

*Sergio Ampudia Mello\**

---

## **Tercera Revolución Industrial e innovación: nuevos parámetros para una industria mexicana del siglo XXI**

**SUMARIO:** I. ¿Hubo Segunda Revolución Industrial? II. ¿Hubo innovación? III. ¿Habrá una Tercera Revolución Industrial? IV. ¿Puede haber innovación? V. Bibliografía.

### **I. ¿Hubo Segunda Revolución Industrial?**

Hablar de la Tercera Revolución Industrial, basada en sistemas complejos de comunicación y de sus expresiones en materia de innovación, haría necesario caracterizar previamente a una Segunda Revolución Industrial, basada en el uso de petróleo y en las comunicaciones eléctricas, para citar solamente sus bases tecnológicas. Para este trabajo, sin embargo, lo relevante es considerar los rasgos característicos que ha tenido la industrialización del país, las condiciones estructurales propiciadas por el Estado y sus implicaciones en la innovación tecnológica; sin olvidar que, en efecto, detrás de ello hay condiciones determinadas por la producción y uso de la energía y de las formas de comunicación.

Por lo tanto, tenemos que recurrir a una observación genérica de los aspectos más representativos de las condiciones del sector en el país, con el propósito de revisar si pueden ofrecernos una experiencia valiosa para imaginar la industria del futuro, del siglo XXI, especialmente para deducir si la participación del Estado es suficiente para generar las condiciones de bienestar y empleo que se pueden esperar de una política industrial, y si el funcionamiento de las instituciones de las que la sociedad espera produzcan y utilicen información tecnológica, se encuentran alineados a la productividad y competitividad de la industria.

\* Coordinador de Planeación Estratégica del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Fue Presidente de la Comisión de Tecnología de la CONCAMIN.

Las evidencias cualitativas y cuantitativas al respecto, advierten que ni actuando activamente el Estado, ni haciéndolo pasivamente, se han creado las condiciones de prosperidad prometidas: o el Estado es fallido estructuralmente en los ámbitos en que opta por participar en cuanto a crecimiento económico se refiere, o bien la dirigencia política del país ha servido a otros intereses diferentes a los de la colectividad, aunque lo haya hecho en nombre de ésta. No es posible prescindir, por supuesto, de la presencia activa o pasiva del Gobierno en la economía, pero la dirección que le ha impuesto a ésta parece haber ido más dirigida a empresarios que a sectores de la industria, en lo que la protección llegó a ser la regla, para fomentar industrias nuevas y necesarias, como ocurrió en el modelo económico de la posguerra, o se trate de abrir a la competencia externa y protegiendo a las empresas exportadoras y a las que operan monopólica u oligopólicamente en el país.<sup>1</sup>

No es posible concluir que alguna de las políticas industriales adoptadas por el país para generar su crecimiento económico haya funcionado adecuadamente. Por ello, convendría revisar las consecuencias y resultados de éstas en cuanto a innovación y desarrollo tecnológico se refiere, porque la insustituible conveniencia de soportar el crecimiento económico del país con productos, procesos, servicios o métodos novedosos, no fue creada en ninguna de las estrategias de desarrollo industrial que se requirieron durante el siglo XX, así como para identificar las condiciones que se vislumbran en el entorno económico del siglo XXI, ante una inminente revolución industrial que obedece al agotamiento de los combustibles fósiles, a la emergencia de nuevas ciencias, al desarrollo dinámico de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) y al uso generalizado de Internet.

Históricamente, hemos transitado de una estrategia de crecimiento económico conocida como “industrialización por sustitución de importaciones” (ISI), que rigió durante casi cuatro décadas –en la que el Estado participó directamente como inversionista e indirectamente a través de una política de protección comercial que recurrió al uso de aranceles, a la aplicación de restricciones a las importaciones mediante permisos de importación y, en gene-

<sup>1</sup> “Desde una perspectiva estática, dos tradiciones en las escuelas estadounidenses presentan paradigmas antagónicos dentro de la corriente principal del pensamiento económico. Por un lado, la Escuela de Harvard ha argumentado a favor de algunas formas de intervención gubernamental, en determinados casos y mediante formas no injerencistas de manera que permitan operar a los mercados como lo harían en condiciones competitivas; por otro lado, la propuesta de Chicago cuestiona la intervención gubernamental en todas sus formas, y especialmente en acciones sobre la operación de mercados específicos”. (Capdevielle & Flores Salgado, 2006, p. 111).

ral, a una participación activa que pretendía proteger la producción local de bienes de consumo suntuario y la adquisición de bienes de capital, que finalmente hicieron a la economía mexicana más dependiente del exterior— hacia una política de crecimiento; a mediados de la década de los ochenta se propuso “... el proceso de modernización de la estructura de producción del sector industrial doméstico que hará más competitiva a la economía nacional en el mercado internacional, y que fomentará resolver la doble problemática de la economía mexicana heredada del periodo anterior y sintetizada en los aspectos de la fragilidad productiva interna y de la vulnerabilidad financiera y comercial con el exterior” (Capdevielle & Flores Salgado, 2006, p. 128).

La primera, política excesiva y discriminatoria según algunos autores, en cuanto se aplicó de manera generalizada a los bienes de consumo y más relajada y menos intensa respecto a bienes intermedios y de capital, aunque paradójicamente, a pesar de los desequilibrios macroeconómicos provocados, el sector industrial obtuvo un cierto nivel de crecimiento y desarrolló capacidades tecnológicas esencialmente imitativas que le resolvieron parcialmente su demanda efectiva de tecnología en un entorno de desempeño microeconómico satisfactorio. La segunda, pretendió realizar cambios estructurales para dar garantía a la inversión extranjera directa (IED) en el país, mediante la apertura comercial, la desregulación económica y la estabilización global de la evolución macroeconómica para favorecer el comercio exterior.

