

Gabriela Dutrénit

# POLÍTICA DE INNOVACIÓN PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES EN MANUFACTURA AVANZADA EN MÉXICO



POLÍTICAS DE INNOVACIÓN PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES EN  
MANUFACTURA AVANZADA EN MÉXICO

Primera edición: junio de 2015

© 2015, Gabriela Dutrénit

© 2015, Cieplan

Dag Hammarskjöld N°3269, piso 3, Vitacura

Santiago - Chile

Fono: (56 2) 2796 5660

Web: [www.cieplan.org](http://www.cieplan.org)

Edición: Cecilia Barría

Coordinación General: Jorge Olave

Diseño portada y diagramación: Triángulo / [www.triangulo.co](http://www.triangulo.co)

ISBN: N° 978-956-204-046-4

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Impreso por: [Micopia.cl](http://Micopia.cl) / Imprenta sustentable y Boutique Creativa.

Impreso en Chile / Printed in Chile



Impreso en Papel Tom & Otto, PEFC certified, libre de ácido, libre de cloro y 100% Fibra Virgen.

**Gabriela Dutrénit**

**POLÍTICAS DE INNOVACIÓN PARA  
FORTALECER LAS CAPACIDADES EN  
MANUFACTURA AVANZADA EN MÉXICO**



## PRESENTACIÓN

Este artículo forma parte de un Proyecto de Investigación cuyo objetivo es analizar la “Innovación Tecnológica Latinoamericana en Recursos Naturales”. La competitividad configura el mecanismo de acceso al mercado mundial. Para este propósito la innovación tecnológica desempeña un rol fundamental para que dicha inserción sea competitiva.

Es sabido que América Latina tiene ventajas comparativas en recursos naturales (RRNN). ¿Cómo los RRNN afectan o influyen en el proceso de inserción en la economía mundial?; además, ¿cómo puede ir América Latina más allá de los RRNN? Aún más, ¿pueden los RRNN constituir una base para la generación de innovación tecnológica?

El propósito de este Proyecto de Investigación es examinar la evidencia empírica existente en cinco países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay) y evaluar el rol de los RRNN para la generación de innovación tecnológica. El foco estará en las “políticas tecnológicas” y en la “institucionalidad para la innovación”. Versiones preliminares de los artículos fueron presentadas y debatidas en dos Workshops Internacionales, realizados en Santiago (18 de marzo de 2015) y en Montevideo (20 de marzo de 2015).

Ver al final de este documento el set completo de los artículos y el perfil de todos los investigadores.

Las ideas y planteamientos contenidos en este artículo (y en todos los artículos de este Proyecto) son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF, banco de desarrollo de América Latina ni de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).

Patricio Meller  
Director del Proyecto

## RESEÑA DEL AUTOR

GABRIELA DUTRÉNIT

*Licenciada en Economía de la Universidad de La Habana, Magíster en Economía de la UNAM, México, y Doctora en Economía de la Innovación en el Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Inglaterra. Es investigadora y docente del Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco; miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel III; miembro del comité científico internacional de Global Network for Economics of Learning Innovation, and Competence Building Systems (Globelics) y Coordinadora de su capítulo latinoamericano (LALICS). Fue Coordinadora General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, desde julio de 2012-agosto de 2014.*

## **POLÍTICA DE INNOVACIÓN PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES EN MANUFACTURA AVANZADA EN MÉXICO**

Dra. Gabriela Dutrénit

### *Resumen*

México ha atraído a empresas multinacionales integradas a Cadenas Globales de Valor (CGV), lo que ha generado cambios económicos estructurales importantes pasando a tener exportaciones compuestas en un 84,3% por manufacturas en 2013. Sin embargo, a pesar de producir y exportar bienes de alto contenido tecnológico, el valor agregado de los bienes que entran a las CGV es reducido, lo que pone en evidencia algunas falencias del modelo mexicano. Esto genera oportunidades de mejora. Algunas de las estrategias para aprovechar estas oportunidades son: (i) la política “Diseñado en México” liderada por ProMéxico, y (ii) Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado, elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT). Este trabajo propone planes de acción específicos para lograr el desafío de enfocarse en sectores estratégicos/prioritarios y ponerlos en el centro de las estrategias de desarrollo del país, donde se destaca la participación de los sectores de Ciencia, Tecnología e Información (CTI). Los desafíos para alcanzar estos objetivos se concentran en las dificultades observadas para operar el marco institucional asociado a la gobernanza del sistema, traducido como fallas de coordinación y falta de consensos políticos.



## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2. PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD Y ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. ¿QUÉ ES LA MANUFACTURA AVANZADA?</b> .....	<b>20</b>
<b>4. LA OPORTUNIDAD DE ESPECIALIZACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA EN CIFRAS</b> ..	<b>22</b>
<b>5. PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS PARA LA ESPECIALIZACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA.</b> .....	<b>28</b>
5.1. DISEÑADO EN MÉXICO. MAPA DE RUTA DE DISEÑO, INGENIERÍA Y MANUFACTURA AVANZADA, ELABORADO POR PROMÉXICO (2011) .....	28
5.2. DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS DE ALTO VALOR AGREGADO, ELABORADO POR EL FCCT (2013AB) .....	33
5.2.1. EL PROYECTO DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS .....	34
5.2.2. LA INICIATIVA ESTRATÉGICA DE MANUFACTURA AVANZADA .....	37
<b>6. PROPUESTA DE POLÍTICAS PARA APROVECHAR LA OPORTUNIDAD</b> .....	<b>41</b>
<b>7. REFLEXIONES FINALES: EL RETO DE ENFOCARSE E IMPULSAR SECTORES ESTRATÉGICOS</b> .....	<b>46</b>
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>54</b>
<b>10. COMENTARIOS AL ARTÍCULO</b> .....	<b>59</b>
10.1. ROBERTO ÁLVAREZ - UNIVERSIDAD DE CHILE .....	59
10.2. ÁLVARO DÍAZ - EX SUBSECRETARIO DE ECONOMÍA, CHILE .....	61
10.3. LUCÍA PITTALUGA - FACULTAD DE ECONOMÍA, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA UDELAR, URUGUAY. ....	63
10.4. LUIS BÉRTOLA - FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA UDELAR, URUGUAY. ....	64
10.5. PREGUNTAS Y COMENTARIOS DEL PÚBLICO .....	66
10.6. RESPUESTAS DE GABRIELA DUTRÉNIT (AUTORA) .....	67
<b>OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES”</b> .....	<b>70</b>
<b>RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO</b> .....	<b>73</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

Los países latinoamericanos se enfrentan al dilema de cómo agregar y capturar valor en la producción y en las exportaciones, con el fin de avanzar hacia un desarrollo sostenible e inclusivo. Mientras que en algunos países latinoamericanos se habla de mirar hacia la especialización en recursos naturales, en otros, como México, parece resultar relevante quedarse en la manufactura y agregarle valor.

La historia económica muestra que el desarrollo se ha generado mayormente a partir de procesos de industrialización (Reinert, 2008). Sin embargo, otros autores, como Pérez et al (2014), señalan que las redes basadas en recursos naturales tienen un fuerte potencial para servir como plataforma de estrategias de desarrollo, y pueden actuar a través de entretejer “vínculos de cooperación entre los diversos agentes, actuando aguas arriba, aguas abajo y hacia los lados de la base de recursos naturales, construyéndose así redes dinámicas de producción e innovación”.

El incremento de los precios de los *commodities* industriales en la última década, en parte vinculados al aumento de su demanda por parte de China y otros países asiáticos que tienen escasez de recursos naturales, le dieron fuerza a este argumento, en parte como una ventana de oportunidad. Más aún, lo pusieron por encima de las desventajas asociadas a la “maldición de los recursos naturales”<sup>1</sup>, y los problemas asociados a la enfermedad holandesa (Reinert, 2008).

Sin duda, cada país debe escoger su estrategia de desarrollo de acuerdo a su dotación de recursos, sus capacidades tecnológicas construidas a lo largo del tiempo y el contexto internacional, entre otros factores determinantes, para identificar qué sectores les ofrecen mayores oportunidades de innovación y cuáles, dentro del rango de oportunidades accesibles, observan mayor dinamismo.

Más allá del enfoque de la estrategia de desarrollo, existe un consenso creciente sobre la importancia que tiene el avance científico y tecnológico para conducir el progreso económico, donde el incremento de la inversión nacional en ciencia y

---

<sup>1</sup> El argumento se basa en que la posesión y explotación de recursos naturales puede tener consecuencias negativas, pues por un lado puede incrementar la corrupción y un enfoque rentista y, por el otro, puede conducir a la llamada “enfermedad holandesa”, la cual desmotiva la exportación de bienes manufacturados debido a la sobrevaluación del tipo de cambio.

tecnología aparece como un factor esencial para asegurar el crecimiento económico de una nación (Schumpeter, 1942; Solow 1956; Abramovitz, 1956 y 1986).

Desafortunadamente, nuestro conocimiento sobre los procesos que vinculan innovación y crecimiento, y más aún cuando se introduce la variable desarrollo al análisis, es limitado. Hoy en día es bastante claro que la estructura de redes a nivel local, regional, nacional e internacional y la construcción de los sistemas nacionales de innovación contribuyen a dicho éxito (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Kim, 1997). Pero los sistemas de los países latinoamericanos están aún en proceso de construcción y observan debilidades (Dutrénit y Sutz, 2014).

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) juegan un papel clave en la construcción de dichos sistemas nacionales de innovación. Como describen Crespi y Dutrénit (2014a), en el caso latinoamericano, el diseño e implementación de la política de CTI es resultado de un proceso complejo, donde confluyen/se intersectan/conviven: (i) los nuevos modelos analíticos que emergen desde fuera de la región, basados en las condiciones iniciales de países desarrollados o de las experiencias exitosas de países asiáticos, y que llegan a partir de las recomendaciones de los organismos internacionales; (ii) elementos que se incorporan desde adentro de la región, como la escuela latinoamericana de pensamiento sobre ciencia y tecnología, el enfoque estructuralista o las nuevas propuestas de la CEPAL (Sábato y Botana, 1968; Prebisch, 1949ab; Furtado, 1958, 1961; Herrera, 1971; Sagasti, 1978, 2011; CEPAL, 2008); y (iii) los aprendizajes de la propia experiencia de los distintos países.

La combinación de estas tres vertientes hace más complicado un reto de la política de CTI asociado a su transversalidad: la coordinación de políticas, tanto entre la científica, la tecnológica y la de innovación, como entre la de CTI con otros sectores de la economía.

Por tanto, es urgente la necesidad de diseñar e implementar mejores políticas de CTI, conectadas con la estrategia de desarrollo, así como políticas específicas para los sectores definidos como estratégicos, sean éstas en recursos naturales o en manufactura.

Desde los años 80, el caso mexicano se ha orientado hacia la estrategia de agregar valor a la manufactura, y en este marco, la Manufactura Avanzada emerge como una opción potencial. Este trabajo tiene un doble objetivo: primero, destacar las potencialidades que tiene México para agregar valor a la industria manufacturera a partir del aprendizaje tecnológico y las capacidades tecnológicas ya construidas, para así reforzar la estrategia de desarrollo delineada en los 80; y segundo, discutir las bases de una estrategia para este propósito basada en la Manufactura Avanzada, así como revisar algunas deficiencias de la política pública en CTI para enfrentar este reto.

Después de esta introducción, la sección 2 destaca las características de inserción de México en las cadenas globales de valor (CGV); la sección 3 define y caracteriza al sector de Manufactura Avanzada; la sección 4 presenta datos sobre la oportunidad existente en México de especialización en Manufactura Avanzada; la sección 5 describe dos propuestas interrelacionadas de estrategias para la especialización en Manufactura Avanzada; la sección 6 discute una propuesta de política pública de CTI para dicha especialización; y finalmente, la sección 7 contiene un conjunto de reflexiones sobre la necesidad de enfocarse en sectores estratégicos y los retos que enfrenta la política pública de CTI mexicana al respecto.

## 2. PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD Y ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA

Desde principios de los 80 en México ha habido una estrategia de desarrollo “implícita” basada en el liderazgo de un conjunto de grandes grupos industriales. Las características centrales son: apertura indiscriminada, existencia de monopolios/oligopolios, orientación hacia el mercado exterior, integración regional hacia el norte (TLC, OCDE), transnacionalización de los grandes grupos industriales (unos 50 se han convertido en multilatinas), y atracción de subsidiarias de Empresas Multinacionales (EMN), integradas a CGV, que han operado bajo diferentes esquemas aduanales, entre ellos el de la industria maquiladora de exportación.

Esta estrategia ha inducido un cambio estructural de la economía, que se ha manifestado en un incremento gradual y significativo de las exportaciones y en un cambio en su composición. La manufactura pasó de aportar el 30,8% de las exportaciones totales FOB en 1980, al 68,4% en 1990 y al 84,3% en 2013, lo cual se tradujo en una reducción de la contribución de las exportaciones petroleras al total.

En 2013, México presentaba una posición destacada en el mercado de la industria automotriz a nivel internacional:<sup>2</sup>

- Octavo productor (más de tres millones de vehículos) y cuarto exportador de vehículos ligeros
- Sexto exportador de autopartes
- Séptimo productor y cuarto exportador de vehículos pesados
- Quinto productor y exportador de autopartes (en 2012)

El sector automotriz aportó en 2013 el 3,5% del PIB nacional y el 19,8% del PIB manufacturero (AMIA), lo que permitió generar más de 500.000 empleos. Asimismo, en 2012 contribuyó con el 29,8% de las exportaciones totales.

---

<sup>2</sup> Adicionalmente era el primer exportador de televisores de pantalla plana y el cuarto exportador de computadores.

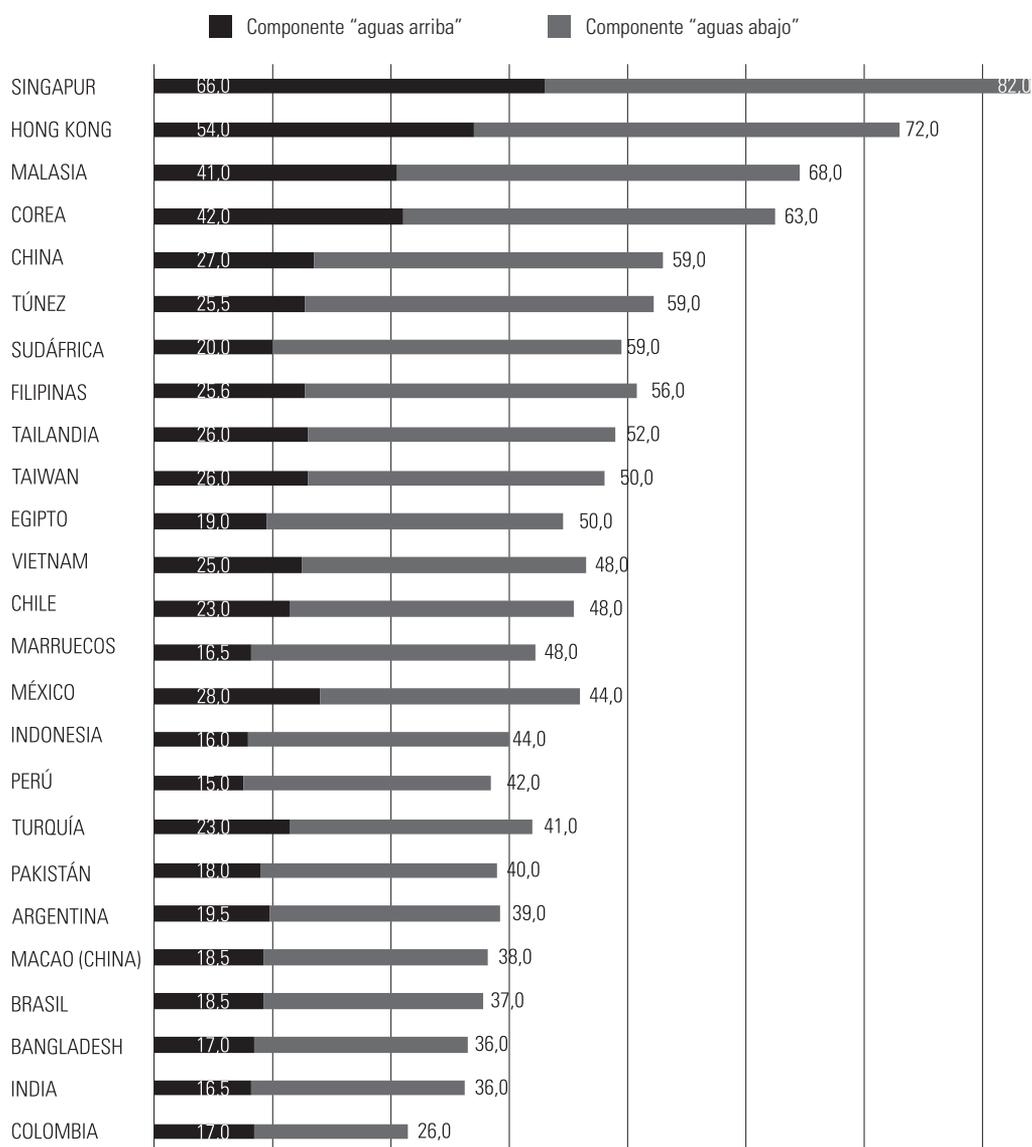
Si bien en el país se producen y exportan productos de alto y medio-alto contenido tecnológico de diferentes sectores, que representan más del 20% de las exportaciones totales del país, hay poca adición de valor a esas exportaciones y la generación de I+D interna es reducida.

