

# Centros de desarrollo tecnológico en México: teoría, contextos, innovación e implicaciones

## Centers of Technological Development in Mexico: Theory, Contexts, Innovation and Implications

*Oscar Valencia López\**

*Diego Soto Hernández\*\**

*Christian Cruz Meléndez\*\*\**

### Resumen

Los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) tienen una estrecha relación con los conceptos de investigación, innovación, competitividad y transferencia de tecnología, cuyo origen proviene de las teorías del desarrollo que han contribuido al impulso de las empresas de base tecnológica y al crecimiento económico global. En México, la Ley de Ciencia y Tecnología del año 2002 faculta al CONACYT como dependencia gubernamental rectora de los procesos para la generación y apropiación de nuevos conocimientos especializados, por lo que tiene a su cargo la dirección de 27 centros públicos de investigación a lo largo del país, que contribuyen a la investigación especializada y al desarrollo tecnológico. Para posicionar los CDT en México se propone un cambio sobre las estructuras actuales que rigen

---

\* Doctor en Economía Política del Desarrollo. División de Estudios de Posgrado. Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México.  
Contacto: [institutointernacionaldeinvest@gmail.com](mailto:institutointernacionaldeinvest@gmail.com)

\*\* Doctor en Finanzas Públicas. División de Estudios de Posgrado. Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México.  
Contacto: [dsoto80@hotmail.com](mailto:dsoto80@hotmail.com)

\*\*\* Doctor en Ciencias Políticas y Sociales. División de Estudios de Posgrado. Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México.  
Contacto: [acm\\_christian@yahoo.com.mx](mailto:acm_christian@yahoo.com.mx)

la investigación, el aumento de la inversión privada y la generación de nuevas estrategias de innovación y competitividad.

**Palabras clave:** Desarrollo, investigación, Conacyt, competitividad, transferencia de tecnología.

## **Abstract**

With México's "Law on Science and Technology, 2002", the government agency CONACYT became responsible for the procedures used to generate advancing specialized knowledge. To fulfill this responsibility, CONACYT manages, throughout México, 27 public research centers which contribute specialized research and technological development. Technological Development Centers (CDT) are closely related to business concepts such as research, innovation, competitiveness and technology transfer. The origin of these concepts were theories on developing and promoting modern technology-based industries and global economic growth. In order to establish a Technological Development Center (CDT) in Mexico, we believe that the current procedures of CONACYT must be updated. In this report, our proposals encourage more private financial investments while promoting innovative, competitiveness strategies.

**Key words:** Development, research, Conacyt, competitiveness, technology transfer.

**Clasificación/Classification JEL:** O30, O33.

## **1. Introducción**

En el año 1968, el senador estadounidense Robert F. Kennedy, mientras realizaba su campaña política en busca de la nominación presidencial, hizo famosa la frase original de George Bernard Shaw (1949) al decir: "Algunos hombres ven las cosas tal cual son y se preguntan: ¿por qué?; yo sueño con cosas que aún no existen y me pregunto: ¿por qué no?" (p. 7). Dicha frase nos recuerda la importancia de cultivar el pensamiento visionario e idealista de los individuos, el cual fomenta la innovación y la creatividad, cualidades fundamentales para poder impulsar Centros de Desarrollo Tecnológico en México que den respuestas a los retos y necesidades de los individuos en la actualidad.

El presente ensayo aborda el tema de los Centros de Desarrollo Tecnológico partiendo de su definición y relación con la transferencia del conocimiento entre los distintos sectores de la sociedad. Para ello es necesario esclarecer y evitar confusión en los procesos vinculados con la generación y apropiación del conocimiento especializado, por lo que señalaremos los fundamentos teóricos que dan soporte a la estructura de los Centros de Desarrollo Tecnológico, además de discutir sus distintos contextos e implicaciones globales.

El ensayo está conformado por cinco apartados. En el primero se presentan distintas definiciones conceptuales de los Centros de Desarrollo Tecnológico, con el objetivo de comprender la riqueza de los elementos constitutivos de los mismos. Además, se indica su materialización y operación en México a través del CONACYT, resaltando su importancia en los procesos de transferencia de tecnología entre los distintos sectores involucrados.

En el segundo apartado se indican algunas teorías del desarrollo relacionadas con la consolidación de los Centros de Desarrollo Tecnológico como instrumentos y motores del crecimiento económico, con el objetivo de comprender el origen teórico e histórico de conceptos como la innovación, las etapas del desarrollo, los polos de crecimiento y la competitividad, que se fusionan en la actualidad en la figura de los Centros de Desarrollo Tecnológico.

El tercer apartado aborda el contexto de los Centros de Desarrollo Tecnológico en México, señalando el rol del Estado, la industria y la academia, en el avance científico-tecnológico del país. Además, se hace hincapié en la preponderancia del CONACYT en los procesos de investigación y generación de conocimiento, así como la irrupción de la Industria 4.0 como el detonante global de aceleración de los procesos de innovación.

El cuarto apartado tiene como objetivo principal identificar las implicaciones de impulsar los Centros de Desarrollo Tecnológico: la inversión requerida, la necesidad de un cambio de mentalidad, la nueva generación de líderes (recursos humanos-SNI) y la oportunidad tecnológica que representa el desarrollo de la industria automotriz en el país.