En ambas, la política de la ciencia y tecnología fue considerada un bien público susceptible de aprovecharse colectivamente de manera gratuita y se centró en formar recursos humanos y crear infraestructura de investigación, favoreciendo estructuralmente una política de oferta que priva hasta este momento, con algunos matices.

Sin embargo, de la revisión de sus saldos no se revelan los beneficios que pudiera ofrecer alguna de ellas: En la ISI, a pesar de que el país impulsó explícitamente una política industrial que negaba al mercado induciendo la oferta y la demanda internas, la intervención del Estado concluyó provocando que las fallas de Gobierno, resultado de la intervención regulatoria de los mercados, fueran más profundas que las fallas que intentaron corregir.

La apertura económica y la desregulación (A y D), por su parte, han hecho de México un país exitoso en cuanto a sus cifras macroeconómicas se refiere, ya que muestra un comercio exterior dinámico en la exportación de manufacturas y de materias primas. Empero, esa orientación hacia el sector exportador partió de la igualdad de condiciones de sectores y agentes que eran desiguales, delegando al mercado el dinamismo del crecimiento y desarrollo de éstos, lo que rebasó a los que no pudieron adaptarse a las condiciones de competencia impuesta por la producción global e internacionalizada y, por supuesto, también la capacidad de desarrollo tecnológico endógena.

Si bien no nos proponemos profundizar en los rasgos característicos de las estrategias de crecimiento industrial propuestas —ya sea por acción o por omisión— la revisión del papel que ha desempeñado el Estado en cada una de ellas nos permite deducir si es necesario que haya alguna política pública explícita para la industria mexicana de este siglo y, en su caso, sus elementos, pretensiones y estrategias, y dilucidar si la innovación ha sido entendida y articulada como un factor crítico para su implementación, en la medida que cualquier política industrial debe coincidir con el desarrollo de los factores productivos y tecnológicos que la acompañan.

Sin embargo, la aplicación de medios proteccionistas y selectivos produjo un desarrollo tecnológico imitativo para la industria y centros de investigación nacionales y, por otra parte, la apertura comercial asfixió posteriormente la necesidad de reunir al conocimiento como estrategia de competitividad. Finalmente, la concurrencia de esas dos condicionantes tecnológicas —aunada a la heterogeneidad estructural de la economía del país— creó una estructura de ciencia-tecnología-innovación prácticamente inoperantes entre sí, que provocó la politización y burocratización de los niveles superiores de la investigación y de la industria: no hay incentivos para la competencia. Los agentes económicos nacionales pueden hacer valer sus intereses y sobrepoderlos al interés colectivo. Las instancias públicas de investigación, pueden eludir la pertinencia de la aplicación industrial y la utilidad práctica de sus proyectos, porque el mercado no la demanda.

Un rasgo común entre la ISI y la A y D es la búsqueda de privilegios: hacen innecesaria la competencia por los mercados. Mientras que en la ISI la industria fue protegida de competidores del exterior y, por ende, se le dejó sin recursos y experiencias competitivas,<sup>2</sup> en la A y D se favorecieron la maquila y las importaciones temporales para la exportación que, con otras medidas proteccionistas, desmantelaron la integración local y los hábitos sistemáticos de las mejoras basadas en la innovación, por ausencia de demanda.

El modelo ISI ya mostraba claras evidencias de agotamiento desde principios de la década de los setentas. Sin embargo, el descubrimiento de enormes yacimientos de hidrocarburos permitieron que la dirigencia política optara porque los cuantiosos recursos obtenidos por la renta petrolera sostuvieran un

<sup>2</sup> “Como era de esperarse, entre los empresarios no se generó una cultura, o mejor dicho se generó en ellos una cultura tecnológica totalmente negativa, que incidió sobre una pobre capacidad para generar tecnologías propias, y lo que es peor, debido al proteccionismo, la clase empresarial siempre consideró a la tecnología como algo que había que comprar en el exterior, algo que se encontraba incorporado solo en los equipos y que le representaba un gasto y no una inversión a largo plazo” (Corona & Soria López, 1995, p. 185).

tipo de industrialización basada en los recursos naturales, inhibiendo el desarrollo de la capacidad de producción cimentada en la adaptación o creación tecnológica y postergando la crisis de la economía, en general.

En este entorno, pues, se presenta la irrupción de un modelo económico que responde a las nuevas condiciones globales que ha sido llamado, con diversos matices, Nueva Economía (NE) o, también, Tercera Revolución Industrial (TRI), con una compleja presencia de elementos que consideran variables tecnológicas y económicas emergentes, en el que los procesos de innovación deben contribuir a mantener, según se prevé, el funcionamiento de la industria, internalizando los costos de migración hacia una economía baja en carbono e intensiva en uso de TIC's y nuevas tecnologías de miniaturización.

## II. ¿Hubo innovación?

En México, ningún modelo de desarrollo industrial ha creado los incentivos a la generación de conocimiento tecnológico susceptible de extender su cadena de valor al mercado.