México se ha convertido en un centro de manufactura a nivel internacional. El número de subsidiarias ha crecido, se ha reducido y ha vuelto a crecer. En 2013 operaban 18 de los fabricantes de equipamiento original (OEM) de vehículos, y 89 de las 100 corporaciones líderes de autopartes en el mundo (Covarrubias, 2014). Con el correr de los años se han desarrollado diversas capacidades de manufactura, con ingeniería de proceso principalmente, y en algunos casos se avanzó hacia capacidades de Manufactura Avanzada, de ingeniería de producto y de diseño (Carrillo y Hualde, 1998; Dutrénit y Vera-Cruz, 2007).

La mayor parte de las exportaciones de bienes asociados a las CGV son importaciones que se reexportan con bajos niveles de valor agregado y poco uso de suministros locales, es decir, se agrega valor extranjero de terceros a las exportaciones.

En otras palabras, hay una especialización en segmentos que adicionan poco valor agregado local. El porcentaje de participación en las CGV “aguas arriba” es del 28% (agregan valor extranjero -de terceros países- a sus exportaciones), el cual es superior al de “aguas abajo”, que representa el 16% (las exportaciones del país son incorporadas a otros productos como insumos de estos para luego ser reexportados) (Ver Gráfico 1). Esto deja en evidencia que se ha avanzado muy poco en la integración de proveedores nacionales.

**Gráfico 1**  
PARTICIPACIÓN EN LAS CGV POR PAÍS, 2010 (%)



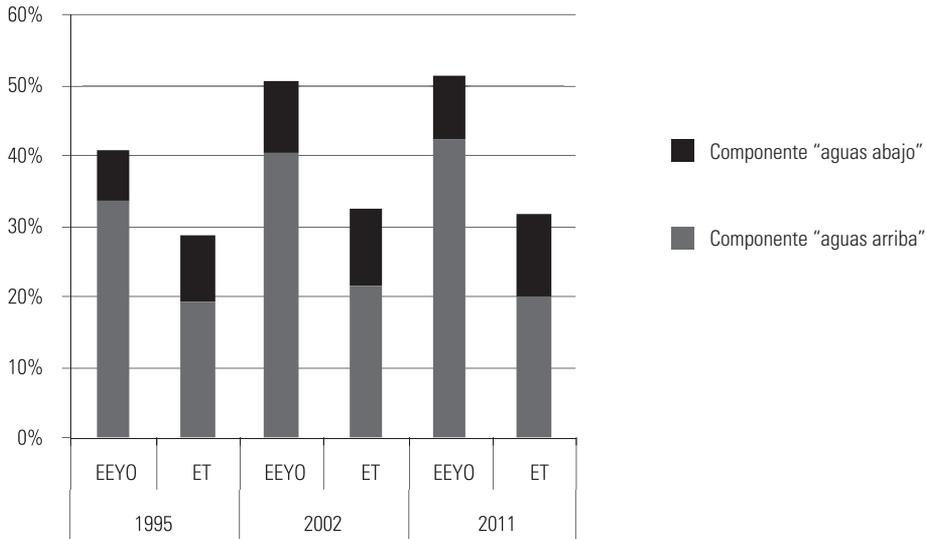
Fuente: Ferrando (2013), basado en UNCTAD (2013).

Por ejemplo, si hacemos un análisis más detallado para dos sectores, como son Equipo Eléctrico y Óptico (EEyO) y Equipo de Transporte (ET), se confirma el papel que juega México en las CGV. El Gráfico 2 presenta la participación de estos sectores dentro de las cadenas globales de valor para tres años, 1995, 2002 y 2011, donde VADXT es el valor agregado doméstico incorporado a las

exportaciones de terceros (“aguas abajo”), y VAFXD es el valor agregado foráneo incorporado en las exportaciones domésticas (“aguas arriba”).

**Gráfico 2**

PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES DE EQUIPO ELÉCTRICO Y ÓPTICO Y EQUIPO DE TRANSPORTE DENTRO DE LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR, 1995, 2002 Y 2011.



Fuente: Elaboración propia con información de las matrices de comercio mundial de la WIOD. Información obtenida de la base de datos de la tesis de: Vázquez López, Itzel Guadalupe (2015), “Cadenas globales de valor: empleo y valor agregado en el comercio internacional”, *Tesis de Licenciatura en Economía*, México: Facultad de Economía, UNAM.

En ambos sectores la participación en “aguas arriba” es muy superior a la obtenida en “aguas abajo”, o sea, agregan valor extranjero -de terceros países- en las exportaciones mexicanas, mientras que se agrega poco valor local en las exportaciones de otros países en la cadena. En el caso de EEyO hay un crecimiento del valor extranjero incorporado en las exportaciones a lo largo del tiempo, pero no cambia la adición de valor nacional. En el caso de la industria automotriz, no cambian las contribuciones a lo largo del tiempo analizado. Esto sugiere que la inclusión en las CGV es relativamente exitosa.

Sin duda, el modelo de desarrollo introducido en los años 80 está en crisis. Visto como un “vaso medio lleno”, México es un país exportador de manufacturas, con fuerte presencia en CGV. Es actualmente la economía número 11 de

acuerdo al tamaño (Fondo Monetario Internacional, octubre de 2014), y han habido mejoras en el bienestar.

Pero se lo puede ver como un “vaso medio vacío”, ya que EU es un socio que no quiere ser socio entre pares, hay baja productividad y creciente brecha respecto de EU, y se agrega poco valor a un monto significativo de exportaciones manufactureras de productos de alta y media tecnología. El país está estancado en una economía de “ingreso mediano alto”, y tal parece que se llegó a un umbral, el cual no logra rebasar con este modelo. En el país se vive el paradigma de las reformas estructurales, aprobadas a fines de 2014, que se ven como la panacea para resolver los grandes problemas del modelo. La reducción del precio del petróleo y su efecto en las finanzas públicas ayudan a poner los pies sobre los cimientos realmente existentes.

Por lo anteriormente descrito, es clara la necesidad y la oportunidad de avanzar hacia actividades que incrementen el valor agregado y contribuir así a una senda de desarrollo. La pregunta es: ¿Cómo insertarse en los eslabones de las CGV donde se crea valor? Es decir, cómo insertarse menos en actividades y productos “aguas arriba” y hacerlo más “aguas abajo”, que es donde se adiciona valor agregado.

Emergen inicialmente dos opciones de estrategia: (i) atraer centros de I+D de las CGV, y (ii) avanzar hacia las actividades y productos de Manufactura Avanzada. La primera estrategia depende fuertemente de los corporativos de las EMN, y éstos han tenido mucha cautela en relocalizar estas actividades, donde se crea más valor, y que son vitales para las ventajas competitivas de cada CGV. También depende del mandato de generar competencias o de explotar competencias definidas para las subsidiarias (Cantwell y Mudambi, 2005). Parece haber más posibilidades de control sobre la segunda estrategia y las tendencias internacionales sugieren que es una alternativa más viable.

Todos los productos que se utilizan en México son fabricados mediante un proceso que requiere insumos, herramientas y equipamientos. Actualmente, un elevado porcentaje de éstos se importa. El caso paradigmático es la integración a las CGV señalado anteriormente, y el elevado porcentaje de participación en las CGV “aguas arriba”.

La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y la Industria Nacional de Autopartes (INA) estiman que “actualmente entre el 90 y el 95% de las partes que tienen un ensamble son importadas”<sup>3</sup>. Por otro lado, hay múltiples experiencias de spin-off de subsidiarias de EMN que han fallado en convertirse en proveedores de los eslabones existentes en México de esas CGV.

<sup>3</sup> <http://www.manufactura.mx/industria/2013/01/29/autopartes-con-bajo-nivel-de-integracion>.

Dadas las capacidades tecnológicas existentes en empresas de diferente tamaño, las competencias laborales desarrolladas por centenares de miles de trabajadores, el bono demográfico asociado a la abundancia de población joven y la carencia relativa de ingenieros en EU, entre otros motivos, permiten avizorar que en México hay oportunidades para avanzar hacia una especialización en *Manufatura Avanzada*.

### 3. ¿QUÉ ES LA MANUFACTURA AVANZADA?

El término Manufactura Avanzada abarca muchos de los desarrollos en el ámbito de la fabricación que se han venido implementando desde finales del siglo XX, en la dirección de realizar los procesos y productos cada vez más intensivos en conocimiento, apoyándose en tecnologías de la información, modelado y simulación en el diseño. Es el resultado del avance de la manufactura tradicional hacia negocios que utilizan un alto nivel de habilidades de diseño o ingeniería.

El *Executive Office of the President* (2012) define la Manufactura Avanzada como una familia de actividades que: (a) dependen del uso y la coordinación de información, la automatización, la computación, el software, la detección y las redes, o (b) hacen uso de materiales de vanguardia y capacidades emergentes que son habilitadas por las ciencias físicas y biológicas (p.e. la nanotecnología, la química y la biología). Se trata tanto de otras maneras de fabricar los productos existentes, como de la manufactura de nuevos productos que emerge de las tecnologías más recientes. El concepto se aplica a todas las industrias que tienen un proceso de manufactura.

No se basa en el uso de mano de obra de bajo costo y en altas escalas y volúmenes de producción. Es una industria que recae en las habilidades y creatividad para manufacturar productos complejos de altas especificaciones, para lo cual incorpora diversas áreas de conocimiento y especialidades: *big data* que permite realizar mejores pronósticos, sensores específicos, medidas y procesos de control, diseño de materiales avanzados, síntesis y procesamiento, nanomanufactura, visualización, informática y manufactura digital, biomanufacturas y bioinformática, robots industriales, para producir con seguridad y productividad, y manufactura aditiva y sustractiva.

La Manufactura Avanzada tiene un carácter transversal, pues la mayoría de los sectores económicos requieren de insumos para los procesos de fabricación (ProMéxico, 2011). Los productos se caracterizan por tener un alto contenido de diseño y por ser tecnológicamente complejos, y los procesos se caracterizan por usar tecnologías de cómputo (CAD, CAE o CAM), computación de alto rendimiento para el modelado, simulación y análisis, técnicas de prototipado rápido,

robótica avanzada, automatización y otros sistemas de producción inteligente, entre otros. En este sentido, los procesos avanzan desde la ingeniería de proceso hacia la Manufactura Avanzada, para transitar gradualmente hacia la ingeniería de producto y el diseño (ProMéxico, 2014).

En suma, debido a que se involucran requerimientos especializados, los productos y procesos asociados a la Manufactura Avanzada tienden a ser de alto valor. Así, la Manufactura Avanzada permite incrementar el valor agregado que se adiciona a los productos y con esto se puede contribuir a mejorar la posición de las empresas en las CGV.

## 4. LA OPORTUNIDAD DE ESPECIALIZACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA EN CIFRAS

### *Oportunidad por el nicho de mercado.*

Durante el año 2012 México importó cerca de 18.059 millones de dólares en maquinaria para manufactura y procesos productivos, y 2.628 millones de dólares en moldes, troqueles y herramientas. Estas importaciones son causadas por la carencia de una industria local con niveles de calidad y precio comparables. La falta de capacidad para producir estos bienes encarece la manufactura doméstica de piezas (en ocasiones muy sencillas), genera dependencia con los productores y, muchas veces, limita la actividad productiva a la realización de ensambles<sup>4</sup>.

El crecimiento de diversos sectores manufactureros (automotriz, aeronáutico, electrónico, plástico) ha venido acompañado del aumento de su cadena de proveeduría. En el caso de la industria automotriz, éste se ha dado principalmente a través de inversión extranjera directa, con la localización nacional y ampliación de las instalaciones de los proveedores Tier 1 globales asociados a las armadoras. Si bien la localización nacional de la proveeduría Tier 1 es de un 80% aproximadamente, el nivel de proveeduría Tier 2 a Tier n es muy bajo, lo cual indica una fuerte dependencia de importaciones de partes y componentes de subensamble, así como de la maquinaria, equipo y herramientas necesarios para la producción.

Por motivos estratégicos, las empresas Tier 1 están buscando aumentar su porcentaje de localización nacional de proveeduría, lo que representa una oportunidad para las empresas Tier 2, Tier 3 y para empresas de los sectores nacionales para integrarse a esos mercados (FCCT, 2013b).

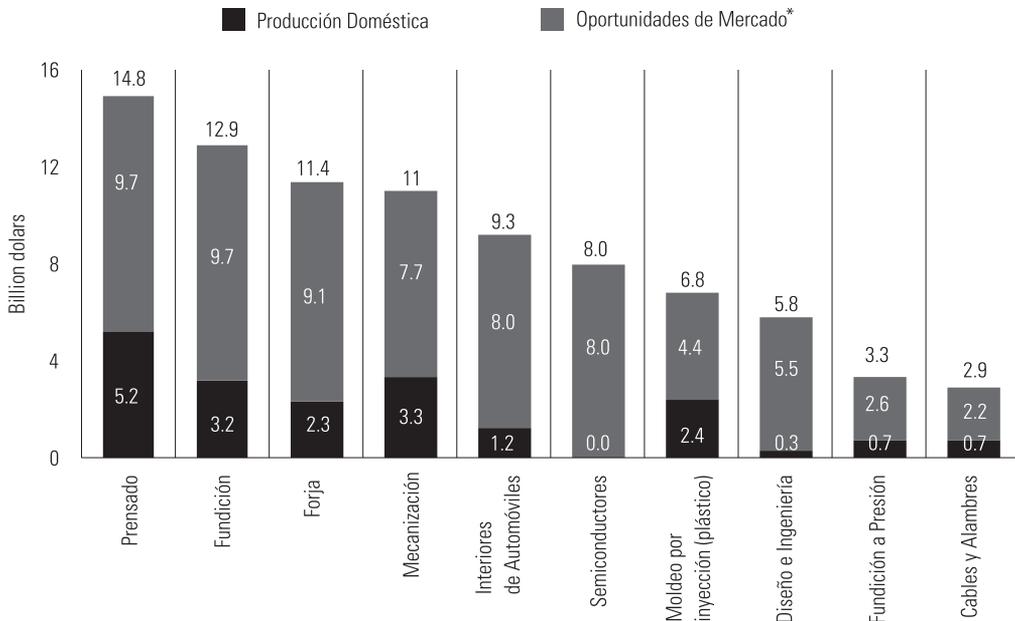
---

<sup>4</sup> Unidad de Inteligencia de Negocios de ProMéxico, basado en Global Trade Atlas.

De acuerdo con la cámara de la Industria Nacional de Autopartes (INA), en la industria de autopartes se importan al año 30.000 mdd de componentes entre partes electrónicas, metalmecánicas y materia prima (aceros, resinas plásticas, textiles, viniles y pieles). El nivel de integración local de los fabricantes Tier 1 establecidos en el país asciende en promedio a 40%, aunque en algunos casos, como los arneses, no alcanza el 10%, y se manufacturan con un 95% de componentes importados. Por ejemplo, en el caso de los cinturones de seguridad y las bolsas de aire, que se fabrican en México, se usan materiales importados; en el caso de las fundas de asientos, el 70% se confecciona con textiles, viniles y pieles provenientes del exterior<sup>5</sup>.

Grupo Prodensa cuantificó las necesidades de proveeduría de la industria automotriz mexicana en 2012 respecto de procesos (Gráfico 3). El 71% de la demanda total se satisface con procesos importados. Esto representa oportunidades para empresas mexicanas o para la llegada de inversión extranjera en Manufactura Avanzada.

**Gráfico 3**  
OPORTUNIDADES EN LA CADENA AUTOMOTRIZ



\*Valor de la Demanda no producida en México

Fuente: Grupo Prodensa, basado en el Global Trade Atlas.

<sup>5</sup> <http://www.manufactura.mx/automotriz/2014/08/04industria-de-autopartes-va-por-inversion-en-tier-2-y-3>.