En el quinto apartado se establecen las conclusiones respecto a la importancia de los Centros de Desarrollo Tecnológico en el contexto actual de alta competitividad y la imperiosa necesidad de actuar con estrategias basadas en la reflexión de elementos que permitan mejorar el posicionamiento de México a nivel global.

## **2. Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) y la transferencia de tecnología**

La alta tecnología se ha posicionado como la principal base para el crecimiento económico de las sociedades modernas, a partir de lo cual la creación y uso de Centros de Desarrollo Tecnológico permite transformar el conocimiento en valor agregado. Para Aström, Eriksson y Arnold (2008) un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) es aquella organización que esparce conocimiento adquirido mediante sus propios procesos de investigación, dirigido a que sus clientes lo pongan en práctica dentro de sus propias operaciones. Se presentan como socios estratégicos de las empresas con la finalidad de lograr un mayor desarrollo y fortalecimiento de su status innovador y competitivo. Por su parte, Barge-Gil y Mondrego-Rico (2007) consideran como cualidad de un CDT su dedicación a la prestación de servicios de innovación y desarrollo tecnológico para las empresas y los sectores industriales.

Más-Verdú, (2007) reconoce el rol de los CDT y las universidades, que en conjunto permiten generar la infraestructura necesaria para la innovación, siendo prestadoras de servicios dirigidos al impulso de varias fases de la actividad innovadora de las empresas, principalmente en la generación y adquisición de conocimiento y tecnología, así como en la preparación para la producción y la comercialización.

El sector privado en México vinculado al rol de los CDT es representado en su mayoría por las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES). Dicha vinculación, para Vega (2009), se deriva de un proceso en el cual "... las MIPYMES mexicanas carecen de recursos económicos y del capital intelectual necesario para el desarrollo de tecnología, por lo que casi siempre recurren al establecimiento de alianzas con instituciones de I&DT públicas y buscan apoyo de las entidades de fomento gubernamentales para el financiamiento de los proyectos" (p. 121).

Dichas instituciones de investigación y desarrollo tecnológico (I&DT) son equivalentes a los CDT en México; algunas provienen del sector público y otras del sector privado. Según CONACYT (2016), existen 27 centros de investigación públicos, los cuales son: el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), el

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), el Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo” (CIGGET), el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el Colegio de la Frontera Norte (COLEF), el Colegio de Michoacán (COLMICH), el Colegio de San Luis (COLSAN), la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA), el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), el Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos (FIDERH), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Instituto de Ecología (INECOL), el Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC), el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) y el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (MORA). Por otro lado, también existen otros ejemplos de CDT, tales como los de Tezoyuca, Tantakin, La Noria, Salvador Lira López, Villadiego, los cuales forman parte de los Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), entre otros, a nivel nacional.

Los CDT facilitan la transferencia de tecnología, entendida como el proceso mediante el cual el conocimiento, los métodos de fabricación, las tecnologías, habilidades e instalaciones se trasladan entre el sector empresarial, el educativo y el gubernamental (Grosse, 1996). El objetivo consiste en asegurar avances científicos y generar accesibilidad a innovación tecnológica que contribuya a aumentar el número de usuarios y de productos que se traduzcan en mejores procesos, materiales, servicios, aplicaciones y creación de valor.

El porcentaje de patentes concedidas en México es del 4.8% del total global, por lo que el número de patentes generado en nuestro país es bajo (alrededor de 400 por año, según el CTI, 2018). La propiedad intelectual permite tener exclusividad temporal y ventaja en la comercialización, frente a las empresas, para que apuesten por lo hecho en México al momento de requerir los servicios de la transferencia tecnológica para la mejora de sus procesos.

La transferencia tecnológica es posible bajo el esquema de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), proceso en el cual los CDT forman parte del proceso de transmitir el saber-hacer entre los distintos sectores. El conocimiento emanado de los CDT permite lograr altos niveles de competitividad y desarrolla la innovación producto de la inversión que transforma el conocimiento en dinero proveniente de la satisfacción de las diversas necesidades del mercado. Por lo tanto, los CDT son estructuras especializadas en la realización de tareas para la generación de valor agregado a distintos productos o servicios en determinadas industrias.

### **3. Teorías del desarrollo relacionadas con los CDT**

En **relación** a las teorías del desarrollo vinculadas a la importancia de generar e impulsar de Centros de Desarrollo Tecnológico, existen pensadores teóricos como Walter Whitman Rostow, Joseph Alois Schumpeter, François Perroux, Ha-Joon Chang, Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff, Michael Porter y Thomas Sowell, entre otros, que abordan la importancia del crecimiento, la innovación y el desarrollo, para contribuir a la mejora de las condiciones de vida.

Rostow (1973) indica que el crecimiento económico atraviesa por cinco etapas (sociedad tradicional, condiciones previas al impulso inicial, el impulso inicial o despegue, la marcha hacia la madurez y la era del alto consumo masivo); las condiciones específicas tales como propensión al ahorro y la inversión, y el espíritu de iniciativa, generan disposición al adelanto tecnológico para poder pasar de sociedades tradicionales a sociedades de consumo masivo.