Si revisamos el número de solicitudes de patente que se han presentado en México desde 1976, encontramos una consistencia inusitada para no patentar, solo atribuible a una dificultad estructural que trasciende a las modalidades del propio modelo de desarrollo.<sup>3</sup>

Sin duda, ello es atribuible a dos condiciones invariables: la persistencia de monopolios y de oligopolios en la economía<sup>4</sup> y la colocación hegemónica de la ciencia básica frente a la investigación aplicada en la cadena de valor de la creación de conocimiento y su desvinculación real con la lógica del mercado, lo que ha condicionado el financiamiento de las agencias públicas en la

<sup>3</sup> En efecto, desde los registros de información con que se cuenta (1976), las solicitudes de patentes de nacionales apenas han superado la cifra de más de mil, independientemente del modelo jurídico que ha regido, que transitan desde el uso de certificados de invención que no hacían patentables —y por ende no exclusivas— diversas materias consideradas con cierta liberalidad como de acceso público, hasta la protección de otras que volvieron patentables casi todos los campos tecnológicos —y por lo tanto, protegibles monopólicamente— asociados naturalmente con la estrategia de desarrollo económico en que rigieron. Tanto en la ISI, como en la A y D, las patentes solicitadas y las otorgadas para mexicanos han sido muy escasas.

<sup>4</sup> La apertura comercial ha traído como consecuencia indeseable la presencia de empresas que operan prácticamente sin competencia: ante la ausencia de organismos reguladores fuertes, se mantienen ajenos a las medidas de liberalización que favorecería a los consumidores y a la competitividad de la economía.

publicación y en el acceso y distribución de rentas. Interpretadas de otra manera, esas condiciones que rigen la innovación han provocado diversas fallas de mercado cuya corrección requiere, justamente, el uso de diversos instrumentos económicos que, por la naturaleza de los intereses que se encuentran presentes, deben considerar dos alternativas: o bien la intervención del Estado deja de lado el mercado y hace exigible que los estímulos económicos y los fondos públicos se apliquen premiando las investigaciones que lleguen al mercado —previo patentamiento o protección alternativa— o bien, reorganiza el mercado para incentivar que los demandantes de tecnología hagan explícitamente su demanda efectiva, liberalizando las áreas de la industria que considere estratégicas, limitando la presencia de empresas monopólicas.

La innovación, por su parte, se ha privilegiado esencialmente como un acto de creación novedosa, como acto de producción de conocimiento original proveniente de la inventiva, dejando de lado dos atributos inseparables: la adaptación del conocimiento disponible en invenciones protegidas o de uso libre, y la condición de su aceptación por el mercado.<sup>5</sup> El concepto se ha vinculado con los de ciencia y tecnología —tanto por las áreas académicas como las empresariales— sin que responda realmente a la naturaleza de una o de otra. El modelo basado en la oferta postula esa asociación como inseparable en la medida que la considera un resultado exitoso de un proceso previo de la interpretación del estado de la ciencia —básica o aplicada— no en un commodity. Por el contrario, un modelo basado en la demanda efectiva, consideraría a la ciencia como insumo, no como bien público. Esa discrepancia provoca una dialéctica desastrosa: ni se investiga ni se utiliza el conocimiento para crear riqueza, sino para acceder a la distribución de rentas públicas.

Es difícil advertir la relación causa-efecto entre ambas condicionantes, porque tanto la falta de identificación de la demanda efectiva de tecnología, por parte de la industria en la que el mercado no recibe señales sobre su disposición a pagar, como la institucionalización de la vocación ofertística de la creación de conocimiento de los entes públicos, puede atribuirse a la voluntad de ignorar al mercado como un entorno de asignación de recursos escasos. Los altos costos de oportunidad y de transacción que se derivan de la regulación de la comercialización del conocimiento y su explotación mercantil, de las agencias públicas de investigación y de educación, inhibe su uso como insumo para la productividad industrial.

Carlos Elizondo Mayer-Serra afirma:

<sup>5</sup> Al respecto, véase el *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (2005) (tercera edición). Madrid: OCDE y Eurostat.

“En una economía basada en el peso político de sus actores, el ingreso no depende fundamentalmente de la productividad y el valor agregado que se genera en una decisión libre por parte del mercado sobre comprar el bien o servicio, y con la posibilidad de que cualquiera participe en ese mercado. Importa más la capacidad de maniobra política, ya se trate de un empresario que evita la regulación en su sector, un trabajador sindicalizado al servicio del gobierno que presiona por recibir más salario a cambio de menos trabajo, un administrador de empresa pública que evita rendir cuentas o un político en la perenne lucha presupuestal por recursos fiscales que no se asignan en función de su rentabilidad social, sino de la capacidad de pataleo de los beneficiarios...

En un país construido a partir de privilegios y poca competencia, muchas de las oportunidades se encuentran en el mercado de la distribución de rentas. En él no se compete con los extranjeros, quienes tienen sus propios inventos y productos, y nos dejan a nosotros el mercado de la extracción de rentas locales que requiere información y contactos locales” (Elizondo Mayer-Serra, 2011, pp. 151-153).

Para este autor la sociedad mexicana sigue atrapada en una lógica económica basada en toda clase de protección: ni los empresarios están interesados en invertir en la innovación ni han reconocido esta forma de generación de valor, ni las universidades desarrollan tecnología susceptible de cubrir la demanda del sector productivo. Al revisar las causas por las que, en general, el país no compete apunta: “Los empresarios mexicanos en general han tenido pocos incentivos para promover la investigación e innovar. En vez de buscar “monopolios temporales” a través de la innovación, es más probable que procuren proteger sus privilegios en el mercado político y legal. Estos privilegios se sostienen debido a que en la mayoría de los sectores la autoridad que regula la competencia tiene pocos recursos para enfrentarlos (Elizondo Mayer-Serra, 2011, p. 157).