En la industria del plástico se presenta una situación semejante. Las empresas Tier 1 son mayoritariamente extranjeras, que se han instalado junto a las empresas OEM. Muchas empresas Tier 1 son también Tier 2 para otras Tier 1 de la cadena de suministro. Otras son empresas mexicanas de alto potencial de desarrollo. Las empresas Tier 3 son mayoritariamente empresas mexicanas dedicadas a maquinados de precisión, forja, fundición, fundición a presión (die-casting), troquelado, estampado, etc. Aquí hay un gran potencial de desarrollo de estas empresas, ya que se importan las piezas. Las empresas Tier 4 y más son proveedoras de materia prima. Hay una amplia necesidad de proveeduría de acero, plásticos, aluminio y cobre en el sector, ya que muchas materias primas son importadas (FCCT, 2013b).

### *Oportunidad por el aprendizaje.*

Existen capacidades locales de ingeniería y diseño, que en conjunto con la experiencia en maquinados y procesos de transformación se pueden aprovechar y fortalecer aún más para diseñar y manufacturar localmente este tipo de productos. Esto generaría mayor valor y permitiría mantener el control sobre los bienes de capital, incrementaría la competitividad y reduciría la dependencia tecnológica de las empresas de manufactura mexicanas en los sectores estratégicos al desarrollar las capacidades locales para el diseño, ingeniería y manufactura de bienes de capital.

Si bien se comenzó manufacturando partes, se ha avanzado hacia el ensamblado de sistemas. Hay oportunidades por las debilidades en la proveeduría, más aún, el sector de diseño y Manufactura Avanzada cuenta con casos de éxito, entre los que se destacan<sup>6</sup>:

- Transmisiones para los coches Corvette, Mustang y Hummer diseñadas en la empresa Tremec.
- Chasis de las camionetas Ram diseñados y fabricados por la empresa Metalsa.
- Tren de Minnesota diseñado y manufacturado por Bombardier México.
- Diseño del automóvil deportivo Mastretta.
- Interiores del Dreamliner 787 diseñados en Zodiac México.
- Turbinas de baja presión en ITR.

---

<sup>6</sup> ProMéxico (2011).

- Nuevo Jetta edición Bicentenario, compuesto en un 70% de autopartes provenientes de proveedores mexicanos, con la participación de más de 900 ingenieros mexicanos en el diseño y desarrollo.
- Fusil de asalto FX-05 “Xiuhcóatl”, diseñado y concebido por más de 64 ingenieros militares del Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico de la Industria Militar (CIADTIM).
- Diseño del automóvil Salamandra Lexion de la compañía española Yakey, concebido en México.
- Zonda Telecom, empresa 100% mexicana que diseña teléfonos celulares desde 2002, con presencia en más de 11 países de Centro y Sudamérica.
- Turbina GX diseñada por GE México, donde participaron más de 120 ingenieros.
- Diseño y producción del Chevy C2 por GM México en 2004.
- Diseño y prototipos de piezas del nuevo avión A350, por el Centro de Investigación y Tecnología de Honeywell Aerospace en Mexicali.
- Mabe México compite contra las nuevas marcas americanas, asiáticas y europeas, y ha expandido sus mercados y operaciones de manufactura. Las lavadoras de Mabe se ubican dentro de las mejores a nivel mundial.
- El principal centro de diseño de Delphi se ubica en Ciudad Juárez, Chihuahua. En el Delphi MTC (Mexico Technical Center) se diseñan muchos de los productos y sistemas para clientes en Canadá, México y los Estados Unidos.

### *Oportunidad por el costo de la manufactura.*

Hay también un tema de *momentum*. Diferentes consultoras dan evidencia de los mejores costos de manufactura en México. Alix Partners (2014) señala que en 2013 los costos de México fueron aproximadamente un 16% menores a los de Estados Unidos y 9% menores a los de China.

De acuerdo a estimaciones de KMPG (2014), México tuvo un 18,7% de ventaja de costo sobre Estados Unidos en 2014. KMPG (2014) señala que ofreció el 9,5% de ahorro en costos de manufactura de autopartes respecto de los costos de Estados Unidos.

En el sector aeroespacial, el costo de manufactura fue aproximadamente un 13,3% menos que en Estados Unidos, un 14,2% menos que en Alemania y un 12,8% menos que en Japón.

En 2014, México fue denominado país “estrella naciente” en manufactura por la consultora Boston Consulting Group (Sirkin, Zinser y Rose, 2014). Las perspectivas internacionales indican que hay un incentivo asociado a un menor costo de la mano de obra.

### *¿Qué nos dicen los expertos sobre las oportunidades? Resultados de un FODA.*

El desarrollo de competencias para inducir cambios en la producción industrial hacia procesos de Manufactura Avanzada, asociados al diseño y desarrollo de productos y procesos de manufactura, requiere la participación de los agentes del sistema de innovación: Academia-Formación del Capital Humano (técnicos e ingenieros); Centros Públicos de Investigación y Universidades -Generación de Proyectos de I+D y Transferencia de Conocimiento; e Industria -Actor Principal del Proceso de Innovación.

El documento ProMéxico (2011) descrito en la sección siguiente, que planteó una estrategia para el desarrollo de la Manufactura Avanzada en 2011, incluye un FODA realizado con un grupo de expertos el año 2009, que se mantiene esencialmente actual. En el documento se señala que “...el subsector de Manufactura Avanzada en México representa uno de los subsectores con mayor experiencia y capacidades desarrolladas.

Es por esto que sus principales fortalezas están relacionadas con temas como: la atracción de IED captada durante los últimos años, la capacidad actual de la industria mexicana de absorber y trabajar con tecnologías y la firma de diversos acuerdos comerciales con diferentes regiones del mundo.

La experiencia demostrada en el sector de Manufactura Avanzada, sobre todo en la industria automotriz, representa una de las oportunidades más importantes del sector; en especial, las experiencias exitosas de las empresas en México y la ventaja que ofrece el país en cuanto a sus costos totales de manufactura.

La ventaja de costos representa también un reto, pues si bien coloca al país en una posición especial para atraer proyectos de manufactura, es una ventaja efímera, en tanto que los costos logísticos y de mano de obra no generan otros polos de competitividad. Esto puede perder de vista que la estrategia debe centrarse en desarrollar capacidades que mantengan la competitividad nacional, aun cuando otros países lo puedan hacer de manera más económica.

En contraste, las principales amenazas identificadas por el análisis FODA son las adversidades generadas por la competencia mundial, en especial las que ejer-

cen las economías de países emergentes. Estas amenazas se verán potencializadas si México no logra superar sus principales debilidades, que involucran un bajo nivel de inversión en capacidades de investigación y desarrollo” (véase figura 1).

Entre las fortalezas hay que agregar que se están formando alrededor de 110.000 profesionales de ingeniería y tecnología al año en México, lo cual indica que existen recursos humanos y mano de obra calificada para incorporar en una estrategia de especialización en Manufactura Avanzada.

**Figura 1**  
FODA SOBRE EL SECTOR DE MANUFACTURA AVANZADA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Mayor captación de IED Experiencia demostrada en manufactura Capacidad de trabajar con tecnologías Costos competitivos	Falta de especialización de recursos humanos Bajo nivel de I+D Políticas públicas deficientes Desarticulación de las cadenas productivas
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Búsqueda de empresas de zonas con mayor competitividad Búsqueda de mano de obra calificada y barata Cultura de procesos, estandarización y calidad Aprovechamiento de los acuerdos comerciales	Factores económicos adversos Inseguridad y corrupción Competencia internacional Bloque BRIC

Fuente: Basado en ProMéxico (2011).

## 5. PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS PARA LA ESPECIALIZACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA

El diagnóstico sobre la potencialidad existente en el área de Manufactura Avanzada es compartida por varios agentes del sector público y privado. Hasta la fecha ya se han elaborado dos documentos que fundamentan la oportunidad existente de adoptar un enfoque estratégico para la especialización en Manufactura Avanzada:

1. “Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada”, elaborado por ProMéxico en 2011 (ProMéxico, 2011).
2. “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado”, elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) en 2013.

### *5.1. Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada, elaborado por ProMéxico (2011)<sup>7</sup>*

A fines del gobierno anterior, en octubre de 2011, se publicó un documento titulado “Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada”, el cual fue elaborado por ProMéxico (ProMéxico, 2011)<sup>8</sup>. En este texto se articula una propuesta de estrategia para la especialización en Manufactura Avanzada y propone un mapa de ruta para su implementación. Su enfoque es esencialmente de política de desarrollo productivo.

<sup>7</sup> Esta sección se basa ProMéxico (2011), “Diseñado en México. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada”.

<sup>8</sup> ProMéxico es la entidad del Gobierno Federal mexicano encargada de fortalecer la participación de México en la economía internacional. Para ello, apoya la actividad exportadora de empresas establecidas en el país y coordina las acciones para atraer la inversión extranjera directa a territorio nacional. ProMéxico fue establecido mediante decreto presidencial en 2007, como fideicomiso público sectorizado de la Secretaría de Economía.

Muchos de los elementos incluidos en este mapa confluyen en la dirección de las propuestas planteadas para el caso de EU por el *Executive Office of the President* (2012), un reporte al Presidente de EU sobre cómo capturar ventajas competitivas en Manufactura Avanzada.

La propuesta gira en torno a un mapa de ruta tecnológico (MRT) hacia la Manufactura Avanzada centrada en la gestión de talento y el impulso de las capacidades de diseño, desarrollo e ingeniería en los procesos, productos y materiales producidos en México. Un cambio de paradigma del “Hecho en México” al “Diseñado y Manufacturado en México”. Se enfoca en las capacidades de innovación, en el desarrollo de marcas mexicanas, el diseño de productos, la cadena de suministros, la productividad y todos aquellos factores que brinden ventajas de largo plazo.

El MRT es una herramienta de análisis para el desarrollo de estrategias basadas en la innovación y la tecnología, que se está usando con frecuencia por empresas, industrias, regiones geográficas o países para apoyar sus estrategias. Esta herramienta se basa en la representación gráfica de los principales aspectos de la estrategia a seguir y la definición de hitos que permitan detallar en el tiempo las acciones necesarias para llevar a cabo una estrategia y los recursos necesarios para su implementación.

El MRT puede adoptar varias formas, pero la más común consiste en una gráfica a lo largo del tiempo (eje horizontal) y un conjunto de actividades típicamente agrupadas en cuatro grandes temas: mercado, producto, tecnología y la relación entre ellos (eje vertical). (ProMéxico, 2011, basado en Phaal, Clare y Farrukh, 2004).

En la parte superior del mapa se representan los hitos y objetivos de mercado, así como las tendencias importantes a considerar en el sector que se analiza. Esto, a su vez, se liga a programas específicos o desarrollos de tecnología que se muestran en la representación gráfica del mapa, vinculando servicios y productos futuros, y oportunidades de mercado y/o negocios.

El lanzamiento incluye cinco etapas: (i) Análisis de mercado (priorización), (ii) Sectores / nichos / producto (relacionar hitos del sector y nichos), (iii) Tecnología y plataformas tecnológicas, (iv) Mapeo (líneas de tecnología y mercadotecnia), e (v) Implementación.

De acuerdo con la metodología de la Universidad de Cambridge, ProMéxico y el Centro Nacional de Metrología (CENAM) se desarrollaron las etapas para la conformación del MRT de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada. De esta forma, el trabajo se dividió en cuatro etapas principales: planeación, desarrollo de sistemas de comunicación, acopio de información relevante y diseño e implementación.

El MRT de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada es el resultado del análisis de la industria de Manufactura Avanzada en un período de 15 años, comenzando en 2004 con una proyección hasta 2019. La herramienta está conformada por cuatro secciones: tendencias y conductores, plataformas tecnológicas, factores críticos de éxito y recursos.

Se construyó a partir del punto de vista de un grupo de líderes de los sectores automotriz, aeroespacial y electrónico, así como representantes de la academia, centros de investigación y gobierno.

Tendencias y conductores: ambiental (e.g. oportunidades de negocio asociadas al crecimiento de la economía baja en carbono, el desarrollo de tecnologías con mayor eficiencia ambiental, el impulso e implementación de procesos eficientes de consumo de energía; la mayor competencia por la obtención de los recursos naturales, las nuevas regulaciones ambientales y el aumento de la demanda por productos verdes), político-legal, social (e.g. oportunidades asociadas a la oferta de recursos humanos de ingeniería), económico (e.g. el carácter cada vez más exigente de los contratistas genera un ambiente más competitivo, interés por cadenas de proveeduría lo más completas y robustas posible), tecnología (e.g. elaboración de modelos y prototipos más sofisticados, al igual que procesos de desarrollo más estructurados, para reducir los tiempos y costos del ciclo de ingeniería y desarrollo, los cuales impulsarán nuevas inversiones de I+D, uso más intensivo de las tecnologías de la información, con lo que se estima una pronta evolución hacia la Manufactura Avanzada de materiales avanzados, nanotecnología y biotecnología, etc.)

Gestión del talento. Se identifican las tendencias nacionales e internacionales en la gestión de talento. Emerge la necesidad de una fuerza de trabajo con capacidades elevadas de ingeniería y ciencias, que deben complementarse con habilidades y competencias que permitan un buen desempeño en distintas disciplinas. A nivel internacional, se está observando una clara reducción en las fuentes de talento de disciplinas científicas e ingenierías, principalmente en los países desarrollados.

A nivel nacional, la evidencia sugiere que México se está convirtiendo en la reserva de ingenieros de Norteamérica, al generar más ingenieros que cualquier otro país del continente. Eso determina que los esfuerzos en gestión de capital humano deberán enfocarse en la identificación de profesionales de alto nivel y en la retención del talento nacional.

Definición de hitos estratégicos. El grupo de trabajo del MRT de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada definió los principales hitos identificables en un corto, mediano y largo plazo, los que se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
**HITOS ESTRATÉGICOS DEL MRT DE MANUFACTURA AVANZADA**

<p><b>Corto plazo (2010-2011)</b></p>	<p>Programa de incentivos para la creación de capacidades en diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada.</p>	<p>Desarrollo de talento</p>	<p>Apoyo a programas flexibles de capacitación (programas académicos, estancias técnicas e industriales, nacionales e internacionales), para lograr que el 15% de los egresados de ingeniería se integren rápidamente a la industria en funciones de I+D+i.</p>
<p><b>Media-no plazo (2012-2015)</b></p>	<p>Creación de un fondo revolvente PPP (Public-Private-Partnership) de 77 millones de dólares para apoyar la línea de diseño, ingeniería y manufactura avanzada.</p>	<p>Desarrollo de talento</p>	<p>Apoyo al desarrollo y creación de infraestructura para diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada, para lograr al menos tres centros o redes de excelencia a nivel nacional que cubran todo el proceso y estén orientados a los sectores usuarios de aeronáutica, automotriz, electrónico-electrónico, electrodomésticos, energético y similares</p>
<p><b>Largo plazo (2015-2020)</b></p>	<p>Incrementar las capacidades de infraestructura en el país para llevar a cabo pruebas físicas y virtuales, aprovechar las capacidades actuales para consolidar seis centros de manufactura y diseño, así como laboratorios de pruebas de clase mundial con sus respectivas redes en la República Mexicana (contribución de este sector con el 5% del PIB nacional).</p>	<p>Desarrollo de talento</p>	<p>Creación de infraestructura</p>
		<p>Formación de unidades de vinculación y transferencia de conocimiento</p>	<p>Alcance mundial de las relaciones y proyectos gestionados por las unidades de vinculación, con el 60% de sus proyectos en grupos interdisciplinarios e internacionales, y con un manejo de recursos que se destinen en un 30% a la investigación.</p>

Fuente: ProMéxico (2011)

## 5.2. *Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado, elaborado por el FCCT (2013ab)*<sup>9</sup>

La Ley de Ciencia y Tecnología mexicana le asigna al FCCT<sup>10</sup> un rol en el proceso de consulta para la elaboración del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI, 2014-2037). En este marco, el FCCT lideró la identificación de un conjunto de “Iniciativas estratégicas de Ciencia, Tecnología e Innovación para la solución de problemas nacionales prioritarios”.

En este ejercicio desarrollado durante 2013 participación activamente representantes de diferentes comunidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), del sector académico, empresarial e incluso funcionarios de CONACYT, de diferentes niveles. El punto de partida de este proceso fue la convicción de que el escenario nacional presentaba condiciones propicias para formular iniciativas novedosas, que rompieran paradigmas y generaran un efecto-demonstración contundente, que permitiera situar claramente, ante los sectores público, privado y social, el valor y la pertinencia de la CTI para el desarrollo económico y social de México.

