implicaciones de esta perspectiva de derechos humanos respecto a los conocimientos tradicionales son múltiples, como se señaló antes, toda vez que abarca los ámbitos jurídico, cultural, ecológico, de propiedad intelectual, entre otros. Pero, a efectos del presente artículo, las implicaciones en el Sistema Institucional de Ciencia, Tecnología

e Innovación revisten una importancia especial y plantean el desafío de encontrar formas alternativas, funcionales e incluyentes de que los conocimientos tradicionales y ancestrales interactúen armónicamente con dicho sistema.

Por lo tanto, parece indispensable incluir a los pueblos y comunidades indígenas como actores para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación. También es importante que, en la estrategia de promover el desarrollo, la vinculación y difusión de la investigación científica que se derive de las actividades de investigación básica y aplicada, el desarrollo tecnológico de calidad y la innovación, se incluya a los conocimientos ancestrales y tradicionales.

Por ello, es necesario revisar, con una perspectiva incluyente de derechos humanos y pluriculturalidad, los principios que rigen el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como las políticas públicas del gobierno federal destinadas a fomentar, desarrollar y fortalecer la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación; todo esto, con el objeto de que se reconozcan, incluyan, incentiven, desarrollen, apliquen y promuevan los conocimientos tradicionales y ancestrales de nuestros pueblos originarios.

Actuar en esta dirección, tiene una profunda dimensión social y moral. Reconocer y potenciar los conocimientos tradicionales y ancestrales, los cuales tienen un gran valor para los pueblos indígenas de México. La actual coyuntura que vive México es favorable a este noble propósito. Tanto la orientación social y popular del gobierno del orresidente de la República, Andrés Manuel López Obrador, como el mandato constitucional de expedir una Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación en este año 2020, son factores que deben aprovecharse para generar mayor bienestar en beneficio de los que menos tienen.

LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL MODELO EDUCATIVO NACIONAL

*La educación científica de los jóvenes es al menos
tan importante, quizá incluso más,
que la propia investigación.*

Glenn T. Seaborg

Introducción

La selección de este tema se apega a la experiencia docente desempeñada por más de 30 años en el sistema medio y superior; a los recorridos como diputada federal y como secretaria de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, realizados a diversos centros de investigación, universidades y en la recolección de comentarios recabados en los diversos foros realizados en la Cámara de Diputados y en los Foros Regionales al interior de la República Mexicana, donde se abordaron diversas problemáticas que enfrentan los centros de investigación y su personal científico.

De tal suerte, se accedió a la recopilación lograda en los foros mencionados, encontrándose propuestas que pueden ayudar a solucionar los problemas de desarrollo de la ciencia, tecnología y la innovación vinculados con la educación. He aquí algunas de las críticas expuestas:

1. Disociación del quehacer científico, con la solución de los problemas sociales, económicos, etcétera.
2. Poca participación de las mujeres en éste ámbito.

3. La desigualdad de sueldos entre los y las científicas.
4. La mayoría de los cargos directivos son ocupados generalmente por científicos hombres.
5. No se crean tantas plazas de investigación para las nuevas generaciones de científicos.
6. Falta de apoyo para difusión científica.
7. Las investigaciones no salen al ámbito social porque se quedan en las bibliotecas.
8. Se observa el éxodo de jóvenes científicos a los países desarrollados (fuga de cerebros).
9. Los innovadores no tienen un apoyo económico para solventar sus investigaciones.
10. Aumento al presupuesto destinado para la CTI, que fue un reiterado clamor de los foristas.

Al considerar las valiosas intervenciones de los foristas, se analiza y se logra estructurar una iniciativa de ley al artículo 47 de la Ley General de Educación. Esta iniciativa tuvo mucho que ver en la nueva redacción del artículo 3 Constitucional, en relación con que todos “tenemos derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica”. Pero, además que se impulse esta nueva modalidad educativa, basada en la ciencia, la tecnología y la innovación, desde los niveles preescolar, primaria y secundaria, para que en los niveles medio y superior lleguen alumnos reflexivos y críticos.

Panorama nacional de la CTI en el sistema educativo

En este siglo XXI las sociedades y economías a nivel mundial son partícipes de grandes retos globales como las consecuencias sociales, humanas y tecnológicas, producidas por una inminente crisis financiera internacional, la evolución de la sociedad del conocimiento, la creciente dependencia en las tecnologías de la información como herra-

mientas cotidianas para la vida diaria; así como de responsabilidades internacionales como el cumplimiento de los objetivos de desarrollo, el crecimiento sostenible y la respuesta al cambio climático, el envejecimiento de las sociedades y la economía del conocimiento.

La educación es la clave que determina nuestra relación con la CTI para la apropiación del desarrollo integral, además se da dentro un proceso dinámico de transferencia de conocimiento que permite a las sociedades contemporáneas asegurar mejores niveles de bienestar para los ciudadanos, la economía y la productividad.

La inversión en la adquisición, enseñanza y aplicación de nuevos conocimientos se puede ver traducido en riqueza y bienestar en la población en la mayoría de los países. El nivel de educación de los ciudadanos define las posibilidades de bienestar que podrán lograr durante su vida.

Según la OCDE⁸ quienes completan la segunda etapa de la educación secundaria tienen más posibilidades de gozar de una buena salud en contraste con quienes no la finalizan. Por ello es de vital interés para cualquier estado buscar mejorar y actualizar de manera continua las formas y los métodos de enseñanza, así como los contenidos, para dotar a sus ciudadanos de oportunidades equitativas, y un enfoque social de cooperativismo para la mejora del tejido social, y su situación ambiental de abuso de los recursos naturales de nuestro planeta.

La ciencia, el método científico y las tecnologías digitales pueden convertirse en un aliado estratégico de los estados en materia de economía, educación, poder, desarrollo y posicionamiento internacional, los cuales a su vez constituyen elementos fundamentales para el desarrollo de los países y su bienestar en general.

En las últimas décadas, el mundo se ha transformado con una celeridad nunca vista en las distintas etapas de la historia humana, la apropiación y el uso de la ciencia y la tecnología han jugado un papel

⁸ El trabajo de la OCDE sobre educación y competencias está disponible en <https://www.oecd.org/education/El-trabajo-de-la-ocde-sobre-educacion-y-competencias.pdf>

determinante en las profundas transformaciones sociales que estamos experimentando: la construcción del ciberespacio, conectividad global, la transformación digital y el futuro del trabajo. Insertar a la ciencia, la tecnología y la innovación en nuestro sistema educativo a través del método científico desde los niveles básicos podría asegurarle a México mejores niveles de bienestar, económicos y de posicionamiento internacional.

Panorama nacional de la CTI en el sistema educativo

La reforma educativa se refiere a una serie de acciones y compromisos dirigidos a introducir un cambio importante o más de un aspecto del sistema educativo, bajo este concepto lo esencial de una reforma es generar cambios en el *statu quo*. Inherentemente una reforma asume que el actual *statu quo* no es satisfactorio. En ese sentido la actual administración pública de México a través de la reforma educativa del año 2019 busca fomentar la calidad en la educación como una fuente de competitividad económica, incentivar la investigación científica desde los niveles básicos al mismo tiempo, que hubo un aumento en el gasto educativo propuesto para 2020 en el PEF, entendido como la suma de lo asignado a la función educación y lo asignado a la Secretaría de Educación Pública (SEP) por medio de funciones distintas a educación, asciende a 807 mil 305 millones de pesos, este monto implicaría un incremento en términos reales de 0.5 por ciento, en comparación con el PEF 2019.⁹

Uno de los avances más relevantes en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en México se dio a través de la reforma educativa del 2019, cuando la Cámara de Diputados aprobó el proyecto de decreto que buscó reformar, adicionar y derogar diversos artículos constitucionales en materia educativa. Entre las reformas, que pode-

⁹ Gasto educativo en el PPEF 2020. Impacto de la Reforma Educativa de 2019. Disponible en <https://ciep.mx/gasto-educativo-en-el-ppef-2020-impacto-de-la-reforma-educativa-de-2019/>

mos destacar en materia de CTI están las modificaciones a la fracción V del artículo 3º, así como las adiciones a la fracción XXIX-F del artículo 73. Estas reformas retoman y perfeccionan propuestas presentadas por diferentes miembros de la comunidad científica y crean un nuevo marco constitucional para la CTI, que permitirá un mayor aprovechamiento para el desarrollo integral de nuestro país.

Se puede observar una visión hacia el futuro permeada en las reformas por la Cámara de Diputados, y en particular de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, para incorporar expresamente en nuestra Constitución que:

Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia; además alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.¹⁰

Lo que establece constitucionalmente el derecho humano a gozar de los beneficios del desarrollo de la CTI. Dicha reforma generó un transitorio que establece que el Congreso debe expedir una Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación a más tardar en el año 2020, para adecuar su estructura a las reformas educativas aprobadas, y considerar las voces de los integrantes del ecosistema de CTI.

Durante esta etapa de reformas en materia educativa, la diputada María Eugenia Hernández Pérez del grupo parlamentario de Morena, complementó el trabajo legislativo en materia de CTI con la iniciativa con un proyecto de decreto que reformó el artículo 47 de la Ley General de Educación, la cual propone que:

¹⁰ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_060320.pdf

En los planes de estudio deberán establecerse

I. Los propósitos de formación general y, en su caso, la adquisición de conocimientos, habilidades, capacidades y destrezas que correspondan a cada nivel educativo, elaborados y transmitidos con base en métodos y prácticas científicas, que estimulen el interés de los estudiantes por la ciencia, la tecnología y la innovación.¹¹

Dicha iniciativa toma en cuenta que el desafío de la educación científica debería partir de la convicción que todas y todos pueden acceder al conocimiento científico, pero hay que propiciar espacios en los procesos de aprendizaje al error, a la búsqueda, a la duda, al aprender con otros el trabajo colaborativo, para contribuir a desarrollar la creatividad y nuevos conocimientos. Es decir, no se trata de “enseñar ciencias”, sino de educar a través de los conocimientos científicos, lo que transforma los conocimientos en medios para educar y formar, y los aleja de ser un fin en sí mismo; se trata entonces de educar a través y por las ciencias.

En los contextos escolares, los esquemas vigentes de educación científica no son capaces de movilizar y motivar a los estudiantes hacia el conocimiento, para transformarse en protagonistas activos en la apropiación del saber, pues pareciera que los programas educativos han hecho sentir a los estudiantes la sensación de fracaso, de desmotivación y como consecuencia, alejarse del conocimiento; por tanto, se deben refundar las propuestas de educación científica, y ello implica cambiar: los contenidos, objetos de aprendizaje y metodologías de enseñanza; la manera en cómo se enseña, las estrategias y las maneras en que estos contenidos son presentados a los estudiantes.

Deben revisarse las rutinas pedagógicas y las culturas instaladas en las instituciones, para que los aprendizajes sean transformados para proponer una educación científica estructurada alrededor de la

¹¹ Proyecto de Decreto que reforma el artículo 47 de la Ley General de Educación. Disponible en <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/64/2019/feb/20190212-III.html#Iniciativa30>

curiosidad, el cooperativismo, de la creatividad, de la racionalidad y de la innovación.

Por último, es necesario destacar que la reforma educativa de 2019 responde a una visión dinámica de la investigación científica, la generación de conocimiento para el desarrollo de nuevas tecnologías y las propuestas de innovación de toda índole, que requieren de criterios y estructuras abiertas y descentralizadas en las que puedan participar todos los actores bajo el principio de libertad de investigación.

En una economía global los países compiten entre ellos por la inversión, los mercados y el desarrollo tecnológico. Lo cual implica que el “capital humano” capacitado se considere una ventaja deseable ante la competencia económica.

Panorama internacional

La creciente evidencia de los beneficios que pueden generar la CTI en la educación y al crecimiento económico global, nos plantea la necesidad de incorporar una orientación muy específica a las políticas de CTI de nuestro país que vaya más allá de mejoras en la competitividad y habilidades técnicas, y que más bien busque que se tomen en cuenta los conceptos de desarrollo integral, sustentable y de inclusión social. Estas nuevas propuestas para fortalecer los sistemas educativos alrededor del mundo nacen de la preocupación de que los evidentes efectos positivos que tienen la ciencia, tecnología e innovación no son distribuidos de manera equitativa en las sociedades.

El diseño, implementación y desempeño de las políticas en CTI, al igual que cualquier otra política pública, es altamente dependiente de la naturaleza de los factores contextuales, políticos, culturales e históricos de un país o región a analizar.

La condición necesaria para estimular la CTI de una nación se encuentra anclada en la estabilidad política, la ausencia de violencia, la distribución equitativa de la educación, de la salud, de los recursos y sobre todo, en la eficiencia gubernamental a la hora de implementar

políticas públicas.¹² Sin embargo, la historia de América Latina y el Caribe (ALC) de los últimos años, muestra constantes periodos de avances y retrocesos, periodos de expansión y desarrollo económico y seguidos por periodos de crisis que en su mayoría desencadenaron fuertes convulsiones políticas que en poco tiempo desmantelan logros y avances de las administraciones predecesoras. Sin embargo, la formación de recursos humanos en CTI, el establecimiento de instituciones que fomenten la creatividad científica y tecnológica, el diseño e implementación de instrumentos de financiamiento e incentivos para la investigación e innovación, demandan décadas de constante esfuerzo e inversión.

La pérdida de continuidad en la implementación de las políticas públicas de largo plazo y la incapacidad del gobierno, son una de las causas más relevantes que explican por qué los países menos desarrollados fallan en la articulación de políticas adecuadas de CTI y en el desempeño de estas con el objetivo de fomentar las sociedades del conocimiento desde sus niveles más básicos de educación.

Sin excepción, todos los países que han logrado alcanzar altos niveles de bienestar para sus ciudadanos han generado un fuerte proceso de innovación, sostenido por un vigoroso desarrollo tecnológico y una sólida base científica. Es evidente que la ciencia ha dado un paso crítico en el desarrollo humano que no puede revertirse. No podemos concebir una sociedad moderna, basada en el conocimiento, sin la ciencia.

La importancia del quehacer científico en nuestra actualidad es claramente un compromiso internacional como lo propone la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la ONU, dicha agenda firmada por más de 150 jefes de estado y de gobierno en el año 2015, incluye a México. Esta Agenda a su vez es producto directo de los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* suscritos por más de 190 estados en el año 2000. La Agenda 2030 contiene 17 objetivos de aplicación universal

¹² Los ritmos de las políticas CTI y de sus paradigmas tecno-económicos/ organizacionales en ALC, disponible en <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-PoliticaCientificas-GAL.pdf>

que guían los esfuerzos de todos los países para lograr un mundo sostenible, entre los que figura la Educación de calidad, la innovación e infraestructura;

La capacidad de cumplir los objetivos de la Agenda 2030 como compromiso de nuestro país para el desarrollo sostenible, requiere claramente la aplicación del conocimiento científico en un sentido amplio y sin excepción. Alcanzar altos índices en cada objetivo no sería posible sin el conocimiento derivado de la investigación científica, que, implementado de manera congruente, podría ser usado como solución a los grandes problemas nacionales, para poder así, apalancar el desarrollo nacional hacia el cooperativismo, la sostenibilidad y una calidad de vida digna para todos. Los aportes de las ciencias, la tecnología, la innovación son indispensables para que se avance en las direcciones deseadas.

Propuestas planteadas en los foros nacionales

Dentro de los trabajos legislativos del 2019 por parte de la Comisión de CTI de la Cámara de diputados, se llevaron a cabo los *Foros Regionales Hacia una Nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación* con la finalidad de escuchar y recabar opiniones de diferentes actores locales y regionales de los sectores académico, científico, legislativo, empresarial, social y público, para cumplir con el mandato constitucional de renovar la Ley de Ciencia y Tecnología y tomar en cuenta los diversos puntos de vista vertidos en estos ellos.¹³

Algunas de las propuestas planteadas por los asistentes a estos foros, son las siguientes:

- Que la ciencia y la tecnología sean declaradas áreas prioritarias para el desarrollo nacional.

¹³ Disponible en <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Comision-de-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion/Foros/Galeria-Fotografica-y-Relatorias-de-los-Foros-Regionales-2019>

- Que el Estado se obligue a asignar recursos suficientes (PIB) y crecientes para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación.
- Que se establezcan las bases de una política de Estado en la materia, para que México se convierta en una potencia en el mediano y largo plazos.
- Que se establezcan disposiciones para tener educación basada en ciencia y tecnología desde la primaria hasta el nivel superior.
- Que se garantice en la Constitución, la libertad de investigación, la participación social en el desarrollo científico y tecnológico y el acceso universal a los beneficios derivados del progreso científico y sus aplicaciones.
- Que se desarrollen programas específicos a las mujeres mexicanas científicas que participen en el crecimiento tecnológico e innovador a través de políticas que favorezcan la inclusión de mujeres inventoras.

Conclusiones

Bajo la llegada de un nuevo ciclo en los poderes Ejecutivo y Legislativo en nuestro país se ha llevado a cabo la implementación de nuevas políticas públicas en materia de CTI, como:

- El Decreto Constitucional para la expedición de una nueva Ley de Ciencia y Tecnología en el 2020.
- La inclusión del derecho humano a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y tecnología, así como el uso de métodos y prácticas científicas, que estimulen el interés por la ciencia, la tecnología y la innovación desde los niveles básicos de educación.
- En el poder legislativo se observa un claro robustecimiento del marco jurídico en materia de CTI, del cual se espera que una buena ejecución pueda rendir frutos en el mediano y largo plazo para el bienestar de la población en general.

Es menester asegurar que el bienestar derivado de la CTI pueda ser repartido equitativa y gradualmente a todos los ciudadanos del país sin excusas geográficas, nuestro sistema educativo deberá seguir actualizándose para que sus esfuerzos en materia de CTI logren niveles más altos de excelencia, calidad, inclusión y perspectiva científica de manera continua a lo largo de todo el país.

Ciencia, tecnología e innovación son elementos centrales para el desarrollo de sociedades del conocimiento sostenibles. Las capacidades nacionales de CTI son, por lo tanto, un importante motor de crecimiento económico y desarrollo social.

Las políticas de CTI, regionales y nacionales direccionan y promueven la inversión y la formación de recursos humanos, creando y fortaleciendo las capacidades necesarias para que la CTI esté al servicio del desarrollo sostenible.

LA CTI Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SUSTENTABLES (ODS) EN LAS SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS DEL MEDIO AMBIENTE

Este artículo se asienta en el marco del Anteproyecto de Libro Colectivo Coordinado por la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. Esta actividad tiene una relevancia especial porque contribuye a difundir temas fundamentales de la ciencia, la tecnología y la innovación, relacionados con las soluciones a problemáticas del medio ambiente y algunas perspectivas de los legisladores que permitan dotar de herramientas en la toma de decisiones así como en la proposición de nuevas iniciativas de ley.

El conocimiento científico-tecnológico y la capacidad para innovar son elementos que contribuyen a incrementar la productividad de las naciones y sus niveles de bienestar. La experiencia internacional

muestra que el desarrollo de los países se basa cada día más en su capacidad para generar, asimilar y transferir conocimiento, pues de esa manera se crean bienes y servicios (DOF, 2014).

A su vez el Banco Mundial ha diseñado cuatro pilares que permiten observar el nivel de desarrollo de una economía de conocimiento los cuales son:

- a) “Mano de obra educada y calificada: Contar con una población bien educada y calificada es esencial para la creación, adquisición, diseminación y utilización efectiva del conocimiento”.
- b) “Sistema de innovación eficaz: Fomento público y privado de la investigación y el desarrollo, que da como resultado nuevos productos o bienes, nuevos procesos y nuevo conocimiento”.
- c) “Infraestructura de información y comunicaciones adecuada: Son las capacidades instaladas que posibilitan el desarrollo de actividades innovadoras, científicas y tecnológicas”.
- d) “Régimen económico e institucional conductor del conocimiento: Se refiere a la red de instituciones reglas y procedimientos que influyen la forma en que un país adquiere, crea, disemina y usa la información” (Banco Mundial, 2015).

El desarrollo de CTI son factores primordiales para el crecimiento económico en una nación (Fccyt, 2016); ya que brinda la posibilidad de impactar en diversas áreas como son salud, educación, economía, energía, medio ambiente entre otras.

Relacionado al tema de medio ambiente, en 2015 la ONU aprobó la Agenda 2030¹⁴ donde se establece un plan de acción mundial a favor de las personas, el planeta y la prosperidad con la finalidad de avanzar hacia el desarrollo sostenible; la agenda 2030 se compone de 17

¹⁴ Agenda 2030; Objetivos del desarrollo sostenible 2016; Para conocer la agenda completa, puedes consultar el texto de la Declaración de la Agenda que entran en vigor el 1 de enero de 2016 en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/69/L.85&Lang=S

objetivos y 169 metas contemplando tres dimensiones del desarrollo sostenible:¹⁵ Social, Económico y Ambiental.

Respecto al tema ambiental, cinco son los objetivos que se encuentran ligados a esta temática, tales como agua limpia y saneamiento, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina y vida de ecosistemas terrestres.

En el objetivo 6 atribuido a agua limpia y saneamiento se reconoce que la escasez del agua afecta a más de 40 por ciento de la población mundial; en el objetivo 15 atribuido a vida de ecosistemas terrestres reconoce que el 74 por ciento de las personas pobres a nivel mundial se ven directamente afectadas por la degradación del suelo, en ambos casos va en aumento esta problemática día a día.¹⁶

Específicamente para el caso del Agua el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 hace referencia a “Agua limpia y saneamiento” donde se enuncia “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. Donde se menciona que en la actualidad el reparto del agua no es el adecuado, ya que para el año 2050 al menos un 25 por ciento de la población mundial viva en un país afectado por escasez de agua logrando repercutir en la “seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la oportunidad de educación para las familias pobres en todo el mundo”.

Algunas metas del Objetivo 6 de la Agenda 2030 de la ODS:

“De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recur-

¹⁵ Acerca de la Agenda 2030: <http://agenda2030.mx/ODSopc.html?lang=es#/about>

¹⁶ El derecho humano al medio ambiente en la agenda 2030; Julen Ugartetxea de la Cruz, Amancay Villalba Eguiluz y Nekane Viota Fernández, 2017

osos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.”¹⁷

Para el caso de México, en el artículo 4 constitucional, establece que: “Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”, donde en diversas regiones del país no se cuenta con este acceso, ya que alrededor de 9 millones de habitantes no tiene servicio de agua potable, según datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), las ciudades del país cuentan con más del 95.4% de cobertura.

En México, la disponibilidad per cápita anual ha disminuido de la siguiente manera: en 1950 se contó con 17742 m³; para 1970, con 8000 m³ y para 2012 con 4028 m³, en comparación con países es Canadá, que contó con 84 633 m³; Panamá, 42 577 m³ y Estados Unidos con 9159 m³, en 2012. Al proyectar para México, en el 2030, una disponibilidad de agua por habitante en el país sea de apenas de 3430m³ por año, ya que organismos internacionales apuntan a que la crisis de agua que enfrentará la humanidad, rumbo al llamado día cero de la escasez de agua, afectaría a países como México.

Por este motivo, y debido a la problemática mundial relacionada al agua limpia y saneamiento, la ciencia, tecnología e innovación juegan un papel muy importante para su cumplimiento, mediante nuevas alternativas para su abastecimiento

¹⁷ Objetivo del desarrollo sostenible 6; Agua limpia y Saneamiento; consultado en diciembre de 2019 a través de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

, así como el uso de una manera eficiente de los recursos; la búsqueda de tecnologías de extracción, acumulación, distribución, eliminación y depuración de aguas residuales, sistemas optimizados de riego; sistemas de contención de aguas; mecanismos de desalinización de agua marina, los cuales son utilizados para diversas actividades como las industriales, agropecuarias o para consumo humano.¹⁸

Anaya, en 2014, menciona que “la captación y purificación del agua de lluvia representa una alternativa viable, efectiva, eficiente y sustentable para proporcionar agua en cantidad, calidad y de forma continua a poblaciones que no tienen acceso al agua entubada”.

La investigación, implementación y uso de sistemas innovadores y tecnológicos, enfocados a la resolución de la problemática de agua, pueden ser los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), los cuales cada vez son más comunes a nivel mundial; tan sólo en Medio Oriente, en ciudades como Chennai y New Dheli, estos sistemas se han implementado para su uso; en China, el gobierno ha implementado este proyecto y logró suministrar agua a 5 millones de personas, así como a 1.18 millones de cabezas de ganado; en Bangladesh, desde 1997, se han instalado más de 10000 SCALL, debido a que sus aguas subterráneas se encuentran contaminadas con arsénico; en EUA, los sistemas de captación son utilizados en 15 estados, sobre todo en Texas, al estimar que aproximadamente 500,000 personas se abastecen de esta agua para uso doméstico, agrícola e industrial; en Brasil, más de 15 millones de personas se ven afectadas por la falta de agua, por lo que en Sergipe han colocado 12000 cisternas de ferro cemento como captadores de agua pluvial; en Honduras, se han diseñado cisternas recolectoras para el almacenamiento de agua de lluvia; para el caso de Nicaragua, tan sólo 28% de su población rural tiene acceso al agua, por lo que se han implementado estos sistemas para permitir

¹⁸ La conexión Nanotecnología, M. Douas, P.A. Serena, M.I. Marqués; consultado en 2020 a través de: <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/conexion-nanotecnologia-agua>

su recolección y uso de agua de lluvia;¹⁹ para el caso de México, se ha implementado estos sistemas en la Ciudad de México como un programa de la secretaria del Medio Ambiente (Sedema),²⁰ así como en Michoacán y en la comunidad Mazahua del Estado de México, donde aparte del beneficio del acceso al agua se logró al tener un impacto económico a los pobladores de la región, debido a que el agua captada por el SCALL se purificó y se logró comercializar en la región.²¹

Por otra parte, respecto al objetivo 15 de los ODS, vida de ecosistemas terrestres reporta “cerca del 30.7% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio, son fundamentales para combatir el cambio climático, pues protegen la diversidad biológica y las viviendas de la población.”²²

Por este motivo, y mediante la protección de bosques, áreas protegidas y recargas de acuíferos, se puede fortalecer la gestión de los recursos naturales, al aumentar la productividad de la tierra, así como evitar el aumento de contaminantes, lo cual tiene por consecuencia enfermedades de distintos tipos, lo cual afecta la calidad de vida en las personas.

De esta manera se encuentran ligadas, de algún modo, las problemáticas del agua, con la protección de áreas naturales; si una se afecta, la otra también, como es el caso de la contaminación en ríos, cuencas hidrológicas, microcuencas y barrancas, las cuales se ven afectadas por una gestión inadecuada de las aguas residuales, al depender de su grado de contaminación, ya que existen tres tipos de contaminantes en el agua:

¹⁹ Antecedentes de la captación del Agua de Lluvia; Centro Internacional de Demostración y Capacitación en aprovechamiento del agua de lluvia; Colegio de Postgraduados; Frost Restori Alberto Mayo 2011.

²⁰ Programa de sistemas de captación de lluvia en viviendas de la Ciudad de México; Sedema; <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/programa-de-sistemas-de-captacion-de-agua-de-lluvia-en-viviendas-de-la-ciudad-de-mexico>

²¹ Sistemas de Captación de Agua de Lluvia SCALL; Red temática en sistemas de captación de agua de lluvia Comunidad Mazahua <http://www.captaciondelluvia.org/comunidad-mazahua-2/>

²² Objetivos de Desarrollo Sostenible; Consultado Abril 2020 a través de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>

- Polisaprobias: agua que está fuertemente contaminada con carbono orgánico, caracterizada por una población de organismos específicos y normalmente con una concentración muy baja e incluso total ausencia de oxígeno.
- Mesosaprobias: los organismos que viven en medios con una cantidad moderada de materia orgánica y variable cantidad de oxígeno en disolución, como algunas algas clorofíceas.
- Oligosaprobias: zonas de vertido de aguas residuales a un río, donde las aguas han alcanzado el aspecto y características de su estado natural.²³

Por esta razón, al existir diversos tipos de contaminantes, es importante definir la importancia de áreas naturales protegidas, que no se contemplen en las leyes actuales como son cuencas y barrancas, para su protección. La Semarnat define como cuenca hidrológica a un territorio, región o zona, por donde se conduce el agua de lluvia hasta un cauce común.²⁴ En este entendido, existen microcuencas, subcuencas, barrancas, los cuales se diferencian principalmente en su extensión; además, se debe en cuenta la siguiente consideración: “La disponibilidad de agua y la calidad de vida de las poblaciones situadas en las partes bajas depende de todo lo que suceda dentro de los límites de la cuenca”. Para el caso de las barrancas, desde el aspecto hidrológico, captan el agua de lluvia para la recarga de acuíferos, así como en espacios donde se agrupa flora y fauna de la región.

Las cuencas, microcuencas y barrancas permiten definir diversas funciones o aspectos para tener una gestión integral del agua como:

²³ Contaminación del agua: causas consecuencias y soluciones; Fondo para la comunicación y educación ambiental; <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>

²⁴ Sánchez Vélez, A. S., Núñez, G. & Trujano, P. (2003). *La cuenca hidrográfica unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*; Semarnat (No. F/333.730972 A4).

- La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
- La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua.
- La prevención y mitigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidro-meteorológicos.
- La construcción, mantenimiento y operación de obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas.
- El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego.
- El control de la calidad del agua y su saneamiento.

Al no existir una regulación o protección para su conservación, surgen algunas problemáticas a su alrededor. La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) reportó que:

la ocupación irregular en las barrancas no solo es exclusiva del estrato socioeconómico ya que son habitados tanto por personas de escasos recursos o como inmobiliarias que realizan la construcción de viviendas en las mismas implicando la explotación de la vegetación de la zona, la remoción del suelo para la conformación del terreno y su relleno para nivelar la pendiente de sus laderas, y en los casos más críticos, el relleno del cauce de las barrancas, con lo que se modifica tanto el relieve de la zona como el funcionamiento del sistema de barrancas a nivel regional, además de que en muchos casos se daña la infraestructura hidráulica existente en las barrancas.²⁵

Greenpeace menciona que esta contaminación podría afectar directamente a las comunidades que viven cerca de ellas, al provocar daños a su salud y a sus fuentes de alimentos. Lo cual puede conllevar un alto costo para la sociedad en su conjunto: entre más agua sea

²⁵ Informe de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial; Consultado en Febrero de 2020 a través de: <http://www.paot.org.mx/centro/paot/barrancas06.pdf>

contaminada en los afluentes, más costoso será potabilizarla, llevarla a las ciudades y atender los impactos que deje en las comunidades y en el medio ambiente afectados.