La gran empresa mexicana no invierte, en lo general, en innovación (0.24% del PIB). Sobredimensiona la percepción de riesgo que supone la adopción de nuevos procesos o productos derivados de la creatividad local, por lo que las fallas del mercado imputables a los usuarios de tecnología se asocian a la profunda desconfianza que le genera el acceso y uso de las invenciones provenientes de la academia nacional. Por supuesto, la ausencia de condiciones y exigencias que generaría la competencia provoca que las soluciones tecnológicas que requieren los monopolios para resolver sus problemas tecnológicos, especialmente para mitigar costos, se trasladen a los usuarios, dada su condición dominante.

No solo las empresas privadas parecen carecer de incentivos para inventar: nuestras universidades tampoco lo hacen, como indica Elizondo Mayer-Serra.

El problema del país en materia de innovación no es su productividad inventiva, sino la concurrencia perversa de la burocracia y de los monopolios y de los oligopolios que protegen su renta, pero no crean riqueza. Si bien unos y otros postulan la necesidad de la creación intelectual y de su inserción práctica en la industria, lo cierto es que el subsidio a la divulgación indiscriminada del conocimiento —no sujeta a evaluación de su pertinencia en el mercado— provoca la publicación de resultados de investigación que nada o muy poco aportan a la ciencia. ¿Cuántas publicaciones mexicanas de ciencia tienen un sentido científico y cuántas se hacen con el único propósito de ser citados?<sup>6</sup>

Al respecto, Denise Dresser apunta:

“En México, al igual que en Rusia, los super-ricos usan su vínculo político para incrementar su tajada del pastel pre-existente, en lugar de añadir valor agregado a la economía y así aumentar el tamaño del pastel. En México, al igual que en Rusia, los super-ricos con frecuencia logran poner al gobierno a su servicio. Extraen, exprimen, retrasan, bloquean. Día tras día, erigen barreras de entrada a los mercados y colocan cercos a la innovación. Como botón de muestra: las compañías de telecomunicaciones en la India obtuvieron 5 patentes en 2001 y 13 en 2005. Las empresas mexicanas no obtuvieron ninguna” (Dresser, 2012).<sup>7</sup>

Las solicitudes de patente son un indicador del desarrollo tecnológico de un país, según la OCDE. Sin embargo, las invenciones también comprenden los modelos de utilidad y los diseños industriales que, en México, muestran mayor dinamismo que las patentes. Por otra parte, los inventores independientes, son, por mucho, los solicitantes más asiduos de protección de invenciones, esto es, más que las empresas y aun que las instituciones de educación superior.

La innovación, pues, no es una práctica competitiva de las instituciones del país. Se inscribe sí en varias políticas públicas que inician con la promoción de la ciencia básica y que se agotan, a veces, en la investigación aplicada. La ausencia de demanda y la dispersión de la oferta impiden la eficiencia de los incentivos superados, casi invariablemente por toda clase de barreras de entrada al mercado.

<sup>6</sup> “Mas los datos duros muestran que hasta el año 2005 no se había registrado públicamente a favor del país, una sola patente en nanotecnología, hecho que llama la atención dado que la UNAM figura en la posición 71 de productividad de publicaciones en nanotecnología en el mundo”. (Lechuga Montenegro & Rodríguez Sánchez, 2011, p. 46).

<sup>7</sup> A pesar de que el Índice Global de Innovación nos concede un lugar intermedio, lo cierto es que ésta es poco efectiva, en tanto no llega al mercado.

*El crecimiento de la inversión pública en proyectos innovadores, hará necesario plantear una política industrial implícitamente orientada a la transferencia de tecnología y a la innovación selectiva*

México se desindustrializó desde la década de los noventas, a partir de la entrada en vigor del TLCAN, y se orientó a la maquila, particularmente en el ensamble automotriz y a la exportación de materias primas, que luego regresarían como importaciones finales con algún valor agregado.

Capdevielle y Flores Salgado consideran:

“Existen cambios tecnológicos en los procesos productivos y en los productos elaborados por los procesos globales. Que esto ocurra en México, en algunos eslabones de la cadena de producción global, no representa, sin embargo, agregar mayor valor a la producción de dichos eslabones, porque el dominio de la tecnología y la capacidad productiva pertenecen a las empresas globales que poseen también la capacidad organizacional que les permite desplazarse geográficamente con gran facilidad para reducir costos. La aportación que cada país realiza al valor de un producto global es lo que la empresa paga por los factores productivos que contrata localmente: trabajo, capital, capacidad gerencial y tecnología.

La ventaja de la empresa global es que paga el costo de oportunidad internacional de los factores, al segmentar e internacionalizar los procesos productivos, reduce sus costos totales, en un contexto de libre comercio en el que no hay restricciones para entrar a los mercados con bienes producidos” (Capdevielle & Flores Salgado, 2006, p. 144).<sup>8</sup>

Por ello, las cifras exportadoras del país no deben impresionar a nadie: es resultado de la manufactura internacional intra-empresas, lo cual no le deja al país ni formación de capital humano, ni estimula a las empresas locales a integrarse efectivamente en su cadena de valor, ni promueve la innovación competitiva.