Para Rostow, la etapa de despegue incluye un rápido crecimiento de ciertos sectores guías, con modernas técnicas industriales que permiten difundir el desarrollo tecnológico. Su planteamiento encaja con el impulso de Centros de Desarrollo Tecnológico, pues busca incorporar procedimientos de producción avanzados. La crítica a su planteamiento radica en que dichas etapas son imaginarias, pues los países avanzados no han registrado un solo camino para lograr el crecimiento económico, sino que muchas veces no atravesaron dichos momentos para lograr sus avanzados niveles de desarrollo. La clave, según Rostow (1973), radica en promover cambios naturales fundamentales en la estructura sociopolítica y en las técnicas de producción. Dicho patrón, según este autor, se habría dado en Europa, y en algunas partes de Asia, Medio Oriente y África.

La etapa del impulso inicial planteada por Rostow va de la mano con los Centros de Desarrollo Tecnológico, pues conlleva la idea de crecimiento y desarrollo tecnológico como formas de despegue económico de un país. Sería Schumpeter (1966) quien le sumaría el rol del emprendedor e introduciría el concepto de innovación y destrucción creativa (reemplazo de las técnicas productivas que son obsoletas por nuevas técnicas) para fortalecer la necesidad de reformar las formas de producción mediante la invención o innovación en los procesos productivos. Actualmente, los Centros de Desarrollo Tecnológico valoran la función del emprendedor, pues se requiere el demostrar confianza más allá de los procesos conocidos y contar con altos niveles de resistencia frente a la adversidad para poder reorganizar empresas, abrir mercados o generar nuevas fuentes de materia prima.

Para Schumpeter, la introducción de una novedad técnica u organizativa en una organización o territorio, la penetración en un nuevo mercado y el acceso a una fuente de materias primas inexplorada son formas de innovación en distintas áreas. Los Centros de Desarrollo Tecnológico tienen como objetivo aplicar los inventos o conocimientos al sistema productivo empleado, para lograr mejoras en los procesos. Sólo una vez que el conocimiento ha sido empleado y que genera datos reales se puede hablar de innovación y no solo de proyectos. Schumpeter ha enfrentado críticas sobre el rol que otorga su teoría a los factores externos en el éxito de la innovación, pues no consideró la influencia de escenarios o ambientes hostiles a su propuesta.

Los Centros de Desarrollo Tecnológicos contribuyen al posicionamiento y crecimiento de las empresas, por lo que tienen un efecto directo en la creación de polos de crecimiento. Esto es lo que enuncia la teoría de los polos de desarrollo de Perroux (1950) en relación a la organización de la actividad económica en determinado espacio geográfico. Es decir, si la empresa ejerce el rol de centro sobre los recursos humanos y materiales, entonces los CDT tendrán influencia en la dinámica de crecimiento económico de ciertas regiones.

Para Perroux (1966) “el crecimiento no aparece en todas partes a la vez; se manifiesta en puntos o polos de crecimiento, con intensidades variables; se expande por diversos canales y con efectos terminales variables por el conjunto de la economía” (p. 155). Los polos de crecimiento son centros de producción donde opera la industria pesada, los cuales no son uniformes en las distintas regiones, sino que se ubican alrededor de un polo en específico.

Lo mismo ocurre con los CDT, los cuales también producen cambios en las regiones y las industrias, pues sus avances conllevan a aumentar a producción, modificar estructuras y generar cambios en los tipos de organización empresarial.

Etzkowitz y Leydesdorff (1995) propusieron el “Modelo de innovación triple hélice”, donde se identifican tres motores de la innovación: universidad e industria y gobierno. La interrelación de los tres acelera el desarrollo económico basado en el conocimiento, pudiendo funcionar juntos, separados o divididos. Las decisiones y avances de las tres instancias impactan fuertemente en los procesos de transferencia de conocimiento. Los CDT plantean retos a este modelo, pues muchas veces no hay relación entre industria y universidades en los países en desarrollo; las universidades suelen ir rezagadas en cuanto a los requerimientos de las industrias; inclusive suele darse una total desconexión entre los conocimientos curriculares actuales de determinadas profesiones y la innovación tecnológica que presenta la industria en el presente.

El modelo de triple hélice representa una determinada propuesta en el avance teórico del desarrollo económico vinculado con la tecnología, constituyéndose en un aporte para la generación de alianzas para la investigación y mejora de los procesos productivos, lo que significaría una mayor influencia y recursos para solidificar los CDT. El modelo no carece de críticas, como la necesidad de incluir al sector de la sociedad civil o de los medios y el rechazo a la regulación de la industria por parte del gobierno.

Chang (2002) examina las experiencias de los actuales países desarrollados –Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, Francia, Suecia, Bélgica, Holanda, Suiza, Japón, Corea y Taiwán– explicando qué clases de políticas industriales, comerciales y tecnológicas utilizaron cuando eran países en desarrollo. Señala que, en la mayoría de estos países, las políticas que se utilizaron son casi lo contrario de las que la ortodoxia actual dice que emplearon y que actualmente recomiendan usar para los países en desarrollo. Por lo tanto, es importante considerar para México que, si se van a recorrer nuevas opciones mediante la apuesta a los CDT, no se debe seguir ciegamente las políticas sugeridas por los países desarrollados (ellos no lo hicieron), sino estudiar, analizar y replicar las decisiones asertivas que se tomaron, para poder volverse líderes de los Centros de Desarrollo Tecnológicos actuales. De esa manera el país evitará convertirse únicamente en mercado de consumo de productos e innovaciones externos.