Otro factor que daña a las barrancas, es la disposición de residuos sólidos, ya que no existe un tratamiento adecuado, lo cual provoca contaminación en el entorno, debido a que alguno de estos residuos pueden contener sustancias peligrosas como, por ejemplo, el aceite, el cual se estima que por cada litro no vertido sin ningún tratamiento, podría afectar la calidad de 1 millón de litros de agua potable.²⁶

El crecimiento de asentamientos irregulares, la acumulación de residuos sólidos y el nulo tratamiento de aguas residuales, provocaran diversas afectaciones en el aspecto ambiental, al lograr que se desperdicien grandes volúmenes de agua, pérdidas económicas y humanas.²⁷

Por esta razón, es necesario el uso de sistemas innovadores que se adecuen a las necesidades que se requieran, además de que es importante la generación y comercialización de nuevos productos que permitan la solución a las problemáticas de diversa naturaleza (Conacyt, 2017); en el caso de América Latina, se introducen productos nuevos a menor ritmo que en Estados Unidos, Japón, etcétera, por lo que se produce un estancamiento en su crecimiento económico, lo cual repercute en la calidad de vida de las personas (Banco Mundial, 2017).

Finalmente, los avances tecnológicos juegan un papel muy importante, desde que “Arquímedes inventó su tornillo para trasladar el agua cuesta arriba y los romanos construyeron sus acueductos, la humanidad ha intentado manipular el recurso más preciado de la tierra mediante el uso de la tecnología”²⁸. Derivado de esto, es necesario

²⁶ Secretaría del Medio Ambiente, 2002; revisado a través del Informe de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial; Consultado en Febrero de 2020 <http://www.paot.org.mx/centro/paot/barrancas06.pdf>

²⁷ Sánchez Vélez, A. S., Núñez, G., & Trujano, P. (2003). La cuenca hidrográfica unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales; Semarnat (No. F/333.730972 A4).

²⁸ Fondo para la comunicación y la educación ambiental; consultado Abril 2020 a través de: <https://agua.org.mx/tecnologias-del-agua/>

incentivar el desarrollo de CTI, aplicados a problemáticas que permitan la conservación del medio ambiente, así como a la creación de un marco jurídico, mediante la modificación de leyes que tomen en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Es importante la participación de la comunidad científica, con diversos actores que viven estas problemáticas, con la sociedad y el gobierno, al permitir una sinergia para la resolución de estas problemáticas, con la finalidad de la protección y conservación del medio ambiente que genere una mejora en la calidad de vida de las personas.

LA CTI POR MUJERES

Ana Lilia Herrera Anzaldo¹

Diputada federal

Nota introductoria

“El mundo necesita ciencia y la ciencia necesita a las mujeres”,² es el mensaje principal de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (Unesco), en el programa *For Women in Science* y en el contexto nacional e internacional que vivimos. No podría estar más de acuerdo.

La elaboración de este trabajo responde a la necesidad de generar condiciones para el acceso de las mujeres en la ciencia, la tecnología, la innovación y, si bien hoy podemos hablar de un contexto generacional distinto, en el cual el acceso es permitido e incluso apoyado, reconocamos que aún no existen condiciones culturales y académicas para impulsar el desarrollo de las mujeres en estas áreas del conocimiento, no sólo en los ámbitos universitario o de investigación, sino desde el inicio de la vida académica, en la educación inicial y la básica.

¹ Diputada federal por la LXIV Legislatura. exsenadora de la república en la LXII y LXIII Legislatura. Principal impulsora de la reforma publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de mayo de 2014 en materia de Acceso Abierto. Exsecretaria de educación en el Estado de México y expresidenta Municipal de Metepec, Estado de México. Actual presidenta del Colectivo 50 +1, capítulo Estado de México.

² *For Women in Science*, Unesco. <https://www.forwomeninscience.com/es/home>, página consultada el 26 de marzo de 2020.

Las oportunidades hay que crearlas y desarrollarlas, no valen sólo en el papel; las cifras nos permiten observar un incremento en el acceso de las mujeres al nivel universitario; sin embargo, las mujeres en la ciencia, el desarrollo tecnológico e innovación, así como en la investigación, ven disminuidas sus oportunidades, conforme avanza su desarrollo. Los escalafones académico y profesional permanecen de cristal.

Datos del Instituto de Estadística de la Unesco³ revelan que las mujeres en el mundo ocupan, en promedio el 29 por ciento de los puestos científicos dedicados a la investigación, mientras en México –en proporción a su población de investigadores–, sólo el 37 por ciento son mujeres.⁴ ¿Por qué? Esta es justo una de las interrogantes que motivan este trabajo. Con datos duros, significaría que en México las mujeres tendrían apenas acceso a la educación superior, al contar que el promedio de asistencia a la escuela de las personas es de 9 años; es decir, sólo educación básica terminada (hombres y mujeres)⁵, lo que representa no sólo el limitado acceso a la educación media superior y superior, sino también la baja participación en el ámbito de la investigación.

En 2018, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) señaló que aunque las mujeres representan el 53.1 por ciento de los egresados con título de educación superior, una de cada

³ Instituto de Estadística de la Unesco, “Women in Science” June 2019 FS/2029/SCI/55. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs55-women-in-science-2019-en.pdf>, página consultada el 25 de marzo de 2020.

⁴ Encuesta Intercensal 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>, página consultada el 28 de marzo de 2020.

Al 2018 el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) informaba que dicho sistema contaba con 28 mil 630 científicos de los cuales el 37 por ciento eran mujeres, es decir tan solo 10 mil 683 investigadoras. La participación de las mujeres en la investigación en otros países de América Latina es la siguiente, respecto a su población interna e investigadores registrados: Venezuela el 61% ; Guatemala el 52.3%, Argentina el 53% Panamá 51.8%; Cuba 49%; El Salvador 39 por ciento; Chile el 33%; Perú 29%.

⁵ Encuesta Intercensal 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Asistencia y deserción. Características educativas de la población. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/> página consultada el 1 de abril de 2020.

cinco no participa en el mercado laboral, incluso la tasa de inactividad laboral frente a los hombres egresados es del 6.9 por ciento, respecto del 21.3 por ciento, lo que se refleja en un 10 por ciento menos en la tasa de ocupación.⁶

El desarrollo de las mujeres en tiempos modernos nos llama a la reflexión. No se trata de generar división, sino de generar espacios en igualdad de oportunidades y reconocer que la participación femenina en la ciencia nos permitirá, incluso, ampliar sus perspectivas de estudio.

El lento acceso de las mexicanas al pleno ejercicio de nuestros derechos no debiera sorprendernos, si reflexionamos que apenas en 1878 se reconocía la educación obligatoria para niñas en igualdad con los niños, o que entre 1887 y en 1889 se graduaban la primera Médica, Matilde Montoya, y la primera abogada, María Sandoval, y hasta 1927, Helia Bravo Hollis, se graduó como la primera Bióloga, o que en 1961 Alejandra Jáidar se tituló como Físico (sí, Físico, no Física).

Hoy, gracias a mujeres que como ellas se atrevieron a desafiar los roles tradicionales, tenemos una realidad distinta desde la que nos toca construir y consolidar logros, para que las nuevas generaciones puedan desarrollarse en las ramas del conocimiento que deseen, libres de estereotipos y con igualdad de oportunidades.

Segregación

Hagan un equipo de niñas y otro de niños ¿Les parece haberlo escuchado? Estoy segura de que sí. Es este tipo de frases con las que una sociedad crece y provoca se consolide la segregación.⁷ En la ciencia

⁶ OCDE. Educación Superior en México. Resultados y Relevancia para el Mercado Laboral. Documento disponible en https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/educacion_superior_en_mexico.pdf página consultada el 24 de marzo de 2020.

⁷ De acuerdo a la Real Academia Española (RAE) Segregación significa acción y efecto de segregar, es decir de separar, marginar o apartar. La Segregación en seres humanos suele ser motivada por causas sociales, culturales o políticas. <https://dle.rae.es/segregar>

no pueden existir territorios diferenciados por el género; establecer de facto competencias para mujeres y para hombres es desigualdad.⁸

En política es común escuchar sobre las “Juanitas” o las “Manuelitas”; en el ámbito, de la ciencia se habla del “Efecto Matilda” y el “Efecto Curie”; ambos refieren la falta de reconocimiento del trabajo de la ciencia y, en consecuencia, la exclusión en la asignación de recursos a investigaciones propias.⁹

Estos efectos también tienen una consecuencia, más allá del propio desarrollo e incidencia profesional de las investigadoras, ya que interfiere en el proceso educativo e histórico de las niñas, niños y jóvenes. En los programas escolares existen poca o nula información de los logros científicos, tecnológicos y de innovación que las mujeres han impulsado; se crece y educa sin conocer el ejemplo que puede llegar a ser inspiración, pero sobre todo a generar mayor participación de mujeres para asumir posiciones de poder futuras.

Incluso, el hecho de que México registre que el 49.8 por ciento de personas que ingresan a estudios universitarios sean mujeres,¹⁰ no significa que exista paridad en el acceso y desarrollo paritario en todas las carreras que se incluyen en el sistema educativo superior. Por ejemplo, en 2018, de 51 carreras profesionales las que están relacionadas con las ciencias y la tecnología, ocupan las de menor porcentaje de mujeres en su ingreso.¹¹

⁸ Buquet, Ana Cooper Jennifer *et. al*, “Intrusas en la Universidad” UNAM, Programa Universitario de Estudios de Género, IIUYE. 2014.

⁹ Albornoz Mario, *et al.*, “Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana” Papeles del Observatorio No.9 CTS. Octubre 2018. Página 2.

¹⁰ Sistema Nacional de Información de Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública, cifras actualizadas al ciclo 2018-2019. El total de alumnos es de 4, 705,400 estudiantes (incluyendo el sistema escolarizado y no escolarizado), distribuidos en el sistema Federal (13.2%), Estatal (20.5%), Autónomo (36.7%) y Particular (29.6%). Información disponible en https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2018_2019.pdf Página consultada el 1 de abril de 2020.

¹¹ Registro Imco Porcentaje en carreras. Disponible en <http://imco.org.mx/comparar carreras/ranking/mujeres-nuevo-ingreso/2018/1> página consultada el 1 de abril de 2020.

Rango	Carrera con mayor porcentaje de mujeres en nuevo ingreso	Porcentaje (%)
1	Formación docente para la educación básica, nivel preescolar	96.6
2	Formación docente para otros servicios educativos	92.1
3	Trabajo y atención social	83.7
4	Orientación y asesoría educativa	82
5	Didáctica, pedagogía y currículo	81.1
20	Ciencias políticas	58.6
21	Medicina	58.5
22	Contabilidad y fiscalización	56.1
23	Criminología	55.8
24	Negocios y administración, programas multidisciplinarios o generales	55.8
25	Negocios y comercio	55.8
47	Ingeniería mecánica y metalurgia	22.5
48	Construcción e ingeniería civil	21.9
49	Electrónica y automatización	20.5
50	Electricidad y generación de energía	15.4
51	Ingeniería de vehículos de motor, barcos y aeronaves	8.9

Fuente: Elaboración propia con información de Imco compara carreras 2019.

La tendencia anterior continúa cuando se trata del porcentaje de mujeres en permanencia y egreso de los estudios a nivel superior, incluso su participación y desarrollo académico disminuye a la mitad o más, cuando se trata de ciencia y tecnología:¹²

¹² Registro Imco Porcentaje en carreras. Disponible en <http://imco.org.mx/compara-carreras/ranking/mujeres/2018/1> página consultada el 1 de abril de 2020.

Rango	Carrera con mayor porcentaje de presencia de Mujeres	Porcentaje (%)
1	Formación docente para la educación básica, nivel preescolar	96
2	Formación docente para otros servicios educativos	92.5
3	Trabajo y atención social	91.8
4	Diseño	84.5
5	Enfermería y cuidados	83.7
20	Negocios y Comercio	56
21	Criminología	54.8
22	Mercadotecnia y publicidad	54.8
23	Comunicación y periodismo	54.8
24	Negocios y administración, programas multidisciplinarios o generales	54.6
25	Contabilidad y fiscalización	54.2
47	Ingeniería mecánica y metalurgia	11.4
48	Construcción e ingeniería civil	9.5
49	Electrónica y automatización	7.3
50	Ingeniería de vehículos de motor, barcos y aeronaves	7
51	Electricidad y generación de energía	6.3

Fuente: Elaboración propia con información de Imco compara carreras 2019.

Estos datos evidencian las grandes diferencias en la elección académica profesional. Es evidente que la baja inscripción en las áreas científicas y tecnológicas sea reflejo intacto de la baja representación de las mujeres en esta área y se traduce en la feminización de los estudios y, frente a ello, la masculinización laboral,¹³ así como la brecha salarial.

¹³ Mujeres con ciencia. “Igualdad en cifras MEFP 2020”. Información disponible en <https://mujeresconciencia.com/2020/04/03/igualdad-en-cifras-mefp-2020/> página consultada el 2 de abril de 2020.

Los cambios sociales y políticos, así como asumirnos mujeres en el cambio, constituyen factores de coerción para el impulso de acciones que provocan nuestra inclusión en actividades cotidianas y que debieran concederse por igual, sin el género de por medio.

No obstante los movimientos de cambios y reconocimiento, aún existen barreras de segregación en el acceso educativo y en la participación académica y de innovación, lo que nos hace preguntarnos ¿Cuáles son las principales barreras en el acceso a la educación superior? “Intrusas en la Universidad” nos señala los siguientes:¹⁴

- Acceso limitado a la educación, en todos los niveles educativos incluyendo el superior.
- Discriminación en el nombramiento y ascenso profesional.
- Doble función, familiar y profesional
- Carrera profesional desarrollada en forma discontinua.
- Estereotipos culturales
- Ausencia de políticas y legislaciones adecuadas que garanticen la participación efectiva de las mujeres.

Las brechas de género implican una medición, que tiene como propósito mostrar la distancia entre mujeres y hombres, respecto de un mismo indicador; esta distancia tiene la finalidad de identificar los puntos de contraste como el acceso a las oportunidades (laborales, académicas, políticas), a recursos (becas, salarios) o a espacios de representación (cargos de elección).¹⁵

Cuando hablamos de la academia, estas brechas se visibilizan, primero, en la asignación de plazas, sin que se considere la perspectiva de género en igualdad de condiciones; el siguiente nivel, en la poca

¹⁴ Centro de Estudios para el adelanto de las Mujeres y la Equidad de Género “Mujeres en la educación superior en México”. Infografía disponible en file:///C:/Users/sandr/Downloads/InfografiaEducacionSuperior.pdf página consulta el 30 de marzo de 2020.

¹⁵ Inmujeres, “Brechas de Género. Retos pendientes para garantizar el acceso a la salud sexual y reproductiva, y para cerrar las brechas de género”. Disponible en https://crpd.cepal.org/3/sites/crpd3/files/presentations/panel2_marcelaeternod.pdf

participación en producción científica publicada;¹⁶ en un tercer nivel, se percibe en la poca o nula asignación de recursos para, finalmente en un cuarto nivel, visibilizarse en la poca o nula representación de cargos con toma de decisión.¹⁷

¿Cómo minimizar la brecha de género? Sin duda, se necesitan generar políticas que permitan el acceso, financiamiento y desarrollo académico, así como el compromiso de las instituciones y los centros en crear normas internas que coadyuven al ejercicio paritario de la actividad científica, tecnológica, de innovación, así como la gobernanza y la toma de decisiones.

Una herramienta que se ha tomado como eje para la disminución de la brecha de género es la divulgación bajo las premisas, que sirve para educar a la población y no permitir la discriminación de las mujeres científicas, en el sentido que su presencia en este ámbito no se debe a la “falta de aptitudes”, sino a la construcción social y cultural.¹⁸

En este sentido, la educación, en todos sus niveles, debe promover el reconocimiento de la igualdad entre mujeres y hombres, y de las actividades que pueden desarrollarse, por el simple hecho de ser personas y tener la capacidad para ello. Concientizar sobre la paridad de género desde la educación básica evita la materialización de estereotipos y consolida la igualdad.

¹⁶ Por ejemplo entre las personas que solo publican un artículo, suele existir paridad, sin embargo en cuanto la referencia de publicaciones sube a 10 la brecha de género se incrementa en un 10 por ciento a favor de los hombres. Albornoz Mario, *et al.*, “Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana” Papeles del Observatorio No.9 CTS. Octubre 2018. Página 16.

¹⁷ Pérez, Martha y Ruiz, Lena. “Equidad de Género en la ciencia en México”. Boletín de la Asociación Mexicana de Mujeres en la Ciencia. AMMEC no.2.

¹⁸ Sesti Sara, “Mujeres en ciencia: la investigación invisible” (2017), Disponible en <https://mujeresconciencia.com/2017/04/04/mujeres-ciencia-la-investigacion-invisible/>, página consultada el 5 de abril de 2020.

Reflexiones sobre la paridad en la ciencia, tecnología, innovación y humanidades

Sara Sesti¹⁹, en *Mujeres en ciencia: investigación invisible*, hace un resumen perfecto sobre el proceso de reconocimiento de la mujeres en la ciencia; quienes en ella se ocupan, día a día trabajan en su desarrollo e investigación, pero también “siempre ocupadas en liberarse de los obstáculos del día a día, se dedican a menudo y con real convicción a la política y a los asuntos de índole social, luchando por los derechos de todas las mujeres”, que con conocimiento y lucha han logrado, al paso del tiempo, empoderarnos y marcar las bases para la libertad en la igualdad.

Reconocer a las mujeres en la ciencia también significa incluir el género en ella, por lo que es necesario materializarlo en la Ley de Ciencia y Tecnología, que deberá expedirse en 2020, de acuerdo con la obligación señalada en el artículo Sexto Transitorio del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 30, 31 y 73 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, en materia educativa.²⁰

Establecer y reconocer desde el gobierno a las mujeres, significa planear en conciencia y en igualdad. El uso del lenguaje es fondo cuando se construye paridad, por ello se debe reconocer que existen las mujeres y la desigualdad en instrumentos gubernamentales, lo que permite trazar ejes públicos en el Plan Nacional de Desarrollo

¹⁹ Profesora de matemáticas, es parte de la Asociación Mujeres y Ciencias. Para el Centro de Investigación PRISTEM de la Universidad Bocconi, fue el curador de la primera investigación italiana sobre la relación de las mujeres con la ciencia, un estudio que produjo en 1998 la exposición Científicas occidentales. Dos siglos de historia” y el Cuaderno Mujeres de ciencia. 50 biografías desde la antigüedad hasta dos mil, ediciones Pristem 1999-Universidad Bocconi. Responsable de la Universidad Estatal de Milán para la revisión de películas científicas y documentales Viendo la ciencia. Mira a las mujeres de la ciencia. Desde 1990 ha promovido y comisariado la alfabetización informática, Internet, redes sociales y el uso de nuevas tecnologías digitales para la Universidad de Mujeres Libres de Milán, dirigida a las mujeres.

²⁰ Decreto publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 19 de mayo de 2019, Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_237_15may19.pdf, página consultada el 2 de abril de 2020.

para impulsar, a largo plazo, la disminución de la brecha de desigualdad en este ámbito.

En este sentido, el ejercicio de la política, de los cargos públicos y los de designación democrática, no deben estar alejados de los intereses de las mujeres en la ciencia, tecnología e innovación. Quienes legislamos, en congruencia con la obligación constitucional en materia de paridad, debemos impulsar el ejercicio paritario en la ciencia.

Hoy afirmamos que de facto no existen medidas que imposibiliten el acceso a las instituciones académicas a las mujeres; sin embargo, hacen falta herramientas para garantizar su presencia efectiva.

El techo de cristal, en el ámbito de la investigación, se traduce en formas encubiertas de discriminación;²¹ por ejemplo, la ausencia de participación femenina, a pesar del creciente ingreso de las mujeres en la educación en estas áreas.

Incluso, se ha establecido que “aunque la participación en la ciencia -se ha incrementado-, los cargos más importantes -son ocupados- mayoritariamente por varones”,²² lo que produce “discriminación jerárquica” en el ámbito laboral, en la que “mujeres en igualdad de capacidades y formación académica que su par -hombre-, es subcategorizada o subremunerada”.

En la Ley se deben exigir 3 bases fundamentales:

1. Que las instituciones de educación superior y sus órganos directivos adopten mecanismos para promover y garantizar la participación equitativa de las mujeres en todos los niveles e instancias.
2. Establecer una formación científica y académica con perspectiva de género.
3. Paridad salarial y acceso a financiamiento paritario.

²¹ Pérez Eulalia, La mujer en el sistema de ciencia y tecnología. Estudios de casos. Cuadernos de Iberoamérica, publicados por la Organización de Estados Iberoamericanos. 2001, página 13.

²² Espinola Grance, Camila Los mecanismos de segregación de la mujer en la ciencia, Escuela de Educación Secundaria No. 1 “Juan Bautista Barnech”.

En materia de financiamiento, el Ejecutivo debe considerar con claridad un Plan de gobierno que impulse el desarrollo de la ciencia, para que la asignación presupuestal sea equivalente a las metas de paridad y de acceso científico, tecnológico y de innovación a las que se aspira. Por ejemplo, establecer un fondo exclusivo para mujeres en la ciencia, como acción afirmativa, permitiría impulsar la divulgación, las tutorías y la participación de niñas y mujeres en la materia. Dotar de los medios necesarios para generar las sinergias entre mujeres y para mujeres con la única finalidad de contribuir al desarrollo conjunto del país.

La implementación temprana de estos ejes pueden desarrollar la aplicación de políticas públicas y políticas interna,s que impulsen el acceso, el desarrollo y la consolidación. Por ejemplo, un sistema de tutorías en la educación media superior y superior, que permitan impulsar el acceso y conocimiento igualitario en la ciencia, tecnología e innovación, acción que eliminaría la feminización y masculinización de las profesiones.

Otro de los obstáculos es la nula orientación vocacional o sistemas de valoración de aptitudes. Las estudiantes en México necesitan saber y expandir su capacidad, incluso revisar si las pruebas, en caso de que se realicen tanto en instituciones públicas o privadas, consideren parámetros generales y no discriminatorios en cuanto al género.²³ Hasta 2018 se contaba con un programa nacional de orientación vocacional; en 2019, se expidieron los lineamientos del servicio de orientación educativa para Bachillerato general,²⁴ los cuales ofrecen

²³ En México, lo que existe es un Test Vocacional para ingresar a la Educación Superior, disponible en <http://www.decidetusestudios.sep.gob.mx/vista/test-vocacional/>, que señala un cuestionario con preguntas generales y con ello pueden mostrar un perfil previo, no contiene un seguimiento personalizado ni una evaluación real de los educandos. Incluso no se tienen registros públicos de la existencia de un Programa Nacional de Orientación Vocacional para el sexenio 2018-2024. El último que se público fue en 2013 para el periodo sexenal que finalizó en 2018.

²⁴ Lineamientos del Servicio de Orientación Educativa para Bachillerato General Disponible en <https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/lineamientos/Lineamientos-del-Servicio-de-Orientacion-Educativa.pdf> página consultada el 4 abril 2020.

parámetros generales a cumplir; sin embargo, no existen medidas para la enseñanza en paridad e igualdad, así como una estrategia de enfoque hacia las mujeres en el desarrollo de la actividad profesional, cualquiera que se elija.

En el nivel superior se podría impulsar a través de mecanismos internos de las instituciones de educación superior, que las medidas de tutoría sean complementarias a medidas de guarderías y apoyo escolar para madres y padres en la ciencia e investigación.

La paridad también es válida, así como un compromiso social que también debe reflejarse en la iniciativa privada y en la academia, para ello es necesario crear acciones afirmativas de “presencia y participación” que permitan la promoción igualitaria entre hombres y mujeres; si bien aún son pocas las mujeres en la ciencia y la tecnología, no significa que sea un “obstáculo” para impulsar su ascenso.

Medir permite actuar; en este sentido, es de suma importancia generar un sistema de medición confiable y autónomo que nos dé la posibilidad de desarrollar estadísticas e indicadores de género en la ciencia. ¿Qué se logrará? Una mejor orientación e implementación de las políticas públicas e institucionales, la consolidación de las mujeres en la ciencia, tecnología e innovación será cuantificable y visible. En este sentido, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura propuso, en 2001, la realización de indicadores para medir:²⁵ *a)* los niveles jerárquicos alcanzados por las mujeres; *b)* acceso a becas en materia de tecnología y ciencia en materia de género; *c)* proporción de mujeres en los grados o cargos más altos, particularmente en el sector público.

La ciencia, tecnología e innovación son actividades esenciales en el desarrollo de cualquier país y debieran ser accesibles a todas las personas, para garantizar nuestro derecho humano al libre desarrollo de la personalidad, por lo que promover la investigación científica y tecnológica es fundamental y requiere también de paridad en el

²⁵ Pérez Sedeño, Eulalia, La mujer en el sistema de ciencia y tecnología. Estudios de casos, página 25.

destino de recursos, al partir de una asignación presupuestal concreta desde la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión.

En el sector público debemos impulsar el ejercicio de políticas públicas para el acceso y no discriminación educativa en la ciencia, tecnología e innovación. El gobierno federal y de las entidades federativas deben echar mano de las posibilidades de convenios de desarrollo económico con las instituciones autónomas, organismos nacionales e internacionales, para el fomento de la investigación y la ciencia.

La paridad empieza en las instituciones académicas; por ello hay que permitir medidas de escalafón paritarias, códigos de ética laboral y de género, lo cual abonaría a crear una cultura de igualdad y prácticas para y sólo por la ciencia, tecnología e innovación.

Las mujeres necesitamos voluntad política, mejores prácticas gubernamentales y políticas públicas diferenciadas. Sólo así podremos avanzar hacia una sociedad, donde la igualdad deje de ser una aspiración y letra muerta en nuestras leyes, y convertirse en una realidad que beneficie a hombres y mujeres.

Referencias

- Albornoz Mario, Barrere Rodolfo *et al.* (2018), *Las brechas de género en la producción científica iberoamericana*, Papeles del Observatorio N. 9. Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OCTS-OEI).
- Buquet, Ana Cooper Jennifer *et. al* (2014), *Intrusas en la Universidad*, UNAM, Programa Universitario de Estudios de Género, IIUYE.
- Centro de Estudios para el adelanto de las Mujeres y la Equidad de Género, *Mujeres en la educación superior en México*, Infografía disponible en <file:///C:/Users/sandr/Downloads/InfografiaEducacionSuperior.pdf> página consulta el 30 de marzo de 2020.
- Inegi (2016), *Encuesta Intercensal 2015*, Inegi. Disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>, página consultada el 28 de marzo de 2020.

- Unesco (S,f), *For Women in Science*, Unesco. <https://www.forwomenscience.com/es/home> , página consultada el 26 de marzo de 2020.
- González, A. y Lomas, C. (coords.) (2002), “Educar para la igualdad, educar desde la diferencia. Presentación”, en *Mujer y educación. Educar para la igualdad, educar desde la diferencia*. Barcelona. Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres), “Brechas de Género. Retos pendientes para garantizar el acceso a la salud sexual y reproductiva, y para cerrar las brechas de género”. Disponible en https://crpd.cepal.org/3/sites/crpd3/files/presentations/panel2_marcelaeternod.pdf
- Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (Imco), “Presentación Compara Carreras 2019”. Información disponible en <http://imco.org.mx/comparacarreras/>. Página consultada en marzo y abril de 2020.
- Lineamientos del Servicio de Orientación Educativa para Bachillerato General Disponible en <https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/lineamientos/Lineamientos-del-Servicio-de-Orientacion-Educativa.pdf>, página consultada el 4 abril 2020.
- Macho Stadler, Martha. “Mujeres con ciencia. Igualdad en cifras MEFPP 2020”. Información disponible en <https://mujeresconciencia.com/2020/04/03/igualdad-en-cifras-mefp-2020/> página consultada el 2 de abril de 2020.
- Palermo, Alicia Itatí (2006), “El acceso de las mujeres a la educación universitaria”, en *Revista argentina de sociología*. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-32482006000200002&lng=es&tlng=es
- Perez Sedeño, Eulalia (Coord) (2001), *La mujer en el sistema de ciencia y tecnología. Estudios de casos*, Cuadernos de Iberoamérica. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid.

- Sesti, Sara (2017), *Mujeres en ciencia: la investigación invisible*. Disponible en <https://mujeresconciencia.com/2017/04/04/mujeres-ciencia-la-investigacion-invisible/>, página consultada el 5 de abril de 2020.
- Sistema Educativo de los Estado Unidos Mexicanos. Principales cifras 2018-2019. Secretaría de Educación Pública.
- OCDE, *Educación Superior en México. Resultados y Relevancia para el Mercado Laboral*. Documento disponible en https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/educacion_superior_en_mexico.pdf, página consultada el 24 de marzo de 2020.
- Tagüeña Parga, Julia (Coord) (2019), *La perspectiva de género en el sector de ciencia tecnología e innovación*, Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. (Fccyt).
- Valles Ruiz, Rosa María *et al.* (2005), “Mujeres mexicanas en la ciencia: rezago histórico”, en *Revista Géneros*, número 35.

PARA ALCANZAR EL 1% DEL PIB EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Brasil Acosta Peña
Diputado federal

Introducción

La evidencia científica que existe, en términos generales, muestra la existencia de una relación directa entre la inversión en investigación y desarrollo, o en ciencia, tecnología e innovación, y la productividad de los países. Para corroborar ello, hicimos un sencillo ejercicio no paramétrico,¹ para ver, con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el efecto de la inversión en ciencia, tecnología e innovación en la productividad multifactorial. En la tabla que se muestra a continuación, están los datos de la productividad multifactorial y la relación entre investigación y desarrollo tecnológico, como proporción del PIB, con lo cual obtuvimos el modelo econométrico correspondiente, cuya gráfica se expone enseguida.

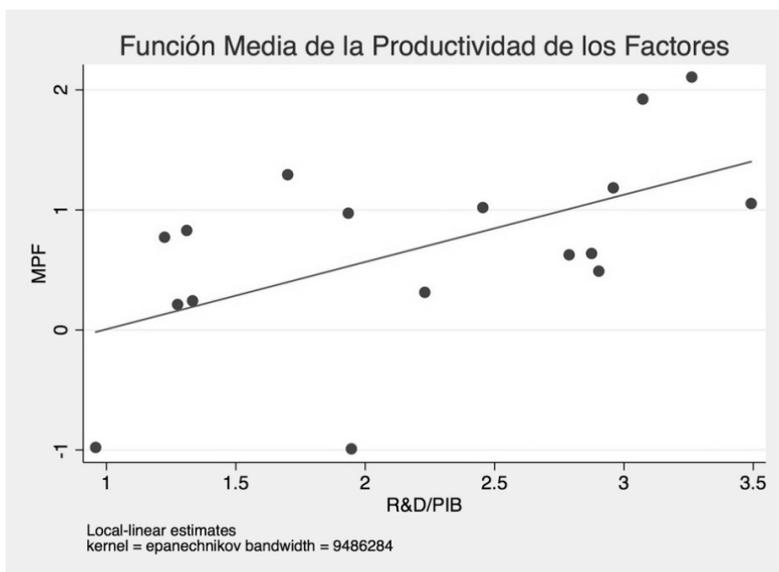
¹ <https://www.stata.com/manuals/rnpregresskernel.pdf> (Consultado en mayo de 2020).