El entorno internacional, sin embargo, muestra signos favorables para el desarrollo de una incipiente industria nacional y para formular una política industrial. El traslado de la manufactura y comercio mundial hacia Indochina, al archipiélago malayo y, en general, a la Cuenca del Pacífico, obligan a pensar en una política orientada a beneficiarse de ese entorno y que debería apoyarse estratégicamente en dos soportes: una política regulatoria en materia de propiedad industrial que impida una sobrerregulación que pueda resultar inhibitoria de las inversiones en tecnología y una política industrial selectiva y temporal, articulada a manera de *clústers* regionales, alineados a una línea-país con una fuerte presencia estatal inductora del desarrollo de algunos sub-

<sup>8</sup> El subrayado es nuestro.

sectores industriales en los que se observan condiciones de inversión en tecnología y en nuevos productos, como son la industria automotriz, que requiere de software, nuevos materiales, diseño industrial, robótica y mecatrónica, al igual que la industria aeroespacial, como una extensión con las mismas necesidades y condiciones tecnológicas que la anterior.<sup>9</sup>

A ellas habría que añadir la farmacéutica, que requiere el desarrollo biotecnológico de nuevas moléculas<sup>10</sup> y el software con aplicaciones en telemedicina, e incluir también a la tecnología ambiental, particularmente la vinculada con la producción de energía renovable.

Sin embargo, es indispensable atender el patrón de transferencia tecnológica que caracteriza al país, pues, como hemos apuntado reiteradamente, la ausencia de información en el mercado sobre los requerimientos efectivos de la industria hacen muy difícil generar productos o procesos innovadores que tengan viabilidad comercial.

Según la OCDE, la capacidad de innovación de una empresa depende de un conjunto de factores relevantes:

- La acumulación de experiencia, información y conocimientos técnicos incorporados en las materias de trabajo;
- los precios de aprendizaje tecnológico que tienen lugar dentro de la empresa;
- las habilidades de los agentes que integran la empresa para acceder a diversas fuentes de información tecnológica y su traducción en mejoras de productos y proceso; y
- la regularidad e intensidad de los vínculos interindustriales, en particular las relaciones proveedor-usuario que promueven la cooperación directa y

<sup>9</sup> Desde el año 2004 la industria aeroespacial ha crecido el 20% anualmente, con excepción de 2009. La mitad de las 236 empresas que hay actualmente, no existían hace 3 años y tienen presencia, por el momento en 14 entidades federativas del país.

<sup>10</sup> Con la Ley de Propiedad Industrial de 1994, vigente en la actualidad, se permitió el patentamiento de los descubrimientos farmacéuticos basados en la química, provocando con ello la extinción de la capacidad de desarrollo tecnológico en esa industria, ya que se basaba legalmente en la imitación. Sin embargo, el cambio del perfil epidemiológico de la población asegurada del país; el agotamiento del túnel biotecnológico de medicinas innovadoras; el bono demográfico y el precio de las nuevas moléculas biotecnológicas, hacen muy atractiva la inversión en el mercado de las ciencias de la salud.

el intercambio de información y conocimiento (codificado y tácito)” (Corona & Hernández Gómez, 2000, p. 759).

En este contexto, la preocupación de los agentes públicos responsabilizados del desarrollo tecnológico debería concentrarse en proveer los incentivos para que los oferentes y usuarios de tecnología puedan construir una relación interactiva mutuamente productiva. Si los proveedores de tecnología (objetivizada en bienes de capital y sus manuales) y los usuarios pudieran conocer cuáles son las necesidades y condiciones de mejora tecnológica, el intercambio de información redundaría en un proceso exitoso de transferencia de tecnología. Sin embargo, la dinámica del sector y sus condicionantes restrictivas de innovación responden a otra lógica: las fuentes internas de información tecnológica, es decir, sus trabajadores e ingenieros despiertan la confianza de los usuarios de tecnología, para realizar innovación y, en otros casos, sus clientes. Los centros públicos de investigación y las universidades no son fuentes de información para las empresas mexicanas, y la vinculación con sus proveedores es de bajo contenido en información tecnológica: a diferencia de los países avanzados, las relaciones son débiles y escasas. “En resumen, las empresas mexicanas tienen una alta propensión a innovar con base en el aprendizaje obtenido por sí mismas. Las vinculaciones de las empresas con su ambiente industrial y con otras instituciones económicas o sociales no son relevantes, lo que sin duda puede considerarse como una debilidad en la generación de conocimientos tecnológicos en el sistema económico y en particular en el sector industrial mexicano” (Corona & Hernández Gómez, 2000, p. 764).

En esa tesitura, una política industrial exitosa debería considerar que esas condicionantes se van a encontrar siempre que el modelo de vinculación continúe privilegiando la oferta frente a la demanda de conocimientos, característico de nuestra política de ciencia y tecnología desde los años setentas. Si la aversión al riesgo es la falla del mercado más significativa que inhibe la capacidad inventiva, es necesario trasladar los procesos de transferencia hacia modelos más confiables para el mercado como podrían ser las agencias comercializadoras que busquen insertar los resultados de la investigación o bien la adaptación de tecnología protegida y disponible.<sup>11</sup>

En México, la ciencia y la tecnología han sido asociados formalmente a la innovación y siempre se presentan como categorías indisolubles y secuenciales. Observada de esa manera, la innovación está secuestrada para efectos

<sup>11</sup> Indudablemente, la protección de la propiedad industrial (PI) permite insertar en circuitos comerciales un conocimiento protegido. La protección valoriza un intangible —en el sentido que crea su valor de uso— y permite su cuantificación pecuniaria.

de su justificación final, que es su llegada al mercado, porque una buena parte de la ciencia en México no se propone ni se produce con la pretensión de tener utilidad práctica, como sí se exige a la innovación.