El nuevo plan del sector debía contener, de acuerdo a las modificaciones a la Ley de Ciencia y Tecnología de 2009, una perspectiva de largo plazo (25 años). Adicionalmente, existía el compromiso, desde la Presidencia de la República, de incrementar gradualmente la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), a fin de que este indicador alcanzara la meta del 1% del PIB.

Estas condiciones parecían brindar una oportunidad histórica para acelerar el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales en CTI, pero, además, ofrecer la posibilidad de inducir un mayor esfuerzo orientado y concentrado en los grandes problemas nacionales, que permitiera alcanzar resultados en el corto y mediano plazo, y que revelara con mayor contundencia las contribuciones de la CTI al desarrollo económico y el bienestar social del país.

A continuación se describen los rasgos generales de la propuesta de iniciativas estratégicas (FCCT, 2013a) y posteriormente se presenta la iniciativa estratégica de Manufactura Avanzada (FCCT, 2013b).

<sup>9</sup> Se basa en la propuesta presentada por el FCCT.

<sup>10</sup> El Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. es un órgano autónomo y permanente de consulta del Poder Ejecutivo mexicano, del Consejo General de la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, y de la Junta de Gobierno del CONACYT, que tiene por objetivo promover la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.

### 5.2.1. El proyecto de iniciativas estratégicas<sup>11</sup>

#### Premisas.

- El conocimiento científico y tecnológico es un bien público cuya adecuada promoción y gestión puede convertirlo en una palanca formidable para el desarrollo económico y social.
- La innovación es una fuente fundamental para la productividad, la competitividad, el crecimiento y el desarrollo.
- El diseño del PECITI en un horizonte de 25 años constituye una oportunidad paradigmática para la formulación de proyectos innovadores disruptivos que generen liderazgo nacional en ciertos sectores y tecnologías.
- Existe un creciente interés nacional por promover las actividades de CTI. Ello demanda una respuesta contundente que permita la obtención de resultados convincentes en el corto y mediano plazo.
- Un reto es la profundización y la transformación estructural del Sistema Nacional de CTI para acelerar su desarrollo, a fin de aprovechar las oportunidades existentes.
- En un horizonte de cinco años se pueden promover iniciativas novedosas y otras formas de acción que sirvan de casos de éxito ejemplares, para que actúen como catalizadores que aceleren la transformación del Sistema Nacional de CTI y su impacto económico-social.
- Se requiere una decisión estratégica focalizada, que promueva la integración y la coordinación entre agentes e instituciones a fin de evitar la dispersión de esfuerzos y la pulverización de los recursos públicos.
- Es esencial lograr un mayor involucramiento, articulación y coordinación de todos los agentes del Sistema Nacional de CTI, particularmente se necesita un mayor compromiso del sector privado para hacer crecer la inversión, y una alianza más firme y estrecha con gobierno y la academia.

Con estas premisas se planteó la necesidad de avanzar hacia una propuesta estratégica que incluyera:

- *Definición de programas prioritarios nacionales*, alineados con los objetivos sectoriales definidos en el Plan Nacional de Desarrollo y con los diferentes planes sectoriales.
- *Definición de una o dos iniciativas estratégicas* por cada programa prioritario.
- *Definición de una cartera de proyectos en cada iniciativa estratégica.*

---

<sup>11</sup> Esta sección se basa en FCCT (2013a).

En otras palabras, se planteó la importancia de identificar, seleccionar y promover proyectos estratégicos concretos con alta posibilidad de éxito, que sirvieran como un ejemplo para generar una percepción positiva, entre todos los agentes, del valor estratégico de la CTI para impulsar el desarrollo del país.

Se adoptó un enfoque transversal de la CTI, pues los problemas prioritarios requieren la confluencia de diferentes áreas de conocimientos, sectores, regiones y Secretarías de Estado. Una de las preocupaciones era cómo asegurar que el entramado institucional no obstaculizara la estrategia y permitiera la articulación de los componentes y de todos los agentes.

### **Etapas de la metodología.**

El proceso se desarrolló a lo largo de varias etapas:

1. Revisión de estudios previos, donde se identificaban temas/sectores/áreas estratégicos realizados por otros agentes. Estos documentos reflejaban el interés de los agentes centrales de la CTI por avanzar hacia propuestas estratégicas. Se revisaron los temas estratégicos incluidos en el Plan Nacional de Desarrollo y en los planes sectoriales, para asegurar la congruencia entre las ideas desarrolladas por los agentes con el proceso de planeación nacional. Estos fueron insumos esenciales para detonar el proceso.
2. Se integró un grupo de más de 100 especialistas de diferentes temáticas, el cual incluía agentes de la academia, del sector público y del sector privado, considerando diversidad de disciplinas, géneros, instituciones y áreas geográficas.
3. En cada temática el grupo de especialistas identificó un programa prioritario y una o dos Iniciativas Estratégicas, que fueron vistas como oportunidades estratégicas. En total se identificaron nueve Programas Prioritarios y 21 Iniciativas Estratégicas.
4. Cada subgrupo aplicó los criterios listados posteriormente para fundamentar la(s) Iniciativa(s) Estratégica(s) que proponían. Se elaboró un documento para cada Iniciativa Estratégica con argumentos para sustentar cada uno de los criterios señalados. El documento de propuesta de cada Iniciativa Estratégica debía contener un conjunto específico de rubros, listados en el Anexo 1.
5. Se integraron 22 documentos de Iniciativas Estratégicas y todos los grupos discutieron conjuntamente en un taller con el objetivo de compartir estas propuestas y afinar los resultados. En este taller participó el director general

Continúa siguiente página

de CONACYT, algunos de sus directores adjuntos y el coordinador de CTI de la Oficina de la Presidencia. Este taller contribuyó a mejorar las propuestas y a dialogar más ampliamente con las autoridades de CTI. Asimismo, se hicieron presentaciones de esta propuesta en diferentes órganos de gobierno del sector de CTI para sensibilizarlos y recibir retroalimentación, en particular en la Junta de Gobierno de CONACYT, el Comité Intersecretarial de Presupuesto y el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, donde participa el Presidente de la República.

6. Se entregó la propuesta de Iniciativas Estratégicas a CONACYT, para alimentar el proceso de consulta del PECITI.

### **Criterios para seleccionar los Programas Prioritarios y las Iniciativas Estratégicas.**

Los Programas Prioritarios se definieron a partir de los siguientes criterios (FCCT, 2013c):

1. Consistencia con políticas nacionales.
2. Orientación a problemas, necesidades u oportunidades de desarrollo basado en CTI.
3. Oportunidad de consenso y acuerdos con sectores clave.
4. Iniciativas integrales, campos amplios, transversales.
5. Pertinencia económica, social, ambiental.
6. Potencial de creación de valor.
7. Aprovechamiento de capacidades de CTI existentes.
8. Potencial de articulación y alianzas.

Los criterios usados para identificar las Iniciativas Estratégicas dentro de los Programas Prioritarios fueron:

1. Creación de valor económico y social a través de la CTI
2. Potencial de mercado
3. Plazo de ejecución (implementación antes de la finalización de la actual administración)
4. Alianza gobierno-academia-empresa desde la definición del proyecto
5. Utilización de ciencia y tecnología de vanguardia, competitiva a nivel internacional
6. Conexión con la infraestructura científica y tecnológica nacional
7. Generación de científicos y tecnólogos en todo el país
8. Impulso y/o fortalecimiento al desarrollo regional y estatal

9. Transversalidad y externalidades del proyecto (contribución a la solución de otros problemas sectoriales, regionales y estatales).
10. Aprovechamiento de oportunidades existentes o potenciales.

El anexo 2 lista los Programas Prioritarios y las Iniciativas Estratégicas identificadas. Muchos de éstos fueron incorporados en el PECITI.

### *5.2.2. La Iniciativa Estratégica de Manufactura Avanzada<sup>12</sup>*

En torno a la Manufactura Avanzada, se identificó una Iniciativa Estratégica titulada “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado”. Su objetivo es alinear el esfuerzo de empresas, instituciones académicas y gobierno para el incremento en la participación de las empresas mexicanas en las cadenas de valor de la industria mediante la Manufactura Avanzada.

El texto del FCCT sobre Manufactura Avanzada se construyó a partir del documento de ProMéxico (2011), pero éste fue adaptado al nuevo contexto nacional e internacional del año 2013. La Tabla 2 contiene información para argumentar cómo la Iniciativa Estratégica de Manufactura Avanzada cumple con los criterios señalados.

---

<sup>12</sup> Esta sección se basa en FCCT (2013b).

**Tabla 2**  
**CRITERIOS PARA DEFINIR LA OPORTUNIDAD EN MANUFACTURA AVANZADA (FCCT)**

Criterio	JUSTIFICACIÓN
Creación de valor económico y social a través de la CTI	Reducir las importaciones de bienes de capital (\$20.687mdd en 2012) mediante el fortalecimiento de las competencias en Manu-factura Avanzada de los proveedores actuales y mediante la formación de nuevas empresas de base tecnológica.
Potencial de mercado	Se puede aproximar por el valor de las importaciones de componentes para la manufactura más las importaciones de bienes de capital. Durante el año 2012 México importó cerca de \$21 mil mdd en bienes de capital, moldes, troqueles y herramientas. Cada punto porcentual de valor agregado nacional tiene un valor estimado de \$3019 millones de dólares.
Plazo de ejecución	El horizonte de tiempo para las acciones hasta 2018 es suficiente para generar resultados (reducir importaciones de bienes de capital, crear empresas, constituir una red de centros de Manufactura Avanzada), como parte de un proyecto de más largo plazo.
Alianza público-privada	Se proponen proyectos conjuntos con universidades y centros públicos de investigación para generar alianzas público-privadas en la incubación de empresas.
Uso de C&T competitiva a nivel internacional	Fomentar alianzas con centros reconocidos de Manufactura Avanzada y universidades extranjeras que dominan el tema, y articu-lar un sistema de compensaciones industriales (OFFSET) para la IED.
Conexión con la infraestructura de C&T nacional	La estrategia implícita en las acciones propuestas se basa en el uso de la infraestructura existente.
Contribución a la generación de científicos y tecnólogos	La formación de recursos humanos especializados, que realicen actividades de apoyo a la innovación, en un esfuerzo colaborativo de las instituciones académicas y las empresas, ampliará la comunidad de expertos en ambos sectores, que deberán elevar el nivel de la ingeniería y la generación de tecnología propia en el país.
Impulso al desarrollo regional y estatal	La construcción de cadenas de proveeduría tiene un enfoque regional y sectorial. La vocación industrial de cada región y estado del país determinará la necesidad específica de avance en los procesos de manufactura de las industrias locales.
Transversalidad y externalidades de la iniciativa	La generación de valor en Manufactura Avanzada tiene un efecto multiplicador en otros sectores de actividad económica, así como en la cultura industrial de las sociedades regionales, en particular en la presión por la mejora de los sectores educativos.
Aprovechamiento de oportuni-dades existentes o potenciales	El resurgimiento de la preocupación por la Manufactura Avanzada en Estados Unidos, la Unión Europea y Asia ha llevado a elaborar mapas de ruta y programas para actualizar tecnológicamente a las empresas; esto abre oportunidades de colaboración internacional que pueden dinamizar los esfuerzos nacionales en esta materia. Se estima que México puede capturar el 25% de la manufactura que regrese a los EU resultado del "US Manufacturing Renaissance", debido al alza en los costos de logística y fabricación en China. La escasez de talento en STEM en países desarrollados, dentro de ellos en EU, abre la oportunidad para la formación y retención de talento altamente especializado en Manufactura Avanzada, la generación de capacidades locales con la creación de empresas nacionales productoras de bienes de capital y la atracción de negocios de mayor valor agregado.

Fuente: FCCT (2013a).

A partir de la experiencia de ProMéxico (2011) se propuso el enfoque de *Mapa de Ruta* para identificar acciones concretas, de corto y largo plazo, para coordinar las actividades derivadas de esta iniciativa. Este enfoque obliga a dar un seguimiento y evaluación de la pertinencia de las inversiones del pasado y, sobre todo, las nuevas inversiones en infraestructura y formación de recursos humanos especializados en el área de Manufactura Avanzada.

El documento propone una cartera de proyectos específicos para implementar la Iniciativa Estratégica, que se presenta en la Tabla 3.

Asimismo, se plantea un conjunto de productos que se espera obtener de los proyectos asociados a esta iniciativa estratégica:

- Implementar el MRT de ProMéxico, para fortalecer las cadenas de valor de las empresas, que incluya un sistema de seguimiento y métrica de resultados.
- Homologar los programas de formación de especialistas en Manufactura Avanzada respecto de países líderes.
- Incrementar el número de empresas que se integran a las cadenas de proveeduría nacionales y extranjeras, un mínimo de 3% anual.
- Incrementar 3% anual el monto de nuevos negocios en las cadenas de valor.
- Transferir tecnologías originales a las cadenas de proveeduría.

La propuesta para el financiamiento depende de cada acción concreta, que va desde el uso de programas de fomento existentes, hasta esquemas coordinados entre CONACYT, la Secretaría de Economía, específicamente ProMéxico, y la Subsecretaría de Industria y Comercio, Bancomext y NAFIN.

**Tabla 3**  
**CARTERA DE IDEAS PARA PROYECTOS ASOCIADOS A LA INICIATIVA ESTRATÉGICA DE MANUFACTURA AVANZADA**

Acciones/alcance	Objetivo específico	Posibles participantes	Metas	Retos
a) Actualización del Mapa de Ruta Tecnológico de Manufactura Avanzada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con una guía estratégica para las actividades de la iniciativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ProMéxico</li> <li>CONACYT</li> <li>Centros Públicos-CONACYT</li> <li>Universidades</li> <li>Cámaras empresariales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 MRT para fortalecer las cadenas de valor de las empresas y dar seguimiento al 100% de las brechas identificadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con programas que conviertan el MRT de una guía estratégica en un mecanismo efectivo para avanzar en la mejora de la industria</li> </ul>
b) Fortalecer y ampliar los programas de formación en Manufactura Avanzada a niveles técnico, profesional y posgrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponer de programas de formación de nivel internacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CONACYT</li> <li>Centros Públicos-CONACYT</li> <li>Universidades</li> <li>SEP</li> <li>SRE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crecimiento del 10% anual en la matrícula de personal de las empresas inscritas en los programas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir fuentes adicionales de financiamiento</li> </ul>
c) Integrar una red de centros especializados en Manufactura Avanzada que apoyen iniciativas específicas de empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponer de capacidades de respuesta para llevar a la realidad nuevas iniciativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ProMéxico</li> <li>CONACYT</li> <li>Centros Públicos-CONACYT</li> <li>Universidades</li> <li>Cámaras empresariales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento al 100% de las brechas identificadas en el MRT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr un elevado nivel de participación de empresas tractoras*</li> </ul>
d) Integrar un consorcio público- privado que apoye el desarrollo de proyectos de innovación de empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiar la innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ProMéxico</li> <li>CONACYT</li> <li>Cámaras empresariales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multiplicador de 4x de la inversión pública anual en los programas asociados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir mecanismos de gestión ágiles y efectivos</li> </ul>
e) Integrar un portafolio de nuevos desarrollos tecnológicos necesarios para llenar brechas en el MRT de Manufactura Avanzada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un liderazgo en tecnologías emergentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ProMéxico</li> <li>CONACYT</li> <li>Centros Públicos-CONACYT</li> <li>Cámaras Empresariales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multiplicador de 10x de la inversión pública anual en los programas asociados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir fuentes adicionales de financiamiento</li> <li>Alinear y dirigir el talento creativo hacia la solución de retos de alto valor y promover la creación de nuevos modelos, procesos y productos avanzados</li> </ul>

\* Son empresas grandes que generan un mercado significativo para el crecimiento y apuntalamiento de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs),

Fuente: FCCT (2013b).

## 6. PROPUESTA DE POLÍTICAS PARA APROVECHAR LA OPORTUNIDAD

Esta sección discute las características de una estrategia de política para apoyar a un sector estratégico, como lo debiera ser la Manufactura Avanzada.

### ¿Hay demanda de mercado para una estrategia de Manufactura Avanzada?

El crecimiento observado en diversos sectores manufactureros en México, que están conectados a CGV (automotriz, aeronáutico, electrónico, plástico) requiere de un crecimiento *pari pasu* de su cadena de proveeduría, lo cual significa una alta demanda de insumos. Esta demanda creciente incluye productos con un mayor contenido de diseño y tecnológicamente complejos, y procesos más intensivos en conocimiento, apoyándose en tecnologías de la información, modelado y simulación en el diseño.

Dicha demanda puede ser satisfecha por un sector de Manufactura Avanzada en México. Como se describe en la sección 4, hay un gran potencial para productos y procesos de Manufactura Avanzada. En productos, en 2012 México importó cerca de 18.059 millones de dólares en maquinaria para manufactura y procesos productivos y 2.628 millones de dólares en moldes, troqueles y herramientas, que representan un espacio para la sustitución de importaciones.