Cuadro 1

2015		
Country	Multifactor Productivity	R&D /GDP
Austria	1.92	3.07
Belgium	1.02	2.45
Czech Republic	-0.99	1.95
Germany	0.64	2.87
Denmark	1.18	2.96
Spain	0.77	1.22
Finland	0.49	2.90
France	0.31	2.23
United Kingdom	1.29	1.70
Greece	-0.98	0.96
Italy	0.24	1.33
Japan	1.05	3.49
Luxembourg	0.83	1.31
Norway	0.97	1.93
Portugal	0.21	1.28
Sweden	2.11	3.26
United States	0.63	2.79

Fuente: elaboración propia con datos de la OCDE.²

² <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> (Consultado en mayo de 2020).



Como se ve, a mayor inversión en R&D (investigación y desarrollo científico y técnico), como proporción del PIB, mayor será la productividad multifactorial. En el modelo diseñado, un incremento de un uno por ciento del PIB se reflejará en un incremento del 0.68 de la productividad multifactorial (anexo resultados); si realizamos una regresión lineal simple,³ pero un modelo sin constante, es decir, sin efectos independientes, el resultado es significativo y positivo, aunque el estimador es de la mitad del no paramétrico; es decir, 0.34, pero ello se explica porque la regresión paramétrica es muy susceptible a los datos extremos, lo que no sucede con la estimación no paramétrica que es más precisa. En ambos modelos, el de regresión lineal simple y el de regresión no paramétrica, la relación que se establece entre ambas variables es positiva y significativa.

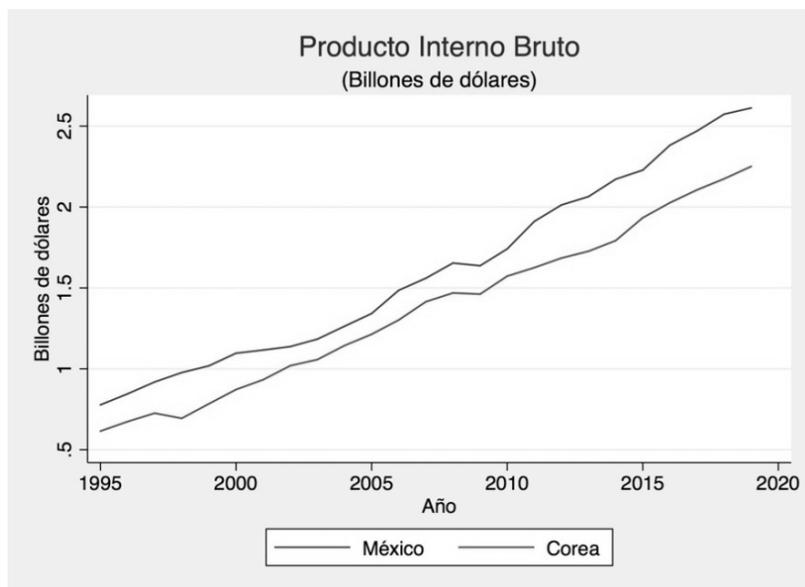
De ahí debemos sacar la conclusión de que en México se debe hacer todo para alcanzar la meta propuesta por la OCDE al llegar, como

³ <https://www.stata.com/manuals13/rregress.pdf> (Consultado en mayo de 2020).

mínimo, la meta del 1% del PIB. Para ello haremos un análisis comparativo de lo que ha sucedido, en ese sentido, con México y Corea del Sur; su desarrollo ha sido similar en materia económica, en cuanto al PIB nominal; sin embargo, si vemos el desarrollo per cápita, la cosa cambia y veremos cómo una de las variables clave para entender la diferencia es la inversión en ciencia, tecnología e innovación.

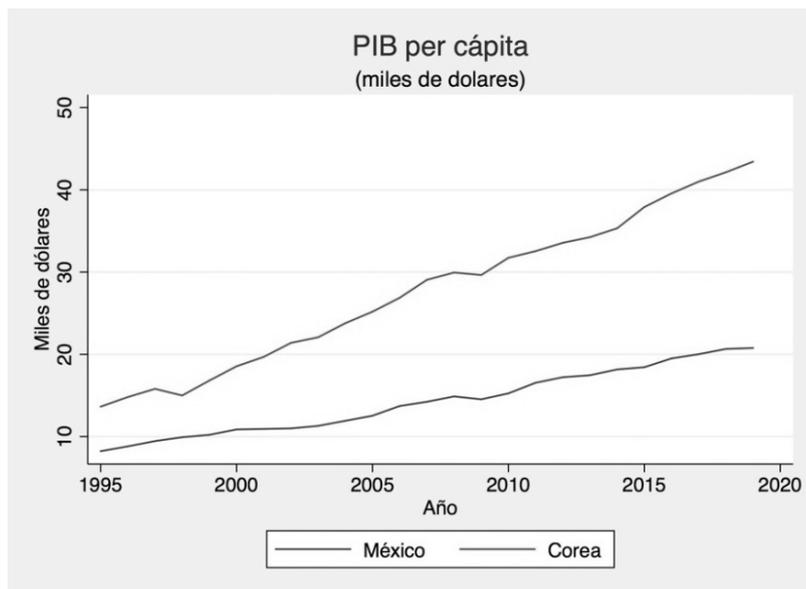
México vs Corea del Sur

México y Corea del Sur son dos potencias que han tenido un crecimiento similar y se desarrollan paralelamente, a partir de la apertura comercial de México. Tienen un comportamiento similar, como se puede ver en la gráfica siguiente:

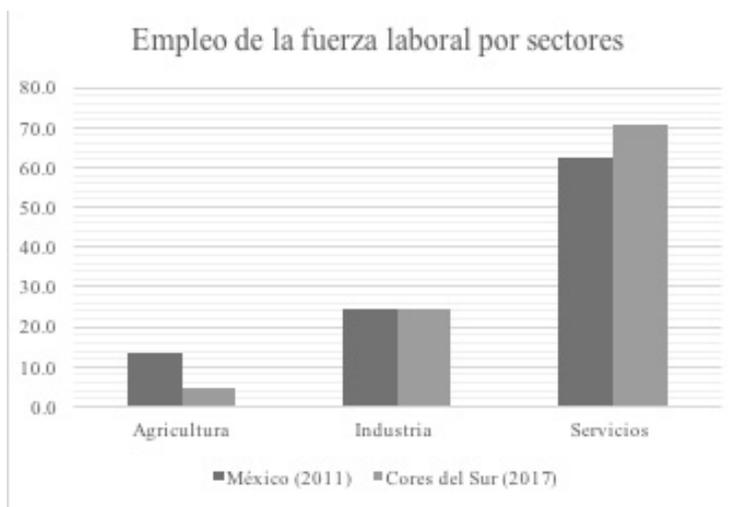


El comportamiento económico es muy similar, en cuanto al crecimiento en general, hasta en las bajas derivadas de la crisis del 2008. Incluso, la línea de México está por encima de la de Corea del Sur,

lo cual hace creer que las cosas están muy bien; sin embargo, vale la pena ir más a fondo y estudiar el tema en términos relativos, para ver el impacto real en la población. De esta suerte, las cosas cambian si estudiamos el indicador, pero visto per cápita en la siguiente gráfica:



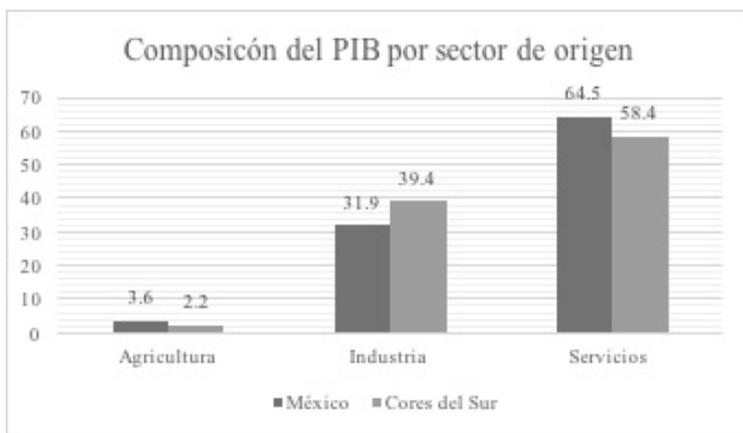
Claramente ha habido una mejoría en el PIB per cápita en el caso de Corea del Sur, comparado con México. En nuestro país, desde 1995 hasta la fecha, creció 2.5 veces; en Corea del sur, por su parte, creció 3.1 veces. Sin embargo, en 1995, el PIB per cápita en México era de 8,228 dólares y en Corea del Sur 13,643; pero en el año 2019, en nuestro país era de 20,772, y en Corea del Sur de 43,425; es decir, en 1995 pasamos de una diferencia a favor de Corea del Sur de 1.6 a uno; en el 2019, de dos a uno.



Fuente: elaboración propia con datos de *The World Factbook*⁴

Ahora bien, también es importante analizar la composición del PIB en cada país, como se muestra en la siguiente tabla:

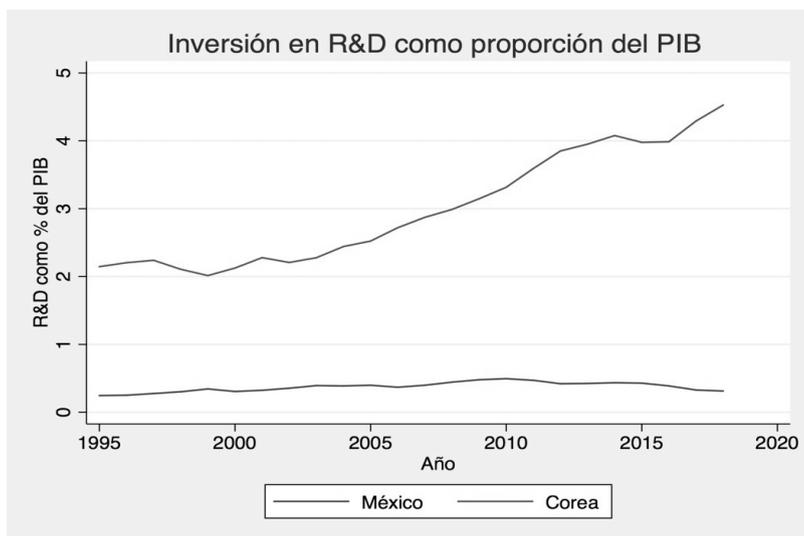
⁴ <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html> (Consultado en mayo de 2020).



Fuente: elaboración propia con datos de *The World Factbook*⁵

Ambas economías tienen un comportamiento similar; sin embargo, es notable la mayor inclinación de la economía mexicana hacia el sector servicios a diferencia del sector industrial, en el cual, como es claro, Corea del Sur tiene una mayor proporción de aportación al PIB. Estas similitudes esconden una relación que no podemos omitir: la inversión de recursos a la investigación y desarrollo científico y tecnológico:

⁵ *Ibid*



Aquí se demuestra, con toda claridad, la diferencia entre los esfuerzos de Corea del Sur en materia de investigación y desarrollo científico y tecnológico, en relación con nuestro país. México mantiene la cifra promedio del 0.5% de R&D como porcentaje del PIB; es decir, a la mitad de la meta mínima propuesta en la propia Ley de Ciencia y Tecnología:

El monto anual que el Estado-Federación, entidades federativas y municipios-destinen a las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, deberá ser tal que el gasto nacional en este rubro no podrá ser menor al 1% del producto interno bruto del país mediante los apoyos, mecanismos e instrumentos previstos en la presente Ley.⁶

⁶ Ley de ciencia y tecnología. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf (Consultado en mayo de 2020).

Por su parte, Corea del Sur tiene una tendencia positiva y superior al promedio actual de los países que conforman la OCDE: 2.4% como porcentaje del PIB.⁷ En el año 2000 inició con una del 2% de inversión en R&D y 18 años más tarde la proporción subió al 4.5%; es decir, se duplicó. Así se explica que el PIB per cápita haya mejorado significativamente a diferencia del nuestro.

Las gráficas que hemos estudiado nos muestran un comportamiento similar entre ambos países; sin embargo, las diferencias comienzan a aparecer una vez que vemos que Corea del Sur le ha apostado a la investigación y el desarrollo; a la ciencia y a la tecnología, y se ven profundamente esas diferencias.

México es un país de 126.2 millones de personas, mientras que Corea del Sur tiene 51.64 millones; es decir, México es 2.44 veces más grande en población. Asimismo, nuestra superficie es de 1,973 millones de kilómetros cuadrados y la de Corea del Sur es de 100 mil 339; es decir, nuestro país es 19 veces más grande, sin considerar que nosotros tenemos petróleo, litorales, plata, oro, recursos naturales diversos, mientras que Corea del Sur no.

En otras palabras, México tiene un gran potencial en comparación con Corea del Sur; sin embargo, no se ha sabido aprovechar por la dependencia y cercanía con los Estados Unidos; el 79.9% de nuestras exportaciones, en 2017, tenían como destino Estados Unidos.⁸ El problema es que no innovamos, simplemente nos hemos convertido en un país maquilador: “México ha carecido durante 36 años de una estrategia y política industrial y tecnológica, lo cual representa una gran omisión para una economía emergente y en intensa competencia mundial, convirtiéndose en un país maquilador, sin tecnología propia, bajo capital, poco valor agregado y trabajadores con bajos ingresos”.⁹

⁷ <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> (Consultado en mayo de 2020).

⁸ <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mx.html> (Consultado en mayo de 2020).

⁹ <https://www.elmanana.com/mexico-un-pais-maquilador-fabricacion-maquiladoras-trabajo-economia/4804959> (Consultado en mayo de 2020).

Para demostrar el efecto de la tecnología en favor de la productividad, utilizaremos este indicador, que es la aportación por cada trabajador en cada sector al PIB del país en cuestión, lo mismo que la distribución de su fuerza laboral:

Aportación por trabajador al PIB según sector (dólares)

Origen	México	Corea del Sur
Agricultura	179,467.32	179,864.62
Industria	36,425.83	51,602.38
Servicios	46,271.55	99,830.52
Total	47,925.81	82,603.16

Fuente: elaboración propia con datos de *The World Factbook*¹⁰

Distribución de la fuerza laboral en México y Corea del Sur

Sector	México	Corea del Sur
Agricultura	1,962,360	600,699
Industria	17,388,690	10,730,669
Servicios	35,158,950	15,918,524
Total	54,510,000	27,249,891

Fuente: elaboración propia con datos de *The World Factbook*¹¹

La aportación por trabajador en la agricultura es, para fines prácticos, la misma en cada país; es decir, que tenemos similares resultados en esta materia, con la consideración de que Corea del Sur no tiene los diferentes recursos hídricos y de espacio de suelo que tenemos nosotros para desarrollar la agricultura, de lo cual se deduce que la tecnología les permite estar en condiciones de competir con México en este

¹⁰ íbid.

¹¹ íbid.

terreno. Ahora bien, en el terreno de la manufactura, cada trabajador aporta en México 36,425 dólares al año, mientras los trabajadores sudcoreanos aportan 51,602; es decir, cada uno aporta 1.41 veces más, lo cual revela mayor productividad. En el sector servicios, los mexicanos aportan 46,271 dólares por trabajador al año y los sudcoreanos 99,830; es decir, 2.15 veces más. ¿Cómo se explica este resultado? Muy fácil, los sudcoreanos son más productivos, en la medida en la que sus actividades están directamente relacionadas con un alto nivel de tecnología.

Finalmente, debemos destacar que 54.5 millones de trabajadores producen 2.6 billones de dólares, mientras que la mitad de trabajadores (27.2 millones de sudcoreanos) producen 2.25 billones de dólares; es decir, prácticamente la mano de obra sudcoreana es el doble de productiva que la mexicana, lo cual se muestra en la aportación por trabajador, ya que en nuestro país, independientemente de los sectores, cada trabajador aporta en promedio al año al PIB de México 47,925 dólares y los trabajadores de Corea del Sur, 82,603 dólares; es decir, la mano de obra coreana es 72% más productiva que la mexicana y se debe, a no dudarlo, a la aplicación de la ciencia y de la tecnología, ya que en el año 2018 los residentes de Corea del Sur habían solicitado 162,561 patentes, mientras que en México sólo se habían solicitado 1,555.¹² En otras palabras, Corea del Sur solicita 104.5 veces más patentes de las que se solicitan en nuestro país.

Somos un país tecnológicamente dependiente. Las ganancias de las empresas y los ingresos de los gobiernos, o el contubernio histórico entre ambos, ha hecho que no se desarrollen talentos en nuestro país y por eso los gobiernos de México han profundizado la desigualdad, reducido los salarios en términos reales y, finalmente, invertido poco en ciencia y tecnología, pues consideran más económico adquirir lo que se ha inventado en el extranjero; es decir, que el efecto “malinchista” predomina en nuestro país en casi todos los campos:

¹² https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD?end=2018&locations=MX-KR&name_desc=false&start=2000 (Consultado en mayo de 2020)

deporte, arte, cultura, moda, pero también en la ciencia, en la tecnología y en la innovación.

Hacia el 1% del PIB en ciencia, tecnología e innovación

El PIB de México, a precios de 2013, fue de 18.64 billones de pesos, de lo cual se deduce que el 1% del PIB representa 186,145 millones de pesos; es decir, el 3% del presupuesto de egresos de la federación, que equivale a 6.1 billones de pesos,¹³ lo cual deduce que México invierten apenas 94,934 millones de pesos a precios de 2013. El presupuesto destinado al Conacyt equivale apenas al 15% de lo que representaría el 1% del PIB, pues recibe 29 mil 203 millones de pesos en el presupuesto de egresos de la federación de 2020.¹⁴ El presupuesto destinado a la ciencia y la tecnología es de 98 mil 790 millones de pesos para el 2020, en lo que se conoce como el PECITI (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación). De este programa, el presupuesto del Conacyt representa el 29.6%, lo cual nos coloca lejos de la meta del 1%. Por eso, como una medida inicial, debemos presupuestar desde el PEF el monto del 1% del PIB y los diputados tenemos esa posibilidad.

Conclusión

Es evidente que la relación entre R&D y el desarrollo económico, medido por la productividad multifactorial, es positivo y significativo; es decir, a medida en que los países inviertan más recursos en investigación, desarrollo en tecnología, ciencia e innovación, incrementará la productividad de los factores y, en consecuencia, un incremento en la generación de riqueza y, por ende, se incrementan las posibilidades

¹³ http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2020_111219.pdf, pg2. (Consultado en mayo de 2020)

¹⁴ <https://invdes.com.mx/politica-cyt-i/como-quedo-el-presupuesto-de-mexico-para-2020-en-cyti/>

de tener mejores niveles de bienestar y medidos en una primera fase por el PIB per cápita.

El estudio comparativo de México con Corea del Sur es fundamental, pues dos economías similares nos permiten descubrir que la apuesta a la ciencia, a la tecnología y a la innovación da como resultado un incremento de la productividad del PIB, en términos per cápita, y de la eficiencia laboral; cada trabajador aporta el doble de riqueza por año en Corea del Sur en comparación con México y resulta que una población menor a la mitad, y un territorio 19 veces más chico que el nuestro produce un nivel de riqueza similar, pero la clave está, entre otras cosas, en el nivel de inversión de investigación y desarrollo como proporción del PIB, pues Corea del Sur invierte 4.5% del PIB en este rubro, mientras el 0.5% se invierte en México.

Para remediar este mal, México debe abandonar el principio malinchista y confiar en la capacidad que pueblo mexicano tiene para crear cosas grandes; como ejemplo está el de Enrique González Camarena, quien legó al mundo la televisión a color; o el premio nobel de química, José Mario Molina Pasquel y Hernández, por su contribución a la protección de la capa de ozono.

Pero, al mismo tiempo, para alcanzar un primer objetivo de duplicar lo que hoy se invierte en ciencia, tecnología e innovación, y que está consignado en la Ley de Ciencia y Tecnología en su artículo noveno bis, es necesario garantizar constitucionalmente que en la conformación del presupuesto de egresos de la federación se incluya un monto equivalente al 1% del PIB en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, pero con miras a incrementar en poco tiempo al cuádruple y así alcanzar a Corea del Sur, con lo cual estaríamos en condiciones de ponernos a la altura del mundo y dejar de depender de la tecnología del exterior.

México tiene un gran potencial para el desarrollo de la ciencia, de la técnica y de la innovación; hace falta una visión de Estado que rompa con el esquema timorato de apostarle a lo extranjero, al malinchismo y cambiar la visión estructural, para que se promueva profundamente el desarrollo de la ciencia, de la técnica y de la innovación.

En el ámbito legislativo esta contribución puede servir de base para la profundización del tema, pero dejamos como prueba de nuestro interés honesto por querer apostarle a la ciencia, a la tecnología y a la innovación, una propuesta de modificación a la constitución que garantice que en el PEF se etiquete lo que la Ley de Ciencia y Tecnología actual señala en el mencionado artículo Noveno Bis. Está en manos del pueblo de México lograr este cambio constitucional, al exigirle a los diputados que aprueben este cambio constitucional. Cada día que pase y no se haga algo en la línea de orientar con inteligencia los recursos económicos del erario y los recursos humanos, mediante una dirección completa y un plan integral de Ciencia, Tecnología e Innovación, se frenará el desarrollo de México. Tenemos un gran potencial como país, y la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio del pueblo de México puede ser el detonante para convertirnos en esa potencia a la que estamos llamados a ser.

MÉXICO FRENTE AL FUTURO DEL TRABAJO

Geraldina Isabel Herrera Vega
Diputada federal

A nivel mundial, la empleabilidad y el mercado laboral tienen cambios sustantivos, desde las formas de producción hasta las de cómo ejecutar las funciones de puesto y los perfiles buscados para las posiciones en el organigrama. La implementación de los desarrollos tecnológicos, el avance científico y la innovación en diversas ramas del conocimiento, hace que estos cambios se den con gran velocidad, por lo que son requeridas nuevas formas de educar y capacitar en las instituciones educativas y en los centros de trabajo.

Por ello, el futuro del trabajo o trabajo del futuro es el concepto con el cual se describe el cúmulo de avances tecnológicos aplicados a las modalidades laborales y productivas, que han generado que la preparación profesional y técnica, así como la capacitación que actualmente existe en la mayoría de los países, cada día se vuelva más obsoleta. Por ello, es necesario generar preparación y capacitación no sólo acelerada, sino que no deje fuera a los más vulnerables a perder su empleo, al ser quienes se encuentran en labores manuales y directamente afectados por la automatización de procesos.

Sin embargo, no sólo se verían afectados quienes prestan su trabajo como empleados de la manufactura, sino también los que se encuentran en carreras dentro de sectores tradicionalmente más demandados en la selección de profesiones. Las áreas de estudio que no tengan relación alguna con el desarrollo científico, tecnológico y la

innovación, difícilmente contarán con trabajos bien remunerados, si en sus habilidades no cuentan con competencias adicionales que los inserten a la digitalización, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras ramas.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), es necesario actuar con rapidez para que las personas puedan afrontar los retos de un mundo laboral, en cambios cada vez más constantes. En su informe *OECD Employment Outlook 2019, The Future of Work*, establece que se deben transformar los sistemas de formación y protección social, así como reducir las desigualdades entre las personas y regiones. La organización no contempla un futuro sin empleo; sin embargo, sí prevé grandes desafíos para el futuro del trabajo; en palabras de José Ángel Gurría, Secretario General de la OCDE, “si nos dotamos de las políticas adecuadas, podemos gestionar estos retos. Nos enfrentamos a una transformación profunda, pero tenemos la oportunidad y la resolución de aprovechar este momento y construir un futuro del trabajo que beneficie a todos”.

La OCDE ha detectado que el 14% de los empleos en sus países miembros es altamente automatizable y al menos un 32% más será radicalmente transformado por los procesos tecnológicos. La organización también ha identificado que 40% de los empleos, creados entre 2005 y 2016, se encuentran en sectores de digitalización intensiva.

La desaceleración proyectada de la economía mundial ensombrece las perspectivas del empleo a corto plazo y el mercado laboral se polariza. Por ello, el objetivo común como país debe contribuir a que los trabajadores, las empresas y el gobierno, en resumen, el país en su conjunto, se adapte al cambiante mundo del trabajo.

El panorama de empleabilidad de la OCDE para 2019, que específicamente hace referencia al futuro del trabajo, muestra cómo el mercado laboral mexicano se polariza y tiende a generar empleos de bajas competencias. Si bien la cantidad de puestos de trabajo pueden mantenerse e incluso aumentar, su calidad será menor.

Por otro lado, el porcentaje de jóvenes que no estudia ni trabaja en México es de 21%, según el dato de 2017, al ser mayor al 13.2%

que maneja la OCDE; la cifra de probabilidad de desocupación de los jóvenes, al egresar del sistema educativo, se ha elevado de un 35 a un 38 por ciento.

Además, con respecto a los jóvenes sin estudios profesionales, en muchos países se observa que una proporción creciente de este colectivo no trabaja; en caso de hacerlo, está subempleado o mal remunerado. Los hombres han experimentado un aumento de la desocupación y el subempleo en algunos países, aunque, en promedio, los resultados laborales son peores para las mujeres.

Sin embargo, aún se pueden generar cambios que permitan la reversión de esos indicadores, para que paulatinamente los actuales y futuros trabajadores cuenten con mayor estabilidad laboral y una protección frente a los cambios tecnológicos, por lo que el futuro del trabajo debe estar presente en las capacitaciones que las empresas den a sus empleados, pero también en las que el propio Estado fomente en materia de desarrollo tecnológico y nuevos conocimientos aplicados a las actividades productivas.

Un aspecto importante a observar, es la mejora de la tasa de ocupación en la mayoría de los países de la OCDE, que está directamente relacionada al aumento notable de la proporción de mujeres que entran en el mercado laboral, así como de los trabajadores de mayor edad que permanecen activos más tiempo. Además, gran parte del aumento del empleo refleja el número creciente de trabajos de alta cualificación, cuya proporción ha aumentado en un 25% en los países de la OCDE, durante las últimas dos décadas.

Aunque es probable que los empleos permanentes de tiempo completo representen una gran proporción, no será así en la mayoría de los puestos de trabajo en el futuro; durante los últimos años se ha observado un mayor aumento del empleo atípico en algunos países, como el trabajo por cuenta propia y con contratos temporales. En las últimas décadas, el empleo a tiempo parcial ha aumentado prácticamente en todos los países, pero también es una realidad que las personas preferirían hacerlo a tiempo completo. Es necesario que los gobiernos combatan el falso trabajo por cuenta propia, utili-

zado en ocasiones por los empleadores para eludir impuestos y regulaciones; minimizar la “zona gris” situada entre el trabajo asalariado y por cuenta propia; y ampliar los derechos de los trabajadores que permanezcan en esa modalidad.

Frente a los retos del trabajo del futuro, la OCDE recomienda que los países se centren en cuatro áreas: protección laboral, protección social, formación y diálogo social. Subraya también la importancia de garantizar una adecuada protección de la legislación laboral para los trabajadores, al margen de su situación laboral.

Según el informe, la adaptación y extensión de la protección social es clave para garantizar una mejor cobertura para los trabajadores con empleos atípicos. En algunos países, los trabajadores con empleos atípicos tienen una probabilidad entre 40-50% menor de recibir cualquier tipo de prestación por desempleo, comparados con los trabajadores estándar en la misma situación. Los derechos a las prestaciones deberían ser portables entre empleos y las medidas de protección social destinadas a colectivos concretos deberían ser complementadas con ayudas más universales y no condicionadas.

En todos los países de la OCDE, la participación en la formación es inferior entre aquellos que más lo necesitan, incluidos los trabajadores de baja cualificación, los adultos de más edad y los trabajadores con empleos atípicos. Si se quieren aprovechar los beneficios de un mundo del trabajo cambiante, es prudente una revisión en profundidad de los programas de formación para adultos para aumentar su cobertura y promover la calidad. Entre las medidas a adoptar, debería incluirse la eliminación de las dificultades financieras y de tiempo para participar en la formación, la conversión de los derechos de formación en portables, y la oferta de información y asesoramiento de calidad.

El mundo cambia a una velocidad inimaginable, procesos como la digitalización, la globalización y los cambios demográficos tienen impactos profundos en nuestras vidas, en nuestras culturas y en nuestras sociedades.

Estas y otras megatendencias transforman constante y rápidamente la forma en cómo interactuamos con nuestros amigos y familiares; cómo y dónde operan negocios; qué bienes y servicios consumimos; nuestra educación y la salud, la distribución del ingreso y la riqueza, los trabajos que tenemos y cómo trabajamos. Estamos frente a una era de transformación, donde la disrupción es la nueva regla. Como cualquier revolución, trae consigo oportunidades en materia de cooperación multilateral, integración regional y una compleja interdependencia global que se ha desarrollado en las últimas décadas. Las nuevas tecnologías cambian el juego, pero ahora también forman parte de nuestra vida cotidiana; cada vez más personas y dispositivos se conectan a Internet, mientras que la inteligencia artificial se extiende silenciosamente.

El *blockchain* y otras tecnologías son cada vez más frecuentes, al innovar en todas las economías y sociedades. Esto amplifica nuestra capacidad para promover un mayor crecimiento de la productividad, mejores servicios y mejor bienestar; a la vez permite, que surjan nuevos modelos de negocio y formas innovadoras de trabajo, al proporcionar más flexibilidad, tanto a empleadores como a trabajadores.

Con estas oportunidades también llegan grandes desafíos, especialmente para el mundo del trabajo como lo conocemos. Los trabajos de nivel medio están cada vez más expuestos a esta profunda transformación.

La globalización ha dejado rezagadas a muchas personas y comunidades enteras. Persiste una brecha digital en el acceso a las nuevas tecnologías, lo que deriva en desigualdades a lo largo de la edad, el género y las líneas socioeconómicas. No todo el mundo ha podido beneficiarse de los mejores trabajos que han surgido; muchos están atrapados en trabajos precarios con poca paga y acceso limitado o nulo a la protección social y a la capacitación continua.

Adicional a esto, existe una preocupación muy real de un debilitamiento de la clase media, ya que los avances tecnológicos han estado acompañados por la aparición de muchos trabajos precarios y de baja

calidad. En algunos países, por ejemplo, los trabajadores no estándar tienen un 40-50% menos de probabilidades que los empleados estándar de recibir cualquier forma de apoyo de ingresos cuando están sin trabajo.

Lo anteriormente descrito también se vuelve preocupante en el entorno de la preparación profesional, particularmente en México, donde Manpower Group ha identificado que el 50% de empleadores tiene problemas para encontrar talento; en el 17% de los casos, debido a que los solicitantes carecen de las habilidades técnicas necesarias. Esto se debe a que el 78% de los estudiantes mexicanos de 18 años no están interesados en ciencia, y el 50% de los egresados eligen entre 9 carreras, sólo una de ellas (ingeniería industrial) relacionada con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), habilidades más demandadas en el mercado laboral; hoy en día, 8 de cada 10 de los empleos mejor pagados están dentro del campo STEM.