La comercialización de tecnología tiene un carácter estratégico que utiliza la información y las señales de precio provenientes del mercado para ajustar la pertinencia de la oferta a la demanda real y efectiva de las empresas. Aunque últimamente se han evidenciado muestras de comprensión de esa estrategia, la estructura organizacional de las universidades y de los centros públicos de investigación no está conformada para formalizar transacciones basadas en las mejores prácticas propias de los agentes de comercio, ya sean públicos o privados, si bien "... en la promoción de la innovación existe un rol para el Estado que no puede ser remplazado por los agentes individuales. La intervención del gobierno debe estar enfocada a solucionar fallas de mercado".<sup>12</sup>

En 2009, ante la evidencia de la necesidad de utilizar la fuerza y la lógica del mercado para llevar al usuario tecnológico los productos o procesos resultantes de la investigación, se reformó la Ley de Ciencia y Tecnología para instrumentalizar la llegada de éstas al circuito comercial, mediante la creación de las Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC's), cuya maduración aún exige de tiempo.<sup>13</sup>

### III. ¿Habrá una Tercera Revolución Industrial?

Las condiciones externas de la economía global empiezan a crear tensiones entre la dinámica actual del sector manufacturero mexicano, orientado a la exportación —y por tanto a las exigencias de productividad propias de un entorno competitivo— con las condiciones de baja competitividad de la micros y pequeñas empresas mexicanas de baja absorción tecnológica y con poco acceso a créditos para adquirir bienes de capital.

Varios autores han apuntado a la presencia de fuerzas de transformación tan relevantes que constituyen un modo de producción novedoso y diferenciado a los anteriores, que merece clasificarse y entenderse como una Revolución Industrial: la internacionalización del capital productivo, la creación de bloques comerciales en diferentes regiones del mundo, el comercio intra-em-

<sup>12</sup> Véase el "Plan Nacional de la Innovación", en especial su apartado II. "Importancia de la innovación para el desarrollo económico".

<sup>13</sup> Al respecto, conviene revisar el artículo 40 BIS en relación con el 51 y 56 de dicho ordenamiento.

presas y los costos de transporte de bienes hacia los mercados con mayor dinamismo, suponen a como el factor de acumulación.

Para Jeremy Rifkin, en efecto, “...nuestra civilización se encuentra en una encrucijada. El petróleo y los otros combustibles que definieron el modo de vida industrial han entrado en un irreversible declive, y las tecnologías construidas y alimentadas con esas fuentes de energía están ya anticuadas” (Rifkin, 2011, p.13).

Este autor sostiene que, al mismo tiempo que el declive de esta forma de producción, la emisión de los gases de efecto invernadero, en especial del bióxido de carbono generado por la producción y consumo de energía fósil, es responsable del cambio climático –del calentamiento global– que representa, según Stern, la mayor externalidad negativa de la historia de la humanidad y que amenaza en afectar a las poblaciones urbanas, la producción de alimentos, epidemias de enfermedades contagiosas ya antes erradicadas y apunta a la necesidad de definir una era pos-carbónica, es decir, a una economía baja en carbono.

El agotamiento del petróleo, ubicado en la llamada *curva de la campana de Hubbert*, y su consumo, asociado al calentamiento global, representan, en efecto, el final de lo que llama la *Segunda Revolución Industrial* y obligan a revisar el tema del acceso a la energía que será *verde*, según pronostica, y dirigirá la comunicación humana hacia el uso generalizado e irrestricto de Internet.

El crecimiento de China, durante los últimos 20 años (10% anual aproximadamente) acercó a los chinos a la era del consumo del petróleo y llevó el precio de éste a un máximo de 147 dólares por barril y al límite de una extracción máxima global de 70 millones de barriles diarios, lo que representa un límite material para continuar invirtiendo recursos para extraerlo, de sitios cada vez más profundos o en zonas de poca rentabilidad, para venderlo a un precio que impactará en el de los demás bienes y servicios.

En otro ámbito, el acceso comercialmente posible al uso de las TIC's, en la década de los noventas, irrumpió en la manera de producir. Sin embargo, “... aunque las TIC mejoraron la productividad, aumentaron la eficiencia de muchas prácticas y generaron nuevas oportunidades de negocio y empleos (lo que, probablemente sirvió para prolongar la vida útil de un modelo industrial envejecido), en ningún momento tuvieron posibilidad alguna de materializar su pleno potencial comunicativo distribuido debido a las limitaciones existentes debido al hecho de estar adheridas a un régimen energético y una infraestructura comercial de carácter centralizado” (Rifkin, 2011, p. 39).

“...Las grandes revoluciones económicas de la historia acontecen allí donde convergen unas nuevas tecnologías de la comunicación con unos nuevos sistemas energéticos. Los nuevos regímenes energéticos posibilitan la generación de una mayor actividad económica interdependiente y la expansión de los intercambios

comerciales, al tiempo que facilitan unas relaciones más densas e inclusivas. Las revoluciones comunicativas que los acompañan se convierten en los medios a través de los que se organizan y se gestionan las nuevas dinámicas temporales y espaciales que surgen de los nuevos sistemas energéticos” (Rifkin, 2011, p. 14).<sup>14</sup>

Rifkin, elabora su teoría a partir de lo que llama el *poder lateral* que, considera cambiará no solo la forma de hacer negocios, sino también la manera de entender la política. “La lucha de los viejos intereses del poder jerárquico de la Segunda Revolución Industrial y los intereses del poder lateral incipiente de la Tercera está dando origen a una nueva dicotomía política que es el reflejo de las fuerzas en conflicto que compiten para hacerse con el dominio en el terreno comercial. Se está escribiendo un nuevo guión político que, a medida que nos vayamos adentrando en la nueva era, va reestructurando también la forma en que la gente ve la política” (Rifkin, 2011, p. 193).