En el caso de la industria automotriz, no hay suficientes Tier 2 y 3 localizados en México; el nivel de integración local de los fabricantes Tier 1 establecidos en el país asciende en promedio a 40%, aunque en algunos casos -como los arneses- no alcanza el 10%, y se manufacturan con un 95% de componentes importados. En procesos, el 71% de la demanda total de procesos de la industria automotriz se satisface con procesos importados.

Si bien hay que atender a problemas regulatorios, como el contenido local, hay que considerar que la globalización pone límites a las políticas de contenido nacional, pero no son tan rígidos como los ha asumido el gobierno mexicano. México ha tendido a ponerse ataduras, más allá de las que imponen los acuerdos comerciales y los organismos internacionales.

Asimismo, muchas de las empresas conectadas a CGV que operan en México, tanto subsidiarias como nacionales, aplican a fondos públicos de fomento a la innovación o al desarrollo productivo. En este sentido, pueden ser sensibles a los incentivos provenientes de una estrategia de fomento al sector de Manufactura Avanzada. El Anexo 4 presenta los sectores apoyados por el Programa de Estímulos a la Innovación, el principal instrumento de apoyo directo a la innovación operando en México en 2015. Los sectores conectados a las CGV aparecen entre los principales sectores beneficiados.

### **Los vaivenes de la definición de sectores estratégicos o prioritarios**

El caso mexicano muestra que han habido dificultades para enfocarse en sectores estratégicos/prioritarios y ponerlos en el centro de una estrategia de desarrollo.

Existen mayormente políticas horizontales de estímulo a la I+D y al desarrollo tecnológico. Desde el año 2009, el Programa de Estímulos a la Innovación, administrado por CONACYT, concentra los apoyos principales del Gobierno Federal a la innovación, del orden de US\$228.066 en 2013.

La Secretaría de Economía, dirige el Comité Intersectorial de Innovación, donde también participa CONACYT, pero administra muy pocos fondos. Por ejemplo, en el fondo FINNOVA (fondo sectorial conjunto de CONACYT-Secretaría de Economía) se aplicaron US\$22.806 en 2012. En el anexo 3 se listan los principales instrumentos de CONACYT en 2012 y los recursos asignados.

Por el lado de las políticas verticales, se han definido 14 sectores estratégicos en la Secretaría de Economía, pero sólo para algunos de ellos hay programas de apoyo, como es el caso de:

- Aeroespacial
- TIC y Software (PROSOFT)
- Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (PROIAT)

A su vez, ProMéxico da atención especial a un conjunto de sectores con potencial para la exportación:

- Tecnologías de la información
- Industria aeroespacial
- Eléctrico/electrodomésticos
- Farmacéutico
- Industrias creativas
- Industria automotriz (terminal)

- Autopartes
- Alimentos procesados
- Turismo de salud

Se han realizado diferentes esfuerzos para definir sectores prioritarios en el área de CTI. En cada PECITI, que es elaborado cada seis años por CONACYT, se hace una definición de sectores prioritarios, que varía poco entre programas. Pero ninguno de los intentos ha conducido a definir una selectividad en las políticas que se tradujera en apoyos focalizados. Varios de los programas existentes incluyen los sectores estratégicos. En el PECITI 2014-2018 (pág. 31) se incluyó, una vez más, una lista de temas prioritarios, y en este caso fueron siete temas, que incluyeron 35 prioridades:

- Ambiente
- Conocimiento del universo
- Desarrollo sustentable
- Desarrollo tecnológico
- Energía
- Salud
- Sociedad

Las prioridades que se listan en todas las instancias que las definen no son contradictorias, pero tampoco son necesariamente congruentes, lo cual reduce su efectividad. Asimismo, no ha habido un enfoque consistente y persistente en prioridades nacionales.

### **Una estrategia con dos componentes**

Dado el contexto institucional, los grupos de poder y los limitados recursos, parece apropiado diseñar e implementar una estrategia de CTI con dos componentes articulados (FCCT, 2013c):

- Componente incremental: Busca expandir las capacidades existentes de CTI en el ámbito nacional, regional y estatal.
- Componente estratégico: Está orientado a la solución de grandes problemas nacionales en un horizonte de corto y mediano plazo (cinco y 10 años).

El componente estratégico no es restrictivo o sustitutivo del componente incremental, que apoya y da continuidad a los programas ya existentes. Por el

contrario, busca fortalecer y articular transversalmente las diferentes iniciativas y programas de apoyo a la CTI, considerando la formación de recursos humanos de alto nivel en ciencia básica, ciencia aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, sobre la base del criterio de solución a problemas nacionales prioritarios.

En el componente estratégico tienen cabida las propuestas de *definición de una o dos iniciativas estratégicas dentro de los programas prioritarios nacionales*, que ya fueron definidos, como es el caso de la oportunidad identificada en el “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado” que se inserta en el programa prioritario nacional Manufactura Avanzada.

Para implementar esta propuesta de enfoque en programas prioritarios nacionales e iniciativas estratégicas es necesario resolver la institucionalidad de los mismos. Para eso se propone crear un “comité intersectorial y de vinculación” para cada uno de los programas prioritarios y dotarlos con asignación de presupuesto.

### **Los comités intersectoriales y de vinculación para la gestión de prioridades.**

El Artículo 8 de la Ley de Ciencia y Tecnología señala: “El Consejo General podrá crear comités intersectoriales y de vinculación para atender los asuntos que el mismo Consejo determine relacionados con la articulación de políticas, la propuesta de programas prioritarios y áreas estratégicas, así como para la vinculación de la investigación con la educación, la innovación y el desarrollo tecnológico con los sectores productivos y de servicios. Salvo el comité a que se refiere el Artículo 41, estos comités serán coordinados por el secretario ejecutivo, los que contarán con el apoyo del CONACYT para su eficiente funcionamiento. En dichos comités participarán miembros de la comunidad científica, tecnológica y empresarial.”

Es decir, la Ley de Ciencia y Tecnología abre un espacio específico para la gestión de áreas estratégicas, como son los “comités intersectoriales y de vinculación”. Estos comités son la expresión del enfoque transversal de la política de CTI, dado que deben estar integrados por representantes de diferentes Secretarías de Estado, además de miembros de la comunidad científica, tecnológica y empresarial.

La propuesta es crear un comité para cada programa prioritario. Podría estar integrado por siete u ocho miembros, con un líder reconocido en el área. Cada uno de estos comités podría tener un subcomité operativo para cada iniciativa estratégica/proyecto. Las actividades de cada comité intersectorial y de vinculación serían de tutelaje y evaluación continua, así como de definición de las fases de los proyectos y de los diferentes apoyos. En los subcomités operarían las iniciativas estratégicas.

### **Los recursos**

Esta estrategia propone asignar 1.000 millones de pesos a cada iniciativa estratégica por año (70 millones de dólares aproximadamente), en este caso a la inicia-

tiva de “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado”. Para esto se podrían combinar dos fondos existentes en CONACYT, el programa de Fondos Institucionales (FOINS) y el Fondo de Cooperación Internacional en C&T (FONCICYT) para los componentes internacionales. Algunas iniciativas estratégicas se podrían articular con los fondos sectoriales.

La asignación de recursos CONACYT podría operar a través del mecanismo de los fondos en competencia, en tres etapas: (i) fase 1: convocatoria de ideas, (ii) fase 2: financiamiento para presentar proyectos a las ideas seleccionadas y (iii) fase 3: financiamiento de los proyectos seleccionados.<sup>13</sup> Adicionalmente, las temáticas de las iniciativas estratégicas, como la de “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado”, se podrían incluir en el listado de temas de los instrumentos existentes del componente incremental, para generar variedad de ideas y propuestas.

Pero existen otros recursos públicos para apoyar una estrategia de esta naturaleza. El diagnóstico de la estructura de apoyos a la innovación en México muestra que hay una desarticulación entre diversos programas que son gestionados por diferentes Secretarías de Estado, CONACYT y otras agencias públicas, como Bancomext y NAFIN, entre otras (Comité Intersectorial de Innovación, 2014). Esto sugiere que es necesario hacer un uso más eficiente de los recursos públicos y coordinar los diferentes apoyos.

Sin embargo una estrategia de esta naturaleza, que integra sector público, academia y sector privado, requiere integrar recursos públicos y privados. En este sentido, se requiere definir un plan de apoyo que combine recursos públicos y privados, con compromisos claros, que parta de un mayor porcentaje de aportes públicos y vaya reduciendo gradualmente la participación pública.

Un esquema así refuerza el carácter catalítico de la política de innovación, ya que no sólo el mayor esfuerzo público se financiará a través de la mayor recaudación asociada al incremento del producto resultante, sino que en la medida en que avanza el proceso y se crean nuevas dinámicas en el sector productivo, se reducen las necesidades de la intervención pública, ya que incentivará a que el sector privado incremente su gasto en I+D. En este sentido, se generan economías de aprendizaje dinámicas.

---

<sup>13</sup> El tema de cuánta competencia es necesaria para una asignación eficiente de recursos públicos está abierto a la discusión a nivel internacional. Por un lado, la asignación directa podría ser más eficiente, en términos de alcanzar los objetivos más rápidamente, pero puede incrementar los problemas de agencia. Por otro, existen fuertes críticas a los fondos competidos (Huffman y Just, 2000; García y Sanz-Menéndez, 2005; Laudel, 2005; Vera-Cruz et al, 2008).

## 7. REFLEXIONES FINALES: EL RETO DE ENFOCARSE E IMPULSAR SECTORES ESTRATÉGICOS

En México existe un marco institucional adecuado para diseñar la estrategia que se propone en este documento. Existe un conjunto de leyes, regulaciones e instrumentos necesarios para asegurar el diseño y la implementación de políticas públicas en CTI.

La Ley de Ciencia y Tecnología de 2002 proporciona un marco legal para el sector, bajo la rectoría del CONACYT. Introduce un enfoque transversal y sistémico de la CTI, se preocupa por la regionalización, a través de instituciones que busquen articular las políticas federales y locales, y abre el espacio para ampliar la participación de las comunidades de CTI bajo el liderazgo de la Presidencia.<sup>14</sup> En los órganos de decisión del sector también participan líderes empresariales.

Si bien la ley de Ciencia y Tecnología de 2002 sólo se refiere a Ciencia y Tecnología, en 2011 se introducen modificaciones para incorporar explícitamente el concepto de innovación, reconociendo la relación entre ciencia, tecnología e innovación y la necesidad de construir un sistema nacional de CTI. Las modificaciones del año 2011 también incluyen una visión de largo plazo para el PE-CITI. Esto trajo a la discusión una visión más estratégica de la CTI, lo que ha estimulado la conexión de la CTI con objetivos a largo plazo relacionados con el desarrollo económico y el bienestar social.

El esfuerzo financiero para estimular los programas de CTI no ha seguido el ritmo de la trayectoria institucional. La evolución del GIDE como porcentaje del PIB no muestra cambios significativos desde 1980, y se ha mantenido por debajo del 0,5%.

La nueva administración ha expresado su compromiso de aumentar el gasto público en I+D, inducir de esta forma al gasto privado y procurar alcanzar el 1% del PIB para 2018. El primer paso fue de nuevo un movimiento institucional, la creación de la Coordinación de CTI en la Oficina de la Presidencia en enero de

---

<sup>14</sup> El Presidente dirige el Consejo General de la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, máximo órgano del sector de CTI.

2013. Prueba de este compromiso es el aumento del 19,5% en el presupuesto de CONACYT en 2014.

Sin embargo, este incremento no va a cambiar significativamente el porcentaje del GIDE en el PIB, que probablemente llegará a una cifra cercana a 0,5%. Lo positivo es que podría representar una inflexión hacia el crecimiento. Desafortunadamente, los nuevos recortes del gasto público, como consecuencia de la caída del precio del petróleo y sus implicaciones para el presupuesto del Gobierno Federal son nuevamente una luz roja en las intenciones de incrementar el gasto público en I+D.

Sin embargo, se han observado dificultades para operar el marco institucional construido, asociadas principalmente a la gobernanza del sistema. Se destacan a continuación siete elementos.

1. Existe una indefinición de responsabilidades de los secretarios de Estado respecto de las actividades de CTI. Como argumenta Puchet et al (2013), esto hace difícil articular transversalmente a las Secretarías de Estado. Si bien existen Comités Intersecretariales (e.g. Planeación y Presupuesto; Innovación), donde deben asistir los secretarios de Estado, envían representantes, y en muchas ocasiones diferentes representantes a las reuniones, lo que dificulta avanzar en el proceso de aprendizaje con habilidades y conocimientos y generar un diálogo constructivo.
2. Existen visiones dispares de los agentes que participan en estas instancias, lo que da como resultado diferentes interpretaciones de la discusión. Esto se traduce en acciones que no necesariamente confluyen hacia el mismo objetivo.
3. Existen grupos de poder que ocupan varios/todos de los espacios de toma de decisiones y hacen difícil introducir cambios que afecten sus intereses, particularmente en la asignación de recursos. Corona et al (2011) argumenta que la capacidad del CONACYT de gobernar al Sistema Nacional de CTI ha sido restringida por la fuerte influencia de las elites científicas sobre la toma de decisiones, el proceso de evaluación, la definición de objetivos y la conducción de la política de CTI.
4. Dutrénit y Puchet (2015) discuten las diferencias entre las leyes y regulaciones que articulan el marco institucional y las reglas de juego que gobiernan los procesos de CTI. En el gobierno de la CTI, la estrategia dominante que han seguido los responsables de las políticas ha sido la de cambiar las leyes y otras regulaciones formales, muchas veces de acuerdo con su visión de la experiencia internacional. Pero estos cambios no logran transformar muchas de las reglas del juego que rigen los procesos de CTI.

5. Dificultades para consensuar prioridades. En los Programas de CTI se han incorporado prioridades que no han emergido de ejercicios participativos y consensuados. Esas prioridades no han estado en el centro del diseño de las políticas de CTI. Se han distribuido recursos escasos sin prioridades, lo que ha contribuido a un crecimiento gradual, pero lento, de las capacidades de CTI.
6. Fallas de coordinación. Se han observado tanto fallas público-público (e.g. entre diferentes programas que atienden demandas semejantes), como público-privado (asociadas a las dificultades para enfocar a ambos sectores hacia un mismo objetivo).
7. Problemas de agencia. Adicionalmente, hay una fuerte propensión a la captura de los grandes grupos nacionales y extranjeros.<sup>15</sup>

Este marco institucional y de gobernanza tienen virtudes y áreas de oportunidad. Pero parece adecuado para albergar una estrategia de enfoque hacia sectores estratégicos, entre ellos la Manufactura Avanzada.

**Liderazgo.** ¿Cuál es el mejor agente para dirigir una estrategia de Manufactura Avanzada? A pesar de los argumentos que aducen que la participación gubernamental excesiva en el sector privado puede dar lugar a favoritismos, búsqueda de rentas y problemas de agencia, hay argumentos que señalan que una política industrial imperfecta es infinitamente mejor que la inacción gubernamental (Reinert, 2009). Sin duda, una estrategia de esta naturaleza requiere una coordinación público-privado, pero no sólo *top-down*, también *bottom-up*. En este sentido, el comité intersectorial y de vinculación se insertaría en el marco institucional del sector de CTI y estaría integrado por el sector público y miembros de las comunidades científica, tecnológica y empresarial.

**Enfoque estratégico.** La estrategia debe articular la política de desarrollo productivo con la política de CTI, para transformar la experiencia en aprendizaje y capacidades tecnológicas, y usar el conocimiento para una trayectoria de innovación.

**Algunos rasgos de las políticas.** Combinación de políticas selectivas (de apoyo al sector) y horizontales (para generar variedad); dirigirse a sectores involucrados e interesados; para enfocar las acciones públicas se debe atender a las estrategias privadas de I+D; resolver los problemas de coordinación entre políticas para hacer

---

<sup>15</sup> Existe la percepción de que en el programa de Estímulos Fiscales a la I+D, que operó hasta el 2009, se observó este rasgo.

un uso más eficiente de los recursos públicos; manejar eficientemente los problemas de agencia y reducir la captura de algunos grupos; entre otros.

Finalmente, si bien la estrategia de Manufactura Avanzada que se propone se basa en articular una política de desarrollo productivo con una política de CTI, el enfoque debe ser transversal, lo que involucra a diferentes sectores. En este sentido, el comité intersectorial y de vinculación, donde participan varias Secretarías de Estado, permite una coordinación amplia.