Un factor preocupante es la equidad de género en el ámbito STEM; de acuerdo con cifras del Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C., es que 56.8% de estudiantes a nivel licenciatura son mujeres; sin embargo, en las carreras STEM la participación femenina es del 29.6%. Traducido a una cifra global, únicamente 6% de universitarias en México son mujeres en carreras STEM.

En México no hacemos lo necesario para desarrollar el capital humano con las capacidades para encontrar soluciones a problemas que aún ignoramos, que ocupen el 65% de los empleos del futuro que hoy desconocemos.

Los crecientes desequilibrios en el mercado laboral son especialmente graves en México. Los trabajadores jóvenes y los trabajadores adultos sin estudios superiores, son los que enfrentan los mayores riesgos.

En el caso de los adultos, su aprendizaje es cada vez más importante para que las personas mantengan y mejoren sus competencias a lo largo de su vida laboral. Con todo, numerosos sistemas de for-

mación no responden a este desafío. Entre los países OCDE, cada año 40% de los adultos reciben una formación; pero aquellos que más la requieren, incluidos los trabajadores atípicos, reciben menos formación y no siempre de buena calidad.

Muchos adultos con bajas competencias, por razones familiares o de trabajo, no tienen tiempo de capacitarse. La formación basada en módulos auto-contenidos y certificados, puede ayudar que cada aprenda a su propio ritmo.

Lo anterior claramente define una realidad donde el nuevo analfabetismo es digital; es decir, que un alumno o un profesionalista, que en el corto plazo no domine tecnologías comunes para los empleadores, tendrán en el futuro inmediato un grado de desconocimiento básico como es leer y escribir. Por otro lado, las carreras STEM son fundamentales, mientras hay otras cuyos planes de estudio necesitan ser actualizados para no llegar a la obsolescencia académica y dentro del mercado laboral.

Esa es la importancia que toma el esfuerzo institucional que conduce la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), al haber convocado a una discusión amplia para crear la estrategia nacional sobre el futuro del trabajo, del 25 de noviembre de 2019. El futuro del trabajo, aparejado a la revolución digital, es un proceso acelerado que ocurre en México desde hace varios años y ha cambiado las relaciones laborales, las formas de producción, la cultura empresarial y laboral, por lo que obliga a tener una discusión amplia para la elaboración de la estrategia nacional sobre el futuro del trabajo.

La STPS ha declarado que dicha estrategia se basa en tres ejes: el primero es un diagnóstico de la vocación productiva nacional y fomentar el adecuado desarrollo de cada zona con especial énfasis en mejorar las habilidades y capacidades de los trabajadores; el segundo eje es diseñar, encontrar y construir las vocaciones futuras productivas del país incidiendo en la innovación, la diversificación de los sectores, la perspectiva de género y en la soberanía del conocimiento; y el tercer eje crear y hacer cumplir una regulación justa, apta para el

emprededurismo, el desarrollo de los negocios y los flujos de inversión, pero sustanciado sobre condiciones de trabajo digno.

Por ello, la Ley Federal del Trabajo debe contemplar al trabajo del futuro como aquella asimilación de los avances científicos y el desarrollo tecnológico en los procesos productivos y las competencias laborales; esto podrá lograrse a través de la correcta capacitación, adiestramiento y educación continua, para quienes están insertadas en el mercado laboral y buscan prepararse para entrar en él.

El escenario no es enteramente negativo, no debe perderse de vista que se crearán más empleos, pero en nuevas áreas y disciplinas que poco tienen que ver con profesiones de alta demanda y hacia ese espectro es a donde las futuras generaciones deben enfocar sus intereses vocacionales y es precisamente hacia donde debe virar la capacitación y educación continua hoy en día. Para tal efecto, los legisladores tenemos la tarea de que nuestro marco jurídico propicie la preparación profesional de jóvenes y adultos en ramas de conocimiento, que vayan hacia donde se enfoca la empleabilidad y la productividad con relación al desarrollo tecnológico, a los avances científicos y a la innovación.

Fuentes de información consultadas:

Anna Portella. (2018). El futuro del empleo en México está en la ciencia y la tecnología. marzo 2020, de Forbes México Sitio web <https://www.forbes.com.mx/el-futuro-del-empleo-en-mexico-esta-en-la-ciencia-y-la-tecnologia/>

Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (2019). Compara Carreras, de Imco Sitio web: <https://imco.org.mx/comparacarreras/>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). OECD Employment Outlook 2019. Paris, Francia: OECD.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). El Futuro del Trabajo ¿Cómo se sitúa México?. París, Francia: OECD.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2019. Convoca STPS A Discusión Amplia Para Crear La Estrategia Nacional Sobre El Futuro Del Trabajo. Disponible en <https://www.gob.mx/stps/prensa/convoca-stps-a-discusion-amplia-para-crear-la-estrategia-nacional-sobre-el-futuro-del-trabajo-227968>

EL PAPEL DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA EN LAS SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DEL MEDIO AMBIENTE

Edith Castañeda Ortiz
Diputada federal

El desarrollo del ser humano es una condición que no se obtiene con el simple devenir histórico, que abraza un proceso natural de evolución; la realidad nos advierte que día a día el hombre se ha desarrollado a través del conocimiento en un primer momento, empírico y posteriormente científico, que implica la adquisición de capacidad sistemática para crear progreso tecnológico e innovación, sal ser indudable que el fomento a la ciencia y la tecnología es un elemento primordial para el desarrollo de las naciones.

La ciencia es una actividad que produce resultados que se expresan en conocimientos, debe ser concebida como una práctica social que está dirigida a la producción, difusión y aplicación de conocimientos. La tecnología no sólo es la aplicación del conocimiento científico; si bien uno de sus elementos constitutivos consiste en su estrecha relación con la ciencia, presenta además las dimensiones técnica, organizativa e ideológica.¹

La ciencia y tecnología tienen propósitos diferentes: la primera trata de ampliar y profundizar el conocimiento de la realidad; la

¹ Hernández León R, Coello González S. *Desarrollo científico técnico de la sociedad*. Las Villas; 1999. p31-39.

segunda, de proporcionar medios y procedimientos para satisfacer necesidades. Pero ambas son interdependientes y se potencian mutuamente. Los conocimientos de la ciencia se aplican en desarrollos tecnológicos; determinados objetos o sistemas creados por aplicación de la tecnología son imprescindibles, para avanzar en el trabajo científico.²

El presente ensayo pretende esparcir, en la mente del lector, una reflexión sobre el papel que juega la ciencia y la tecnología en la implementación de las energías renovables con el medio ambiente, entendidas como las producidas a partir de fuentes naturales no sujetas a agotamiento, como el sol, el viento, las olas y las mareas, el poder del agua y el calor de la tierra, comúnmente conocidas con el nombre de energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica y energía geotérmica; aquel (medio ambiente), entendido como el sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y son modificados por la acción del humano; se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad e incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.³

Los problemas ambientales, además de poner en riesgo la vida de los seres humanos, pone en juego a la flora, fauna y al propio ecosistema. Existen inmensidad de problemas ambientales como el cambio climático, el adelgazamiento de la capa de ozono, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, la destrucción de ecosistemas, la deforestación, la degradación del suelo, la falta y contaminación de agua, el exceso del uso de energía, los residuos inorgánicos, la radiación, la sobrepesca, el deshielo de los polos, la extinción de las especies animales y la superpoblación, entre otros.

La superpoblación del mundo es un problema ambiental grave que impacta claramente en las áreas naturales de nuestro planeta, sobre todo afecta directamente a los recursos naturales y ecosistemas;

² Acevedo JA. "La tecnología en las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad. Una aproximación al tema", en *Enseñanza de las Ciencias* 1996; 14(1): 35-44.

³ Julián Pérez Porto y Ana Gardey (<https://definicion.de/medio-ambiente/>)

según un estudio de la NAS, refiere que el aumento de la población y la industrialización del mundo llevarán a la tierra al borde del colapso, los recursos del planeta son limitados y el crecimiento del mundo, a nivel de población, no va de acuerdo a dichos recursos.⁴

Las Naciones Unidas estiman que para el año 2050 se espera llegar a 9.700 millones de personas; para el 2100 la cifra aumentaría a 11.000 millones.⁵ Por ello, los recursos naturales se verán gravemente afectados por el ser humano, con la producción de alimentos y para generar bienes y servicios. Los beneficios ambientales, derivados de las nuevas tecnologías, no pueden mantener el ritmo y la escala del desarrollo económico y el crecimiento demográfico.⁶

Lamentablemente el ser humano hace lo posible por atentar contra su propia especie y contra las demás, a través de diversas acciones que afectan a cada uno de los elementos que componen el medio ambiente, al comenzar por el suelo y el agua.

Por una parte, la tecnología e innovación se utiliza en la industria para una mayor producción; por la otra, también para combatir los problemas ambientales que mantienen el desarrollo sostenible como el reciclaje, la purificación del agua, el tratamiento de aguas residuales, las mejoras ambientales, el tratamiento de gases, el manejo de desechos sólidos y la energía renovable. Sobre este último punto, sobre la energía limpia, México debe apostar por un mayor impulso, ya que existe una creciente y constante contaminación del medio ambiente.

Actualmente contamos con el Centro Nacional de Control de Energía (Cenace), organismo público descentralizado de la administración pública federal, sectorizado a la Secretaría de Energía (Sener), que una de sus principales actividades estratégicas es proporcionar a los usuarios y participantes de la industria eléctrica la confiabilidad eficiente de un suministro de electricidad sustentable en el entorno

⁴ <https://www.theguardian.com/environment/earth-insight/2014/mar/14/nasa-civilisation-irreversible-collapse-study-scientists>

⁵ <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

⁶ Perspectiva del Medio Ambiente Mundial 2000. PNUMA: Editorial Mundi-Presa; 1999. p1.

ambiental, social y económico; sin embargo, no ha desarrollado los mecanismos adecuados y eficientes para la implementación de la energía renovable.

México se ha caracterizado por la lucha que ha sostenido en contra del cambio climático; sin embargo, debe apostar por el desarrollo de las energías limpias y eso se dará si permite que tanto empresas, como el propio Estado, a través de la Comisión Federal de Electricidad, implementen la tecnología adecuada para su producción. La importancia de la generación de energías renovables radica en que tienen menos emisiones de carbón y son respetuosas con el medio ambiente, frente a los efectos contaminantes que producen los combustibles fósiles como el petróleo o el carbón, que crean emisiones de gases efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Las energías renovables no emiten estos gases y son básicas para frenar el calentamiento global y el cambio climático. Además, las energías limpias, desde el punto de vista económico, por estar elaboradas por elementos que se encuentran en la naturaleza, no están sujetas a precios internacionales o fluctuaciones del precio del petróleo, como sucede actualmente.

No olvidemos que la revolución industrial marcó un dramático y decisivo punto de cambio en la interacción, entre la actividad económica y el ambiente. La contaminación industrial fue la primera identificada como un punto obvio y serio en los comienzos de 1800. Llegó a ser innegable que la producción en una escala industrial, al usar el adelanto de la tecnología de su tiempo daba como resultado la contaminación en una escala nunca antes vista. Esta contaminación era, en su mayor parte, el resultado de los requerimientos de energía de una tecnología, con base en el hierro y el acero, que condujo a la contaminación del aire más generalizada, así como también a concentraciones locales de contaminantes cerca del sitio de las fábricas.⁷

⁷ Yací Annalee, Kjellstrom Tord, Theo Kok .T, Guidotti Tee, “Requerimientos básicos para un ambiente saludable”, en *Salud Ambiental Básica*, México DF: PNUMA; 2002; p.15-18.

Actualmente con el crecimiento poblacional y el desarrollo tecnológico, los retos son mayores. El consumo de energía de combustible fósil, a nivel mundial, en el año 2019 creció el 2%, lo que demuestra el aumento de la demanda poblacional, lo que hace que la ciencia y tecnología estén presentes en las fuentes renovables, al buscar siempre la innovación, y así evitar el menor daño posible al medio ambiente. Las energías renovables están en auge a nivel mundial, su crecimiento fue, para el año 2018, del 7.1%; en la Unión Europea representó el 15.5%; en nuestro país sólo el 5% de los hogares mexicanos utilizan energía renovable para su consumo doméstico de electricidad, según estudio realizado por el doctor Manuel Martínez Fernández, investigador del Instituto de Energías Renovables (IER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Datos alentadores, pero no suficientes, ya que el uso de combustibles fósiles a nivel mundial representó el 84.7%.

El sector energético es uno de los más importantes para la economía y el desarrollo de cualquier país, genera factores esenciales para todas las actividades productivas y los bienes de consumo fundamentales para los hogares. Además, la agenda de desarrollo sustentable, relacionada con la de economía verde (medio ambiente) y con la del cambio climático, sugiere la promoción de las energías renovables como una de sus estrategias cruciales. Por ello la importancia que las tecnologías se implementen en las energías limpias, porque de ellas depende el presente y futuro de nuestro planeta.

México requiere mayor inversión privada, sin que se pierda la recetoría del Estado en este sector. Nuestra economía históricamente se ha basado en el petróleo (energía fósil) y a nivel mundial se está emigrando, no de la manera y velocidad deseada, a las energías limpias, en busca del cuidado del medio ambiente.

Si bien es cierto que en nuestro país, en 2015, se contaba con 37 parques eólicos, y en 2017 había 46. En el caso de la energía solar, en 2015 existían en 9 parques y 23 en 2017. La industria solar y eólica son las que han mostrado un mayor dinamismo, lo cual repercute en la economía nacional y, por tanto, en la población, desde el punto de

vista económico, pero el impacto es mayor en el cuidado del medio ambiente así como también lo es en la evolución e implementación de energía renovable en nuestro país, que es aún muy débil, por lo que el objetivo general de transitar al desarrollo sustentable representa retos energéticos muy profundos.

Ahora bien, aun cuando se implemente el uso de energías renovables en nuestro país, otro factor fundamental será el papel de la educación como un elemento crucial del desarrollo. El Estado mexicano debe potenciar tanto la producción de conocimiento como de innovación y, de manera paralela, una educación ecológica, para que la población adquiera conductas y estilos de vida que favorezcan la protección ambiental, disminuyan el gasto innecesario de energía y causen una presión social en contra del consumismo, a través de la formación de una cultura ecológica, en la que cada habitante asuma la responsabilidad ambiental que le corresponde en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y contribuya al desarrollo de su entorno, para preservar el medio ambiente y asegurarlo para las generaciones futuras.

El constante desarrollo de las actividades, como la agricultura, la ganadería, la pesca, la minería, la industria o los servicios, aún causarán peligros potenciales en una sociedad en la que la degradación ambiental es históricamente severa, ya que la interacción del hombre con la naturaleza es una condición básica e indispensable para la existencia y el desarrollo de la sociedad.

Para un ambiente saludable se requiere el cambio de actitud del ser humano y así obtener, como mínimo y esencial, aire limpio, energías renovables, agua potable suficiente, alimentos, ecosistemas estables y apropiados para la supervivencia de las personas; por eso la importancia de la ciencia y tecnología para el desarrollo del ser humano.

Las energías limpias por sí mismas no resolverán la problemática ambiental existente, pero su impacto en la naturaleza es y será invaluable. El camino debe ser promover, organizar y coordinar los esfuerzos y capacidades humanas, para afrontar con seriedad el reto ecológico en que vive el mundo actual. Es el mayor compromiso que

ha tenido el hombre en toda la Historia de su evolución; si cada quien asume la responsabilidad social que le corresponde, se podrán asegurar mejores perspectivas de vida para la humanidad. La lucha contra la contaminación y contra la destrucción de los recursos naturales, exige intervención coordinada y razonada de los organismos internacionales, de los gobiernos y de la población de todos los países.

La generación de energías limpias, así como el trabajo científico y tecnológico, debe ser armónico con el medio ambiente; de lo contrario, el ser humano estará condenado a su propia extinción.

EL PAPEL DE LA CTI EN LAS SOLUCIONES DE CONECTIVIDAD. 5G COMO MOTOR DE DESARROLLO PARA LA INDUSTRIA Y LA EDUCACIÓN

Alejandra Pani Barragán
Diputada federal

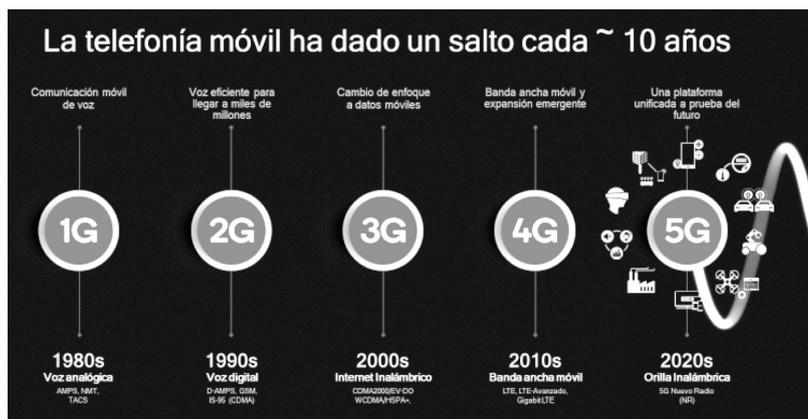
Introducción

Sin lugar a dudas, la telefonía móvil ha contribuido de manera muy importante al desarrollo de nuestro país. Desde su introducción, a finales de la década de 1980, ha sido el principal medio de comunicación para todos los niveles socioeconómicos, en todas las regiones de México.

Las primeras propuestas de la telefonía móvil celular simplemente nos ofrecían movilidad, lo cual fue innovador para su época. A mediados de la década de 1990, vino la digitalización de los sistemas, conocida como 2G (segunda generación), la cual permitía algunos servicios digitales como el identificador de llamadas, el envío de mensajes cortos (SMS, por sus siglas en inglés) y la conferencia de llamadas, entre otros. La década del 2000, nos trajo 3G (tercera generación), la cual, además de la movilidad y los servicios digitales, así como, por primera vez, la posibilidad de contar con servicios que

requerían mayores velocidades de conexión, como el correo electrónico y algunos contenidos de audio y video. Sin embargo, fue hasta la década del 2010 cuando los servicios 4G (cuarta generación) se empezaron a ofrecer de forma masiva y ofrecieron banda ancha móvil, lo cual ha contribuido a reducir la brecha digital.

Estamos a punto de presenciar un nuevo salto en las telecomunicaciones: los servicios 5G o de la quinta generación, los cuales van a revolucionar no sólo la forma en que nos comunicamos, sino la manera de interactuar con el entorno.



¿Qué es 5G?

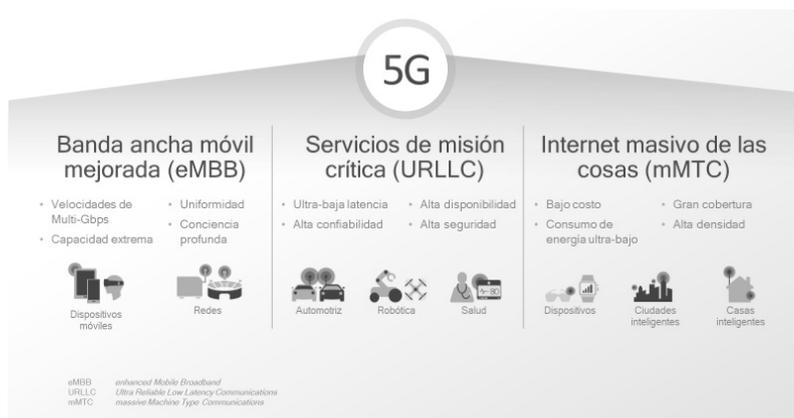
5G es la evolución de los sistemas de telefonía móvil que, además de ofrecer servicios de voz y acceso a Internet, cuenta con 3 pilares fundamentales que permitirán que sus servicios sean el motor de desarrollo para México:

- Grandes anchos de banda (*eMBB –enhanced Mobile Broadband–*, por sus siglas en inglés). Al depender de la cantidad de espectro sobre la cual se ofrezca el servicio 5G, las velocidades podrán estar en el orden de 1 a 3 Gbps, lo cual permitirá que

un gran número de usuarios se conecten a Internet de forma simultánea, al acceder a contenido multimedia de salud, educación, emprendimiento, etcétera.

- Baja latencia (*URLLC –Ultra Reliable Low Latency Communications–* por sus siglas en inglés), del orden de 1 ms, que impulsarán la Industria 4.0, desarrollos en realidad aumentada e inteligencia artificial. Durante el Congreso Mundial de Móviles (*MWC –Mobile World Congress–* por sus siglas en inglés) del 2019 en Barcelona, España, un cirujano realizó la primer operación guiada a distancia, gracias a la baja latencia que ofrece 5G.¹ Este tipo de aplicaciones pueden ayudar a llevar servicios de salud a las comunidades más apartadas de nuestro país.
- Conectividad masiva del “Internet de las Cosas” (*mMTC –massive Machine Type Communication–* por sus siglas en inglés), con posibilidad de conectar a 1 millón de dispositivos por kilómetro cuadrado. Esta capacidad de conectar a un gran número de dispositivos en un área relativamente pequeña no es posible con los sistemas actuales y sólo se puede alcanzar gracias al diseño del nuevo radio (NR) 5G, con el cual, además, se pueden desarrollar las iniciativas de “Ciudades Inteligentes” y la automatización de servicios, con lo cual se van a atraer inversiones que crearán empleos.

¹ <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/salud-realiza-primer-operacion-guiada-distancia-red-5g-noticia-612193-noticia/?ref=ecr>



Se estima que para el año 2024, 5G alcanzará el 7% de las suscripciones móviles en América Latina y su beneficio socioeconómico en el periodo 2020-2034 equivaldrá al 1.2% del PIB de la región. A nivel mundial, la cadena de valor de 5G generará más de \$ 12 billones de dólares en bienes y servicios para el año 2035.

5G en la Educación

El gran reto para ofrecer aplicaciones de educación en las escuelas, es el ancho de banda que se tiene contratado en cada plantel. En aquellas escuelas donde se tiene acceso a ofertas de cable o fibra óptica, es relativamente fácil que todos los alumnos estén conectados; sin embargo, en las zonas donde no existe la infraestructura de los operadores de cable o fibra, la conectividad se puede ofrecer a través de sistemas inalámbricos.

Los sistemas de telefonía móvil celular y los satelitales representan una alternativa para llevar acceso a Internet a las escuelas; sin embargo, los planes que se ofrecen a través de sistemas que usan el espectro radioeléctrico, tienen restricciones tanto en la velocidad como en el límite mensual de datos, los cuales limitan la posibilidad de conectar a todos los estudiantes de una escuela de manera efectiva y a un precio asequible. Por ejemplo, y sólo para ilustrar el impacto en la

velocidad, si 10 estudiantes en un salón de clases están conectados de forma simultánea a un enlace de 10 Mbps, cada uno tendrá una velocidad promedio de 1 Mbps. Si 100 estudiantes en una escuela se conectan de forma simultánea al mismo enlace de 10 Mbps, cada uno tendrá una velocidad promedio de 100 Kbps (0.1 Mbps).

Los grandes anchos de banda que ofrece 5G permitirán que las escuelas tengan la conectividad que se requiere, para que varias decenas o quizá cientos de estudiantes puedan estar conectados de forma simultánea, a un precio asequible.

En la misma lógica que el ejemplo anterior, si 10 estudiantes están conectados a un enlace de 1 Gbps, cada uno tendrá una velocidad promedio de 100 Mbps. Si 100 estudiantes en una escuela se conectan de forma simultánea al mismo enlace de 1 Gbps, cada uno tendrá una velocidad promedio de 10 Mbps.

De ahí la importancia de contar con la mejor opción de conectividad para cada escuela, la cual se facilita a través de las redes 5G. Tanto los operadores de telefonía móvil como los satelitales ofrecen el servicio de acceso a Internet que utiliza el espectro radioeléctrico, pero las ofertas económicas son muy diferentes:

Mientras los operadores móviles ofrecen planes de 10 Mbps ilimitados (con una política de uso justo –PUJ– de 100 GB) a un precio de \$ 400 pesos mensuales, los operadores satelitales ofrecen planes también de 10 Mbps, pero limitados a 100 GB a un precio de \$ 3,000 pesos mensuales.

Por eso no es de extrañar que, de acuerdo al tercer informe trimestral estadístico 2019 del Instituto Federal de Telecomunicaciones,² existen enormes diferencias entre el número de clientes y crecimiento de ambas industrias:

- El servicio móvil de acceso a Internet llegó a más de 93.2 millones de líneas, una penetración del 74% y un crecimiento del

² <http://www.ift.org.mx/estadisticas/informe-estadistico-trimestral-del-3er-trimestre-de-2019>

- 11.7% con respecto al año anterior.
- Más del 77% del tráfico del servicio móvil de acceso a Internet fue a través de tecnología 4G.
 - El servicio de telefonía móvil llegó a casi 121.4 millones de líneas, una penetración del 95.7% y un crecimiento anual del 3.4%.
 - El servicio fijo de Internet llegó a 19,173,373 líneas, una penetración del 55% y un crecimiento del 6.8% con respecto al año anterior.
 - Los accesos del servicio fijo de Internet provistos a través de satélite apenas llegan a 19,920 líneas, una penetración del 0.1% y una reducción del 5.7% con respecto al trimestre anterior.

Por otro lado, y de acuerdo con la Asociación GSM (GSMA), el aumento de suscripciones en México, combinado con el mayor consumo de contenido de video mediante teléfonos inteligentes (o *smartphones*), generará un crecimiento de aproximadamente 8 veces en el tráfico de las redes móviles terrestres existentes, durante el periodo de 2017 a 2023.

Adicionalmente, en los próximos años, los operadores mexicanos podrán introducir servicios inalámbricos 5G para satisfacer las nuevas demandas de consumidores, empresas y aplicaciones del Internet de las Cosas (*IoT -Internet of Things-* por sus siglas en inglés).

Se estima que los servicios 5G crecerán en volumen a partir del 2020, para alcanzar 1,000 millones de suscripciones a nivel mundial en 2023; de los cuales, 26 millones estarán en América Latina.

México tiene la gran oportunidad de liderar la evolución hacia servicios 5G a nivel regional en América Latina, debido a la madurez de su industria móvil, a la presencia de operadores internacionales y a su cercanía con mercados avanzados como Estados Unidos. Incluso, uno de los principales operadores nacionales ha manifestado interés en lanzar servicios 5G de manera comercial durante el 2020.

Requerimientos de 5G

El espectro radioeléctrico es el insumo fundamental para el correcto despliegue de las redes 5G. Para lograr su pleno potencial, se requerirán cantidades significativas de espectro armonizado.

El nuevo radio (NR) 5G está diseñado para operar en distintos tipos de banda y rangos de frecuencia, al dar flexibilidad a los operadores para que desplieguen las redes de la forma que mejor se ajuste a sus planes de negocio.

Tipo de espectro	Banda de frecuencia
Espectro licenciado, de uso exclusivo para el operador que tiene asignado el espectro.	Bandas altas , arriba de 24 GHz, conocidas como bandas milimétricas para grandes velocidades
Espectro compartido, en donde varias empresas comparten el uso del espectro bajo ciertas reglas de operación	Bandas medias , entre 1 GHz y 6 GHz, para servicios de banda ancha o de misión crítica, que son muy sensibles al retardo
Espectro sin licencia o de uso libre, para uso compartido entre diferentes operadores o usuarios	Bandas bajas , por debajo de 1 GHz, para servicios de banda ancha y/o Internet de las Cosas (IoT)



Como en todos los sistemas inalámbricos, la velocidad que se podrá ofrecer a través de los sistemas 5G está en relación directa con la cantidad de espectro que se tenga disponible. Aunque las redes 5G se pueden desplegar en bloques de 50 MHz, para que los usuarios realmente puedan tomar ventajas de esta nueva tecnología, se recomienda que los bloques sean de al menos 100 MHz e idealmente de 400 MHz por operador.

Retos para el despliegue de 5G

La industria móvil tiene una carga fiscal muy grande, que inhibe las inversiones en la tecnología de punta que requiere nuestro país:

- Cada año los operadores móviles pagan los derechos de uso del espectro que indica la Ley Federal de Derechos. Tan sólo en el 2018, los operadores pagaron casi \$ 18 mil millones de pesos, por concepto de derechos de uso de menos de 600 MHz de espectro; en el 2019 ese pago ascendió a casi \$ 19 mil millones de pesos.
- En el 2018, los operadores Telefónica y AT&T pagaron \$ 2,100 millones de pesos por la subasta de 120 MHz en la banda de 2.5 GHz.
- En el 2019 Telefónica pagó \$ 2,161.3 millones de pesos para renovar sus concesiones de espectro en la banda de 1900 MHz
- En el 2019, los operadores Telmex, AT&T y Axtel pagaron casi \$ 1,517 millones de pesos, cada uno, por la renovación de sus concesiones de 50 MHz en la banda de 3.5 GHz, para ofrecer servicios fijos.

En otras palabras, tan sólo en los dos últimos años la industria móvil ha pagado casi \$ 46 mil millones de pesos, por concepto de derechos de uso del espectro.

Es imperativo reducir esa carga fiscal para que nuestro país cuente con tecnología de punta, que puede ser aplicada a distintos sectores como la salud, la seguridad y la educación.

Para compensar la reducción del pago de derechos, se podría actualizar la Ley Federal de Derechos, para equilibrar la balanza y todas las empresas que utilicen el espectro radioeléctrico y así ofrecer servicios de telecomunicaciones que paguen montos equivalentes.

De igual forma, a cambio de la reducción del monto a pagar por concepto de derechos de uso del espectro, se podría incluir una obligatoriedad a los concesionarios para que aceleren los despliegues de 5G en distintas zonas de nuestro país.

¿POR QUÉ ES URGENTE UNA POLÍTICA PÚBLICA DE CIENCIA EN NUESTRO PAÍS? ALGUNAS RAZONES

Mario Alberto Rodríguez Carrillo
Diputado federal

En el devenir de la historia humana cabe preguntarse, ¿cómo es que los seres humanos hemos formalizado nuestras relaciones con lo que hoy conocemos como ciencia? ¿O esta relación siempre estuvo implícita y alguien nos separó de ella en algún momento de la vida humana? Hace 15 años tuve la posibilidad de conocer un libro que publicó la Secretaría de Educación Pública llamado *Dando sentido a la ciencia en la secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños* y me llamó poderosamente la atención lo siguiente: “el modo en que los alumnos construyen las ideas en ciencias refleja la naturaleza y el estatus de la ciencia como conocimiento público: también se construye personal y socialmente”; entre otras cosas, el libro describía cómo los niños sin conocimientos científicos eran capaces de interpretar su entorno y cómo jugando con el balón eran capaces de direccionarlo al utilizar, sin saberlo, principios de fuerza, velocidad y distancia, a partir de conocimientos adquiridos a través de su experiencia personal.