Para nuestro país, otros autores advierten además la identificación de dos revoluciones, la industrial y la digital, en donde la segunda implica una *Nueva Economía* que, a partir de la miniaturización de los aparatos electrónicos y del uso generalizado de Internet se derivará de una economía basada en la manufactura a otra basada en el conocimiento, a partir de la globalización.

La revolución digital, junto con la aparición y desarrollo de ciencias emergentes, como la nanotecnología y las tecnologías de la información y comunicación (TIC's), utilizadas como insumos para la gran mayoría de los otros sectores industriales, “... plantean una paradoja, pues de una parte marcan la pauta para la “transición hacia un sistema económico y social donde el conocimiento y la información serán las fuentes principales de bienestar; pero de otra parte ello mismo opera en el sentido de aumentar la heterogeneidad productiva lo que a su vez provoca el aumento de las desigualdades sociales” (Lechuga Montenegro & Rodríguez Sánchez, 2011, p. 43).<sup>15</sup>

Esto es, a las brechas tecnológicas y productivas del sector industrial, se sumará el rezago que implica la actualización digital, particularmente porque los costos de Internet y, en general, de la canasta básica digital, son mucho más elevados que en otros países.

Tenemos entonces que el entorno marca una tendencia favorable a impulsar cambios dramáticos en la economía y en las formas de comunicación social -según Rifkin- y en la revolución digital que transita hacia un nuevo modo de producción basado en el conocimiento, según Lechuga y Rodríguez, coincidiendo con Rifkin en que se observan tendencias al cambio en las que

<sup>14</sup> El subrayado es nuestro.

<sup>15</sup> El subrayado es nuestro.

la tecnología es el vehículo y ya no el resultado exitoso de un proceso de investigación, sino su aplicación utilizada en la creación de comunidades que generan información inteligente.

#### IV. ¿Puede haber innovación?

En consecuencia ¿cuáles serán los escenarios del impacto de esas dinámicas en nuestro país, si hay condiciones estructurales que orientan el crecimiento económico con base en el comercio exterior, que coexisten con la ausencia de incentivos a la adaptación y con un sistema de gasto público basado en la renta petrolera y no en la captación de recursos tributarios?

Indudablemente, el acceso a la economía del conocimiento requiere abandonar las actuales prácticas adoptadas por la estructura de producción y además, una robusta disposición a encontrar procesos, productos y métodos novedosos, susceptibles de protegerse mediante alguna de las formas de propiedad industrial y una fuerte comprensión de la lógica del mercado, a fin de utilizar los instrumentos económicos dirigidos a corregir sus fallas.

Sin embargo, en esta dinámica internacional, especialmente la atribuible a la necesidad de migrar hacia la descarbonización de la economía, los países en vías de desarrollo pueden encontrar grandes obstáculos, que responden a los arreglos políticos, económicos y sociales originados durante el siglo anterior y que, a pesar de ser disfuncionales a un nuevo patrón de crecimiento, será difícil que puedan ser sustituidos sin mediar una política industrial basada en la institucionalidad efectiva de la innovación, impulsada y promovida por el Estado.

Si observamos el papel de la renta petrolera en la economía del país, de donde se obtiene el 40% del gasto público, parece impensable sustituir la extracción y venta del hidrocarburo para cambiarla por energías renovables y sustituirla por los impuestos como fuente de ingresos para el gasto gubernamental.

El enorme gasto público, en efecto, no puede ser sufragado si no es a través de medidas que obliguen a pagar impuestos a las 400 empresas más grandes que operan en el país (Viniegra González & Viniegra Beltrán, 2010) y extender la eficacia de la fiscalización hacia las formas más baratas de recaudación (el IVA, por supuesto). México no está preparado para reducir la extracción y venta de petróleo y plantear una reforma fiscal recaudatoria.

No existen –y quizá nunca las habrá– condiciones estructurales para llevar a cabo una revolución de esa magnitud ni burocracia política que la impulse. Aun cuando existieran en México los yacimientos con los cuales pudiéramos cubrir la demanda petrolera –que los únicos rentables se encuentran en aguas profundas, con un tirante de agua de 2,000 metros y para los

cuales no desarrollamos ni podemos conseguir tecnología— la petrolización de la economía no ofrece respuestas políticamente factibles para que la mayoría de los ingresos públicos provengan de los ingresos impositivos.

Las presiones comerciales pueden ser suficientemente intensas como para lograr que se modifique el esquema de producción y consumo de energía fósil, por otro distinto.

Es difícil pensar que los problemas estructurales del sector productivo nacional no incidan en el comportamiento del sector exportador, y los bienes de uso intermedio, como las materias primas, sigan basando su crecimiento en insumos poco intensivos en capital, a lo que habría que añadir que la falta de una industria que ofrezca productos finales con alto valor agregado conferirían la vocación maquiladora y ensambladora del país lo cual es, también, un obstáculo para que se mantenga la tasa de crecimiento del sector externo de la economía. Hay que recordar que más del 80% de nuestro comercio exterior se hace con Estados Unidos y Canadá, por lo que la disfuncionalidad del resto de la industria afecta más a nuestros socios comerciales de América del Norte.