Los CDT en México pueden satisfacer necesidades del mercado interno, pero ahí no radica el principal objetivo; Chang (2002) señala que en "... la teoría inglesa mercantil (...) la mayoría de los bienes manufacturados ingleses son para la exportación, no para su consumo en casa" (p.32). De ahí la necesidad de México de tener una visión global en la generación de alta tecnología, lo cual permite direccionar la visión de cada CDT como un pilar dentro de la promoción de una cultura cuyo objetivo es lograr el desarrollo socioeconómico de su población. Para ello es necesario pensar de manera similar a los CDT de los países desarrollados, creando manufacturas mexicanas para la exportación, y para ello se necesita tener inserción en mercados extranjeros.

Los CDT actualmente se desempeñan bajo la forma de *clúster*. Porter (2008) define al *cluster* como "... concentraciones geográficas de empresas interrelacionadas, distribuidores especializados, proveedores de servicios, empresas de industrias relacionadas e instituciones asociadas (universidades, agencias y asociaciones de comercio) en áreas determinadas que compiten y al mismo tiempo cooperan" (p. 213). Dichas concentraciones permiten fortalecer el crecimiento y la tasa de supervivencia frente a aquellos que están fuera de los *clusters*.

Porter se enfoca en la ventaja competitiva de las empresas mediante el análisis de las cinco fuerzas que determinan la competencia dentro de una industria: la amenaza de nuevos competidores, el poder de negociación de los compradores, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza de productos o servicios sustitutos y la rivalidad entre los competidores existentes. Los CDT diseñan sus innovaciones con el fin de volverse más competitivos en el mercado y maximizar su cadena de valor. Las críticas al modelo de *cluster* radican en que se observa una base para la redefinición de una política intervencionista siguiendo los principios keynesianos de política macroeconómica e intervención para fijar precios.

Dentro de las teorías del desarrollo se tiende a dejar de lado la importancia del crecimiento económico y su relación con la consolidación de los CDT, para proceder a priorizar el tema de la pobreza y sus consecuencias. Al respecto, Sowell (2015) menciona que no es el origen de la pobreza lo que necesita ser examinado, pues la pobreza es el estado original y predeterminado de las sociedades. Lo que realmente requiere ser explicado son aquellas cosas que crearon y sostienen elevados estándares de vida en las sociedades. Por lo tanto, es prioritario entender

la relación entre los Centros de Desarrollo Tecnológico y su rol en la actualidad, para generar crecimiento económico y desarrollo sostenido de forma global.

#### **4. Contexto de los CDT**

El rol del Estado, la iniciativa privada y las universidades en la consolidación de los CDT no es unánime entre los distintos sectores; por lo tanto, surgen distintos escenarios o contextos bajo los cuales operan los CDT: ¿debe de ser impulsados por el Estado?, ¿deben ser creados desde la universidad?, ¿deben ser absorbidos por la industria? Para el desarrollo de los CDT se debe contar con niveles elevados de inversión constante para lograr el objetivo propuesto de diseminar los resultados de las investigaciones basadas en conocimientos aplicados, que permitan crear puentes para la aplicación de dicho conocimiento en las propias operaciones de las distintas empresas.

El rol de las empresas ha permitido integrar la división del trabajo propuesta por Adam Smith ([1776] 2011) con la especialización en la elaboración de componentes específicos en las operaciones diarias. Si la industria auspiciara la creación y desarrollo de CDTs, el resultado conllevaría a una maximización de ganancias derivada de la especialización de la mano de obra. Los CDT vinculados a las empresas permiten que sus investigadores se especialicen en partes del proceso durante largo tiempo, incluso durante toda su vida.

El desarrollar alta tecnología no es un solo esfuerzo individual de algún investigador en el CDT; por ejemplo, ninguna persona sola puede fabricar un teléfono inteligente, pero un amplio grupo de personas pueden elaborarlo al dividirse el trabajo. En un CDT vinculado a la industria, un grupo de investigadores se especializaría en desarrollar procesadores más potentes, otro actualizaría y mejoraría el software de los equipos, mientras otros buscarían la creación de baterías más duraderas y otros cuidarían los componentes de la pantalla para asegurar su durabilidad. La postura de que las empresas sean los potenciadores del CDT contribuye al surgimiento de más sub-especialización dentro de la especialización en distintos campos.

Hay que comprender el contexto actual al que se enfrentan los CDT, donde la prioridad es aterrizar el conocimiento en negocios, pues se genera una dinámica que potencializa la tasa de innovación a un punto increíble en poco tiempo. Un ejemplo, el teléfono inteligente iPhone

fue lanzado al mercado cuando la primera Apple Store fue inaugurada en 2008 (Campbell y Choudhury, 2012) con miles de personas haciendo filas para descubrir sus innovaciones tecnológicas. En 2015 había 24.000 mil tipos distintos de teléfonos inteligentes únicamente con sistema operativo Android, con distintas versiones y memorias entre ellos (OpenSignal, 2015). Mientras que en México los CDT se siguen burocratizando en la investigación, en el contexto internacional ya pasaron 10 años de innovación tecnológica de los teléfonos inteligentes; tan rápida ha sido la innovación que hoy nadie quisiera utilizar el primer Iphone, del año 2008.