No es difícil responder por qué la naturaleza de la evolución humana y su propio desarrollo y supervivencia forzó la sistematización de ciertas experiencias, las cuales de manera más o menos ordenada propician el desarrollo científico. A medida que la ciencia y la tecno-

logía crecieron, y nos facilitaron la vida, muchos de nosotros como consumidores del desarrollo científico y tecnológico nos hemos separado del quehacer científico. Ante tal brecha generada, en la actualidad, sin entrar a una discusión de orden ideológico o económico (predominio capitalista), trataré de centrar la discusión en el terreno de las políticas públicas, con el fin de propiciar algunas ideas para disminuir la brecha entre la ciencia y la sociedad en general, fomentar el interés público por hablar de ciencia, comunicar ciencia, discutir ciencia, desarrollar ciencia, pero no como lo hacemos desde el laboratorio científico, sino al sacar a la ciencia a la calle, para el conocimiento y dominio público.

En la actualidad el desarrollo de la ciencia no deja de sorprendernos y admirarnos, pero a la vez no nos invita a interesarnos e inmiscuirnos en él. Seguramente no será sencillo acotar esta distancia entre una parte y la otra, pero si no lo hacemos, condenaremos a muchas generaciones a una especie de neo oscurantismo.¹ En los últimos años ha surgido en el interés de muchas personas, en medios como la televisión o las redes sociales, en una serie de nuevas creencias que desafían la base científica construida hasta la fecha, que van desde poner en duda el primer viaje a la luna, al pasar por curaciones multitudinarias en instalaciones, como auditorios con decenas de personas que esperan un milagro o hasta por llamadas telefónicas, hasta cuestionar, a través de movimientos antivacunas, el valor de las vacunas como medio para prevenir viejas y nuevas epidemias y pandemias; en fin, nos enfrentamos a una desconfianza de la ciencia de la cual no podemos abstraernos.

¹ Pero no sólo en ausencia de divulgación y apropiación de la ciencia existe esto, también en el sentido del desarrollo de la ciencia se generan oscurantismos, como lo dice Edgar Morin en su libro *Ciencia con consciencia*, donde la fragmentación derivada de la superespecialización, nos conduce a “una temible revolución en la historia del saber, en la que éste, dejando de ser pensado, meditado, reflexionado, discutido por los seres humanos, integrado en la búsqueda individual de conocimiento y de sabiduría, resulta estar destinado cada vez más a ser acumulado en los bancos de datos, y después computado por instancias manipuladoras, en primer lugar, por el Estado” (Morin, 1984: 33), que esa sería otra discusión no menos importante, pero que por el momento dejaremos de lado.

Para realizar el presente artículo lo dividiré en cinco partes. La primera parte será una conceptualización de ciencia que ilustre sus dimensiones implícitas, que permitan entender todo lo que conlleva desarrollar una política pública para la ciencia al alcance de todos; la segunda, hablará de cuál debe de ser el contexto escolar y social donde habrá de desarrollarse la ciencia, y qué se necesita para crear dichos contextos donde no los haya; la tercera, hablará de las posibilidades en la legislación para facilitar su impulso y desarrollo; la cuarta, sobre cómo podemos construir un sólido ecosistema científico que permita, de manera coordinada, establecer las bases para una verdadera sociedad del conocimiento; la quinta expondrá los logros que ha alcanzado esta LXIV Legislatura, con el fin de hacer realidad lo anterior y los retos concretos a los que a se enfrenta.

Conceptualización de la ciencia

Cuando se alude a la ciencia o se habla de hombres o mujeres de ciencia, a veces nos genera un distanciamiento que puede ser de reconocimiento o de respeto; lo cierto es que requiere de ciertos matices. Por ello, debemos comenzar por explicar qué entendemos por ciencia, o al menos cómo deseáramos que se entendiera para establecer una política pública. En el presente trabajo retomaré la siguiente definición realizada por Alfredo Marcos, la cual señala lo siguiente: “la ciencia no es sólo lenguaje, textos, libros o artículos; no es sólo teorías ni sólo resultados. Es principalmente una práctica, una serie de acciones llevadas a cabo por personas y sociedades: investigación, financiación, políticas científicas, enseñanza, divulgación, aplicación”² (Marcos, 2010: 270); esta definición es muy apropiada para mi propósito, por lo cual procederé a desmenuzarla.

² Alfredo Marcos en su libro *Ciencia y acción. Una filosofía práctica de la ciencia* desarrolla una interesante problematización sobre la ciencia y su aplicación en diferentes planos, ya sea periodismo o comunicación, medio ambiente, bioética y la informática como algunos temas.

Si por ciencia entendemos aquel lenguaje que permite establecer códigos de comunicación sofisticados por la naturaleza y las dimensiones científicas, podemos empezar por ahí y establecer mecanismos de traducción con lenguajes sencillos al alcance de todos, que nos acerquen a informarnos y, por qué no, a comunicarnos los eventos científicos; que cierren la distancia generada por pensar erróneamente que el científico es “un hombre superior, desinteresado, en relación a los ciudadanos” (Morin, 1984: 42); por el contrario, su interés radica en resolver los problemas que atañen a los ciudadano,s igual que todos nosotros, sólo que en una trinchera diferente.

Si por ciencia entendemos leer y producir un vasto material bibliográfico, únicamente acumulamos conocimientos que pueden ser sujeto de manipulación por quienes pueden tener acceso a su consumo. Debemos preocuparnos por el gran reto de acercar a nuestras generaciones de niños desde la infancia a leer ciencia y constituirla, en un espacio entre el recreo y las asignaturas, puesto que el objetivo es acercar a más personas al conocimiento científico; lo primero, es pensar que esto se puede, y como ejemplo de ello, tenemos programas y canales de televisión, que en su tiempo fueron exitosos tales como *Plaza Sésamo*, *El Mundo de Beakman* o el canal *Discovery Kids*, que fueron todo un ejemplo de combinar en el aprendizaje el disfrute por aprender y la diversión.

La ciencia, entonces, nos va llevando a que orientemos que las investigaciones y la teoría validadas se lleven al terreno de la demostración, pero de otro tipo de demostración; ahora, en vez de ser difundida entre expertos y similares, pasa a ser para el dominio público, donde la sociedad entera pueda validar la existencia de la divulgación de la ciencia. Es decir, llevemos los eventos científicos a buena escala en parques temáticos, museos interactivos, exhibiciones, eventos, programas de televisión o canales y páginas en redes sociales, para atraer a los jóvenes que desconfían de la ciencia por omisión gubernamental, y utilicemos los espacios vacíos de nuestras bibliotecas para el ejercicio de la ciencia y del pensamiento científico.

Por lo tanto, para materializar y hacer operativa la conceptualización de la ciencia en el pueblo mexicano, necesitamos designar un presupuesto³ que permita desplegar una política pública en ciencia que no quede en el discurso, sino que realmente tenga posibilidades de desarrollarse; estos recursos pueden provenir, además, de fuentes alternas de financiamiento. Dependerá de la creatividad de los administradores de la política pública gestionarlos o crear los incentivos para que dichos fondos lleguen a donde se necesitan.

El contexto escolar y social de la ciencia

Según Martín Bonfil Olvera, la responsabilidad principal del científico es “estudiar el mundo real, el universo que nos rodea, y distinguirlo de las apariencias, las ilusiones que a veces afectan a nuestros sentidos, o las distorsiones que nuestras creencias, prejuicios y expectativas producen en la forma como percibimos la realidad. Para ello, la ciencia ha desarrollado multitud de instrumentos que afinan nuestros sentidos, y procedimientos como la estadística, la revisión por pares y la replicación de los experimentos, que ayudan a eliminar distorsiones y tener datos lo más confiables posible para construir sus teorías”.⁴

A diferencia de otras formas de adquisición del conocimiento, la ciencia no sólo se limita a la observación directa o experimental, sino también tiene mecanismos para garantizar la validez del conocimiento que genera, a través de explicaciones y justificaciones suficientes para el momento, que pueden perfectamente ser demostradas como incorrectas si se tiene suficiente evidencia de ello. Esta característica

³ Es indiscutible que esta asignación corresponde al legislativo, pero también es importante señalar que se logra también con la voluntad de la mayoría; es importante decir que hasta la fijación del presupuesto 2020, ninguna mayoría en la cámara ha destacado por un incremento relevante para una política pública de la naturaleza de la cual hablamos.

⁴ Martín Bonfil Olvera confronta la visión del científico con la del filósofo complementándolas en su artículo “Escepticismo” tomado de la revista *Como ves*.

es una diferencia muy marcada cuando se contrasta dogma y ciencia; la diferencia principal radica en que para la primera, como señala Morin: “el dogma es inatacable por la experiencia. La teoría científica es biodegradable” (Morin, 1989: 29),⁵ nos permite entender que la gran mayoría de las ideas en la ciencia son de duración finita y constantemente surgen nuevas, y hay un proceso de evolución o si se quiere revolucionario, en el sentido de Kuhn; en ello radica la fortaleza de la ciencia, que no es definitiva pero no por ello es falsa.

Al partir de lo anterior, la ciencia adquiere una validez relevante para llevarla ante la sociedad para su servicio; en la puesta en práctica se podrá ver su utilidad, que además puede ser diversa, así como los contextos también lo son. Mencionaremos dos: la escuela y los espacios públicos; por escuela entenderemos cada uno de los niveles educativos desde el preescolar hasta los estudios de licenciatura; por espacios públicos, a aquellos lugares de encuentro social como parques, auditorios, explanadas o andadores, entre otros, donde se pueda desarrollar alguna actividad que podríamos llamar de “laboratorio con público”.

El currículo de las escuelas debe permitir establecer la transferencia del conocimiento científico desde temprana edad; la planeación de todas las materias debe incluir actividades que permitan visualizar demostraciones científicas de lo que se dice en clase y no sólo tener clases discursivas, y de esta forma permitir vivenciar el método científico, así como la imperante necesidad de la verificación en la realidad que le permita a las y los docentes apropiarse de una forma de vida científica para enfrentar las “charlatanerías” del siglo XXI.

⁵ A este respecto, Popper señalaba que “la evolución de la ciencia es la de una selección natural en la que las teorías resisten un tiempo, no porque sean verdaderas, sino porque son las mejor adaptadas al estado contemporáneo de los conocimientos” (citado por Morin, 1984: 39).

Posibilidades legislativas para facilitar el impulso y desarrollo de la ciencia

En lo referente a los apoyos a las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) para investigación y desarrollo, la principal motivación para desarrollar dichas políticas es porque mientras que en México el gobierno es el principal motor de la ciencia y la tecnología, en los países desarrollados las empresas privadas son las que lideran la mayor parte de la inversión en ciencia, investigación, y desarrollo; mientras que en el Primer Mundo la participación del gobierno en el gasto nacional total en ciencia y tecnología es menor –19% en Estados Unidos en 2016^{6,7}, 26% en Alemania en 2017⁸ y 19% en Japón ese mismo año⁹–, en México la participación del gobierno en el gasto nacional en ciencia y tecnología en 2019 fue del 71%.¹⁰

Se puede encontrar una explicación para el fenómeno anterior en las estadísticas nacionales de formalidad laboral y tamaño de las empresas, en el entendido de que una gran empresa de más de 250 empleados seguramente tiene recursos amplios y suficientes para invertir en ciencia y tecnología; no así una empresa pequeña de menos de 10 empleados y mucho menos un pequeño negocio informal, que

⁶ Instituto Americano de Física (American Institute of Physics, AIP). (2016). *Apropiaciones del 2016 en números*. 11 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.aip.org/fyi/2016/2016-appropriations-numbers>

⁷ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2020). *Gasto de las empresas en investigación y desarrollo por origen de los fondos y cantidad de empleados de la empresa*. 11 de Abril de 2020. Sitio web: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BERD_SOF_SIZE#

⁸ Ministerio Federal de Educación e Investigación de la República Federal de Alemania. (2019). *Educación e investigación en números del 2019*. 11 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/B1.html>

⁹ Fundación de Comunicaciones Nippon. (2019). *El gasto en ciencia y tecnología de Japón en un nuevo máximo*. 11 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.nippon.com/en/japan-data/h00388/japan%E2%80%99s-science-and-technology-research-spending-at-new-high.html>

¹⁰ Nelly Toche. (19 de Septiembre de 2019). *Presupuesto para ciencia en México, muy lejos de lo que la ley mandata*. 11 de Abril de 2020, de El Economista. Sitio web: <https://www.economista.com.mx/arteseideas/Presupuesto-para-ciencia-en-Mexico-muy-lejos-de-lo-que-la-ley-mandata-20190919-0023.html>

cada día debe luchar por sobrevivir. Precisamente si analizamos las estadísticas de tamaño de empresa y formalidad, en el Primer Mundo el grueso de la economía es liderada por empresas grandes y formales: en Alemania, las empresas de más de 250 empleados proveían en 2017 más del 56% de los empleos formales a nivel nacional¹¹ y la economía formal en 2015 sumaba el 87.8% del PIB.¹² Mientras que en México, al contrario, la economía es liderada principalmente por micro, pequeñas y medianas empresas, comerciantes informales y pequeños productores locales con escasos recursos para invertir en investigación y desarrollo; en 2019, las empresas de más de 250 empleados sólo proveían 34% de los empleos formales a nivel nacional;¹³ en ese mismo año, según el Inegi, los empleos formales sumaron únicamente el 43.3% de la población empleada nacional;¹⁴ se multiplicaron esos dos porcentajes, por lo que obtenemos apenas un 14% de los mexicanos que trabajan formalmente en empresas de más de 250 trabajadores, mientras que 86% trabajan, en el mejor caso, en empresas pequeñas con recursos limitados, y, en el peor caso, en negocios informales que con frecuencia son precarios y de escaso valor agregado.

Al haber expuesto esas estadísticas, queda claro que para lograr el objetivo de impulsar la inversión de las empresas en ciencia y tecnología, las instancias se deben movilizar para ello, ya que son las enfocadas a la formalización y el apoyo a las micro, pequeñas y me-

¹¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2020). *SDGs: Estadísticas de estructura de negocios (ISIC revisión 4) - Empleo de Pymes y empresas grandes*. 11 de Abril de 2020. Sitio web: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SSIS_BSC_ISIC4#

¹² P. Jörg Alt, S.J. (2017). *Alemania - Economía informal I: Fundamentos y contexto*. 11 de Abril de 2020, de Proyecto Justicia Fiscal y Pobreza (Steuerungerechtigkeit und Armut). Sitio web: <https://www.taxjustice-and-poverty.org/results/germany/country-report.html>

¹³ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo del Reino de España. (2019). *Cifras PyME*. 11 de Abril de 2020, de Ministerio de Industria, Comercio y Turismo del Reino de España - Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. Sitio web: <http://www.ipyme.org/es-ES/ApWeb/EstadisticasPYME/Documents/CifrasPYME-enero2019.pdf>

¹⁴ Ricardo Velázquez. (2019). “El trabajo informal en México”. en *Milenio*. Sitio web: <https://www.milenio.com/opinion/ricardo-velazquez/opinion/el-trabajo-informal-en-mexico>

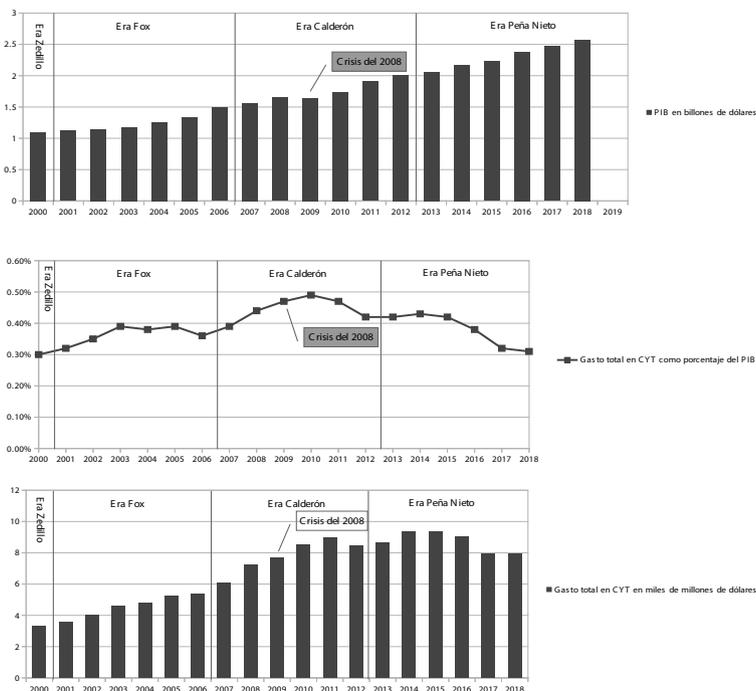
dianas empresas, tales como el Instituto Nacional del Emprendedor (Inamed); si movilizamos a dichas instituciones para que apoyen los emprendimientos de base tecnológica, o bien promovemos la apertura de convocatorias para que las mipymes inscriban proyectos tecnológicos, para los cuales no poseen los recursos necesarios para hacerlos realidad, podremos contribuir enormemente a la inversión a nivel nacional en ciencia y tecnología, por parte de las empresas privadas.

En lo referente al gasto del gobierno en ciencia y tecnología, es necesario que el gobierno ponga de su parte, para que la inversión en ciencia y tecnología pueda ser realidad; debido a que en teoría es posible aumentar en un plazo de apenas un año el gasto del gobierno federal en ciencia y tecnología a la proporción que tuvo respecto al PIB en 2010, mientras que las medidas previamente expuestas para impulsar la inversión privada en ciencia y tecnología tardarían varios años en empezar a surtir efecto, lo cual es demasiado tiempo en nuestro mundo moderno, cada vez más acelerado. Si analizamos los números del presupuesto federal dedicado a ciencia y tecnología de los últimos 20 años, a partir del año 2000 el presupuesto federal dedicado a ciencia y tecnología se mantuvo principalmente al alza desde 2000 hasta 2010, e incluso llegó a aumentar entre 2008 y 2009, a pesar de que la crisis del 2008 haya ocasionado un retroceso del PIB nacional; sin embargo, a partir del año 2011, el gasto total en ciencia y tecnología se ha estancado, al fluctuar entre 8 y 9.3 mil millones de dólares anuales; si lo contamos en términos del PIB nacional, podemos incluso ver que en 2020 hemos retrocedido por debajo de los niveles que teníamos en 2000 de porcentaje del PIB nacional dedicado a ciencia y tecnología.

Se necesita, por lo tanto, destinar urgentemente más fondos públicos para el avance de la ciencia y la tecnología, preferentemente con políticas públicas que impongan una obligación de aumentar consistentemente el gasto público en ciencia y tecnología; se puede tomar como referencia una que adoptó el gobierno federal de Alemania, en Mayo de 2019, la cual consiste en aumentar constantemente en un 3%

anual el gasto público en ciencia y tecnología, contra cualquier factor externo que pudiera motivar una reducción de ese incremento.¹⁵

Evolución de 2000 a 2018 del PIB mexicano, y del gasto nacional en ciencia y tecnología como porcentaje del PIB y en pesos



Fuente: series originales no desestacionalizadas del Inegi sobre el PIB de 2000 a 2018¹⁶, cotización del dólar al 1 de Enero de 2020 según XE¹⁷, PIB en dólares normales y dólares PPP, en 2018, según el Banco Mundial¹⁸, Presupuesto de

¹⁵ Gretchen Vogel. (2019). “Prometen una década de incrementos presupuestales para la investigación alemana”, en *Revista Science*. Sitio web: <https://www.sciencemag.org/news/2019/05/german-research-promised-decade-budget-increases>

¹⁶ Inegi. (2019). *PIB y cuentas nacionales por actividad económica*. 12 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>

¹⁷ Convertidor universal de moneda xe.com. (2020). *Gráficas de monedas de XE: USD a MXN*. 12 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=MXN&view=1Y>

¹⁸ Banco de Datos del Banco Mundial. (2018). PIB (en USD actuales) - México. 12

Egresos de la Federación en 2019¹⁹ y 2020²⁰, participación del gobierno en el gasto en CYT en 2019, según *El Economista*²¹, estadísticas sobre el PIB de 2000 a 2018²², estadísticas sobre CYT de 2000 a 2018²³, estadísticas sobre el PIB en 2019²⁴, cambio que se estima tendrá el PIB del 2020, respecto al 2019, según analistas del banco Citibanamex.²⁵

de Abril de 2020. Sitio web: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=MX>

¹⁹ Secretaría de Gobernación de los Estados Unidos Mexicanos. (2018). “presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2019”, en *Diario Oficial de la Federación*. Sitio web: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5547479&fecha=28/12/2018

²⁰ Secretaría de Gobernación de los Estados Unidos Mexicanos. (2019). “Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2020”, en *Diario Oficial de la Federación* Sitio web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2020_111219.pdf

²¹ Nelly Toche (2019), “Presupuesto para ciencia en México, muy lejos de lo que lay mandata”, en *El Economista*. Sitio web: <https://www.economista.com.mx/arteseideas/Presupuesto-para-ciencia-en-Mexico-muy-lejos-de-lo-que-la-ley-mandata-20190919-0023.html>

²² Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2019). Producto interno bruto (PIB) - Total, millones de dólares estadounidenses, 2000 - 2018. 12 de Abril de 2020. Sitio web: <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm#indicator-chart> – Nota: Para obtener la gráfica fuente, seleccionar en la sección “Perspectives” las opciones “Total” y “Million US dollars”, dar click en “Highlighted countries”, bajo “Highlight countries” seleccionar México, bajo “Select background” seleccionar “None”, desactivar la casilla “Show baseline: OECD total”, bajo “Time” seleccionar “Yearly”, desactivar la casilla “Latest data available”, y correr el botón de la derecha hacia el año 2000.

²³ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2018). *Indicadores principales de ciencia y tecnología*. 12 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.oecd.org/sti/msti.htm> – Nota: Para obtener los datos del gasto en CYT como porcentaje del PIB, en la gráfica “R&D Intensity in OECD countries and other economies” desplegar el cuadro “Select Country”, desactivar todos los países y activar “MEX”, luego desplegar el cuadro “Select Year”, palomear “(Select All)” y despalmear los años correspondientes a 1999 y anteriores. Para obtener los datos de la proporción de gasto en CYT público y privado, en la gráfica “Gross domestic expenditures on R&D by performing sector” desplegar el cuadro “Select Country” y seleccionar “MEX”, desplegar el cuadro “Select Year” y seleccionar “(All)”, luego desplegar el cuadro “Select Variable” y activar únicamente las casillas “Business”, “Government” y “Higher education”.

²⁴ Inegi (2019). *PIB y cuentas nacionales por actividad económica*. 12 de Abril de 2020. Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>

²⁵ Redacción (2020). “Reducen a 0.7% pronóstico de PIB para México en el 2020”, en

Por último, referente a la formación de los científicos mexicanos y a sus carreras profesionales, tenemos tres prioridades principales: la primera consiste en mantener e incrementar los apoyos que otorga el gobierno a los estudiantes de maestrías y doctorados en ciencia, tecnología, ingeniería y medicina (STEM, por sus siglas en inglés²⁶), tanto en nuestro país como en el extranjero; la segunda, consiste promover entre la población el uso de dichos apoyos para que sean aprovechados por los jóvenes que buscan formar una carrera en la ciencia y la tecnología; y la tercera consiste en proveer los medios para que dichos jóvenes puedan mantenerse en nuestro país con sus habilidades y conocimientos, al servicio del gobierno mexicano y de las empresas nacionales.

En particular, es importante promover la permanencia de los científicos mexicanos en nuestro país; si bien el Conacyt lleva varias décadas otorgando apoyos para estudiantes de posgrados en STEM en el extranjero, la permanencia de los científicos e ingenieros mexicanos en nuestro país es mínima; los que logran quedarse en México generalmente trabajan para una empresa extranjera y desarrollan tecnología etiquetada para aprovecharse en el extranjero; un alto porcentaje incluso emigra a lugares en el extranjero con mejores oportunidades y prospectos como el *Silicon Valley*, donde los mexicanos representan el 21% del capital humano total.²⁷ Entre las acciones concretas que se pueden llevar a cabo para mantener a los científicos mexicanos en nuestro país, y que de puedan contribuir al desarrollo nacional, se puede considerar alguna de las siguientes: mejorar las normativas respecto al servicio de carrera nacional que es el Sistema Nacional de Investigadores (SNI); apoyar a los proyectos tecnológicos de las mipymes, que por definición requieren de expertos en ciencia y tecnología

El Economista. Sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Reducen-a-0.7-pronostico-de-pib-para-Mexico-en-el-2020-20200305-0108.html>

²⁶ *Science, technology, engineering, mathematics*

²⁷ Sofía García Bullé (2019), “La industria científica y la fuga de cerebros en México”, en *Observatorio de Innovación Educativa del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)*. Sitio web: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/fuga-de-cerebros-ciencia-mexico>

para poder llevarse a cabo; y aumentar el gasto público en ciencia y tecnología, con el fin de incubar más proyectos de investigación que empleen a más científicos. Dichas medidas son tan sólo algunas de las que pueden llevarse a cabo desde el gobierno mexicano, para mejorar la permanencia de los científicos mexicanos.

Construyendo un ecosistema científico sólido

En resumen, la discusión vertida en el desarrollo del presente trabajo expone las necesidades actuales del ecosistema científico mexicano, como es el caso del desarrollo de las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología. Para ello, el primer paso es dejar de conceptualizar la ciencia como un fenómeno incomprensible, liderado por expertos distantes de la realidad nacional, sino como un fenómeno tan humano como el arte y la cultura, del cual todos formamos parte sin excepción, y confiar en la fiabilidad de los conocimientos que dicha disciplina maneja. Una vez adquirida dicha mentalidad, es necesario pensar cómo hacerla disponible a la ciudadanía en general, al usar las dos grandes vías que son las escuelas de nivel básico y los espacios públicos, con el fin de formar en la población una cultura de confianza en el conocimiento científico, que permita combatir su desconfianza, que ha permitido el crecimiento de ideas erróneas que en algunos casos han causado graves daños a la sociedad.

Retos presupuestarios

En cuanto a las acciones que pueden llevarse a cabo desde el Poder Legislativo, en el tema presupuestario, y luego de comparar y analizar estadísticas nacionales e internacionales de gasto nacional en ciencia y tecnología, protagonismo del sector privado y la capacidad de nuestro sector privado y el de otros países para liderar los esfuerzos en investigación y desarrollo, podemos concluir que las acciones concretas a realizar son las siguientes:

Al momento de examinar, discutir, modificar y aprobar el presupuesto de egresos de la federación, proponer más recursos para que se vayan a rubros, tales como becas para posgrado, ciencia y tecnología y proyectos de investigación de universidades públicas, con el fin de revertir la tendencia a la baja que ha presentado el gasto público en ciencia y tecnología y aumentarlo en años siguientes, también con el fin de cumplir con el artículo 9 bis de la Ley de Ciencia y Tecnología que obliga a los 3 órdenes de gobierno a gastar por lo menos el 1% del PIB en ciencia y tecnología.

Destinar en el presupuesto de egresos de la federación recursos reservados específicamente para apoyar los proyectos científicos y tecnológicos de las mipymes, que muchas de ellas seguramente han contemplado, pero que no tienen los recursos para llevarlos a cabo; con un enfoque sostenible, de decir a largo plazo, que eventualmente propicie que la iniciativa privada invierta más recursos en investigación e innovación y estén al servicio de la población en general, cosa que tendremos que reforzar en la elaboración de la nueva Ley General de Ciencia y Tecnología.

Lo anterior debería traducirse en mejores prospectos profesionales para los científicos mexicanos en nuestro país, lo cual contribuiría a frenar la “fuga de cerebros” que padece nuestro país desde hace décadas, y a su vez establecería una base para que nuestro talento científico nacional pueda ser aprovechado.

Una vez establecida dicha base, sigue formar más científicos a través de nuestro aparato gubernamental existente de becas, financiamiento y apoyo para la educación superior de corte científico.

Una implementación exitosa de lo anterior nos permitirá mejorar no sólo la economía de todo nuestro país, a través de dejar de depender de los recursos naturales finitos, volátiles y de escaso valor agregado, para pasar a explotar conocimientos científicos de alcance y aplicaciones virtualmente ilimitados; permitirá formar una sociedad pensante, crítica y con una cultura afianzada en ciencia sólida y comprobable, lista para enfrentar los desafíos del futuro y formar un país competitivo a nivel internacional.

Logros y retos actuales de la LXIV legislatura

Durante esta LXIV Legislatura se han llevado a cabo acciones concretas, con el fin de encaminarnos a cumplir los objetivos establecidos. Entre dichas acciones destaca en primera instancia la de los miembros de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, quienes hemos realizado un gran esfuerzo por impulsar una reforma para modificar el previamente mencionado artículo 9 bis de la Ley de Ciencia y Tecnología, para que no sólo se tenga que gastar el 1% del PIB en ese rubro, sino también que las asignaciones en ciencia y tecnología en el presupuesto de egresos de la federación no puedan ser inferiores a las del año anterior.

Además, podemos contar otros pasos trascendentales para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en México, con una visión integral, global y a largo plazo, no sólo desde la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, sino también desde la Comisión de Educación. Tal es el caso de la última reforma al artículo 3 de la Constitución Mexicana, la cual establece el apoyo a la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica como una obligación del Estado, así como el acceso abierto al conocimiento científico, e impone también al Estado una obligación de proveer recursos y estímulos suficientes conforme a las leyes en la materia, al fortalecer así las bases científicas desde la educación básica, ya que en los planes y programas de estudio se deberán incluir el conocimiento de las ciencias y la tecnología, lo que traerá como resultado una nueva generación de científicos en nuestro país.

En cuanto a los retos concretos que tiene la LXIV Legislatura por delante, en el ámbito de la ciencia y la tecnología, se encuentra la creación de la nueva Ley General de Ciencia y Tecnología, que dentro de los siguientes meses deberá estar lista. En dicha nueva ley, la principal prioridad es plasmar un nuevo marco legal que dé respuesta a los retos que nuestro país enfrenta, en el contexto de que somos un país con brechas profundas de desigualdad social y estamos en un mundo en constante cambio. El marco jurídico debe ser creado con

una visión nacional, social, global y de largo plazo, ya que en nuestros tiempos modernos el desarrollo de la ciencia y la tecnología tienen prácticamente como único límite el alcance de la creatividad y el ingenio humano.

De igual forma, durante el proceso de discusión de la nueva Ley General de Ciencia y Tecnología, es fundamental garantizar que faciliten el acceso a los avances en ciencia y tecnología entre la población, de tal forma que los desarrollos tecnológicos, investigaciones científicas, conocimientos generados y los avances técnicos se traduzcan en una mayor unión, una mejor calidad de vida y más oportunidades para los mexicanos.