Es importante considerar que también se requiere estabilidad económica, particularmente, en un sector como la Manufactura Avanzada, pues las variaciones del tipo de cambio también afectan la estrategia, en la medida en que alteran la capacidad de las empresas para competir en los mercados internacionales. La coordinación con el Gabinete Económico es fundamental.

## 8. REFERENCIAS

- Abramovitz, M. (1956). “Resource and Output Trends in the United States since 1870”, *American Economic Review*, Vol. 46 (2), pp.5-23.
- Abramovitz, M. (1986). “Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind”, *Journal of Economic History*, Vol. 46, pp. 385-406.
- Alix Partners (2014). “Reshoring/Nearshoring Executive Survey and Outlook”, <http://www.alixpartners.com/en/Publications/AllArticles/tabid/635/articleType/ArticleView/articleId/1151/2014-ReshoringNearshoring-Executive-Survey-and-Outlook.aspx#sthash.ZZtG2mTY.dpbs>
- Cantwell, J. y R. Mudambi (2005). “MNE competence-creating subsidiary mandates”, *Strategic Management Journal*, Vol. 26 (12), pp 1109–1128.
- Carrillo, C. y A. Hualde (1998). “Third Generation Maquiladoras? The Delphi-General Motors Case”, *Journal of Borderlands Studies*, Vol. XIII, No.1, Spring, San Diego, pp. 79-97.
- CEPAL (2008). *La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chávez, L. (2014). *El Programa de Estímulos a la Innovación*, en Foro ProMéxico Global, Puebla, 18-19 junio, México.
- Comité Intersectorial de Innovación (2014), 14ª Sesión del Comité Intersectorial para la Innovación, Secretaría de Economía.
- Corona, J.M., G. Dutrénit, A. Torres y A. O. Vera-Cruz (2011). “Políticas de ciencia y tecnología para el crecimiento y desarrollo económicos: Propuestas para un desarrollo nacional basado en la innovación”, en Novelo, F. (ed), *La UAM ante la sucesión presidencial: Propuestas de política económica y social para el nuevo gobierno*, UAM-X, pp. 239-264.
- Corona, J.M., G. Dutrénit, M. Puchet y F. Santiago (2014). “The Changing Role of Science, Technology and Innovation Policy in Building Systems of Innovation: The Case of Mexico”, en Crespi, G. y G. Dutrénit (eds) *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer, pp.15-43.

- Covarrubias Valdenebro, A. (2014). “Explosión de la Industria Automotriz en México: De sus encadenamientos actuales a su potencial transformador”, *Análisis 1/2014*, Fundación Friedrich Ebert México.
- Crespi, G. y G. Dutrénit (2014b). “Introduction to Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience”, en Crespi, G. y G. Dutrénit (eds), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer, pp. 1-14.
- Crespi, G. y G. Dutrénit (eds) (2014a), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer.
- Dutrénit, G. (2014). Informe de actividades del período Agosto 2012 - Julio 2014, FCCT: México.
- Dutrénit, G. y Vera-Cruz, A.O. (2007). ‘Triggers of the technological capability accumulation in MNCs’ subsidiaries: the maquilas in Mexico’, *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 3, (2/3), pp.315–336.
- Dutrénit, G. y J. Sutz (eds) (2014). *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Edward Elgar: Cheltenham.
- Dutrénit, G. y M. Puchet (2015). “Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance”, en Kuhlmann, S. y G. Ordóñez-Matamoros (eds), *International Research Handbook on Science, Technology and Innovation Policy in Developing Countries: Rationales and Relevance*, Edward Elgar: Cheltenham (forthcoming).
- Executive Office of the President (2012). *Report To The President On Capturing Domestic Competitive Advantage In Advanced Manufacturing*, President’s Council of Advisors on Science and Technology, Washington.
- FCCT (2013a). “Iniciativas Estratégicas de CTI para la solución de problemas nacionales prioritarios”, documento de trabajo, FCCT: México DF.
- FCCT (2013b). “Iniciativa Estratégica – Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado”, FCCT: México DF.
- FCCT (2013c). “Notas sobre la estrategia de la política de CTI”, FCCT: México DF.
- Ferrando, A.P. (2013). *Las Cadenas Globales de Valor y la medición del comercio internacional en valor agregado*, Instituto de Estrategia Internacional, Cámara de Exportadores de la República Argentina, Buenos Aires.
- Furtado, C. (1958). “Capital formation and economic development”, en Agarwala A, y S.P. Singh (eds), *The Economics of Underdevelopment*. Oxford University Press, Oxford

- Furtado, C. (1961). *Desenvolvimento e Subdesenvolvimento*. Fundo de Cultura, Río de Janeiro.
- García, E. y L. Sanz-Menéndez (2005). “Competition for funding as an indicator of research competitiveness”. *Scientometrics*, 64 (3), pp.271-300.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Siglo XXI, Buenos Aires.
- Huffman, W. E. y R. E. Just (2000). “Setting efficient incentives for agricultural research: lessons from principal-agent theory”, *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4), pp.828-841.
- KMPG (2013). *Competitive Alternatives. Guide to International Business Location Costs*.
- Laudel, G. (2005). “Is external research funding a valid indicator for research performance?”, *Research Evaluation*, 14(1), pp.27-34.
- PECITI (2014). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*, CONACYT, México DF.
- Pérez, C., A. Marín y L. Navas-Alemán (2014). “The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies”, en Dutrénit, G. y J. Sutz (eds), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Edward Elgar: Cheltenham, pp. 380-412.
- Phaal, R., J.P. Clare y D. Farrukh (2004). “Technology roadmapping-A planning framework for evolution and revolution”, *Technological Forecasting & Social Change*, (71), pp. 5-26.
- ProMéxico (2011). *Diseñado en México Mapa de ruta de diseño, ingeniería y Manufactura Avanzada*, ProMéxico: México DF.
- \_\_\_\_\_ (2013). *Sector autopartes*, ProMéxico: México DF.
- \_\_\_\_\_ (2014a). *Sector automotriz*, ProMéxico: México DF.
- \_\_\_\_\_ (2014b). *Sector aeroespacial*, ProMéxico: México DF.
- \_\_\_\_\_ (2014c). *Sector Electrónico*, ProMéxico: México DF.
- Puchet Anyul, M., M. Casalet, J. Espinosa Fernández, J. A. Lara, F. Stezano and D. Zavaleta (2013), “Gobierno y gobernanza de las actividades de CTI”, Documento de trabajo, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, México DF.
- Reinert, E. S. (2008). *How rich countries got rich and why poor countries stay poor*. New York: Public Affairs.
- Sábato, J.A., and Botana, N. (1968). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*, en Sábato, J.A. (ed.) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Paidós: Buenos Aires.

- Sagasti, F. (1978). "Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnológica (STPI)". Bogotá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), p. 244.
- Sagasti, F. (2011). Ciencia, tecnología, innovación: políticas para América Latina, Lima: Fondo de Cultura Económica.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*, George Allen & Sirkin, H.L., M. Zinser y J. Rose (2014), *The Shifting Economics of Global Manufacturing. How Cost Competitiveness is Changing Worldwide*, The Boston Consulting Group.
- Solow, R. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70 (1), pp. 65-94.
- UNCTAD (2013). *World Investment Report: Global Value Chains: investment and trade for development*, UCTAD: Ginebra. Unwin: London.
- Vera-Cruz, A.O., G. Dutrénit, J. Ekboir, G. Martínez y A. Torres-Vargas (2008). "Virtues and limits of competitive funds to finance research and innovation: the case of Mexican agriculture", *Science and Public Policy*, Vol. 35 (7), pp. 501-513.

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1

#### PLANTILLA PARA FUNDAMENTAR UNA INICIATIVA ESTRATÉGICA

---

1. Título de la Iniciativa Estratégica

---

2. Programa prioritario en el que se ubica

---

3. Propósito general:

- a. Breve descripción del problema / necesidad / oportunidad
- b. Diagnóstico cuantitativo y cualitativo
- c. Dimensionamiento del problema y contribución esperada

---

4. Justificación. Explicación breve sobre cómo la Iniciativa Estratégica cumple con los siguientes criterios:

- a. Creación de valor económico y social a través de la CTI (creación de valor 10 veces superior al costo)
- b. Potencial de mercado
- c. Plazo de ejecución (implementación antes del 2018)
- d. Alianza público-privada (gobierno, academia, empresa)
- e. Uso de C&T de vanguardia, competitiva a nivel internacional
- f. Conexión con la infraestructura de C&T nacional
- g. Contribución a la generación de científicos y tecnólogos en todo el país
- h. Impulso y/o fortalecimiento al desarrollo regional y estatal (generación y/o fortalecimiento de capacidades en los Estados)
- i. Transversalidad y externalidades de la iniciativa (contribución a la solución de otros problemas sectoriales, regionales y estatales)
- j. Aprovechamiento de oportunidades existentes o potenciales

---

5. Productos esperados

---

6. Cartera de ideas para proyectos asociados a la iniciativa

---

7. Montos estimados para la cartera de proyectos asociados a la iniciativa

---

8. Fuentes de financiamiento requeridas para diferentes etapas de desarrollo

---

9. Metas esperadas cuantitativas: 2016 y 2018, cualitativas: 2024 y 2038.

---

10. Indicadores de impacto (rentabilidad, generación de valor o ahorro; otros impactos: sociales, económicos, ambientales, científicos, tecnológicos, de innovación)

---

11. Tiempo de ejecución (acotar el sexenio y el mediano plazo)

---

---

12. Factibilidad y viabilidad de ejecución

---

13. Riesgos potenciales

---

14. Integración y/o generación de redes o consorcios de colaboración público-privadas (nacionales y/o internacionales)

---

15. Contribución al aprovechamiento de capacidades existentes

---

16. Generación de nuevas capacidades

---

17. Instituciones involucradas

---

18. Campos de conocimiento

---

19. Ramas Industriales

---

20. Liderazgos identificados para la coordinación de la iniciativa

---

Fuente: FCCT (2013a).

## ANEXO 2

### PROGRAMAS PRIORITARIOS E INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Programas prioritarios	Iniciativas Estratégicas
<b>Enfermedades emergentes</b>	Prevención, detección y control de la obesidad y la diabetes Mellitus Tipo 2
	Adicciones
<b>Seguridad alimentaria</b>	Innovación para la agricultura familiar sustentable
	Aplicaciones biotecnológicas para mejorar la nutrición y la eficiencia de uso de agua en cultivos agrícolas
	Cadenas alimenticias acuícolas sustentables
<b>Seguridad hídrica y derecho al agua</b>	Medición del ciclo hidrológico
<b>Sustentabilidad energética</b>	Generación de energía eléctrica utilizando la energía existente en corrientes submarinas
	Geotermia avanzada: la generación de electricidad con recursos de Roca Seca Caliente
	Energía solar fotovoltaica para todos, Cien Ciudades Fotovoltaicas Fronterizas
<b>Aprovechamiento y conservación de la biodiversidad</b>	Servicios del capital natural para el manejo de la biodiversidad
<b>Mitigación y adaptación del cambio climático</b>	Uso eficiente de la energía térmica y la electricidad en industrias, viviendas y comercios
	SocioEcoNexus: la conectividad que acopla ecosistemas y sociedad
<b>Seguridad ciudadana</b>	Ciberseguridad
	Tecnología e Innovación para la Seguridad Pública
	Tecnología para la investigación forense
<b>Manufactura Avanzada</b>	Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado
<b>Economía digital</b>	Tecnología y Ciencia de Datos para un México mejor
	Tecnología Digital para el Ciudadano
	Democracia digital

Fuente: Dutrénit (2014).

### ANEXO 3

#### DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO DEL CONACYT POR INSTRUMENTO DE POLÍTICA PRINCIPAL 2012

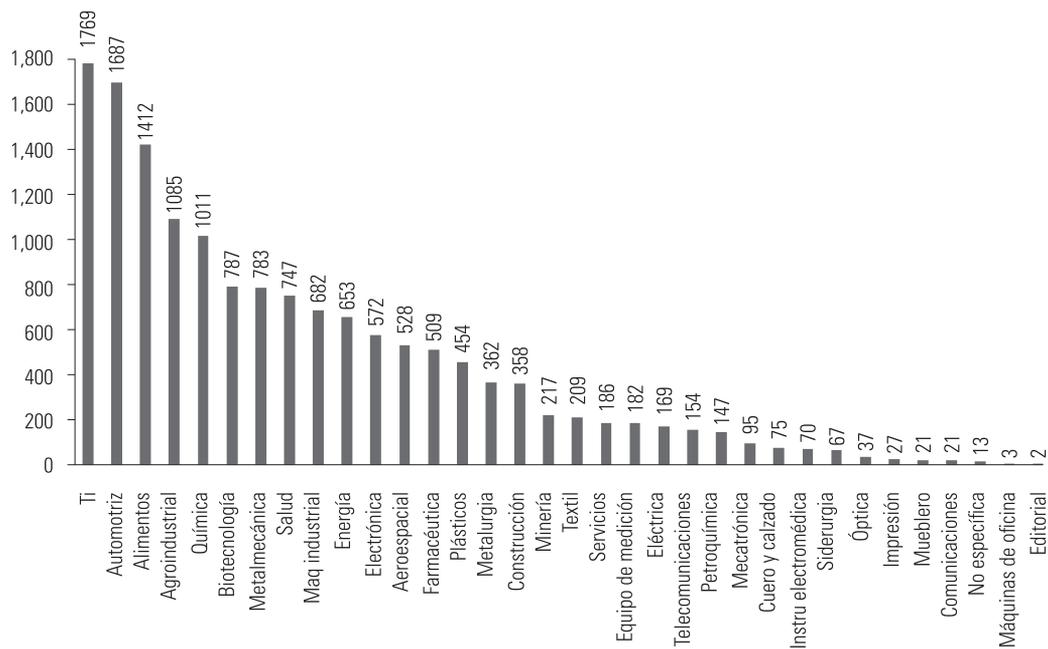
	2012
<b>Programa o Fondo</b>	%
<b>TOTAL (millones de dólares)</b>	1.060,12
Programa de Becas	44,6
Sistema Nacional de Investigadores	21,9
Programa de Estímulos a la Innovación	14,8
Créditos Fiscales de I+D	--
Fondos Mixtos (FOMIX)	5,7
FORDECYT	1,7
Fondos Sectoriales	11,3
Ciencia Básica SEP-CONACYT	6,9
Salud y Protección Social SSA/IMSS/ISSSTE-CONACYT	1,0
Energía <sup>1</sup>	2,6
Innovación <sup>2</sup>	--
Agricultura y relacionados SAGARPA-CONACYT	0,4
Agua CONAGUA-CONACYT	0,0
Aeropuertos y relacionados ASA-CONACYT	0,1
Forestal y relacionados CONAFOR-CONACYT	0,1
Ciencias Navales SEMAR – CONACYT	0,0
Otros Fondos Sectoriales <sup>3</sup>	0,3

1 Incluye: CONACYT-SENER-Hidrocarburos; CONACYT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética; Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (CFE-CONACYT); 2 Fondo de Innovación Tecnológica Secretaría de Economía - CONACYT; Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA); 3 Incluye: CONAVI-CONACYT, SEMARNAT-CONACYT, INIFED-CONACYT, INMUJERES - CONACYT, SEDESOL-CONACYT, SECTUR-CONACYT, CONACYT-INEGI, SRE-CONACYT; tipo de cambio utilizado (pesos por dólar): 2003=10.7913, 2006=10.9033, 2009=13.4983, 2012=12.4272.

Fuente: FCCT con base en CONACYT y Banco de México.

## ANEXO 4 DISTRIBUCIÓN SECTORIAL ACUMULADA DEL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN, 2009-2014

**Montos de Apoyo por sector del proyecto, 2009-2014**  
Millones de pesos



Fuente: Chávez (2014).

## 10. COMENTARIOS AL ARTÍCULO

### 10.1. Roberto Álvarez - Universidad de Chile

El trabajo presentado por Gabriela Dutrénit muestra dos visiones respecto de cómo se modifica la especialización productiva en América Latina, una respecto a los recursos naturales y su descontento, y la otra respecto de cómo muchas veces no se tiene conciencia sobre los resultados de las estrategias que adoptamos, o cómo estas pueden llevarnos en direcciones distintas a las que esperábamos.

También se destaca el hecho de que algunas de las iniciativas no son específicas para el sector en particular que se analiza, por lo que nos encontramos con un doble objetivo, por un lado se está considerando las políticas de ciencia, tecnología e innovación en general y, en el otro, se está pensando en ciertas políticas específicas para un sector en particular. Aquí se genera el conflicto de que aquellas estrategias que pueden discutirse de forma general no necesariamente son propias de un sector particular, dando oportunidades para una mejor planificación de cuáles son los objetivos específicos de este proyecto.