El Estado no debe dictar a los CDT cómo deben hacer sus investigaciones, por lo que la tentación de controlar el proceso productivo y visionario de las empresas no debe ocurrir. Las empresas y los CDT obtienen sus mejoras directamente de sus clientes, a los que escuchan y buscan satisfacer sus necesidades mediante la propuesta de soluciones útiles que contribuyan a la generación de nuevo conocimiento aplicado mediante innovaciones específicas. La OCDE (2006) define a la innovación como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (p. 56). Dichas innovaciones específicas pueden ser de cuatro tipos: de producto, de proceso, de mercadotecnia y organizacional.

El éxito de los CDT es medible mediante el mecanismo de ganancias: si las innovaciones y especializaciones ofrecidas al cliente son aceptadas, esto se verá reflejado en el aumento de las ganancias, mientras que, si la tecnología propuesta tiende a disminuir las ganancias, esto será un indicador para dejar de producirla, lo cual conlleva a aumentar la competitividad de las empresas, pues si no hay altas ganancias entonces hay que cambiar de orientación. El conocimiento y la tecnología son considerados por Malerba (2002), como el núcleo de cualquier sector y un dinamizador de la competitividad. Dicho conocimiento es valorativo mediante el mecanismo de las ganancias, lo que permite incentivar la producción de distintas variedades de productos, contribuyendo al crecimiento de la economía y a la satisfacción de un mayor número de necesidades de la población. Si los CDT fuesen absorbidos y financiados por el Estado, se desvirtuaría el mecanismo de ganancias, eliminando los incentivos para producir y provocando una reducción en la variedad de productos; incluso se produciría mucho de lo que no satisface las necesidades y nada de lo que se requiere.

En México, los sectores que dinamizan la actividad innovadora son el sector productivo y el Gobierno, quienes fungen como principales financiadores del gasto en innovación. El “Informe del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación”, del CONACYT (2016) señala que “En 2016 el gasto en innovación fue de 15,792.8 millones de pesos reales. De los cuales 1,973.3 millones fueron aportados por el sector público y 13,789.527 millones por el sector privado” (p. 117). Esto representa una inversión del 12.49 y 87.51%, respectivamente, para el rubro de innovación. Sin embargo, cuando se compara con el financiamiento total destinado a investigación y desarrollo experimental, el sector público aporta en la práctica el 70% del total (CTI, 2018).

Todavía queda lejos el establecimiento de CDTs únicamente por parte del sector privado, donde se independice la actividad de investigación y de transferencia del conocimiento de la participación gubernamental. En el contexto actual, los CDT y la industria no tiene incentivos para crear, sostener y apostar por el desarrollo de sus propios CDT, pues trabajan cómodamente de la mano con el sector gubernamental, el cual asume el costo, ahorrando muchas empresas la inversión en dichas áreas. Para que la dinámica presente cambie, la iniciativa privada debe ver condiciones favorables para la inversión, donde el gobierno mexicano no limite los intereses particulares de cada industria en sus procesos particulares de innovación.

Los objetos materiales existen en determinada realidad física, y es mediante los sentidos humanos que tenemos la facultad de poder percibirlos, lo cual nos permite generar conocimiento proveniente de la relación representativa entre el sujeto y el objeto. La generación y apropiación del conocimiento emanado de los CDT nos permite establecer métodos para la explicación de la realidad material, con las limitaciones de interpretar los aspectos metafísicos partiendo del mundo material. El materialismo que busca explicar la realidad únicamente partiendo de la base material, queda limitado en el desarrollo de alta tecnología, pues no se parte de lo que existe sino de lo que no existe, donde factores como creación e innovación se unen con la ciencia y tecnología, para formar individuos que apliquen el conocimiento de forma práctica para la resolución de múltiples necesidades de la población.

El contexto actual de los CDT ha sido redefinido por el internet industrial, donde todo está interconectado masivamente. Dicho contexto ha sido marcado por la transformación de la industria 4.0, la cual consiste en ecosistemas integrados tanto vertical como horizontalmente

que son generados por una empresa para sí misma y sus socios, proveedores y clientes, con una estrategia enfocada en la integración de grandes flujos de datos en el proceso de toma de decisiones (PWC, 2018).

Las empresas que ya invirtieron en transformar su industria para volverla digitalizada están recuperando su inversión en un plazo entre 2 y 5 años en promedio (PWC, 2016). Esto representa una ventaja competitiva que los coloca en una posición de privilegio, pues para los otros países, empresas y CDTs se vuelve imposible alcanzarlas; resulta incómodo un ritmo de trabajo frenético cuando la economía se ha vuelto exponencial. En dicho contexto, los CDT que hoy comiencen tendrán 2 o 3 años de desventaja frente a su competencia, y puede tomar muchos años ponerse al día con los que ya están en marcha. Nos guste o no, es imposible ignorar la nueva realidad pujante del contexto global.