Es también fundamental crear un marco jurídico que dé certeza y certidumbre a las empresas mexicanas e internacionales de base tecnológica, cuya presencia en nuestro país es fundamental para que los científicos e ingenieros mexicanos encuentren en México oportunidades de alto valor agregado; a los científicos e ingenieros mexicanos en formación, para darle certeza y solidez a sus estudios en instituciones de alto nivel; y a los proyectos científicos y tecnológicos de las micro, pequeñas y medianas empresas.

Otra de las principales prioridades que debe cubrir la nueva Ley General de Ciencia y Tecnología es la divulgación científica, puesto que, como se expuso, la ciencia no sólo debe ser avanzada y trabajada; sus resultados también tienen que ser divulgados entre la población para que sus resultados puedan traducirse en un beneficio a la sociedad. Por esa razón, se debe garantizar la difusión de la ciencia entre la población; una vía a través de la cual se puede llevar eso a cabo, es mediante la creación de instituciones dedicadas a la divulgación científica, entre cuyas funciones esté construir y operar espacios físicos temporales o permanentes dedicados a dicha actividad, producir material audiovisual de divulgación científica, organizar eventos, o mantener una presencia significativa de la divulgación científica en las redes sociales.

En cuanto al ámbito de la ciencia y tecnología en la educación, un tema que demostró adquirir especial relevancia es el de la educación virtual y a distancia, en el marco de la pandemia por covid-19 que azotó al mundo en este año 2020 y nos obligó a adoptar herramientas de colaboración remota que fueron inicialmente concebidas para el trabajo. Debemos, por lo tanto, estar preparados para darle certeza jurídica a dichas modalidades de educación y trabajo, y facilitar el acceso a las herramientas tecnológicas necesarias para enseñar y trabajar remotamente, y de esa forma estar a la par de las transformaciones mundiales que fueron aceleradas por la pandemia.

Bibliografía

Marcos, Alfredo (2010), *Ciencia y acción. Una filosofía práctica de la ciencia*, Fondo de Cultura Económica, México.

Morin, Edgar (1984), *Ciencia con consciencia*, Anthopos editorial del hombre, España.

NUEVO LEÓN: HACIA UNA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Pedro Pablo Treviño Villarreal
Diputado federal

Afirmar que los países que han sabido invertir desde hace décadas en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), gozan de condiciones muy favorables para sustentar su avance económico y social, es una afirmación de sobra conocida.

Invertir de manera importante y prioritaria en CTI impulsa el desarrollo industrial, médico, educativo, la sustentabilidad ambiental, la competitividad internacional; en pocas palabras, el desarrollo integral de un país, en especial, impulsa el conocimiento entre los habitantes de un país al grado de generar un importante semillero de emprendedores en el ámbito de la investigación, la educación y la industria.

Países como Estados Unidos basan su economía en el desarrollo de la CTI; otros, como Finlandia, Corea del Sur, Singapur o Israel, desarrollaron políticas públicas para impulsar la interacción entre sus sectores productivos, la academia y las instituciones, de tal manera que han impulsado sociedades del conocimiento reconocidas mundialmente.

Parte sustancial del desarrollo de dichas políticas públicas, pasa necesariamente por el incremento en la inversión destinada a la innovación. Los países mencionados destinan más del 2.5% de su PIB, a quienes se suman otros como Francia, Suecia, Suiza y Dinamarca.

De lado contrario, entre los países que destinan menos del 0.5% del PIB figuran México, Chile, Nigeria y Argentina, sólo por mencionar algunos.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la generación y el impulso del conocimiento en todos los campos de la ciencia y la tecnología, se clasifican en investigación científica y desarrollo experimental; educación y enseñanza científica y técnica; servicios científicos y tecnológicos, y actividades de innovación, lo que significa que para que haya un desarrollo óptimo en el tema, habrá que establecer una política pública que impulse estos cuatro aspectos, pero también, y sobre todo, que se incremente la inversión pública y privada en CTI, al tiempo de generar las condiciones para que el desarrollo tecnológico e innovador que se acumule se pueda esparcir y diversificar en todo el aparato productivo del país, lo que contribuirá a cerrar las brechas de desarrollo que regionalmente se observan en la actualidad en los países en emergentes.

En materia de inversión en CTI, datos del 2018 señalan que México le destina el 0.5% de su PIB, una diferencia importante respecto de otros países como Israel, que destina el 4.21% de su PIB o el resto de los países miembros de la OCDE, que en promedio invierten el 2.40 por ciento.

En nuestro país, la dispersión de la inversión en la materia es evidente. Diversas instituciones, sector productivo y dependencias oficiales, destinan recursos públicos para la CTI, al ser el Conacyt el órgano que coordina el diseño y la implementación de los esfuerzos nacionales en la materia.¹

Algunos ejemplos de los presupuestos en los últimos años se reflejan en la siguiente tabla:

¹ Presupuesto de Egresos de la Federación. Ejercicio Fiscal 2017. Análisis del presupuesto asignado al programa de CTI y al ramo 38. [http:// www.pef.hacienda.gob.mx/](http://www.pef.hacienda.gob.mx/)

Presupuesto por dependencias para el programa de CTI					
Millones de pesos					
Dependencia	2014	2015	2016	2017	2018
Conacyt	41,479.4	43,337.5	42,334.2	32,124.2	31,091.3
SEP	22,259.4	23,467.8	25,315.8	28,106.1	31,664.3
SAGARPA	7,654.1	8,182.4	10,211.6	9,195.3	8,908.2
Sener	9,302.2	9,532.3	9,030.4	7,967.5	6,979.2
Salud	7,175.0	7,273.6	7,223.3	6,772.8	6,730.4

Por entidad federativa, en el país existe una relación directa entre el grado de inversión en CTI y desarrollo económico y social de cada entidad, lo que sin duda es un obstáculo para un desarrollo homologado en la materia: Nuevo León y Jalisco invierten más, y Guerrero y Campeche son los que menos invierten.

En la actualidad, en el estado de Nuevo León se invierte casi el 0.8% del PIB en CTI, lo que lo convierte en una de las entidades federativas que realizan mayor inversión en el tema. A nivel nacional, la cifra es de 0.5 por ciento.

Como se mencionó, esta inversión va de la mano con el desarrollo industrial de la entidad, lo que lo convierte en uno de los elementos más importantes y, por lo mismo, de mayor necesidad para diversificar la capacidad competitiva regional, nacional e internacional de cada estado de la república.

De acuerdo al *ranking* de competitividad estatal del Instituto Mexicano para la Competitividad (Imco), Nuevo León ocupó el lugar número cuatro en el índice general, por detrás de la Ciudad de México en el área de innovación en los sectores económicos (Imco, 2014). Asimismo, de acuerdo con el *ranking* Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Nuevo León se ubica en segundo lugar en esta área, también después de la Ciudad de México.²

² Instituto Mexicano para la Competitividad, Imco, 2014. Índice de Competitividad Estatal 2014: Las reformas y los estados. México.

En Nuevo León la iniciativa privada y el gobierno estatal han entendido la necesidad de competir en terminos de la CRT. Por ello, desde hace años, decidieron invertir en el tema y ubicarse a la vanguardia regional, con el fin de lograr un desarrollo productivo más integral que beneficiara a la población, pero también que impulsara el desarrollo regional, incluso con el sur de Texas.

Esa convicción llevó al gobierno estatal, en el sexenio 2003-2009, a iniciar el proyecto de convertir a la capital del estado en una ciudad internacional del conocimiento. Al aprovechar la alta calidad de las instituciones de educación superior, el nivel educativo de la población, la cercanía con Estados Unidos y la vocación competitiva de la industria nuevoleonesa, se conformó un frente para hacer realidad un proyecto que sería el inicio concertado para desarrollar lo que años adelante sería el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT), que a su vez se convertiría en uno de los ejes para hacer de Nuevo León una sociedad del conocimiento, con el propósito de incrementar el PIB per cápita estatal, al pasar de una industria basada en la manufactura a una basada en el conocimiento, además de fomentar la cultura de la innovación y el emprendimiento de alto valor agregado.

A partir de su inauguración, en 2007, el PIIT centró su concepción en el modelo de la triple hélice; es decir, la suma de esfuerzos entre el gobierno, las empresas y las universidades.

En la actualidad, el PIIT cuenta con 35 centros de investigación y 4 incubadoras empresariales en una superficie de 110 hectáreas (en el 2007 inició con 70 hectáreas). Se espera que para el año 2025, concentre por lo menos 50 centros de investigación, en los que se continuará con el desarrollo de avances en nanotecnología, biotecnología, mecatrónica y manufactura avanzada, tecnologías de información, vivienda sustentable, salud, energías limpias y materiales avanzados, al mantenerse como el centro de investigación tecnológica y de innovación más importante de América Latina.

En la actualidad, en él participan seis instituciones de educación superior: la Universidad Autónoma de Nuevo León; el Instituto Tec-

nológico y de Estudios Superiores de Monterrey; la Universidad de Monterrey; la Universidad de Texas; Texas A&M, y la Universidad Estatal de Arizona, así como nueve centros públicos de investigación: el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; el Centro de Investigación de Materiales Avanzados; el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados; el Instituto del Agua de Nuevo León; el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño; el Centro de Investigación en Matemáticas; el Instituto de Investigaciones Eléctricas; el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, y el Centro de Investigación y Educación Avanzada.

Genera 2,360 empleos, entre investigadores, técnicos y administrativos; tiene 300 proyectos en desarrollo, con una inversión acumulada, desde su inauguración, de 600 millones de dólares de fondos estatales, federales y privados, lo que lo convierte en un ejemplo de lo que se puede hacer cuando convergen la iniciativa privada, el gobierno y las instituciones educativas.

Los esfuerzos por generar las condiciones para que permitan a Nuevo León impulsar la CTI, pasa necesariamente por la elaboración de leyes. Por eso, desde el 2009, en el Congreso Local se promulgó la Ley del Impulso al Conocimiento y a la Innovación Tecnológica para el Desarrollo del Estado de Nuevo León, que decretó la asignación del 1% del presupuesto estatal a la ciencia, tecnología e innovación a través de programas del gobierno del estado, y establece las bases para el impulso a la economía y la sociedad del conocimiento. Lamentablemente, la falta de continuidad en las políticas públicas y la restricción presupuestal han limitado que se cumpla ese propósito, a más de 10 años de haberse establecido.

Asimismo, y a mantener la base de la triple hélice, en el estado de Nuevo León se han creado 12 *clusters* que impulsan de manera importante el desarrollo de la CTI.

Dichos agrupamientos especializados, que se han desarrollado, son: el automotriz, el agroalimentario, el aeroespacial, la biotecnología, el energético, la nanotecnología, los electrodomésticos, el médico, las tecnologías de la información y las comunicaciones, el turismo, la vivien-

da, y el Consejo para el Impulso de la Industria de Medios Creativos y Nuevos Medios.

De estos, el automotriz y el TIC han obtenido la certificación nivel oro de la Secretaría Europea para el Análisis de Clúster; son los únicos fuera de Europa que lo han obtenido. Con nivel plata están los electrodomésticos y con nivel bronce los de turismo, energía, biotecnología, médico, aeroespacial; todos otorgados por el ESCA, organismo europeo que incluye 1,103 *clusters* de 43 países y analiza 36 indicadores como la estructura, la gestión, el financiamiento, los servicios proporcionados, los contactos y la interacción, entre otros, para determinar la clasificación.³

La vocación de los nuevoleonenses de avanzar continuamente generó que en el 2017 iniciara formalmente el proyecto Nuevo León 4.0, mediante el cual busca que la entidad entre de lleno a la cuarta revolución industrial global; esto es, la modernización de los sistemas de producción basada en la tecnología.

En este propósito, la triple hélice es la base de la colaboración y del futuro éxito de esta odisea, con el propósito de posicionar a Nuevo León como el líder de la industria inteligente en América. Los países más desarrollados del mundo, Alemania, China y Estados Unidos, trabajan actualmente bajo este modelo de desarrollo tecnológico.

Desarrollar nuevas tecnologías como la nube, robótica, simulaciones, materiales avanzados, manufactura aditiva, big data, software e inteligencia artificial, por mencionar algunos, son los nuevos retos para la competencia regional y mundial.

La participación activa y decidida de la industria, la academia y el gobierno serán fundamentales para escalar a esa siguiente etapa de desarrollo tecnológico. No hacerlo, sería echar por la borda los esfuerzos realizados en los últimos años.

³ “Clústeres de Nuevo León son reconocidos internacionalmente”, en *El Economista*. 3 de junio del 2019.

Conclusiones

Es un hecho que desde la Segunda Guerra Mundial los países que han basado su economía en la inversión al desarrollo de la tecnología y en la innovación, han logrado un crecimiento importante y un mejor bienestar para sus habitantes. El caso de Estados Unidos es uno de ellos, pues desde la década de los cuarenta ha generado casi la mitad del crecimiento de su PIB, basado en este modelo.

Otros países, como Finlandia, resolvieron las crisis económicas que padecieron, a partir de la inversión en la innovación y la tecnología, y al favorecer de manera importante la interacción entre las universidades, las empresas y los centros públicos de interacción: la triple hélice.

En México tenemos que perfeccionar y reforzar esa colaboración, para impulsar decididamente el desarrollo, la expansión y el fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. No podemos aspirar a ser un país desarrollado y equitativo si no fortalecemos ese brazo básico para el desarrollo de la economía. Lo mismo tenemos que hacer en Nuevo León y redoblar los esfuerzos hasta ahora realizados.

Sin pretexto, debemos alcanzar una inversión del 1% del PIB a la CTI (a nivel nacional y estatal) y generar un sistema mucho más eficiente de interacción entre empresas, universidades y sector público. Debemos reducir la tramitología, impulsar el emprendimiento entre la sociedad mexicana, en especial con los jóvenes, dotar de equipo de investigación y mejor infraestructura a las universidades públicas, fomentar fuertemente el registro de patentes y muchas acciones más que nos permitan despuntar como una gran nación que está dispuesta con éxito a enfrentar los retos de la competitividad mundial.

En este esfuerzo participan todos: empresarios, científicos, gobierno, legisladores, universidades, sociedad. El cambio de visión que realicemos para generar una sociedad del conocimiento será la base para alcanzar la equidad social que tanto hemos aspirado y podemos alcanzarla si nos sumamos a una misma visión de desarrollo del país.

INVESTIGADORES DEL PARLAMENTO

SOBRE EL DERECHO HUMANO A GOZAR DE LOS BENEFICIOS DEL PROGRESO CIENTÍFICO Y SUS APLICACIONES

Martha Carrillo

*La ciencia es más que un simple conjunto
de conocimientos: es una manera de pensar.*
Carl Sagan

Los procesos históricos de la humanidad han tenido como resultado el posicionamiento del individuo como persona; es decir, sujeto de derechos en el contexto de una sociedad.¹ Estos derechos han moldeado la configuración del sistema internacional, a través de diversos instrumentos jurídicos o instituciones, como la Declaración Universal de los Derechos Humanos, la Declaración de los Derechos del Hombre y del ciudadano, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, la Liga de Naciones y la Organización de las Naciones Unidas, entre otros.

Los derechos humanos se han institucionalizado en el marco normativo internacional, con el objetivo de preservar la paz y la seguridad entre los actores de la arena mundial. Además de regular el actuar entre

¹ Bailón, M. (2009). “Derechos humanos, generaciones de derechos, derechos de minorías y derechos de los pueblos indígenas; algunas consideraciones generales”, en *Revista Latinoamericana de Política, Filosofía y Derecho* (12), pág. 105. Recuperado el 19 de marzo de 2020 en <http://www.corteidh.or.cr/tablas/r28614.pdf>

los Estados, también se consagran para centrar al individuo como persona, para establecer límites al ejercicio del poder público en la libertad e igualdad de los hombres y mujeres.² En este sentido, las decisiones políticas, sobre todo en sistemas democráticos, están basadas en peso que tienen los derechos de los individuos y la interacción que hay entre los poderes de un Estado.

En México, durante el siglo xx, los movimientos obreros y campesinos dieron lugar al reconocimiento de distintos derechos sociales en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, como por ejemplo el derecho a la educación; sin embargo, fue hasta este siglo que la instauración de un nuevo paradigma constitucional, basado en un enfoque de derechos humanos, ha dado pauta a la ampliación del reconocimiento de derechos sociales, económicos y culturales.

En 2011 el título del primer capítulo de la Carta Magna, denominado “Garantías Individuales”, se cambió a “De los derechos humanos y sus garantías”, lo que significó una transformación sustancial en el sistema jurídico mexicano, porque más que crear medios para garantizar algunos derechos, se reconoció la existencia de derechos inherentes al ser humano, así como la titularidad de las personas en su portabilidad; al mismo tiempo, el Estado se comprometió a garantizar su cumplimiento.

Esta nueva conceptualización incluso modificó la forma de visibilizar al ciudadano y su relación con el Estado. Con el enfoque de derechos, se da una transformación en el modelo de intervención estatal, se intenta superar la idea de un Estado benefactor o paternalista, para dar paso al Estado como garante y promotor de derechos de las personas. Con la instauración de este paradigma, las personas pueden demandar y exigir sus derechos a la libre expresión, al empleo a la educación, a la salud, entre otros, sin necesidad de esperar compasión o comprensión, dado que son derechos inherentes a la persona, el solo hecho de existir le permite ejercer estos derechos.

El enfoque de derechos, además del impacto en el sistema de justicia en México, ha servido para impulsar el mejoramiento de las po-

² *Idem*

líticas públicas en distintas esferas, a través del principio pro persona, que consiste en adoptar una interpretación de normas más favorable a las personas. En este sentido, al momento de implementar políticas públicas, bajo este enfoque las autoridades gubernamentales deben pensar en el desarrollo integral de las personas y no en la complacencia a un segmento de la población, sin identidad ni rostro.

La inclusión de este enfoque no sólo radica en el reconocimiento de derechos, sino también reside en la idea de articular el trabajo de distintos actores involucrados, no sólo el Estado, en la implementación y el cumplimiento de la norma y de las políticas públicas, bajo el principio de justicia social. Garantizar los derechos humanos requiere un estado fuerte, cooperación internacional e instituciones sociales robustas, porque los derechos individuales demandan acciones colectivas y coordinadas entre distintos actores.³

Para garantizar los derechos sociales, económicos y culturales, el primer paso es reconocerlos en los instrumentos jurídicos, porque esto permite su instalación en el pensamiento colectivo; el segundo paso es determinar su alcance, para fomentar una cultura de respeto; y el tercer paso es crear instancias y mecanismos que permitan ejercer el derecho y, en su caso, determinar sanciones ante cualquier incumplimiento por parte de los actores.

En este contexto se inserta y cobra relevancia el reconocimiento del derecho humano a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones, consagrado en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos:

Artículo 27.

1. Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten.

³ Balakrishnan, R., Heintz, R. y Elson, D. (2016), *Rethinking economic policy for social justice. The radical potential of human rights*. Routledge.

2. Toda persona tiene derecho a la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora.

Así como en el inciso b, fracción 1, del artículo 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), del que México es parte.

Artículo 15

1. Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a:

- a) Participar en la vida cultural;
- b) Gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones;
- c) Beneficiarse de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora.

International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights



Fuente: Mancisidor, Mikel. (2018). *El Derecho Humano a la Ciencia en el Derecho Internacional de los Derechos Humanos y en la ONU*. Disponible en <https://www.freedomofresearch.org/wp-content/uploads/2018/04/Mancisidor-M.pdf>

El reconocimiento del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones, se ha extendido a otros instrumentos jurídicos, como la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre; la Carta de Derechos y los Deberes Económicos de los Estados; la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos; la Declaración Universal sobre los Datos Genéticos Humanos; la Declaración Universal sobre Bioética y los Derechos Humanos, por mencionar algunos. Al ajustar la redacción, de acuerdo a la intención de la norma, por ejemplo, hay instrumentos que pretenden limitar de forma ética el desarrollo científico, para proteger a la humanidad y no perjudicar a nadie.

En esta línea, el reconocimiento del derecho a los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones en el marco jurídico mexicano estaba ausente. El desarrollo científico, tecnológico y la innovación solamente estaban reconocidos en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* desde el punto de vista material, como promotores de crecimiento económico y elementos capaces de atraer inversiones; sin embargo, con la reforma en materia educativa, llevada a cabo durante 2019, por primera vez en México se hace el reconocimiento de estos elementos como parte de un derecho humano.

México, como otros países, ha dado el primer paso con el reconocimiento derecho humano a los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones; sin embargo, en el marco de competencial existen dudas sobre el papel de los estados garantes y las dimensiones que corresponden a este derecho; en este sentido, es conveniente precisar el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales del PIDESC ha determinado que entre las acciones que deben llevar a cabo los gobiernos están:

- Fomentar el acceso para todas las personas, sin discriminación, a los beneficios de la ciencia y sus aplicaciones, incluido el conocimiento científico.
- Ofrecer oportunidades a todas las personas de participar en el desarrollo científico.

- Promover la libertad indispensable para la investigación científica.
- Participar en los procesos de toma de decisiones.
- Facilitar un entorno que favorezca la conservación, desarrollo y la difusión de la ciencia y la tecnología.

Lo que significa que las legislaciones nacionales de los Estados parte deberán considerar estas dimensiones al momento de diseñar sus instrumentos legales, para garantizar el ejercicio de este derecho humano.

El derecho a los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones tiene una conexión indiscutible con otros derechos como salud, educación y alimentación, debido a que los avances científicos y tecnológicos han permeado en distintas esferas, al mejorar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, al permitir el acceso a contenidos educativos, vía remota, y producir más y mejores alimentos, sólo por mencionar algunos. El producto de las investigaciones y la introducción de innovaciones tecnológicas ha permitido la gestión eficiente de los recursos escasos disponibles, al crear una cadena virtuosa que impacta de forma positiva en la calidad de vida y el bienestar de las personas.

En la otra cara de la moneda, el progreso científico, la tecnología y la innovación también han desembocado en altos índices de contaminación. Los patrones de comportamiento de los consumidores y la baja calidad de los productos han generado un consumo masivo de artículos que son desechados en corto plazo, así como el desarrollo de industrias que dañan el medio ambiente; por esta razón, una legislación en la materia tiene el reto de generar un equilibrio entre el desarrollo científico, tecnológico y la innovación que permita aprovechar las bondades de este progreso minimizando las consecuencias negativas.

Aunado a lo anterior, el desafío para las legislaciones, en materia de derechos humanos, más allá de lograr el reconocimiento, es conseguir la exigibilidad y justiciabilidad de estos derechos; para el caso

abordado ¿cómo hacemos para que las personas puedan exigir que se cumplan sus derechos a gozar de los beneficios del desarrollo científico y tecnológico? ¿Cómo diseñamos normas en las que el Estado o cualquier otra persona o institución sean sancionados en caso de incumplir las obligaciones o violar las garantías? Las preguntas no son sencillas de responder, menos aún porque se requieren de esfuerzos compartidos y coordinados.

Específicamente para el caso mexicano, como se mencionó, la última reforma constitucional al Artículo 3º en materia educativa, contempló el reconocimiento de este derecho humano estipulando en su fracción quinta lo siguiente:

V. Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia; además alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.

Esta fracción contempla elementos que van más allá del reconocimiento del derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica; en la redacción se especifican elementos que deberán desarrollarse en la legislación secundaria, pero que sin duda abonan a crear el marco competencial de los órdenes de gobierno, al prever las bases de vinculación y participación entre los sectores y órdenes de gobierno. Además, la fracción XXIX-F del artículo 73 de la Carta Magna señala que el Congreso de la Unión tiene la facultad para:

XXIX-F. Para expedir leyes tendientes a la promoción de la inversión mexicana, la regulación de la inversión extranjera, la transferencia de tecnología y la generación, difusión y apli-

cación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el desarrollo nacional. Asimismo, para legislar en materia de ciencia, tecnología e innovación, estableciendo bases generales de coordinación entre la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, así como la participación de los sectores social y privado, con el objeto de consolidar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Por lo tanto, los elementos dispuestos en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* son suficientes para crear una nueva legislación que, bajo el paradigma de derechos humanos, coadyuve a garantizar el derecho de los mexicanos a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, además de crear un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, donde el Estado –federación, estados y municipios– tendrá la obligación de apoyar y otorgar recursos y estímulos a la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, así como de garantizar el acceso abierto a estas investigaciones.

La arquitectura de una nueva ley que coadyuve a garantizar el derecho de las personas a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, debe estar basada en el principio pro persona, más que en las instituciones; por eso su articulación con otras leyes es fundamental, por la transversalidad de las materias; el rediseño legal e institucional deberá responder a las necesidades de las personas en las entidades federativas, con el objetivo de impulsar el desarrollo regional y articular los esfuerzos de las instituciones, cuyo núcleo principal es desarrollo de la ciencia y la innovación.

Referencias

- Bailón, M. (2009). “Derechos humanos, generaciones de derechos, derechos de minorías y derechos de los pueblos indígenas; algunas consideraciones generales”, en *Revista Latinoamericana de Política, Filosofía y Derecho* (12), pág. 105. Recuperado el 19 de marzo de 2020 en <http://www.corteidh.or.cr/tablas/r28614.pdf>
- Balakrishnan, R., Heintz, R. y Elson, D. (2016), “Rethinking economic policy for social justice. The radical potential of human rights”, en *Routledge*.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperada el 10 de junio de 2020 en http://www.diputados.gob.mx/Leyes-Biblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf
- Declaración Universal de los Derechos Humanos. Recuperada el 19 de marzo de 2020 en <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>
- Mancisidor, Mikel. (2018), *El Derecho Humano a la Ciencia en el Derecho Internacional de los Derechos Humanos y en la ONU*. Disponible en <https://www.freedomofresearch.org/wp-content/uploads/2018/04/Mancisidor-M..pdf>
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Recuperado el 19 de marzo de 2020 en <https://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx>

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL CAMPO MEXICANO

*Adrián González Estrada**

Introducción

La investigación que dio como resultado este escrito, es una respuesta a la convocatoria de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación, de la VXIV Legislatura de la Cámara de Diputados, para hacer consciencia de la necesidad de desarrollar las actividades científicas, tecnológicas e innovadoras de México, con el fin de que estén a la altura de los problemas y retos que plantea el desarrollo de México.

Los objetivos de esta investigación fueron: *a)* esbozar las exigencias que más probablemente tendrán que afrontar las actividades científicas y tecnológicas del sector agropecuario y forestal con el fin de responder y estar a la altura de esos retos que plantea el desarrollo del país, con una perspectiva temporal 2020-2050; *b)* definir los instrumentos de política que se desprenden de esas necesidades y retos; y *c)* elaborar un documentos con los resultados de esa investigación y con las sugerencias correspondientes de política.

* Programa Nacional de Economía, CEVAMEX, INIFAP

El método

Desde antes de los griegos y de las pitonisas, y hasta el día de hoy, la indagación del futuro ha sido una necesidad apremiante de la sociedad, no obstante los inevitables riesgos de errar que conlleva. Cuanto más se adentre el investigador en el futuro, mayor será la suma de cuadrados de los errores de la predicción. A pesar de ello, la predicción es una necesidad ineludible de la práctica social o, como bien lo dijera Jovenel (2012) en su libro *El arte de la conjetura*, “la humanidad siempre ha tenido necesidad de pronósticos”. El riesgo de errar no debe paralizar el esfuerzo para responder a la iniciativa de la Comisión de Ciencia y Tecnología, sobre todo si se siguen métodos o caminos racionales. En última instancia, y como bien los escribió Kenneth J. Arrow (2012): “Hay momentos en la historia en los que los hombres simplemente tienen que actuar sin tener pleno conocimiento de todas las consecuencias de sus decisiones. Sin embargo, la racionalidad exige que se revisen constantemente los resultados obtenidos y que se corrija el rumbo, si fuese necesario”.

Para definir una política científica, tecnológica y de innovación y eficiente, desde un punto de vista económico, social y ambiental, se debe partir de las condiciones y necesidades más esenciales y profundas del desarrollo de la economía y de la sociedad como un todo para un período determinado, en este caso: 2020-2050. En consecuencia, se tuvo que *a)* caracterizar la estructura de la producción y sus cambios; *b)* estudiar el crecimiento de la población y sus necesidades; *c)* estudiar la disponibilidad, el uso y la degradación de los recursos naturales, especialmente del ambiente; *d)* caracterizar al cambio climático y la crisis ecológica; *e)* considerar los problemas económicos y sociales que surgirán de esos problemas; *f)* estudiar la seguridad y la soberanía alimentarias de México; y *g)* estudiar los problemas relacionados con la soberanía.

Resultados y Discusión

Problemas y retos del sector agropecuario y forestal de México

Cambios estructurales fundamentales

De acuerdo con González-Estrada (1990), la forma de producción dominante y económicamente predominante en México es la agricultura empresarial capitalista: aportaba 73.3% del valor del PIB de la agricultura y concentraba el 75.9% de los medios de producción y 70.7% de la superficie cultivada. Esto significa, de acuerdo con Kautsky (2015), que la agricultura mexicana completó la fase *extensiva* de su desarrollo y desde hace casi cincuenta años inició su etapa II, caracterizada por el desarrollo intensivo del capital y de la industrialización de los procesos productivos (González-Estrada, 2016a, 2002, 2001). Esta etapa requiere de una aplicación creciente de nuevos conocimientos, tecnologías y productos, fruto de las actividades científicas, tecnológicas e innovadoras (González-Estrada, 2001).

Otro cambio estructural es la transnacionalización del sector agropecuario mexicanos, el cual muestra un alto grado de internacionalización e integración a procesos económicos globales, principalmente de norteamérica (González-Estrada, 2016a).

La contradicción fundamental de esos cambios es que coexisten con millones de minifundistas pobres, de los que aproximadamente 60% son cultivados por arrendatarios capitalistas (González-Estrada, 2009). Se requiere que se genere tecnología adecuada para ellos, que mejore sus condiciones de vida y las de sus familias, y les permita, incluso, avanzar económica y productivamente.

El campo nacional está expuesto a las exigencias de la competencia del mercado mundial y de la globalización (González-Estrada, 2002). La liberalización del comercio exterior de México y el nuevo Tratado México-Estados Unidos-Canadá (T-MEC) son otros cambios.

Hoy, la principal fuente de ventajas comparativas es el conocimiento, la ciencia y la tecnología.

La población y sus necesidades

De acuerdo con Hobsbawm (2012), el periodo de 1950-1990 fue verdaderamente extraordinario: la economía mundial y la sociedad cambiaron profundamente; el PIB mundial se multiplicó por 10 y, de acuerdo con Sachs (2013), para el año 2050 se habrá multiplicado por 16 (World Bank, 2016); durante el periodo 1950-2000, el flujo internacional de mercancías se multiplicó por 14 (Nordström y Vaughan, 2000); la población mundial pasó de 2,525 a 5,650 millones y se estima que se será de 9,725 millones en el 2050 (World Bank, 2016; Feed the Future, 2015). Este proceso acelerado de crecimiento de la producción y de la sociedad ha significado una presión creciente, a niveles críticos y casi catastróficos, sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

Para el caso de México, González Estrada (2015) estimó que para el año 2050 México tendrá una población de 162.75 millones (Inegi en 2015 estimó 150 millones), lo cual representa un 35.6% de incremento, con respecto a la población mexicana en el año 2014; el PIB per cápita se incrementará en 72.6%, la demanda por alimentos crecerá 54.7%, la de productos agrícolas 44.9% y la de productos pecuarios 56.1%.