Los comentarios específicos, sin embargo, tienen que ver con la idea principal del proyecto y se relacionan con las oportunidades de avanzar hacia la especialización en Manufactura Avanzada. Podemos relacionar este objetivo con el paper de *Hausmann, Wang y Rodrik*, que muestra que existe una correlación positiva entre el crecimiento de las economías con el nivel de sofisticación de sus exportaciones.

El *paper* de *Hausmann* nos indica que es posible acortar la brecha con Estados Unidos si un país se especializa en cierto tipo de bienes más sofisticados, dependiendo de cómo uno los defina. Sin embargo, pueden existir cuestionamientos a cómo se establezca esa correlación; la incorporación a las cadenas globales de valor, la productividad y calificación de la mano de obra, y el crecimiento.

La definición que se usa en el *paper* de Manufactura Avanzada es similar a la que tiene la Oficina de Seguridad del Presidente de Estados Unidos, que define

a estos sectores como aquellos que usen y coordinen información, automatización, computación, softwares, etc., o utilicen material de vanguardia y capacidades emergentes habilitadas por las ciencias físicas y biológicas. Esta definición es en algunos sentidos muy amplia, por lo que muchas industrias podrían ser consideradas de Manufactura Avanzada sin realmente serlo.

Un aspecto a destacar de la discusión del trabajo presentado tiene que ver con cómo los *policy makers* intentan diseñar instrumentos de política específicos más allá de las herramientas ya existentes, ya que particularmente cuando nos referimos al diseño de instrumentos para nuevos sectores de la economía puede haber confusión respecto de si se necesitan nuevos instrumentos o pueden usarse los ya implementados en otros sectores.

Por otro lado, nos enfrentamos a la problemática de cómo asignar fondos a cada iniciativa estratégica, ya que cada una puede tener diferentes costos y beneficios, dependiendo de su magnitud, el sector donde se encuentre y la cantidad de recursos que reciba. Entonces, la pregunta es ¿cómo diseñamos políticas de desarrollo productivo específicas?, y para responderla una alternativa es considerar cada iniciativa o política como un proyecto individual, a partir del cual calculamos costos y beneficios esperados.

Naturalmente, cada iniciativa tendrá rentabilidades distintas, por lo que se hace clara la necesidad de definir cuáles serán los mecanismos con los que se evaluarán las estrategias y cuáles serán los criterios. En este sentido cobra mucha importancia definir claramente cuáles son los objetivos para los que se plantean las iniciativas y los mecanismos para evaluarlas.

Finalmente, cuando se piensa en cuáles son los instrumentos que se quiere implementar es importante preguntarse: ¿Cuáles son los obstáculos que enfrenta el mercado para desarrollar nuevas actividades? Conceptualmente se pueden distinguir herramientas específicas para cada sector, lo que nos lleva a cuestionarnos las razones de por qué no se ha desarrollado más el sector de Manufacturas Avanzadas en México, por ejemplo.

En este sentido se destaca la importancia de que exista un diagnóstico claro para así diferenciar si los problemas asociados al desarrollo de la industria guardan relación con la macro, con problemas como la alta volatilidad del tipo de cambio real, o son de índole general, pudiendo pensar en soluciones relacionadas con el marco institucional.

Los grandes grupos de interés pueden tener una influencia muy marcada sobre las decisiones de política y pueden generar que los recursos vayan a actividades que no tendrán ninguna rentabilidad social, por lo que se debe discutir si efectivamente conviene asignar recursos a ciertos sectores con el actual marco institucional, o si este debe reformarse para luego asignar los recursos.

## 10.2. *Álvaro Díaz - Ex subsecretario de Economía, Chile*

Los temas principales a destacar de este trabajo tienen que ver con la Manufactura Avanzada, con las políticas públicas y con cómo coordinamos estas políticas públicas para impulsar un sector determinado.

Utilizado el caso de la industria automotriz en México como ilustración, podemos observar una evolución clara, que comenzó con el ensamblaje de autos, luego pasó por una fase de fabricación de componentes y piezas que se ensamblaban en las plantas ensambladoras, llegando a una tercera fase que requiere de la fabricación de partes y piezas, y de la fabricación de maquinaria capaz de crear esas piezas. Este es el problema de profundidad del modelo de desarrollo exportador de México, existiendo la posibilidad de integrar el maquinado con el diseño.

Gabriela Dutrénit en su trabajo destaca la diferencia entre la manufactura aditiva y sustractiva, donde la aditiva involucra la producción de bienes en los que la escala de producción no es relevante, como las impresoras 3D, por ejemplo, que tienen un gran trabajo de diseño y fabricación por detrás. En el caso de Chile se debe abrir el debate de si existe o no la oportunidad de fabricar y diseñar componentes en industrias como la del cobre o la celulosa como parte de una industria aditiva.

En México, claramente existe esa oportunidad con la industria manufacturera, ya que son industrias tan grandes que dejan espacio para una política industrial que pueda permitir extender la profundidad de este modelo.

El siguiente paso, luego de determinar si existe posibilidad de hacer política industrial, es definir cómo se hace esa política, es decir, cómo paso de una planificación estratégica de 10 o 20 años a políticas concretas para implementarla.

Este es el problema tanto del Consejo de Innovación en Chile hoy como el de México. En el caso de Chile, el Consejo de Innovación diseñó una planificación estratégica en el año 2005 a 12 años plazo, de la cual sólo una parte muy pequeña pudo implementarse por fallas institucionales y de coordinación, ya que no se supo llevar el planteamiento general a un planteamiento específico. En este campo podemos identificar una oportunidad de aprendizaje muy importante en conjunto con México, para seguir profundizando los modelos de producción y desarrollando sus industrias.

Por otro lado, una segunda enseñanza es que no se puede hacer política industrial para un sector como la Manufactura Avanzada si no combino la política de ciencia, tecnología e innovación con la política de desarrollo productivo. Estos son dos tipos de instrumentales fundamentales y no nos podemos quedar en el instrumental de los fondos tecnológicos, de los programas científicos tecnológicos o del capital humano avanzado, sino que tenemos que pensar otros instrumentos de política pública que tienen efecto de política industrial.

En este contexto, Chile creará un Ministerio de Ciencia y Tecnología que debería incluir una arista importante de innovación, sumando el trabajo de las universidades, que hoy realizan una porción significativa de las investigaciones en innovación, donde muchos de los investigadores buscan vincularse a las políticas de desarrollo en el país, que es lo que se incentiva desde el Consejo de Innovación.

Un tema que no se menciona en el trabajo es el financiamiento, en relación a que si vamos a desarrollar un sector de esa escala se debe tener claridad de cuáles son las políticas de financiamiento disponibles, y de cuál es el posible rol de una banca de desarrollo. El financiamiento necesario para este tipo de política industrial debe ser un financiamiento con condiciones, ya que las iniciativas deben probarse industrialmente y deben funcionar. No sirve cualquier política de financiamiento, por lo que es un tema que debe discutirse con mayor profundidad.

Otro punto relevante es la necesidad de capital humano a nivel de ingenieros y técnicos, es decir, quienes operan las plantas, máquinas y herramientas de control numérico, como los diseñadores industriales, por ejemplo. En Chile existe una gran necesidad de profesionales que no necesariamente son científicos de investigación y desarrollo, lo que también debe incorporarse en el debate de formación de capital humano.

También se debe discutir la política de compras públicas en la industria. En el caso de Chile podría haber problemas al enfrentarse a estándares y regulaciones industriales, obstáculos administrativos o institucionales a la conformación de cierto tipo de empresas, pudiendo también haber influencia de grandes grupos para direccionar las compras como les favorezca. Estos son instrumentos de política que hoy usan en Corea, China e India, y algún día podrían usarse en México y Chile.

En conclusión, podemos destacar que el set de herramientas disponibles para hacer política industrial es más vasto de lo que se suele pensar en Chile, y va más allá de los fondos de la CORFO y de lo que suele manejar el Ministerio de Economía. En este sentido, se genera un problema de agencia que se relaciona con dificultades de captura y puede afectar a todos los órganos reguladores. Sin embargo, hay mecanismos e instrumentos para acelerar esa captura y no permitir que paralice el funcionamiento del sector, por lo que a esto deben apuntar los esfuerzos.

### *10.3. Lucía Pittaluga - Facultad de Economía, Universidad de la República UDELAR, Uruguay*

El trabajo plantea un problema de articulación entre las políticas productivas y de innovación que se puede asociar a las problemáticas que muchos países de la región viven en este momento. Además, se proyecta de forma muy interesante el cómo se establecen las prioridades en este ámbito.

Ilustrando esta problemática con el caso de México, que produce y exporta manufacturas de alto contenido tecnológico sin haber logrado escalar en las cadenas globales de valor, se presenta una problemática interesante, ya que recalca el hecho de que no basta con estar en estas cadenas y tener éxito, sino que se debe analizar en qué situación relativa nos encontramos en esa cadena. En este sentido, el trabajo de Gabriela Dutrénit ahonda en cómo escalar en las cadenas, proponiendo que más allá de idear nuevas políticas se debe innovar en cuestiones de investigación y desarrollo.

En esta estrategia de escalar en las cadenas globales cabe destacar dos asuntos importantes que tienen que ver con las empresas y las instituciones. En primer lugar, respecto de las empresas, nos topamos con la estrategia de “Diseñado en México”, donde nos encontramos con el MRT (o Plan de Ruta) que intenta diseñar las condiciones o el ecosistema para que las empresas puedan comenzar a producir bienes de Manufactura Avanzada, ya que se centra en el desarrollo de talentos, infraestructuras y centros tecnológicos.

En este contexto, hace falta preguntarnos si las empresas efectivamente están demandando este tipo de políticas. Tanto en México como en otros países de la región se observa que por más que los gobiernos hagan grandes esfuerzos de inversión en estas áreas, las empresas no siempre hacen uso de estos servicios y talentos creados.

Los datos de la Encuesta de Innovación de los años 2010-2012 en Uruguay arrojan que sólo el 4% del total de empresas manufactureras recibieron apoyo para la innovación. Y de las empresas que realizaron actividades de innovación, que no son necesariamente I+D sino actividades mucho menos exigentes, solamente 16% recibió apoyo del Estado.

Estos datos demuestran que: primero, las empresas no están demandando innovación; segundo, que muy pocas empresas buscan financiamiento estatal para temas de innovación, y por último, que las empresas no demandan la mano de obra profesional que forma el Estado. Uruguay está haciendo grandes esfuerzos en políticas de innovación, pero sin considerar las necesidades de las empresas, lo que también se refleja en el trabajo presentado.

Respecto de la gobernanza institucional podemos destacar que en Uruguay ha existido una importante desarticulación, principalmente en el ámbito público, que está intentando ser resuelta a través de un Sistema Nacional de Competitividad. Por otro lado, los problemas de desarticulaciones en el sector público/privado están más estudiados, sabemos que existen y han existido mayores esfuerzos para observarlas y entenderlas, no así con las descoordinaciones al interior del ámbito público.

En resumen, podemos decir que al intentar focalizar las políticas, luego de haber avanzado de la forma en que se ha hecho en los últimos años en Uruguay, nos encontramos con una serie de problemas prácticos, como hallar la forma de concentrarnos en escalar en las cadenas de valor a través de políticas que permitan enfocarnos en determinado tipo de industria. El cómo hacemos esto es lo que vale la pena seguir debatiendo, y así encontrar los mecanismos necesarios para generar la demanda por innovación desde el interior de las empresas. Por otro lado, se debe también seguir debatiendo el cómo se arma y se adapta la gobernanza para incluir a las empresas y poder articular de mejor forma las políticas de innovación y desarrollo productivo.

#### ***10.4. Luis Bértola - Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República UDELAR, Uruguay***

Resulta extraño leer que existan países que aún tienen estrategias de desarrollo basadas en la industrialización, pero al mismo tiempo podemos observar que la economía mundial sigue siendo liderada por los países con un mayor desarrollo industrial, como China en las últimas décadas y Estados Unidos, que viene recuperando sus sectores industriales. México ha comenzado un proceso de desarrollo industrial con políticas de Estado y proteccionismo que lo han llevado a tener muchos logros.

Si bien en América Latina existen muchas historias de fracasos y errores cometidos en este proceso, también debemos aprender a ver las luces y los éxitos, y México representa uno de esos logros y nos ayuda a reconocer, apoyar ciertos legados de desarrollo y entender que la industria todavía tiene un rol muy importante que jugar en estas estrategias de desarrollo.

Existen algunas dudas respecto del indicador de valor agregado hacia arriba y hacia abajo utilizado en el *paper*, ya que no entrega una información muy clara. Parece tener una mayor relevancia el valor agregado por trabajador que en el valor agregado por industria, ya que al pensar en el valor agregado por trabajador re-

sulta poco importante si este valor agregado se aplica sobre la naturaleza cruda o sobre bienes importados, lo importante es que se esté generando valor agregado.

En este sentido, podemos destacar que el éxito del proyecto político de la Unión Europea tiene que ver con una profusa especialización del trabajo, una gran integración internacional a través del comercio intraindustrial que permite un altísimo nivel de intercambio comercial de distintos tipos de insumos. Y en relación a lo anteriormente planteado, cuanto más valor agregado existe en toda la cadena, mejor. El proceso de desarrollo consiste precisamente en acumular cada vez más bienes, más sofisticados, con mayor valor agregado, lo que implica que hay más complejidad en el inicio de los procesos productivos.

En México existe una serie de condiciones favorables para aplicar tecnología avanzada, pues se cuenta con las bases, las políticas, los recursos y las empresas. Sin embargo, no existe un sistema de estímulos. El mayor incentivo es la mano de obra barata, por lo que la pregunta es: ¿Las industrias de punta van a ser capaces de absorber el conjunto de mano de obra y eliminar el incentivo de recurrir a sectores intensivos en mano de obra barata?

Si no existe un desarrollo más amplio y homogéneo de la sociedad mexicana, un desarrollo agropecuario de alta productividad y no se eliminan los sectores de subsistencia, es muy difícil que a partir del impulso dado a algunos sectores de tecnología de punta, eliminar los incentivos que genera esta enorme heterogeneidad. Es decir, puede existir un sector de punta muy bien consolidado, pero se puede terminar reproduciendo las bases de incentivos que conspiran contra el resto de los esfuerzos en materia de innovación.

Sería válido preguntarnos si el Estado mexicano puede poner en marcha este sistema de incentivos, ya que hasta ahora se le ha hecho muy difícil involucrar a las empresas en estos procesos de inversión en investigación y desarrollo. Expresión de lo cual es la actual limitada convocatoria de la competencia por fondos públicos para la innovación, lo que se considera un serio problema.

De acuerdo con el *paper*, los recursos no son el aspecto más importante en el área de la innovación, sino que lo relevante es el trabajo en red, o dicho de otra forma, cómo logramos que los distintos actores converjan hacia estrategias donde se movilicen recursos de distintas áreas. Si bien los recursos presupuestales son importantes, podría ser aún más importante la economía política que hay por detrás, es decir, si existe una convergencia de intereses es mucho más fácil movilizar los recursos.

El trabajo hace mucho énfasis en el tema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), pero podría estar ocurriendo que la jerga CTI sea propia de algunos grupos de interés que son parte de este sistema, que lo que buscan es la captura de rentas. Sin dudas la política de CTI es un componente muy importante, pero

debemos subordinarlo a un plan nacional de desarrollo, que es algo mucho más complejo. El trabajo presentado resulta muy alentador y aparece como una nueva oportunidad para revigorizar una nueva estrategia de desarrollo para México basada en la manufactura.

### *10.5. Preguntas y comentarios del público*

1. En las políticas públicas existe una gran debilidad por plantear propuestas centradas en el fortalecimiento de la institucionalidad, mientras que observando la experiencia internacional podemos encontrar estructuras mucho más flexibles, que ayudan a repensar los mecanismos para generar una nueva institucionalidad para un nuevo tipo de política. Lo importante está en generar las capacidades, pensar en la flexibilidad de los procesos y crear estructuras más experimentales. En el caso de Uruguay, por ejemplo, la ANI (Agencia Nacional de Innovación) tiene una participación mínima en este proceso.
2. En Chile existe una tendencia a asignar fondos a monopolios, es decir, se asignan fondos únicos por tema, con lo que no se genera competencia interna, por lo que cabe responder ¿cuánta competencia es aconsejable crear en el país? Es importante debatir el tema de la transparencia, y en particular enfocarnos en qué efectos tiene el proceso de adjudicación de fondos en la efectividad de uso de los mismos, y en este sentido vale la pena discutir la experiencia que existe en México en esta área. Hay que definir cuáles serán los mecanismos de evaluación del uso de estos fondos, ¿se evaluarán sólo a la entrada y salida, o se hará un seguimiento intermedio? La idea de definir adecuadamente estos mecanismos es asegurarse de que los fondos se están usando de forma pertinente. Da la impresión de que la evaluación que hace el órgano auditor superior es del tipo contable, es decir, no examina la rentabilidad que tiene la inversión para la cadena productiva y para el desarrollo del sector. Todavía hay trabajo por hacer respecto de evaluar cómo estos fondos impactan realmente el proyecto o la industria al que fueron destinados.
3. Es importante recordar que los agentes económicos actúan de forma más rápida que los *policy makers* y los centros de investigación. Por ejemplo, en el área de capacitaciones y proveedores existen industrias donde surgen necesidades que tienen una urgencia mucho mayor a lo que un órgano público o un centro de investigación podría llegar a responder, por lo que los cambios se generan exista

o no la institucionalidad para hacerlo, y existan o no las soluciones específicas desde los centros de investigación. Lo que ha hecho México es aprovechar la mano de obra barata para atraer inversiones extranjeras, de alguna manera esto ha sido hecho por el Este Asiático. Pero cuando pensamos en el Este Asiático, se suele asociar con acumulación de conocimientos y aprendizajes, mientras que en México se da una dinámica de muy poco aprovechamiento del conocimiento. ¿Qué diferencia estas dos estrategias?