## **5. Implicaciones de impulsar los CDT**

El siglo XXI presenta un escenario complejo a nivel global en su continuo desarrollo económico y tecnológico. La consolidación de utilidades por parte de empresas trasnacionales provenientes de los CDT especializados en alta tecnología es indiscutible, el mundo avanza a un ritmo sin igual en la generación de innovación y lanzamiento de nuevos productos al mercado. En México, la inversión en ciencia y tecnología tiene como indicador el Gasto de Inversión y Desarrollo Experimental (GIDE), el cual es alrededor de 0.5 del Producto Interno Bruto (CTI, 2018), uno de los menores niveles de inversión entre los países que conforman la OCDE. Los CDT tienen poca inversión pública y una mínima inversión privada, lo cual implica una creciente desconexión en la tarea de trabajar juntos en la meta de consolidar los CDT en el país.

Es necesario producir un cambio de mentalidad que priorice el trabajo colaborativo, donde todos aprendan de todos. Los seres humanos no tienen la capacidad de saberlo todo, pero todos pueden participar en consolidar la investigación a nivel nacional. Los CDT en el mundo han demostrado que muy pocos seres humanos tienen el conocimiento para elaborar alta tecnología. En el caso de los celulares inteligentes, si se perdiera al personal especializado en su fabricación, no se podría continuar con la producción, pues se requiere de la inversión de recursos financieros y tiempo para lograr la especialización de un determinado conocimiento.

En otras palabras, es necesario competir como un México unido frente a los demás países, con una economía que entienda que el sector productivo nacional es la clave para competir, pues "... exportar valor agregado tiene ventaja sobre la exportación de materia prima ..." (List, [1840] 1942, p. 78).

Las implicaciones positivas de impulsar los CDT a nivel nacional incluyen la generación de líderes pensadores especializados, formados en múltiples disciplinas y que posean la capacidad estratégica de aplicar el conocimiento para lograr competitividad. La formación académica brinda las herramientas, pero existen limitaciones internas en cada ciudadano que se deben superar para poder crear sinergias en los CDT; en un CDT todos tienen algo que aportar al proceso de innovación tecnológica.

Otra implicación positiva de los CDT es la atracción de altos recursos humanos, principalmente de doctores en distintas áreas del conocimiento. En México, un indicador de los individuos con doctorado que se dedican a realizar actividades de investigación es el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), cuyo número de miembros registrados en el año 2006 era de 13,485 (Aguayo, 2008). Actualmente, el CONACYT (2016) señala la existencia de 25,072 miembros. Esto representa un aumento aproximado del 100% de la fuerza laboral vinculada directamente con la investigación y el desarrollo tecnológico del país. Parece un dato positivo, pero cuando se lo contrasta con el crecimiento poblacional, se concluye que seguimos sin cambios en los últimos 20 años, al tener los mismos 3 investigadores por cada 10,000 habitantes (CTI, 2018)

Actualmente, el 32% de los miembros del SNI está concentrado en la Ciudad de México (CONACYT, 2016), debido a su locación y vinculación directa con las Instituciones de Educación Superior (IES), mientras que en el Estado de Oaxaca sólo reside el 1.18% de los miembros. La desigualdad en la distribución de los recursos especializados contribuye a generar problemas más que soluciones, pues estructuralmente se privilegia los centros urbanizados y se castiga a las regiones con más necesidad de establecimiento de CDT para la realización de investigaciones vinculadas con la industria. La implicación de pertenecer a una IES o a un centro público de investigación para ser miembro del SNI conlleva mantener la rectoría del Estado en los procesos innovadores, en vez de permitir a la iniciativa privada desarrollar a sus propios investigadores SNI que realicen innovación en CDT independientemente del sector público.

En el esquema vigente en México, la generación y aprovechamiento de los recursos humanos de alto nivel es una inversión realizada por el Estado, lo cual representa una carga impositiva a las finanzas públicas, con implicaciones negativas para el desarrollo del sector privado. Además, produce una dependencia del Estado en los procesos de desarrollo tecnológico, provocando que el sector privado no invierta adecuadamente en la generación de altos recursos especializados para la industria ni en CDT, excusándose en la “Ley de ciencia y tecnología”, expedida en el año 2002.

Lo anterior conlleva comprender que los especialistas y doctores no son los que más saben, sino que saben mucho de muy poco y poco de muchas cosas. Es necesario valorar los distintos saberes, pues, para las nuevas generaciones de investigadores, mientras más conocimientos de distintas disciplinas posean, más competitivos serán. En México existe un serio problema con los recursos humanos capacitados por las universidades con planes de estudio aprobados por el Gobierno, pues dichos planes son elaborados por expertos en pedagogía, pero incapaces de vincular las necesidades de las empresas con la formación profesional de los egresados. En los CDT las deficiencias producidas por el Estado en la formación de los recursos humanos son mitigadas parcialmente por programas que financian las propias empresas para capacitar y certificar a los trabajadores, principalmente en el área de las tecnologías de la información (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2015).