La disponibilidad, el uso y la degradación de los recursos naturales, especialmente del ambiente

Se tienen graves problemas de degradación de suelos y aguas, de problemas crecientes para el abasto de agua para riego. El costo por el uso, agotamiento y degradación de los recursos naturales en México

durante el año 2004 representaron aproximadamente el 9.2% del PIB del sector (González-Estrada, *et al.*, 2011).

La humanidad ha consumido a ritmos acelerados las reservas conocidas de la mayoría de los recursos naturales no-renovables. Meadows, *et al.* (2006, 2004) estimaron que el petróleo se agotará en 50 años, en 55 el aluminio, en 48 el cobre, en 29 el oro, en 64 el plomo, el 150 el carbón mineral, en 65 el molibdeno, en 49 el gas natural, en 96 el níquel, en 85 el platino, en 42 la plata, en 61 el estaño, en 72 el tungsteno y en 50 el zinc. Todo esto, al asumir una tasa moderada de crecimiento de la demanda por cada uno de esos elementos. La agricultura actual depende críticamente del fósforo obtenido de la roca fosfórica, la cual es un recurso no-renovable, cuyas reservas se agotarán en 50 o 100 años. La producción mundial de fósforo empezará a declinar en el año 2030 y para el 2060 se estima que la producción mundial será un 50% de la actual (Cordell, *et al.*, 2009).

El cambio climático y la crisis ecológica

Una clase importantísima de problemas y restricciones es la que surge del creciente calentamiento global y del resultante cambio climático. La agricultura de México y la de la India serán las más afectadas del mundo; para la de México se estima una reducción de 27% en su capacidad productiva (Cline, 2007). Con el cambio climático cambiará a nivel regional el patrón de cultivos; a nivel nacional, cambiará también la distribución geográfica de las actividades agropecuarias. Disminuirá la producción de granos básicos y, en general, la producción en espacios abiertos. Más grave que esto, es que cambiarán las poblaciones de vegetales y animales, macro y microscópicos, en los distintos agroecosistemas del país. Habrá regiones agrícolas que no podrán producir.

Muchos científicos citados por Sachs (2013) postulan que si la humanidad continúa así, y si no toma las medidas efectivas para evitar que el calentamiento global aumente 2 grados Celsius en promedio,

los efectos del calentamiento global y del cambio climático serán inevitablemente catastróficos; arribaríamos a un punto en el cual el crecimiento económico será imposible por un largo periodo de tiempo (Meadows, *et al.*, 2004; Turner, 2008).

Paralelamente al creciente cambio climático, la tierra se acerca a la posibilidad de una sexta extinción masiva de seres vivos y a una catastrófica pérdida de biodiversidad. De acuerdo con Vitousek, *et al.* (1997), en los dos últimos milenios y, sobre todo en los últimos cien años, ha desaparecido 25% de las especies de plantas y animales. El nivel de intervención de la sociedad en la naturaleza terrestre es tan considerable, que su intensidad se le puede equiparar con la de una verdadera fuerza geológica (González-Estrada *et al.*, 2011); por ello, Sachs (2013) y muchos otros designan a la etapa actual: *Antropoceno*.

Todos estos procesos cambiarían profundamente los sistemas agroecológicos, el medio ambiente y las condiciones materiales de la producción.

Los problemas económicos y sociales

Si la humanidad no toma las medidas urgentes que se requieren no sólo para evitar escenarios catastróficos que pongan en riesgo a la humanidad, sino también para mitigar los efectos del cambio climático, entonces se tendrán escenarios críticos y, probablemente, catastróficos. Pero si la humanidad toma esas medidas, evitará las catástrofes y aún así los cambios agroecológicos, medio-ambientales y de las condiciones materiales de la producción, cambiarán muy significativamente las condiciones económicas y sociales de la producción de la sociedad actual: aumentarán los costos de producción; crecerán las dificultades para producir y, consecuentemente, aumentarán los precios de los alimentos, como nunca antes. La sociedad, tal como la conocemos, será sometida a difíciles pruebas que le impondrán esas dinámicas.

La seguridad y la soberanía alimentarias de México

De acuerdo con la FAO (2006), cuatro son las dimensiones que se deben considerar para estudiar la seguridad alimentaria de un país: *i)* la oferta y disponibilidad de alimentos; *ii)* el acceso a los alimentos; *iii)* la utilización adecuada de los alimentos; y *iv)* la estabilidad de la oferta, de los precios y de las condiciones de acceso.

Por lo que respecta a la primera dimensión, la de la oferta y disponibilidad de alimentos, México no tiene problemas, pues el índice de disponibilidad de alimentos es uno de los índices más altos del mundo (Urquía, 2014). La consideración de las cuantiosas importaciones de granos para la alimentación de ganado y aves como un problema de seguridad alimentaria, es un error teórico grave (González-Estrada, 2016b).

De acuerdo con González-Estrada (2016b), la dimensión del acceso a los alimentos, por el contrario, tiene problemas graves en México, país en el que se combinan riqueza y miseria; por un lado, 28 millones, tienen carencias alimenticias y dentro de ellos 18 millones sufren de hambre; por otro, esas carencias alimenticias se dan en un país con abundancia de alimentos. Claramente los problemas de la seguridad alimentaria están en la pobreza y la marginación, que imposibilitan a los pobres el acceso a los alimentos mínimamente requeridos para la subsistencia.

Por otra parte, el país sufre una doble malnutrición, pues el 30% de la población adulta sufre de obesidad (Urquía, 2014), lo cual indica que se sigue un patrón inadecuado en el consumo de alimentos. Estos resultados muestran que la dimensión de la utilización adecuada de los alimentos también falla gravemente en México (González-Estrada, 2016b).

Hay problemas de soberanía alimentaria.

La soberanía de la política agropecuaria y forestal

La soberanía de un país se fundamenta en una sólida economía y en una sociedad justa, democrática y desarrollada. La soberanía alimentaria se logrará con el desarrollo del sector agropecuario y forestal de México y de la agroindustria correspondiente. Este desarrollo, a su vez, requiere de un fuerte y desarrollado sistema de investigación agropecuaria y forestal, y de una política agropecuaria y forestal realmente soberana, para la que los intereses del país estén en primer plano.

Los retos del sector

Muy grandes son los retos para el sector agropecuario. Para el 2050, se debe incrementar la producción de alimentos en 54.7%, con restricciones crecientes: clima, suelo, uso de agua para riego, normas ambientalistas, crisis ecológica y pérdida de biodiversidad; encarecimiento de insumos, combustibles y lubricantes, lo cual aumentará considerablemente los costos (González-Estrada, 2016b). El campo mexicano tiene que producir más, con cada vez menos recursos y con cada vez más restricciones. Además, no sólo se debe producir más, sino que se deben producir mercancías de manera sustentable, con mayor calidad y valor agregado; con mayor calidad nutracéutica. En consecuencia, se requieren nuevas tecnologías y productos para la intensificación de la agricultura, que sean económica y socialmente adecuados, sustentables y de bajo impacto ambiental. La política del retroceso es inadmisibile (González-Estrada, 2016b).

Producir más con menos recursos y con más restricciones, sólo es posible si se desarrollan significativamente las fuerzas productivas y la productividad, sólo si se intensifican considerablemente los procesos productivos del campo con un uso intensivo de ciencia y tecnología. Las posibilidades para ampliar la frontera agrícola son limitadas. La intensificación de los procesos productivos no sólo es una condición

necesaria e inevitable, sino que además es imprescindible para poder producir más con menos. Es además una necesidad profunda del desarrollo del campo en la fase II de su desarrollo (González-Estrada, 2016a). Ciertamente, la industrialización e intensificación de las actividades del campo han tenido efectos ambientales considerablemente negativos y han ido en detrimento de la calidad y cantidad de los recursos naturales. Sin embargo, el problema no es de la industrialización y de la intensificación, sino del objetivo al que son sometidas: la apropiación excluyente y la maximización de ganancias.

El reto entonces es desarrollar las fuerzas productivas del campo y su intensificación de manera sustentable y eficiente en términos del bienestar social, y no sólo del beneficio privado.

¿Qué política agrícola se requiere?

Se necesita una política agrícola integral que tenga como ejes fundamentales: *a)* el aumento de la productividad en condiciones crecientemente restrictivas; *b)* la adaptabilidad al cambio climático; *c)* la sostenibilidad de la capacidad productiva de los agroecosistemas; *d)* la competitividad; y *e)* el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores del campo.

Es muy importante atender también las necesidades de los agricultores pobres; precisamente por ello es necesario que se les ofrezcan conocimientos, tecnologías y productos que impacten significativamente su bienestar y mejoren sus condiciones de vida. Se deben aumentar los apoyos al campo, pero no en forma de subsidios, sino en servicios productivos de apoyo. La investigación agropecuaria y forestal debe ser prioritaria y constituir el instrumento alrededor del cual se definan los demás (González-Estrada, 2008).

El sistema de ciencia y tecnología para el campo mexicano

El INIFAP, y sus predecesores, han liberado más de 1,3500 nuevas variedades mejoradas genéticamente de plantas. Como es obvio, no ha sido posible cuantificar los impactos económicos y sociales de todas ellas. Sin embargo, Ruvalcaba-Limón y González-Estrada (1990) mostraron que el mejoramiento genético del maíz en México, llevado a cabo por el inia-INIFAP, entre 1961 y 1987, produjo beneficios económicos netos equivalentes a 1.35 veces el PIB del sector primario de 1986 y al 7.5% del PIB total de México. Por su parte, Becerra-Márquez y González-Estrada (1990) mostraron que los beneficios económicos netos generados por el mejoramiento genético del trigo en México, llevado a cabo por el INIA-INIFAP, en colaboración con el Cimmyt, entre 1961 y 1987, equivalen a 1.55 veces el PIB del sector primario de 1986 y a 14.3% del PIB total de México. Tan sólo esos dos programas de investigación indujeron un beneficio económico neto durante ese periodo equivalente a casi 3 veces el PIB del sector primario de 1986 y al 21.8% del PIB total de México (González-Estrada, 2016c).

En 30 investigaciones de impacto, en las que se evaluaron igual número de tecnologías producidas más recientemente por el INIFAP, se obtuvo una tasa beneficio-costo media ponderada de 56.6, con una tasa interna de rentabilidad de 53.9%, considerablemente superior a la rentabilidad media de las inversiones privadas y mucho mayor que la tasa de rendimiento libre de riesgo de las inversiones financieras, 15.6%. El impacto económico neto de esas 30 tecnologías del INIFAP —una fracción pequeña del total de aportaciones del instituto durante los últimos años—, ha sido tan cuantioso que equivale a: *i*) 141 veces el presupuesto fiscal ejercido por el INIFAP en 2014; *ii*) 2 veces el presupuesto federal de Sagarpa en 2015, y *iii*) 8.4 veces el gasto total anual de Procampo, de 2015 (González-Estrada, 2016c).

No obstante las enormes contribuciones al desarrollo del país que ha hecho el INIFAP, la principal institución de investigación agropecuaria y forestal de México, los apoyos que recibe para llevar a cabo

sus actividades son verdaderamente raquíticas, no se le da la importancia que tiene como instrumento central de la política del Estado con respecto al campo, lo cual es un doble desperdicio de posibilidades de crecimiento económico y de bienestar para los mexicanos.

Además, las instituciones relacionadas, en un grado u otro con la investigación agropecuaria y forestal, las de la educación agrícola superior, y las demás instituciones del sector no están preparadas, ni tienen los recursos humanos, financieros y de infraestructura, requeridos para tener un desempeño a la altura de los problemas y retos señalados.

Las actividades científicas y tecnológicas para el campo mexicano no están coordinadas efectivamente por el Estado. México requiere urgentemente del fortalecimiento y desarrollo, a la altura de los estándares mundiales, de la investigación agropecuaria y forestal, con un componente de investigación básica fundamental; es decir, apoyada en investigaciones básicas y tecnologías de vanguardia.

Se requiere también de una profunda reforma del sistema de educación agrícola superior para elevarlo a niveles científicos y tecnológicos de vanguardia; debe tener mayor compromiso con las necesidades de México y de su pueblo, para que forme los nuevos científicos e ingenieros que respondan a las necesidades económicas y sociales del país. También es necesario desarrollar un sistema público de servicios de apoyo, acorde con las condiciones y problemas del México actual y con sus condiciones jurídico-políticas, que son muy distintas al del viejo arreglo institucional del periodo proteccionista e intervencionista.

Todo ello requiere de una nueva política agrícola, que sea integral y adecuada a las condiciones y a los retos señalados; una nueva política para el desarrollo del campo, para la intensificación sustentable de la producción, para la mitigación de los efectos del cambio climático y para el mejoramiento de las condiciones de vida de los mexicanos, con un compromiso, sin concesiones, con la soberanía.

El Estado debe llevar a cabo sus políticas al basarse en sus las instituciones nacionales, y ellas deben interactuar con otras, tanto na-

cionales e internacionales, para beneficio mutuo. Sería un error del Estado mexicano si delegara el cumplimiento de sus compromisos a instituciones internacionales; en primer lugar, porque ninguna institución internacional está en condiciones de llevar a cabo esas tareas, y porque eso no se corresponde con su misión y compromiso, además de que no tienen los recursos para llevarla a cabo. La solución de los problemas de los mexicanos debe ser obra de los mexicanos, con pleno ejercicio de su soberanía y en colaboración mutuamente provechosa con las instituciones internacionales de investigación.

El mercado y las compañías privadas, como es obvio, deben jugar un papel muy importante, pero definitivamente no van a producir por sí solos los montos eficientes de conocimientos, las tecnologías y los productos que serán requeridos, porque la mayoría serán bienes públicos con un fuerte componente de investigación básica.

Propuestas

1. Que se cree una secretaría de ciencia y tecnología que coordine todas las actividades científicas y tecnológicas del sector público de México.
2. Que se asigne el equivalente al 1% del PIB a las actividades científicas y tecnológicas del Estado mexicano y se exijan a las instituciones que lo reciban que muestren evidencias del impacto económico neto de sus actividades que supera sus costos.
3. Que asigne el equivalente al 1% del PIB del sector las actividades científicas y tecnológicas del Estado mexicano en el campo.
4. Que se fortalezca al INIFAP, en correspondencia con lo que es, la principal institución de investigación agropecuaria y forestal del gobierno de México, y que se le reconozcan efectivamente todas las prerrogativas que le otorga la Ley de ciencia y tecnología, en su calidad de Centro Público de Investigación.

5. Que el INIFAP coordine la elaboración de un plan nacional de investigación, para abordar los problemas y retos señalados; además, que sea la institución federal responsable de llevar a cabo los planes de investigación del Estado con respecto al campo, y sea también sea la institución responsable de definir las acciones de cooperación con otras instituciones relacionadas con esa clase de investigación.
6. Que se mejore la colaboración entre las instituciones nacionales, y entre ellas y las internacionales, con planes de cooperación mutuamente beneficiosas y con apego a los principios de soberanía.
7. Que se apoye y reforme a las instituciones públicas de la educación agrícola superior.

Referencias bibliográficas

- Arrow, Kenneth Joseph. 2012. *Social Choice and Individual Values*. Artino Fine Books Publisher. Eastford, CT.
- Becerra-Márquez, S. y González-Estrada, Adrián. 1990. “Los beneficios económicos del mejoramiento genético del trigo en México”, en *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética*: 350-365.
- Cline, W.L. 2007. “Global Warming and agriculture”, en *Finance & Development*, march: 1-33.
- De Jouvenel, B. 2012. *The Art of Conjecture*. Transaction Publishers. Piscataway, N.J.
- Feed the Future. 2013. Rising food prices. *The U.S. Government's global hunger & food security initiative*. Washington, D.C.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. *Food security*. Policy brief, Issue 2, Division of Development Economics. Rome.

- Food and Agriculture Organization (FAO). 2015a. *The state of food insecurity*. International Fund for Agricultural Development and World Food Program. Rome.
- González-Estrada, Adrián. 1990. *Los tipos de agricultura y las regiones agrícolas de México*. Talleres Gráficos de la Nación. Colegio de Postgraduados (COLPOS). Texcoco, México.
- González-Estrada, Adrián. 2001. *La descampesinización de México*. Postgrado de la DICEA. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- González-Estrada, Adrián. 2002. *Dinámica de los cultivos básicos en la liberalización comercial de México: modelo dinámico multisectorial de equilibrio general*. Libro técnico núm. 5. INIFAP. México, D. F.
- González-Estrada, Adrián 2008. *Economic, Social and Environmental Impacts of 25 Technologies on Mexican Agriculture*. Technical Publication No. 26. INIFAP. México, D.F.
- González-Estrada, Adrián. 2009. “Estimación de las estructuras agraria y económica de la producción de maíz y frijol en México”, en *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales* 2 (1): 7-29.
- González-Estrada, Adrián. 2015. *Desafíos a la investigación agrícola de México: Visión 2050. Campo Experimental Valle de México*, INIFAP. Texcoco, México.
- González-Estrada, Adrián. 2016a. “Industrialización y transnacionalización de la agricultura mexicana”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7, núm. 3: 693-707.
- González Estrada, Adrián. 2016b. “El INIFAP y la seguridad alimentaria de México”, en *Memoria de la III Reunión Estatal de Ciencia y Tecnología*. Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Texcoco, México.
- González-Estrada, Adrián. 2016c. “Contribuciones económicas y sociales del INIFAP al desarrollo de la agricultura mexicana”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 7, núm. 7: 1585-1598.

- González-Estrada, Adrián, M. Camacho y D.M. Sangermán. 2011. “Incorporación de cuentas ecológicas y servicios ambientales en las matrices de contabilidad social”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* vol. 2, núm. 5: 715-731.
- González-Estrada, Adrián y Maricela Camacho-Amador. 2018. “Costos y políticas eficientes de control de emisiones de la fertilización nitrogenada en la agricultura mexicana”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 9, núm. 7: 1399-1410.
- Hobsbawm, E. 2012. *Historia del siglo xx, 1914-1991*. Edit. Crítica. Barcelona.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi). 2015. *México: Indicadores demográficos, 1990-2050*. México, D.F.
- Kautsky, K. 2015. *La Cuestión agraria*. Editorial Laia. Barcelona, España.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, and J. Randers. 2004. *Limits to Growth: The 30-Year Update*. White River Junction_Chelsea Green, VT.
- Meadows, D. J. Randers, y W. Behrens III. 2006. *The Limits to Growth*. Second edition. Universe Books. New York.
- Nordström y Vaughan. 2000. *Trade and Environment. Special studies 4*. World Trade Organization. Geneva.
- Ruvalcaba-limón, J. y Adrián González-Estrada. 1990. “Evaluación económica de la investigación del INAI en el cultivo del maíz en México”, en *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fito-genética*: 331-342.
- Sachs, J. 2013. *Economics for a Crowded Planet*. The Penguin Press. New York.
- Turner, Graham. 2008. *A Comparison of the Limits to Growth with 30 Years of Reality*. CSIRO Working Paper. www.csiro.au/files/files/plje.pdf.
- Urquía Fernández, N. 2014. “La Seguridad alimentaria en México”, en *Salud Pública de México*, vol. 56, suplemento 1: S92-S98.

- World Bank. 2016. *The future of world's population. Data blog*. Washington, D.C.
- Vitousek, P.M. H.A. Mooney, J. Lubchenco, and J.M. Melillo. 1997. "Human domination of earth's ecosystems", en *Science* 277(5325), July 25: 494-499.

BIOÉTICA EN EL DESARROLLO DE LA CTI, EXPERIMENTACIÓN EN EMBRIONES HUMANOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE EDICIÓN GENÉTICA

Kevin Nicolás Castillo

*La conquista de la energía.
Imagen recuperada de Fundación UNAM
José Chavéz Morado (1952).*

En el Auditorio de la Antigua Facultad de Ciencias de la UNAM se encuentra el mural *La conquista de la energía*, del muralista José Chavéz Morado. En esta obra se representa al hombre y a su tribu a la izquierda indefensos, temerosos e ignorantes de los eventos naturales que los rodean, donde la muerte y los depredadores gobiernan. Aparece el fuego, la primera manifestación de energía en la humanidad y gracias a él los hombres y las mujeres prosperan; pero el proceso para dominarlo es largo e incierto. En la parte derecha del mural un hombre moribundo es cuidado por la energía, que cuando lo ha curado se desvanece; por debajo aparece un árbol con frutos, que para Chavéz Morado representaban “la civilización alcanzada por el conocimiento científico”. La forma es curva en el mural, como si se tratara de un proceso cíclico de la constante lucha del hombre con la naturaleza por entenderla y controlarla. El mural del maestro Chavéz refleja el

largo camino que ha tenido que recorrer la humanidad para utilizar a voluntad las fuerzas de la naturaleza, en su beneficio, a través de su comprensión.

La medicina es el resultado de un largo proceso de conocimientos empíricos que se utilizaron en todas las civilizaciones, permitió a los individuos nadar contra-corriente de los preceptos de las fuerzas naturales. Debido a la medicina y a las ciencias biológicas, muchas enfermedades dejaron de ser mortales para ser prevenibles, como es el caso de infecciones ocasionadas por virus donde el desarrollo de las vacunas ha permitido reducir su mortalidad, incluso su erradicación como es el caso de la viruela. Hace algunos siglos, el tiempo de vida de los individuos rondaba los cuarenta y cinco años, pero la comprensión del origen de la enfermedad y la evolución tecnológica para su tratamiento favoreció la longevidad; con ello, la disminución de las muertes. Los primeros hospitales y su concepción significó un paso muy importante en la consolidación de la sociedad, porque la recuperación de la homeostasis y su proceso es anti-natural; si por natural se entiende que los seres vivos y el ambiente interactúan en una dinámica cíclica, donde ocurren eventos estocásticos que generan constantes cambios, y los seres que no se logran adaptar a los nuevos cambios mueren. El enfermo es un ser vivo incapaz de adaptarse a los cambios, pero la medicina suple estas deficiencias al ayudarlo a recuperar su capacidad de adaptación, o por lo menos, al mantenerlo a raya a la selección natural. Un buen ejemplo de esto es el caso particular de las cesáreas. Los primeros procedimientos para ayudar a los bebés a nacer se realizaban *postmortem*, en Roma, después de los intentos fallidos por dar a luz y con el fallecimiento de la madre se intentaba recuperar a los bebés a través de una cesárea, con el tiempo la técnica se perfeccionó gracias al descubrimiento de los antibióticos y a la anestesia, al disminuir la mortalidad de los bebés y de las madres. Seguramente el número de cesáreas realizadas por población hace dos mil años es menor que las que se realizan en la actualidad y se debe a las complicaciones durante el parto como la preeclampsia, nacimiento prematuro, embarazo prolongado y defectos de naci-

miento son potencialmente heredables; si una madre logra dar a luz con alguna complicación heredable, es probable que su hija adquiera esa complicación. Los procedimientos médicos logran desviar a la selección natural de la falta de adaptabilidad de las mujeres que no pueden tener un parto natural. Sin los conocimientos y la tecnología necesarios para enfrentar un problema de salud, la selección natural seguirá su cauce, como ocurre con el cáncer y enfermedades del corazón que hasta la fecha se mantienen sin cura.

La investigación científica sustenta el desarrollo tecnológico de los procedimientos médicos en las personas, a través de los conocimientos en biología molecular, biomedicina y biotecnología; sin embargo, fue necesario considerar a la ética y a la moral dentro de la metodología de la investigación científica y médica, después de la Segunda Guerra Mundial. En la Alemania de 1939-1945, la experimentación en humanos fue ampliamente extendida en los campos de concentración. Con la justificación de ideologías políticas radicales, que predominaban en los países controlados por los alemanes, y una filosofía de la eugenesia utilizada a conveniencia, algunos médicos e investigadores utilizaron a las personas como objetos de estudio en condiciones infrahumanas. Josef Mengele era uno de los médicos más destacados del aparato experimental nazi y según testimonios de los sobrevivientes de los campos de concentración, realizaba amputaciones, cambios en la coloración de los ojos con sustancias químicas y sometía a gemelos a inyecciones con cloroformo en el corazón para evaluar la supervivencia; hombres y mujeres fueron sujetos a presiones similares de las altitudes extremas para conocer la resistencia y el daño que estas condiciones podían causar en los pilotos de avión. Los sanguinarios métodos utilizados por los alemanes, motivados por teorías científicas que intentaban legitimizar la limpieza racial, oscurecen los escasos resultados de las investigaciones. Al terminar la guerra, algunos involucrados en la experimentación en humanos enfrentaron el Juicio de los doctores en el contexto de los Juicios de Nuremberg, organizados por las potencias aliadas vencedoras. El documento generado a raíz de las discusiones vertidas en

los Juicios, es el *Código de Nuremberg*. Este documento es la primera norma bioética referente a la experimentación científica en humanos y actualmente es un documento obligado para la creación de organismos reguladores, debido a que incluye principios sustentados en los derechos humanos, al resaltar la obligación del consentimiento informado y al respetar la autonomía de las personas y el apego de las investigaciones científicas para evitar el sufrimiento físico y mental, innecesario e injustificable.

Los años posteriores al *Código de Nuremberg* permitieron a la investigación científica utilizar a la bioética como herramienta para enfocar sus esfuerzos en la solución de problemas que afectan a la salud de las personas. Uno de las metodologías más importantes para conocer la causas que originan una enfermedad es el análisis de sus componentes genéticos. Las células que contienen ADN siguen el proceso del Dogma Central de la Biología Molecular, que ilustra la expresión en forma de proteínas de la información contenida en los genes; si un gen sufre alteraciones en su secuencia causadas por factores aleatorios, químicos, físicos o biológicos, provoca cambios en la estructura y función de las proteínas. La regulación del metabolismo, el ciclo de vida de las células y los procesos neuronales, forman parte de una larga lista de actividades esenciales que realizan las proteínas en los sistemas biológicos, cuando el gen y la proteína se alteran provocan en algunos casos enfermedades. Como mencioné, el cáncer, la diabetes y los padecimientos del corazón están ligados a causas genéticas; si las alteraciones que causan proteínas disfuncionales son heredables, entonces habrá una tendencia familiar a padecer las enfermedades. Los resultados más prometedores en la búsqueda de herramientas de edición genética de precisión surgieron en el 2013, cuando se reportó a CRISPR/CAS9 como un mecanismo de defensa inmunológica, utilizado por las bacterias ante la presencia de virus, que les permite reconocer secuencias de ADN específicas para combatirlos. Las aplicaciones de la edición genética de precisión son diversas porque se puede utilizar para modificar las secuencias de ADN de cualquier ser vivo; su uso comienza a evaluarse en la industria biotecnológica, ali-

mentaria, ecológica y medicinal. El debate bioético sobre la edición genética en la medicina se centra en que las secuencias genéticas modificadas pueden o no ser heredadas. Si la técnica de edición genética se aplica en un conjunto de células somáticas, como las de corazón, pulmón o hígado para curar una enfermedad, entonces la modificación genética desaparece cuando la persona muera; sin embargo, si se edita una secuencia de ADN de las células germinales, el cambio será permanente y, por lo tanto, la enfermedad desaparece de la herencia familiar. Este fundamento de la edición se podría utilizar no sólo para modificar los genes responsables de causar enfermedades, también en genes asociados al color de ojos, piel y cabello o capacidades físicas deportivas e intelectuales. Tenemos, entonces, la disponibilidad de una herramienta que promete ser eficaz en el tratamiento de enfermedades, hasta ahora incurables, pero que por otro lado su aplicación con fines cosméticos puede desencadenar la separación genética de los individuos impulsados por su capacidad económica. La bioética por sí misma no puede responder a esta complejidad, se necesitan formar grupos multidisciplinarios que enfrenten sin sesgos a las consecuencias más graves de la implementación de la edición genética en humanos, al poner en la balanza el costo de la reducción de mortalidad por enfermedades incurables contra la posibilidad del regreso de la eugenesia. Si bien es cierto que algunas enfermedades son multigénicas; es decir, más de un gen está asociado con la causa de la enfermedad, la sociedad, el gobierno y la academia deben estar preparados para el debate.

México es un país que pasa por un proceso de consolidación de las ciencias básicas, donde las técnicas de edición genética comienzan a analizarse en algunas universidades, institutos de salud y centros públicos de investigación, donde se ha orientado al estudio de bacterias y plantas. La falta de políticas científicas dedicadas a la genética y una nula regulación legislativa de la experimentación en embriones humanos, tiene un efecto de atracción en investigadores extranjeros que salen de sus países con leyes altamente restrictivas para elaborar sus metodologías en México. En 2016, fue mundialmente conocido el

caso del primer niño nacido con el ADN de tres padres; procedimiento elaborado por científicos de Estados Unidos que viajaron a México para corregir un defecto congénito que se había detectado en el ADN de la madre. La técnica utilizada logró eliminar la secuencia genética alterada que se localizaba en el genoma mitocondrial de la madre; al utilizar un genoma donador, el bebe nació sin complicaciones y estudios posteriores corroboraron el éxito del procedimiento. Si una lección nos ha dejado la experimentación en embriones humanos, es que sólo debe realizarse bajo condiciones muy claras de corrección de enfermedades; es irresponsable utilizar herramientas moleculares en embriones en los que no se manifiestan ni tienen registro de padecimientos congénitos; de igual manera, en México debe comenzar la reflexión sobre el papel que tendrá ante el nuevo escenario global donde los países con marcos normativos eficaces pueden avanzar en la consolidación de la ciencia y tecnología.

Nuestro país tiene la oportunidad de liderar el debate sobre la experimentación en embriones humanos. Al utilizar herramientas de edición genética en América Latina, tenemos la capacidad de reunir las experiencias de los investigadores y comparar las opiniones de los expertos en ciencias sociales, para elaborar una sólida reglamentación que dote de certidumbre al quehacer científico. Ante esta coyuntura, el Poder Legislativo enfrenta un reto de carácter internacional; tiene en sus manos la capacidad de posicionar a México como un referente en la elaboración de leyes bien estructuradas, a pesar de los desafíos que esto representa, al utilizar como andamiaje a la evidencia científica. La sociedad mexicana padece de enfermedades mortales, con una alta tendencia a la predisposición genética y los esfuerzos de las instituciones de salud, de los centros públicos de investigación y de las universidades, pueden verse mermados ante la falta de reglas claras. Los problemas de salud que enfrenta México afectan gravemente a los sectores productivos, porque muchos pacientes que no logran recuperarse de las enfermedades dejan un puesto vacío y una familia sin sustento; por ello las alternativas que pueden solucionar a las enfermedades deben estar sobre la mesa política y discutirse.