El principal impedimento para el acceso a Internet es el costo del servicio y la falta de cobertura de la red por parte del agente dominante del mercado:

“En términos de conectividad puede plantearse una hipótesis de ineficiencia considerando que en 2010 la cantidad de hogares con conexión a internet respecto al total fue de 22.2%, en tanto que los usuarios que lo hacen por la vía informal en los llamados “cybercafés” representan alrededor de un total de 66% de usuarios de internet” (Lechuga Montenegro & Rodríguez Sánchez, 2011, p. 63).

Adicionalmente, no se presenta una incidencia real del aumento de la inversión pública y el acceso a Internet en el hogar: se puede tener computadora, como ocurre en el 26%, pero no estar conectado a internet.

Esa brecha digital, cuya disminución es indispensable para acceder a la economía del conocimiento o a la Tercera Revolución Industrial, en los términos concebidos por Rifkin, solo puede ser cubierta de dos maneras: o se obliga al agente tecnológico dominante (TELMEX) a bajar sus precios o se subsidia la canasta básica digital para que, a pesar de los altos precios, se permita el acceso a la generalidad de la población. El primer camino supone un alto costo político, dada la importancia del agente, pero representa una medida distributiva de un servicio que cada vez transita con mayor fuerza para ser considerado como bien público. El otro, constituye en sí mismo una enorme transferencia de renta, en función de un servicio que para cuya prestación se utiliza un bien de dominio público: la vía elegida no es menor porque representa una postura del Estado que resultará emblemática en cuanto a la manera de cómo concibe la economía del siglo XXI.

De hecho, de los términos que provoquen el ingreso de TELMEX al desarrollo de innovación propia, a la competencia basada en la productividad y a su adopción activa de políticas de patentamiento, depende en buena medida la democratización de la comunidad digital del país y su inserción en el contexto de globalización.

Por supuesto, simplemente la posibilidad efectiva de la población de tener acceso, vía internet, a una enorme cantidad de información económica, financiera, científica y tecnológica, generaría de manera natural las condiciones de análisis crítico que facilitarían el acercamiento de la tecnología disponible, ya sea con la creación o la mejora de nuevos productos, procesos, servicios y métodos, con la demanda efectiva de los agentes económicos. El rezago que tiene México frente a otros países, incluso latinoamericanos, es muy importante y es atribuible, principalmente, a la falta de competencia, a la excesiva concentración del mercado (un solo oferente, TELMEX, tiene el 70% de los usuarios de Internet) y a la falta de políticas públicas para conseguir la universalidad del acceso a la banda ancha.<sup>16</sup>

No será fácil el tránsito de una economía premoderna, con privilegios y rentista, a una moderna y productiva.

Si históricamente las patentes se han observado como expresiones de la salud inventiva de una Nación y representan un indicador de vinculación entre los centros públicos de investigación (lato sensu) con los agentes económicos, en México no ha podido aprovecharse su doble condición: por un lado, como fórmula jurídica que otorga al particular el derecho de apropiación monopólica y exclusiva de un bien público, sustrayéndolo temporalmente de esa condición, para crear incentivos al desarrollo de conocimientos, pero también para generar la competencia entre los agentes económicos para construir nuevos conocimientos que superen a los anteriores.

Para la Tercera Revolución Industrial será necesario impulsar la innovación de mexicanos, pero también la adaptación o mejora del conocimiento disponible a patentes de uso libre.

“Las patentes son parte de la capacidad de innovación, pero interesa subrayar en este aspecto el rubro de nanotecnología que expresa la eficiencia dinámica en el conocimiento de frontera y que, junto con las TIC, es uno de los pilares en el que se sustenta el nuevo programa tecnoeconómico” (Lechuga Montenegro & Rodríguez Sánchez, 2011, p. 46).

<sup>16</sup> Al respecto, véase el interesante artículo “Aventaja AL en internet. Avanza poco penetración en México”, de Carla Marrínez, en el periódico Reforma, del 12 de diciembre de 2012.

## V. Bibliografía

- Capdevielle, M. & Flores Salgado, J. (2006). Sobre la necesidad de una política industrial en México: Alternativas frente a una economía global en transformación. En F. Novelo Urdanivia (coord.), *Por una política económica y social para el desarrollo de México* (primera edición). Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Corona, J. M. & Hernández Gómez, C. (2000). Relación proveedor-usuario y flujos de información tecnológica en la industria mexicana. *Revista Comercio Exterior*, 50 (9), 759-770.
- & Soria López, M. (1995). Política industrial científica y tecnológica: el caso de México (1988-1994). En *La crisis neoliberal mexicana. Reflexiones y alternativas* (primera edición). Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Económica.
- Dresser, D. (2012, 29 de octubre). Plutocracia ascendente. *Periódico Reforma*.
- Elizondo Mayer-Serra, C. (2011). Por eso estamos como estamos. La economía política de un crecimiento mediocre (primera edición). Ciudad de México: Random House Mondadori.
- Lechuga Montenegro, J. & Rodríguez Sánchez, M. (2011). El nuevo entorno tecnológico y teórico en economía. El caso de México. En J. Lechuga Montenegro (coord.), *Crisis y diversidad en la economía mexicana. Un análisis plural* (primera edición). Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco.
- Martínez, C. (2012, 12 de diciembre). Aventura AL en internet. Avanza poco penetración en México. *Periódico Reforma*.
- OCDE & Eurostat (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (tercera edición). Madrid: Autores.
- Rifkin, J. (2011). La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo (segunda impresión). Barcelona: Paidós, Estado y Sociedad, Espinosa Libros S.L.U.B.
- Viniegra González, G. & Viniegra Beltrán, C. (2010, octubre-diciembre). ¿Contribuyen la ciencia y la tecnología a combatir la pobreza? *Revista Ciencia*, 46-55.