Para el fortalecimiento de los CDT se deben generar mecanismos que ayuden a independizar la investigación del Estado, por lo que los esquemas de control gubernamental para dirigir la innovación e investigación deben desaparecer, pues la burocracia detiene conscientemente los procesos de investigación, al limitar los campos de conocimiento y burocratizar cada paso mediante la solitud de permisos y comprobantes por cada cosa que hacen los investigadores.

El impulso a los CDT implica cambios de mentalidad para transformar la cultura nacional. Un primer cambio consiste en no despreciar la relación que existe entre la realización de negocios y la actividad científica, pues esta relación es la que más ha sacado a la humanidad adelante. Un segundo cambio consiste en dejar de pensar que los que estudian en el extranjero están mejor preparados. En México existe talento, y cada vez es más notorio en las noticias internacionales. El problema radica en las estructuras y procesos arcaicos que

buscan burocratizar cada paso que da el investigador, por lo que países extranjeros con CDT con mayor independencia gubernamental y mayor libertad en la investigación terminan acaparando el talento mexicano. En tercer lugar, se debe dejar de condicionar la inventiva, la creación y la innovación a ciertos programas, y en específico a ciertas líneas de conocimiento. Es una falta de respeto condicionar el pensamiento de los recursos humanos nacionales a estructuras determinadas por indicadores gubernamentales, pues rompemos los procesos creativos y de innovación, tan necesarios para la consolidación de los CDT.

Otra implicación clave al buscar fortalecer los CDT radica en transformar al investigador y a los ejecutivos en mentes que gestionen el autoaprendizaje, lo cual permitirá medir y evaluar nuestra madurez digital. Los recursos millonarios, la inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación y las certificaciones no cubrirán la necesidad de personas preparadas y con una cultura de autoaprendizaje para asumir los puestos creativos en los CDT. Los líderes en la transformación del país requieren ser identificados, nutridos, entrenados e incentivados a cada nivel de los CDT.

México ya tiene un escenario privilegiado en el mundo en cuanto al número de armadoras automotrices instaladas en el país, las cuales no se van a cualquier parte, sino que buscan lugares base con alta capacidad instalada, recursos humanos especializados y posicionamiento. Para los CDT vinculados al desarrollo automotriz, esto implica impulsar el talento mexicano para lograr vivir de la tecnología y de los desarrollos propios; de no hacerlo, seguiremos rezagados, observando cómo otras economías nos sobrepasan frente a nuestros ojos. Si se compara a México con Corea del Sur, en la década de los años ochenta, ambos países tenían los mismos problemas gubernamentales de corrupción. Ahora, el país asiático es el cuarto país a nivel mundial con mayor innovación, tanto que la mayoría de los mexicanos consumen productos electrodomésticos, de telecomunicaciones y automóviles de origen coreano.

## 6. Conclusión

Los Centros de Desarrollo Tecnológico son cada vez más comunes a escala global. En un sistema global cada vez más competitivo, con la llegada de *clusters*, la industria 4.0, y la tecnología disruptiva, es una realidad que la inversión en los Centros de Desarrollo Tecnológico ha

traído múltiples beneficios a los países que han facilitado el desarrollo de aparatos vigorosos vinculados con la ciencia y la tecnología.

Casos a nivel global como India, Corea del Sur y Estados Unidos nos recuerdan que los repuntes tecnológicos de los países con sólidos Centros de Desarrollo Tecnológico han traído efectos positivos en el desarrollo de sus economías, en la competitividad, en el nivel de vida de sus habitantes y en el desarrollo en general. Diversas teorías del desarrollo han permitido cimentar estructuras en distintas regiones del planeta con resultados diversos, teniendo en común un enfoque prioritario de educación para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En las primeras dos décadas del siglo XXI se ha consolidado la asimilación de los avances tecnológicos de alta gama en el diario vivir, reconfigurando los escenarios globales de producción, distribución y consumo. La consolidación del internet, de las telecomunicaciones, de los avances biomédicos, educativos, financieros y energéticos, entre muchos otros, han creado una necesidad de impulsar Centros de Desarrollo Tecnológico cada vez más competitivos a escala global. Estamos en un proceso mundial de reconfiguración y actualización de procedimientos que requieren nuevos productos que se adapten a nuevas realidades. Todo esto implica inversiones constantes y sólidas para acelerar los cambios a nivel global.

México no se ha quedado inmóvil, pues existen mejoras contrastables mediante indicadores relacionados al aumento de la inversión en tecnología con montos cada vez mayores. Esto no significa que se haya logrado establecer Centros de Desarrollo Tecnológico que permitan al país competir o sobresalir frente a los principales países del mundo, pero aun así hay un avance considerable, aunque siempre hay un espacio para mejorar.

En México todavía no se ha logrado asignar los recursos suficientes que se requieren por parte de la iniciativa privada para establecer Centros de Desarrollo Tecnológico que detonen como motor de crecimiento e independencia. Algunos de los obstáculos más evidentes son la corrupción, la falta de una cultura de confianza, la carga impositiva a las nuevas empresas, el control del mercado, etc.