En muchos temas internacionales sobre ciencia y tecnología, nuestro país se ha mantenido al margen de los debates, al olvidar que contamos con la infraestructura y los recursos humanos para analizar lo distintos aristas de la situación. Esta modalidad pasiva debe cambiar, porque el mundo post-covid-19 exige de soluciones otorgadas por la metodología científica. El trabajo de los científicos sustentará el trabajo de los tomadores de decisiones en la nueva dinámica mundial; si México quiere dejar de ser espectador, para convertirse en actor requiere de la estrecha colaboración entre ciencia y sociedad.

La edición genética es el fuego que la humanidad ha descubierto ¿Puede causarnos daño? Sí; pero si analizamos cuidadosamente sus consecuencias e implicaciones, al anteponer a la bioética como guía, muy seguramente en algunos años recogeremos los frutos alcanzados por el conocimiento científico.

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS ATMOSFÉRICAS PARA DIVERSOS USOS

*Manuel Anaya Garduño
Aurora Pérez Hernández*

La escasez de agua afecta a más de 1,500 millones de habitantes en el mundo; su falta de acceso provoca la muerte de millones de habitantes, por enfermedades gastrointestinales. En las zonas desarrolladas, donde más del 80% del agua la consume la agricultura y la industria, se sobre-explotan las aguas superficiales y subterráneas; mientras que en las zonas marginadas se tienen que pagar precios excesivos por tener un poco de agua, aunque sea de mala calidad.

En la ciudad de Flint, en Estados Unidos, se han detectado materiales radiactivos, arsénico y plomo en el agua del drenaje, por lo que los consumidores de clase media recurren al agua embotellada (BBC Mundo, 2018). En la Comarca Lagunera, en México, es cada vez más frecuente la presencia de diversas enfermedades y patologías, como consecuencia del contenido de arsénico en el agua, lo cual ha llamado la atención a nivel internacional. México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en el consumo de agua embotellada.

Ante esta problemática, es urgente que la comunidad internacional desarrolle, difunda y aplique tecnologías que garanticen el abastecimiento de agua en cantidad, calidad y en forma continua, al respetar el mandato Universal sobre el Derecho Humano al agua.

El paradigma en el uso del agua radica en la prioridad que se hace de ella; primero debe considerarse el agua para abastecer el consumo

humano, después el uso agrícola y el consumo animal, y finalmente para la industria. Una persona requiere para consumo humano solamente un metro cúbico de agua por año; es decir 1,000 litros (Anaya, 2017). La población actual de México sólo requeriría 126 millones de m³ al año.

Es urgente se considere al agua de lluvia, neblina y vapor de agua, como fuentes alternas para satisfacer la demanda de agua en las poblaciones más vulnerables.

Aprovechamiento del agua de lluvia

Un sistema de captación y aprovechamiento del agua de lluvia consiste en habilitar una techumbre o ladera revestida, para que sea el área de captación; el agua de lluvia no tocará el suelo, se conducirá a través de canaletas y bajantes/tuberías hacia un filtro de primeras lluvias o sedimentador, para finalmente llegar al almacenamiento. El tratamiento del agua de lluvia dependerá del uso que le desea dar (Figura 1).

Un milímetro de lluvia equivale a un litro de agua por cada metro cuadrado de área de captación; para conocer el tamaño del área de captación y del almacenamiento, es necesario conocer la precipitación pluvial media anual y la demanda mensual de agua.

$$1 \text{ mm de lluvia} = 1 \text{ l de agua /m}^2$$

Aprovechamiento de la neblina

Al igual que las plantas captan el agua, el sistema de los atrapanieblas están diseñados para que, al pasar la masa nubosa por ellos, las gotas queden atrapadas en la malla (Cereceda, 2000), para posteriormente condensarse y ser dirigidas a través de una canaleta o tubería al almacenamiento.

Para conocer el número de atrapa nieblas que hay que colocar

para abastecer la demanda solicitada de la población, se puede usar la metodología ampliamente probada (Schemenauer y Cereceda, 1992) que se basa en el monitoreo con uno o más neblinómetros o colectores de niebla de 1 m² de malla Raschel, ubicado a dos metros del suelo. Es de bajo costo y puede ser medido una vez a la semana durante doce meses.

El sistema de atrapa nieblas produce litros de agua por metro cuadrado de malla.

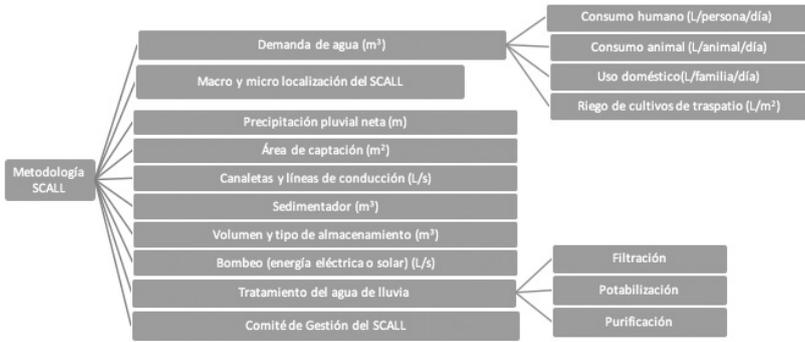
Condensación del vapor de agua

El sistema de condensación del vapor de agua se aplica en varios países (Israel, Kenia, Etiopía y México) y consiste en provocar un cambio de temperatura entre el condensador y el recipiente.

La cantidad condensada de agua atmosférica se expresa en litros por metro cúbico de aire. Esta fuente alterna de agua es inagotable.

En el año 2015, se construyó en Etiopía la primer Torre Warka; una estructura de bambú de aproximadamente 10 m de altura, construida por los pobladores y sin necesidad de electricidad para su funcionamiento. La Torre recoge la neblina de la mañana, que chorrea a un tanque subterráneo, a través de un sistema de filtración a base de piedra. Incluso cuando no hay lluvia ni niebla, se tiene la condensación nocturna. La capacidad de los tanques de almacenamiento varía de los 1,600 a 100,000 litros.

Metodología para el diseño de un sistema de captación del agua de lluvia



Fuente: Anaya, M. *et al.*, 2018.

Demanda del agua de lluvia

La demanda está en función del uso que se le dará al agua de lluvia captada.

Consumo humano

La demanda de agua para consumo humano se calcula al considerarse el 3% del peso corporal; como ejemplo, una persona con un peso de 80 kg requiere 2.4 l/día. Para fines prácticos, se estima 1 m³/persona/año, equivalente a 2.73 l/día; recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Uso doméstico

En el caso del uso doméstico, se tienen estimaciones de la cantidad diaria requerida por persona al día; a partir de esta estimación, se calcula la demanda por persona en un año, y posteriormente, la demanda anual de una familia.

La OMS recomienda de 50 a 100 l/persona/día para satisfacer las necesidades básicas y de sanidad. Si el consumo diario por persona es de 50 l, en un año (365 días) la demanda por persona será de 18,250 l/año. Una familia de 4 integrantes consumirá al año 73,000 l; es decir, de 73 m³.

Uso agrícola

Cuando el agua captada se destina a uso agrícola, la demanda está en función del requerimiento de agua de cada cultivo (uso consuntivo) y la superficie a regar.

Existen estimaciones de la lámina de riego de varios cultivos, que por lo general van de los 3 a 8 l/m²/día (Anaya *et al.*, 2018). Por ejemplo, el frijól tiene un ciclo vegetativo de 100 días, requiere 3 litros de agua por m²/día; si la superficie sembrada es de 1 hectárea (10,000 m²), la demanda de agua será de 3,000 m³.

Uso pecuario

La demanda de agua para consumo animal se calcula considerando el 10% del peso corporal, también se pueden consultar consumo de agua por especie animal en el *Manual técnico: Sistemas de Captación del Agua de Lluvia de la Red Temática* en SCALL.

Si el consumo diario por gallina de 1.3 kg de peso es de 0.3 l/día, en un año (365 días), la demanda será de 109.5 l. Si se tienen 50 gallinas, la demanda anual será de 5,475 l (5.475 m³).

Precipitación pluvial neta (PPN)

Para estimar la PPN se considerará la precipitación pluvial media anual reportada en la estación meteorológica más cercana. El coeficiente de escurrimiento, cuyo valor depende del tipo de material del área de captación (concreto, geomembrana, lamina, plástico) y un coeficiente de captación estimado de 0.85, que descuenta las pérdidas por factores como salpicamiento, velocidad del viento, evaporación y fricción.

La precipitación pluvial media anual es la suma de las precipitaciones medias mensuales del sitio de estudio, cuyos valores sean superiores a 30 mm. No se recomienda tomar en cuenta las precipitaciones medias mensuales con valores inferiores a 30 mm, ya que la cantidad y calidad no son adecuadas.

Área de captación

En ocasiones es posible definir el área de captación que se necesita para el SCALL; esto ocurre cuando la superficie de captación se va a construir junto con el SCALL o se cuenta con un área lo suficientemente grande y se desea calcular exactamente cuánto de esa área es necesario aprovechar para satisfacer la demanda de agua.

Si se tuviera una demanda de agua de 60.2 m^3 para satisfacer el requerimiento hídrico de 50 gallinas durante un año, en Texcoco, Estado de México, y la PPN del lugar es de 319.1 mm (0.3191 m), se requerirían 188.65 m^2 de área de captación.

Las áreas de captación pueden ser laderas desprovistas de vegetación y recubiertas con geomembrana de PVC, techos de almacenes, escuelas o invernaderos.

Canaletas y bajantes

Las canaletas y las bajantes permiten conducir el agua desde la superficie de captación hasta el lugar donde se va a almacenar.

Para el cálculo de las canaletas es necesario conocer la intensidad de la precipitación pluvial en el lugar de interés y la lámina de agua de lluvia sobre una superficie durante un determinado tiempo (mm/hr); para conocer este valor se pueden utilizar los mapas que publica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes disponibles aquí <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/isoyetas/>.

Si se requiere calcular las dimensiones de la canalet,a para coleccionar el agua de lluvia que caerá sobre un área de captación de 500 m² y la intensidad de precipitación es de 50 mm/hora, al utilizar la fórmula universal del cálculo de caudal de agua, el gasto de la lluvia sobre el área de captación resulta de $Q_1 = 0.0069 \text{ m}^3/\text{s}$.

Se proponen canaletas de PVC rectangulares de 10 cm, de base por 5 cm de altura, el área hidráulica será de 50 cm² (0.005 m²) y el perímetro mojado de 20 cm (0.2m); por lo tanto, el radio hidráulico será de 0.025 m, si se colocan a una pendiente del 2% y al considerar que el PVC tiene un coeficiente de rugosidad de 0.008, la velocidad de fluido será de 1.51 m/s. Al calcular el gasto con los datos anteriores $Q_2 = 0.0076 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si $Q_1 > Q_2$, las dimensiones propuestas de la canalet,a (10 cm de base x 5cm de altura) se aceptan. En caso contrario, se procede a proponer otras dimensiones y volver a realizar los cálculos.

Cálculo de las dimensiones de las tuberías de bajada

El número de bajadas que se recomiendan es una por cada 100 m². En el caso de áreas mayores se tiene que instalar una a cada 5 metros, y máximo una a cada 9 metros de distancia.

Para seleccionar el diámetro de la tubería, se considerará el gasto conducido por la canaleta y la velocidad del agua.

Filtro de las primeras lluvias o sedimentador

El filtro de las primeras lluvias o sedimentador evita la entrada de sólidos como hojas, ramas, excremento de aves, tierra, arena o cualquier desecho de mayor tamaño que exista en el área de captación.

Existen filtros de las primeras lluvias prefabricados en techumbres se pueden fabricar sobre el suelo; en laderas revestidas con geomembrana de PVC se habilitan en el suelo.

Cálculo de la capacidad de almacenamiento

El almacenamiento es el lugar donde se guarda el agua de lluvia y se conserva hasta que sea usada. De acuerdo a la necesidad y presupuesto, pueden ser cisternas, tinacos, bolsas para aguas pluviales o estanques. Por lo regular una cisterna puede ser construida de tierra, concreto o materiales de la región.

Un método para calcular el volumen requerido de la cisterna, es el basado en el balance de masas. En este método se hace un balance de entradas (lluvia) y salidas (demanda mensual de agua) y se obtienen sus diferencias acumuladas y el máximo valor se toma como el volumen mínimo requerido para el sistema de almacenamiento (Pérez, A. *et al.*, 2017).

Tratamiento del agua de lluvia

El método de purificación del agua de lluvia es importante, cuando el agua de lluvia se destina a consumo humano y uso doméstico, ya que se debe garantizar que el agua que se ingiera cumpla con los límites

permisibles indicados en la NOM-127-SSA1-1994.

El agua para riego de un invernadero no requiere un sistema de purificación, porque la calidad del agua que se maneja está en función de las necesidades hídricas y nutricionales del cultivo.

El diseño de un sistema de purificación del agua de lluvia para consumo humano conlleva un riguroso esbozo de cada uno de sus componentes. Todo techo o área de captación debe estar lo más limpio posible, al tomar medidas para evitar la presencia de partículas contaminantes, el recurso pluvial debe pasar por distintos procesos de tratamiento primario, secundario y terciario. Por lo general, la sedimentación, filtración y desinfección consiguen garantizar la calidad física, química y bacteriológica del agua destinada a cualquier tipo de consumo.

Tratamientos para obtener agua potable y purificada

Cloración. Puede ser con hipoclorito de sodio al 13% o dióxido de cloro al 8%. El cloro elimina la mayor parte de las bacterias, hongos, virus, esporas y algas presentes en el agua.

Filtro tamíz o Speedy. Elimina sólidos, arena, tierra, lodo, arcilla y partículas de hasta 100 μm .

Filtro lecho profundo o de arena. Retiene impurezas (sólidos) de hasta 30 μm .

Filtro de carbón activado. Elimina cloro, sabor, olor y una gran variedad de contaminantes como pesticidas, herbicidas, plaguicidas, metilato de mercurio e hidrocarburos halogenados. El equipo de filtración incluye un tanque de fibra de vidrio, una válvula de control, el filtro y puede durar hasta 6 años.

Filtro suavizador o de resinas catiónicas. Remueve minerales disueltos como hierro, calcio y magnesio.

Osmosis inversa. Realiza un tratamiento desalinizador físico, químico y bacteriológico del agua.

Ultrafiltración PROMIC. El filtro contiene un núcleo interno de ultrafiltración que posee una membrana microporosa de 0.1 micrones. La membrana puede filtrar efectivamente sedimentos, coloides, suciedad, óxido, bacterias, virus, impurezas y partículas suspendidas.

Pulidor con microfiltro. Elimina los sedimentos de hasta 10 μm .

Luz ultravioleta. Es un método físico de desinfección del agua que no altera las propiedades fisicoquímicas del agua.

Ozonificación. El ozono destruye a los microorganismos en un proceso denominado destrucción de celda.

Conclusiones

Las tres fuentes de agua atmosférica (lluvia, niebla y vapor de agua) representan fuentes alternas de gran importancia para resolver los crecientes problemas de escasez de agua en cantidad, calidad y abastecimiento continuo. Estas tecnologías han tenido gran impacto en los últimos 30 años; sin embargo, su difusión a nivel internacional es muy raquítica, lo cual indica la urgencia de poner a disposición de la sociedad civil programas de transferencia de tecnología, al dar especial atención a las poblaciones con alta vulnerabilidad social.

Referencias

- Anaya, G. M. *et al.*, 2018. *Manual Técnico: Sistemas de Captación del Agua de Lluvia (SCALL)*. COLPOS-Conacyt.
- BBC Mundo, 2018. *Las fascinantes tecnologías que logran obtener agua potable del aire*. Consultado el 1 de mayo de 2020 en: <https://www.publimetro.com.mx/mx/bbc-mundo/2018/10/25/las-fascinantes-tecnologias-que-logran-obtener-agua-potable-del-aire.html>.

- Cereceda, P. 2000. “Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural sustentable”, en *Revista Ambiente y Desarrollo*. VOL. XVI. No. 4.
- Pérez, H. A. *et al.*, 2017. “Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 8 Núm.6 14 de agosto - 26 de septiembre, 2017.

EL ASESORAMIENTO CIENTÍFICO EN EL PARLAMENTO MEXICANO

*Alma C. Hernández-Mondragón
Marcos A. Medrano*

La ciencia ha tenido un papel esencial en el desarrollo de las naciones, y se ha hecho cada vez más presente desde el término de la Gran Guerra, cuando los nuevos paradigmas de la humanidad se manifestaban con vigor en las ideas filosóficas y políticas emergentes, dando cabida la preponderancia de los derechos humanos. Posteriormente, después de la Segunda Guerra mundial se reconoció el impacto que podrían tener los avances científicos y tecnológicos como instrumento humano de creación y destrucción, y con ello, surgió la necesidad de incluirla en pactos subsecuentes como motor de derechos, pero también de obligaciones.

Fue por eso que los acuerdos internacionales de mayor relevancia se contemplaron, entre sus declaraciones, el *derecho humano a la ciencia*, así lo plasma el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos celebrada en París en el año de 1948, que a la letra dice: “*Toda persona tiene derecho... a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten...*”¹ en ese mismo sentido, el Protocolo Internacional de Derechos Económicos, Sociales y

¹ Consultado el 15 de diciembre en: https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf

Culturales de 1966² también incluyó este derecho en su cuerpo con miras a garantizar la promoción de la ciencia como un derecho humano de la mayor relevancia para las sociedades democráticas.

De estos instrumentos internacionales nacen diversos cuerpos, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), institución de gran relevancia que ha desarrollado programas y objetivos específicos como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. En todos ellos, la Ciencia juega un papel esencial. La Agenda 2030 que contiene estos objetivos fue adoptada por todos los Estados miembro de la ONU, incluido el Estado Mexicano.

En el ámbito regional, el sistema interamericano de derechos humanos también ha consagrado el *derecho a la ciencia* como un derecho humano, así se puede leer en la Declaración Americana de Derechos y Deberes del Hombre de 1948 y en el Protocolo de San Salvador sobre Derechos Económicos Sociales y Culturales de 1988, pero además del derecho a la ciencia, han sumado también la característica del *progreso tecnológico* en su declaración.

Pese a este reconocimiento temprano de la ciencia como derecho humano en el sistema internacional, en el contexto nacional, no fue hasta 2019, que el Estado Mexicano decidió reconocer, en el artículo 3° de la Constitución de la República, el derecho de toda persona a gozar de los *beneficios de la ciencia y la innovación tecnológica*. Así como de establecer directrices de apoyo a su desarrollo y garantías para el eventual acceso de la sociedad a estos avances.

Desafortunadamente, como es recurrente en las reformas constitucionales de nuestro país, este derecho no ha encontrado la normatividad adecuada para garantizarse. Por el contrario, nos encontramos en un rezago entre las relaciones y procesos que fomentarían las condiciones para acercarnos a este derecho, es decir, un franco alejamiento de la Academia, el gobierno y la industria. Estos actores deben trabajar de la mano para alcanzar una política científica que

² Consultado el 16 de diciembre en <https://www.ohchr.org/sp/professionalinterest/pages/cescr.aspx>

garantice la dirección y aprovechamiento de los beneficios científicos por toda la sociedad, y que estos beneficios se vean encaminados a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La política científica se ha definido como “el proceso de toma de decisiones a través del cual los individuos y las instituciones asignan y organizan los recursos intelectuales y fiscales que permiten llevar a cabo la investigación científica”,³ condición necesaria, pero no suficiente para garantizar lo establecido por el artículo 3º de nuestra Norma Fundamental.

Para lograr lo anterior es necesario, sin duda alguna, que se adecuen, reorganicen y creen los instrumentos jurídicos necesarios, pero también estructuras orgánicas que permitan al Estado brindar una respuesta integral y completa a los retos que cada día y con más frecuencia trae consigo el desarrollo científico, al mismo tiempo que brinde apoyo a los tomadores de decisiones en gobierno y parlamento, de manera que estos beneficios no se concentren en una clase, sino que se permita un aprovechamiento extensivo y recíproco en beneficio de la sociedad mexicana.

Desde 1951, Harold Lasswell realizó una propuesta multidisciplinaria en la que sugirió una visión específica de vinculación entre el Gobierno y la Sociedad, poniendo de relieve el papel de la ciencia, la técnica y los expertos.⁴ Laswell imaginó que “las llamadas ciencias de la política podrían constituir una convocatoria más amplia para dotar de racionalidad e inteligencia al proceso de toma de decisiones, y perfeccionar la ejecución práctica de las decisiones ya convertidas en política”⁵

Bajo esta premisa, en materia Legislativa, es necesario un cuerpo que promueva la generación de políticas de gobierno útiles basadas en evidencia científica en la toma de decisiones, para que estas sean

³ Sarewitz, D., Foladori, G., Invernizzi, N., Garfinkel, M., *Science policy in its social context*. Philosophy Today, 2004. 48(5): p. 67-83.

⁴ Laswell, H., The emerging conception of the policy sciences. Policy Sciences, 1970. 1: p. 3-14.

⁵ Turnbull, N., Harold lasswell's “problem orientation” for the policy sciences. Critical Policy Studies, 2008. 2(1): p. 72-91.

eficaces, sustentables, competentes y que se encuentren orientadas a objetivos precisos con valor social. Así como buscar que se focalicen en la atención de problemas desde su estudio hasta su solución.

Para ello, desde el Poder Legislativo los cuerpos parlamentarios que han desarrollado mejores legislaciones en materia científica, se han valido de crear estructuras internas que sirvan como *oficinas de asesoramiento científico* que tengan la capacidad de procesar información técnica y como resultado brinden la evidencia suficiente, en forma útil y acorde a los procesos relativos a la toma de decisiones en la discusión legislativa.

Esto es ciertamente necesario si tomamos en cuenta la cantidad de temas de naturaleza técnica que pasan por los parlamentos y que cada vez requieren legislación más concreta, transparente y sobre todo eficaz. Adicionalmente, es útil si se contempla que las agendas legislativas presentan grandes variaciones, según la relevancia que vayan cobrando o perdiendo ciertos temas, y en el caso de México, sumado a que los períodos de sesiones son sumamente cortos y hay que desahogar muchísimos temas de muy diversa índole.

Este tipo de organizaciones ha mostrado su valía y funcionamiento en la actualidad, para hacer frente a las crisis económicas, políticas, sociales y también sanitarias, como la vivida con la aparición del nuevo coronavirus SARS-CoV-2. Así, el asesoramiento científico se ha asentado como pilar de la legislación orientada a fortalecer la democracia en los países, y para acercar y fortalecer, individual y recíprocamente a las sociedades con la ciencia.

En el plano internacional, además de los Estados Unidos de América, que fue el primer país en crear una organización parlamentaria de este tipo,⁶ se han sumado a ello, los países europeos de Alemania, Austria, Reino Unido,⁷ y recientemente España, entre algunos otros. Sin embargo, este tipo de organizaciones son prácticamente ignotas

⁶ Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA por sus siglas en inglés), creada en 1972.

⁷ La oficina Científica en Reino Unido (POST), es una de las oficinas más prestigiosas en esta rama, con más de 30 años de experiencia es uno de los primeros organismos científico-parlamentarios del mundo. Consultado en: <https://post.parliament.uk/about-us/>

en Latinoamérica, la vanguardia la lleva el parlamento chileno, que cuenta con un pequeño departamento de análisis de información científica.

El Congreso mexicano tiene la oportunidad de hacerse con un órgano que pueda procesar información científica a todos los diputados, grupos parlamentarios y comisiones, para generar legislación neutra, objetiva, clara y apartidista, basada en evidencia científica.

Sabiendo esto y tomando el aprendizaje en materia de asesoramiento científico en el parlamento de México,⁸ consideramos que la reforma de 2019 da pauta para poder integrar organismos de este tipo en nuestro sistema parlamentario, pues es fundamental para México contar con un espacio de asesoramiento científico permanente, que pueda contribuir a decisiones informadas y cumpla un amplio espectro que hoy por hoy no cumplen los Centros de Estudios en Cámara de Diputados, pues la ciencia se replica no sólo en los laboratorios, sino en los estudios de diversas áreas, en el estudio y solución de enfermedades, contingencias sanitarias y demás temas de salubridad, en cambio climático y medio ambiente, aprovechamiento de energías, inteligencia artificial, biotecnología, combate a la pobreza, reinsertión social, educación, políticas públicas, impacto y eficiencia presupuestal, etcétera.

El parlamento mexicano tiene la oportunidad de ser punta de lanza en asesoramiento científico parlamentario, de tender puentes entre ciencia y política y así ofrecer resultados óptimos a la sociedad. Así como de fortalecer la legislación y su propia discusión desde el interior de la propia estructura legislativa, eliminando la debilidad que tiene el asesoramiento externo, que se ha revelado insuficiente para adaptarse a la dinámica del Poder Legislativo.

Cabe señalar que además de los beneficios antes expuestos, un órgano de asesoramiento de esta naturaleza daría oportunidad de profesionalizar la asesoría científica parlamentaria, a través de un servi-

⁸ Por ejemplo la Oficina de Investigación Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión, operada por el foro Consultivo Científico y Tecnológico, oficina externa que no pudo cumplir sus objetivos.

cio profesional de carrera que rara vez se usa en el parlamento, y que tendría no sólo bases materiales de carácter jurídico o político, sino que abriría sus puertas a una profesionalización de personas científicas en etapas tempranas de su carrera en la vinculación e incidencia efectiva de la ciencia y la política, situación que resulta de fundamental importancia en el contexto mundial.

Es importante resaltar que México cuenta con múltiples instituciones científicas de gran importancia, por ejemplo, todas las instituciones que integran el Sistema de Ciencia y Tecnología en México, compuesto por universidades, centros de investigación, etc., pero que, desafortunadamente, se han mantenido alejados de las decisiones políticas del poder legislativo, no por que no puedan colaborar, sino porque no ha existido un mecanismo de conexión eficiente. Las oficinas de asesoramiento científico sirven, en este caso, para conectar, funcionan como enlace entre este tipo de instituciones y las instituciones de naturaleza política como el parlamento, de manera que, eventualmente, es una forma de aprovechar de mejor manera los recursos intelectuales con los que ya se cuenta.

Finalmente, de regreso al plano internacional, de acuerdo con la reforma de 2011 en materia de derechos humanos, el Estado mexicano tiene obligaciones exigibles derivadas del control de convencionalidad al que se sujeta cuando se suscribe a un tratado internacional, y en este sentido, los beneficios resultantes de contar con una oficina de asesoramiento científico en el parlamento contribuyen también a este objetivo.

Una legislación basada en evidencia científica constituye un pilar para orientar políticas públicas sustentables, óptimas y armónicas con la realidad, que promuevan el cumplimiento de los compromisos generados a partir de la adhesión de México a la Agenda 2030 de la ONU y a subsecuentes objetivos que posibiliten el crecimiento cultural, económico, educativo, científico y social en general.

La creación de una oficina de asesoramiento científico parlamentario en México podría ser la mejor continuidad para el largo camino que se ha construido desde hace décadas a fin de contar con una po-

lítica científica que responda a la realidad de México. No obstante, se requieren esfuerzos consecutivos a fin de lograr un verdadero cambio en este sentido, pues el progreso científico no se dará por decreto, sino como resultado de un trabajo conjunto de la sociedad en su conjunto.

Referencias

- Declaración Universal de los Derechos Humanos: https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf
- UNESCO: <https://es.unesco.org/>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_080520.pdf
- Laswell, H., *The emerging conception of the policy sciences*. Policy Sciences, 1970. 1: p. 3-14.
- Sarewitz, D., Foladori, G., Invernizzi, N., Garfinkel, M., *Science policy in its social context*. Philosophy Today, 2004. 48(5): p. 67-83.
- Turnbull, N., Harold lasswell's "problem orientation" for the policy sciences. Critical Policy Studies, 2008. 2(1): p. 72-91.

ÍNDICE

Directorio	7
Presentación	11
<i>Diputada federal, María Marivel Solís Barrera</i>	
Nota del coordinador	13
<i>Diputado federal, Brasil Alberto Acosta Peña</i>	

Selección Parlamentaria

El derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica.....	19
<i>Diputado federal, René Juárez Cisneros</i>	
Ciencia, tecnología e innovación: una visión federalista	25
<i>Diputado federal, Juan Carlos Romero Hicks</i>	
Hacia una nueva política nacional de innovación en México	33
<i>Diputada federal, Marivel Solís Barrera</i>	
Ciencia para el bien de todos	55
<i>Diputado federal, Limbert Iván de Jesús Interián Gallegos</i>	

¿Cómo impactará la orientación humanista en la ciencia, la tecnología y la innovación de la Cuarta Transformación de México?	67
<i>Diputada federal, Beatriz Silvia Robles Gutiérrez</i>	
Tecnologías de la información y comunicación, retos y oportunidades en la innovación del sector educativo en México	81
<i>Diputada federal, Zulma Espinoza Mata</i>	
La importancia de la tecnología en educación inicial	89
<i>Diputada federal, Laura Erika de Jesús Garza Gutiérrez</i>	
La CTI entre la propiedad intelectual, la educación y el medio ambiente	97
<i>Diputada federal, María Eugenia Hernández</i>	
La CTI por mujeres	129
<i>Diputada federal, Ana Lilia Herrera Anzaldo</i>	
Para alcanzar el 1% del PIB en ciencia, tecnología e innovación	145
<i>Diputado federal, Brasil Acosta Peña</i>	
México frente al futuro del trabajo.....	159
<i>Diputada federal, Geraldina Isabel Herrera Vega</i>	
El papel de la ciencia, tecnología en las soluciones a los problemas del medio ambiente.....	169
<i>Diputada federal, Edith Castañeda Ortiz</i>	
El papel de la CTI en las soluciones de conectividad. 5G como motor de desarrollo para la industria y la educación	177
<i>Diputada federal, Alejandra pani Barragán</i>	

Porque es urgente una política pública de ciencia
en nuestro país. Algunas razones 187
Diputado federal, Mario Alberto Rodríguez Carrillo

Nuevo León: hacia una sociedad del conocimiento 205
Diputado federal, Pedro Pablo Treviño Villarreal

Investigadores del Parlamento

Sobre el derecho humano a gozar de los beneficios
del progreso científico y sus aplicaciones..... 215
Martha Carrillo

Hacia una nueva política científica y tecnológica para
el desarrollo del campo mexicano..... 225
Adrián González Estrada

Bioética en el desarrollo de la cti, experimentación
en embriones humanos utilizando técnicas de edición
genética 241
Kevin Nicolás Castillo

Aprovechamiento de las aguas atmosféricas
para diversos usos..... 249
Manuel Anaya Garduño
Aurora Pérez Hernández

El asesoramiento científico en el parlamento mexicano 261
Alma C. Hernández-Mondragón
Marcos A. Medrano

*Esta obra se imprimió bajo el cuidado de Ediciones Coyoacán, S.A. de C.V.
Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen, Alcaldía de Coyoacán, 04100,
Ciudad de México, en diciembre de 2020.*

El tiraje fue de 1000 ejemplares más sobrantes para reposición.