### *10.6. Respuestas de Gabriela Dutrénit (Autora)*

Es importante aclarar que la opción de una estrategia de Manufactura Avanzada, como la que se presenta para el caso mexicano, no es la única opción para agregar valor. Con este propósito también se manejaba la opción de atraer centros de I+D, es decir, apropiarse del ejercicio de la investigación y desarrollo. Esta última opción se planteó como más difícil de alcanzar, dada la distribución a nivel internacional de los centros de I+D de las cadenas globales. En este contexto se vio como una opción más aplicable en un menor período de tiempo, y dadas las capacidades existentes, la Manufactura Avanzada.

Sin duda, se debe definir más claramente la relación entre los costos del incremento al valor agregado y los resultados esperados. Existen algunos resultados concretos que se piensa alcanzar en el corto, mediano y largo plazo, que guardan relación con objetivos de incremento del porcentaje de cobertura del mercado de insumos que se utilizan en los procesos de ensamble, qué es lo que pensamos ir sustituyendo y en este momento se importa.

En cada una de las iniciativas identificadas inicialmente, se planteaba un presupuesto de los recursos que requerían para poder llegar a un resultado en un período de cuatro o cinco años, por lo que la cifra vino de un estudio respecto de un primer corte hacia la finalización de la actual administración.

En cuanto al valor agregado en las cadenas globales, los datos de cuentas nacionales de México muestran que el valor agregado en estos sectores es bajísimo, cercano a un 10% (son los sectores donde se agrega menos valor agregado en todo el país).

México puede aprovecharse de sus dos atributos principales, que son mano de obra barata y cercanía con Estados Unidos, pero de esta forma no se genera valor agregado en la economía y no se encadena al resto de los sectores dentro de la economía, generando una estrategia de crecimiento muy limitada y dependiente de la existencia de mano de obra barata. Pero al sector de las Manufacturas

Avanzadas se asocia el hecho de que hoy se requieren piezas y componentes de mucha más complejidad que antes, y que deben ser producidos por una mano de obra de mayor calificación.

El tema de los mecanismos de evaluación y de la transparencia surge siempre que hablamos de políticas públicas. En México, por ejemplo, acaban de terminar una auditoría a CONACYT, que generó resultados que demuestran que la auditoría al uso de los fondos públicos en este momento es muy importante. No se puede aplicar un instrumento que no tenga mecanismos claros de evaluación.

Respecto de la competencia, la asignación directa es un tema que puede tentar a quien debe asignar fondos, ya que si se sabe que existen dos o tres empresas o instituciones ya trabajando, se podría llegar a un resultado más rápido si se asignan a ellos los fondos. Sin embargo, en la propuesta hecha en el documento sí existe competencia por los fondos, con la idea de generar variedad, a partir de lo cual se determina la selección y se retiene a los mejores con un enfoque evolutivo. Este puede ser un proceso más largo, por lo que la discusión se centra en qué tanta transparencia necesitamos y qué tipo de políticas e instrumentos podemos usar.

En México, por ejemplo, se ha seguido el modelo internacional de competencia por los fondos, cuya última expresión ha sido la convocatoria de ciencia básica que salió hace un mes. Se ha planteado la evaluación de resúmenes para luego solicitar la evaluación del proyecto ampliado en dos etapas. Es decir, se están haciendo pruebas para evaluar qué da más resultados.

El tema de la flexibilidad institucional es claramente un problema para México, ya que cada vez que se quiere llevar a cabo alguna iniciativa, se hacen cambios a la legislación y se crean nuevas leyes que luego no se cumplen. Existe una necesidad de flexibilizar los procesos, por lo que la propuesta hecha en nuestro trabajo se basa en la legislación existente, con comités intersectoriales y de vinculación que deben ser aprobados, pero que ya son parte de esta legislación.

Podría darse que el marco institucional existente no sea el apropiado para observar los cambios que proponemos para producir resultados, pero lo primero es generar los esfuerzos necesarios para hacer cumplir la legislación vigente, ya que es aquí donde se encuentra la dificultad.

Sin duda, hay muchos obstáculos comunes en el tema de la innovación en la industria manufacturera y en los sectores ligados a los recursos naturales, ya que comparten el mismo marco institucional. Todos los problemas que tienen que ver con la institucionalidad, la cultura política, las reglas de acción y la diferencia entre la legislación y las reglas de acción son comunes para todos los sectores. Cada país debe basar sus estrategias productivas en las condiciones particulares de sus industrias, considerando la heterogeneidad que existe entre todos los países de

Latinoamérica, lo que significa mucha riqueza para el continente en términos de aprendizajes y experiencias.

Respecto de la no inclusión de las empresas, cabe destacar que en realidad el trabajo fue pensado con la voz de las empresas. En un comienzo fue PROMÉXICO el facilitador, pero quienes identificaron la oportunidad y definieron la estrategia fueron más empresarios que académicos, aunque tal vez a la hora de presentar la iniciativa no se le dio a esto la relevancia que requería. Sin embargo, se incluirá el porcentaje de empresas que reciben recursos públicos que están conectadas con la red de proveedores, ya que definitivamente existe captura por parte de grupos de interés por el lado de las empresas y no sólo por parte de la academia.

Los últimos estudios respecto de los países que se han desarrollado en base a la industrialización en el siglo pasado, autores como Reinert siguen poniendo sobre la mesa el rol que juega la industria en los procesos de desarrollo, planteando que todavía no está tan claro que si no hay una industria fuerte, un país se pueda desarrollar. El corte entre la industria y el sector primario no es igual que antes, pues el uso de la tecnología, incluso, es muy distinto en ambos sectores. Hoy, entre el 60% y 70% de la estructura productiva de muchos países es del sector terciario, pero finalmente se trata de cómo la industria ha crecido en base a la utilización de esta tecnología.

Cuando se piensa en políticas de CTI, implica iniciativas que van más allá del desarrollo científico. El desarrollo tecnológico y la innovación son una parte fundamental. En los países de la región aún no se tienen las bases científicas suficientes como para hablar sólo de políticas de innovación, por lo que éstas deben tener componentes tanto de ciencia, tecnología e innovación, y requieren el esfuerzo conjunto de una serie de actores.

## OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES”

### *Redes, Innovación y Trazabilidad en el Sector Cárnico Uruguayo*

Autores: Cristina Zurbriggen y Miguel Sierra

#### *Abstract*

*El crecimiento económico de Uruguay en los últimos años se ha basado parcialmente en el dinamismo de las exportaciones de bienes agroindustriales, siendo el sector cárnico el principal mercado para la exportación y competidor a nivel global. Este artículo analiza desde un enfoque socio-técnico la construcción público-privada de una Plataforma de Información integrada por el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) y el Sistema Electrónico de Información de la Industria Cárnica (SEIIC). Esta Plataforma ha permitido que Uruguay sea el único país del mundo donde el 100% del ganado bovino está registrado e identificado electrónicamente en forma individual (83% trazado) lo que permite monitorear toda la cadena de producción, y realizar un seguimiento a los animales desde el nacimiento hasta que la carne llega al consumidor. Asimismo, la acumulación de capacidades tecno-productivas generadas en el sector cárnico está permitiendo desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas nacionales como lectores industriales de trazabilidad bovina, tipificadores de canales, y genómica.*

## **Políticas Tecnológicas para la Innovación: La Producción Agrícola Argentina**

**Autores: Roberto Bisang, Guillermo Anlló y Mercedes Campi**

### *Abstract*

*En las dos últimas décadas, la actividad agrícola argentina casi triplicó sus niveles de producción. Este artículo analiza el vínculo entre el dinamismo de la agricultura de los cultivos anuales (especialmente la soja y el maíz) en Argentina y el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Se argumenta que el éxito del nuevo modelo de innovación está estrechamente ligado a la estructura de la red agraria de proveedores, contratistas de servicios y modernas empresas agropecuarias. Además influyen los procesos de aprendizaje y acumulación de conocimientos tanto en el sector privado como en el público. Estos dieron pie a innovaciones exitosas de altísimo impacto, permitieron el desarrollo de ventajas competitivas y estimularon la concentración de la I+D en el sector privado. El desafío futuro radica en llegar a un número importante de agentes a través de unos pocos innovadores, aprovechando la institucionalidad privada ya existente con una coordinación pública adecuada. Esta debería estar orientada a intervenir en el conjunto de innovaciones críticas y con lineamientos sobre especialización que apunten a complejizar la estructura productiva, más allá de la especialización en bienes no diferenciados intensivos en recursos naturales.*

## **Recursos Naturales como Alternativa para la Innovación Tecnológica: Petróleo y Gas en Brasil**

**Autor: Frederico Rocha**

### *Abstract*

*Utilizando la industria de petróleo y gas como ejemplo, este trabajo presenta las oportunidades de aprendizaje y de acumulación de capacidades tecnológicas que pueden representar las industrias de recursos naturales en Brasil. Se profundiza en las características del proceso de crecimiento de la industria petrolera impulsado por PETROBRAS que, desde su creación en 1950, ha sido el mayor pilar de este crecimiento. En este sentido se destaca que el éxito del sector petrolero no fue fortuito sino el resultado de un proceso de aprendizaje y de acumulación de capacidades. El trabajo sostiene además que PETROBRAS ha sido una herramienta fundamental para el desarrollo del sector de proveedores de la industria de petró-*

leo y gas y ha generado un conjunto de externalidades positivas que ha permitido la formación de una importante red de conocimiento compuesta por empresas e instituciones públicas y académicas. También se analizan algunas deficiencias en el enfoque de la política de contenido local, donde ha habido problemas en la generación de incentivos para adquirir competitividad, lo que ha llevado a endurecer progresivamente esta regulación, generando aumentos en costos y retrasos en inversiones. Adicionalmente no se ha vinculado la política de contenido local con la política de innovación, entregando señales confusas a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades. En este sentido se plantea el desafío de crear incentivos para la innovación continua en la industria.

## **El Cobre Chileno como Plataforma de Innovación Tecnológica**

**Autores: Patricio Meller y Joaquín Gana**

### *Abstract*

*El cobre ha desempeñado un rol clave en el crecimiento y desarrollo chileno a través del triple impacto macroeconómico en la Balanza de Pagos, los ingresos fiscales y el ritmo de crecimiento. Previamente ello era suficiente, pero ahora no basta: se requiere del cobre un rol adicional vinculado a la innovación tecnológica. Este trabajo presenta la minería cuprífera como una plataforma de innovación basada en tres pilares: (A) Transferencia y Diseminación Tecnológica, (B) Generación de Innovación Tecnológica y (C) Inserción en Cadenas Globales de Valor. El primer pilar desmitifica a la minería como una industria de escasa intensidad tecnológica y critica la escasa transferencia y diseminación de la tecnología moderna existente en la Gran Minería hacia el resto de los sectores del país. El segundo pilar presenta el Programa de Proveedores de Clase Mundial como un mecanismo para generar innovación en la minería y analiza comparativamente el desarrollo del sector de proveedores intensivos en conocimiento de Australia. El tercer pilar cuestiona la escasa inserción de Chile en las Cadenas Globales de Valor de los insumos y servicios asociados a la minería del cobre y explora las posibilidades de una política de contenido local, bien definida y vinculada a políticas de innovación, como un espacio de aprendizaje para la construcción de capacidades tecnológicas domésticas.*

## RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO

### GUILLERMO ANLLÓ (ARGENTINA)

*Candidato a Doctor en Ciencias Políticas de la Universidad Nacional de San Martín. Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Licenciado en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Docente/Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Consultor Internacional de organismos como CEPAL, BID, BANCO MUNDIAL, OIT, OMPI. Algunas de sus áreas de interés son: política y gestión de la ciencia; tecnología e innovación; teoría de redes y cadenas de valor; recursos naturales de origen biológico renovables; bioeconomía.*

### ROBERTO BISANG (ARGENTINA)

*Licenciado en Economía (UNR, 1977) y MSc. en Economía (CEMA, 1982). Profesor visitante de Science Policy Research Unit (Universidad de Sussex, Inglaterra). Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP) FCE/UBA y de la U. de Tres de Febrero. Especialista en organización industrial, tecnología y análisis sectorial. Docente de la UBA, U. Nacional de Gral. Sarmiento, U. Nacional de Rosario, Mar del Plata, San Andrés, Di Tella y Austral. Evaluador de proyectos de CTI en varias instituciones (CONICET, INTA, UBA, SECYT). Consultor de diversos organismos internacionales (CEPAL, Banco Mundial, BID, OPS, OMS, ONUDI, FAO), nacionales (Secretaría de Industria, MINAGRI, MINCYT, INTA y otros) y empresas privadas.*

### MERCEDES CAMPI (ARGENTINA)

*Doctorada en Economía de la Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e di Perfezionamento. Master en Investigación Histórica de la Universidad de San Andrés. Licenciada en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora del Ins-*

*tituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Ha sido investigadora asociada del Laboratory of Management & Economics (LEM) & Institute of Economics, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italia. Áreas de interés: Cambio Tecnológico; Innovación y Desarrollo Económico; Derechos de Propiedad Intelectual; Agricultura; Biotecnología.*

#### JOAQUÍN GANA (CHILE)

*Licenciado en Economía de la Universidad de Chile. Ha sido docente en el programa de Bachillerato de la Universidad de Chile. Actualmente se desempeña como Asistente de Investigación en la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).*

#### PATRICIO MELLER (CHILE)

*Ingeniero civil de la Universidad de Chile y Magíster en Ciencias y Doctor en Economía de la Universidad de California, Berkeley. Profesor titular de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile e investigador de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). Ha sido presidente del Consejo Asesor Presidencial sobre Trabajo y Equidad (2007-2008) y director de CODELCO (2000-2006). Se ha desempeñado como profesor visitante de la Universidad de Notre Dame y Universidad de Boston. Es autor de numerosas publicaciones y una serie de libros sobre economía chilena, minería y comercio internacional, entre otros. Actualmente es el presidente de la Fundación Chile y director de proyectos de CIEPLAN.*

#### FREDERICO ROCHA (BRASIL)

*Graduado en Ciencias Económicas de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Magíster y Doctor en Economía de Industria y Tecnología de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Es profesor asociado y director del Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Posee diversas publicaciones en el área económica, con énfasis en economía industrial y específicamente en temas de productividad, industria brasileña, fusiones y adquisiciones, empresas multinacionales y competencias tecnológicas. En la actualidad investiga sobre temas asociados a la industria del petróleo, gas y recursos naturales.*

**MIGUEL SIERRA (URUGUAY)**

*Doctor en Tecnología de Alimentos en la Universidad Politécnica de Valencia. Master en Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. Ingeniero Agrónomo de la Universidad de la República del Uruguay. Ha sido consultor de FAO e investigador invitado en Wageningen University, Communication and Innovation Studies Department. Actualmente se desempeña como gerente de Innovación y Comunicación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay (INIA), delegado institucional al Consejo Sectorial de Biotecnología del Uruguay y miembro del Comité Evaluador de Globelics, Red Internacional sobre Sistemas Nacionales de Innovación. Co-lidera un proyecto internacional de FONTAGRO sobre intensificación sustentable en lechería.*

**CRISTINA ZURBRIGGEN (URUGUAY)**

*Licenciada en Sociología de la U. de la República, Uruguay, y Doctora en Ciencias Políticas por la U. Eberhard Karls de Tübingen, Alemania. Fue directora de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) en Uruguay. Ha sido evaluadora de proyectos para el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) Chile, de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), Argentina. Actualmente trabaja como investigadora y profesora de posgrado en la Facultad de Ciencias Sociales de la U. de la República, Uruguay.*