Talento en México sobra, y muestra de ello son los constantes triunfos individuales que obtienen mexicanos en concursos vinculados a la ciencia y la tecnología, que tristemente son

seducidos por mejores oportunidades de desarrollo en países extranjeros que en su país natal. La necesidad de fomentar la inversión y consolidación de Centros de Desarrollo Tecnológico de iniciativa privada es urgente para el aprovechamiento del auge poblacional con que cuenta el país en la actualidad. No es momento de más Estado, sino de permitir que los mexicanos talentosos logren consolidar sus conocimientos en negocios para aumentar los niveles de empleo e ingreso de las familias mexicanas.

El caso de México es particular, pues al no consolidar Centros de Desarrollo Tecnológico privados, el Estado ha generado políticas que han disociado la producción del conocimiento y la actividad económica, lo que se traduce en dos temas centrales: la baja generación de patentes y la escasa participación del sector privado en el financiamiento de Centros de Desarrollo Tecnológico. Una de las limitantes fue el acceso a información protegida sobre procesos actuales de innovación y competitividad emanadas de las industrias privadas.

Lamentablemente, México tiene fuertes rezagos vinculados a la consolidación de Centros de Desarrollo Tecnológico, principalmente en el sur del país, donde Oaxaca se ha ido quedando atrás por la falta de inversión privada en la industria y en Centros de Desarrollo Tecnológico. Esto vinculado a la brecha digital existente en el mismo Estado y derivado de un olvido por parte de los inversionistas hacia la región, como resultado de los constantes conflictos en el Estado. Aunque hay avances en educación, no se ha logrado vincularlos con un desarrollo tecnológico propio de alto impacto estatal.

México observa el avance tecnológico del mundo y el crecimiento exponencial de los Centros de Desarrollo Tecnológico, por lo que es imperativo detonar al interior condiciones que permitan crear nueva tecnología mediante la inversión en personal altamente capacitado para generar condiciones de competitividad. Es prioritario para futuras investigaciones el estudio de los factores que estimulan la inversión para el desarrollo de alta tecnología mexicana que conlleve a la consolidación de empresas nacionales competitivas.

*Fecha de recepción: 15 de octubre de 2018*

*Fecha de aceptación: 29 de marzo de 2019*

*Manejado por IISEC*

## Referencias

1. Aguayo, S. (2008). *México. Todo en cifras*. México: Santillana.
2. Aström, T.; Eriksson, M.L. y Arnold, E. (2008). *International Comparison of Five Institute Systems*. Copenhagen: Forsknings-og Innovationsstyrelsen.
3. Barge-Gil, A. y Modrego-Rico, A. (2007) “Los centros tecnológicos como instrumentos de intervención pública”. En: X. Vence (editor), *Crecimiento y políticas de innovación: nuevas tendencias y experiencias comparadas*. Madrid: Ed. Pirámide, (241-271).
4. Campbell, A. y Choudhury, T. (2012). “From Smart to Cognitive Phones”. *IEEE Pervasive Computing*, 11(3),7-11.
5. Chang, H. (2002). *Kicking Away the Ladder. Development Strategy in Historical Perspective*. London: Anthem Press.
6. CTI (2018). *Hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, 2018-2024*. México: UNAM.
7. Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1995). “The Triple Helix. University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development”. *EASST Review*, 14(1),14-19.
8. Gobierno de México. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2015). *El sector de tecnologías de la información y las comunicaciones en México y su avance: discusión actual*. Ciudad de México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
9. Gobierno de México. CONACYT (2016). *Informe del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*. México: CONACYT.
10. Grosse, R. (1996). “International Technology Transfer in Services”. *Journal of International Business Studies*, 27(4), 781-800.
11. List, F. ([1840] 1942). *Sistema nacional de economía política*. México: FCE.
12. Malerba, F. (2002). “Sectoral Systems of Innovation and Production”. *Research Policy*, (31), 247-264.
13. Mas-Verdú, F. (2008). “Does only size matter in the use of knowledge intensive services?” *Small Business economic* (31), 137-146.
14. OCDE (2006). *Manual de Oslo*. Madrid: Grupo TRAGSA.
15. OpenSignal (2015). *Android fragmentation*. London: OpenSignal report.

16. Perroux, F. (1950). "Economic Space: Theory and Applications". *The Quarterly Journal of Economics*, 64(1), 89-104.
17. ----- (1966). "La noción de polo de crecimiento". En: F. Perroux (ed.), *La economía del siglo XX*. Barcelona: Ariel, (154-167).
18. Porter, M. (2008). *On competition*. Boston: Harvard Business Press.
19. PWC. (2016). *Global Industry 4.0 Survey*. Germany:PWC.
20. ----- (2018). *Global digital operations Study 2018 Digital Champions*. Germany: PWC.
21. Rostow, W. (1973). *Las etapas del crecimiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
22. Schumpeter, J. (1966). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Unwin University Books.
23. Shaw, G. B. (1949). *Back to Methuselah: Selected Plays with Prefaces*. New York: Dodd, Mead.
24. Smith, A. ([1776] 2011). *La riqueza de las naciones*. Madrid: Alianza editorial.
25. Sowell, T. (2015). *Wealth, Poverty and Politics: An International Perspective*. New York: Basic Books.
26. Vega, L. R. (2009). "El proceso de desarrollo de productos tecnológicos entre las universidades y la MIPYMES mexicanas: una carrera de obstáculos". *Journal of Technology Management and Innovation*. 4(4),120-129.