

## DESARROLLO TECNOLÓGICO

Manuel Torres Parra

Tecnología en su sentido estricto es el conocimiento organizado para la producción de bienes y servicios. La tarea principal de la tecnología es la invención, el producto de la tecnología incluye invenciones, patentes y técnicas en forma de documentos, diseños, recetas y técnicas. Los que intervienen en el proceso tecnológico son: inventores, emprendedores, industriales y centros de tecnología. La tecnología es conocimiento de método, sistema o procedimiento y también un producto, todos ellos comercializables.

El impacto tecnológico en el siglo XX fue descrito por la Academia Estadounidense de Ingeniería<sup>1</sup> como los mayores logros de la ingeniería: electrificación, automóviles, aviones, agua potable, electrónica, radio y tv, mecanización agrícola, computadoras, teléfonos, aire acondicionado y refrigeración, autopistas, vehículos espaciales, internet, imágenes medicas, electrodomésticos, en salud, petróleo y petroquímica, laser y fibras ópticas, nuclear y materiales de alto desempeño. Todos en su momento fueron innovaciones.

La demanda mundial de tecnología se ha duplicado en la última década y constituye el 25% del comercio mundial.

Hay tecnologías aplicadas a muchas actividades económicas como las de comunicación y computación, denominadas tecnologías de la información (TIC). Las hay más específicas como la agrícola, forestal, minera, petrolera, de cada sector manufacturero y de servicios. Y más aún, tecnologías de productos, de procesos, de equipos de sistemas y administrativas.

El desarrollo es el logro de niveles óptimos sostenidos en el ambiente político, económico, social y cultural, concordantes con los recursos disponibles, con las aspiraciones y con las características del país. El desarrollo tecnológico es el logro de niveles óptimos sostenidos en la generación, adaptación y uso de tecnologías.

Hay indicadores del desarrollo tecnológico: económicos, del recurso humano, de capacidad y de resultados.

Los indicadores económicos más usados son el porcentaje del gasto en investigación y desarrollo o en ciencia y tecnología con relación al producto interno bruto y el gasto en investigación y desarrollo por habitante. La Unesco recomienda para el primero el 2% para los países en vías de desarrollo y el 3% para los países desarrollados. En Venezuela entre 1990 y 2005 no superó el 0,50%. A partir del 2006, gracias a la aplicación de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, llegó al 1,78% y 2,5% en 2008. Esta última cifra equivale a 326\$ por habitante, mientras el promedio para la América Latina fue de 105\$ por habitante.

Los indicadores de recursos humanos son el crecimiento del número de ingenieros y el número de ingenieros por mil habitantes.

---

<sup>1</sup> NAR, Greatest Engineering Achievements of the 20th Century, NAE, New York, 2009.

La matrícula de la educación superior sobre la matrícula total de educación ha sido creciente, al pasar la matrícula de 1% en 1941, 4% en 1970, 10% en 1990, 15% en el 2005 y 23% en el 2007.

La matrícula de las carreras relacionadas con la ingeniería y afines sobre la matrícula total de educación superior ha sido también creciente, al pasar del 17% en 1954, a 21% en 1977 a 34% en 1990 y 36% en 2001.<sup>2</sup>

La Ingeniería ha crecido a una tasa de 8,89% anual desde 1960 al 2007, lo cual ha hecho que la proporción de ingenieros por habitante haya pasado desde 1960 al 2007 de 0,41 a 6,80 ingenieros por 1000 mil habitantes.

La proporción de Ingeniería Civil ha disminuido desde 1960 al 2007 al disminuir del 68% al 19%; en Estados Unidos es de 12%. La proporción de ingenieros en áreas industriales ha aumentado proporcionalmente a la disminución de la Ing. Civil de 68% al 19%.<sup>3</sup>

Los indicadores de capacidad son el porcentaje de los usuarios de internet con relación a la población, la disponibilidad de redes, la generación eléctrica en kilovatios-hora por habitante y la importación de bienes de capital.

Los usuarios de internet pasaron de 1 usuario/100 habitantes en 1998 a 27 usuarios/100 habitantes en el 2009. Aunque la penetración de Internet en la población es menor (27%)<sup>4</sup> con relación a la penetración promedio latinoamericana de 35%. Hay que hacer esfuerzo para aumentar este indicador.

Venezuela ocupa el puesto 96 en el índice de disponibilidad en la red (desarrollo y aumento de la competitividad) de los 134 países medidos en el 2009 y el 119 en el 2011.<sup>5</sup>

El índice de generación eléctrica equivalente por habitante para 1960 era de 621 kwh/c, a partir de 1980 superó los 2.500 kwh/c y en los años noventa se generaron 3.000 kwh/c y después de 2004 se alcanzó los 4.000 kwh/c.<sup>6</sup> Los países desarrollados y emergentes en desarrollo, mantienen índices de generación eléctrica superiores a los 7.000 kwh per cápita.

A pesar de la creciente tendencia de las importaciones, la de bienes de capital necesarios para la producción de bienes y servicios, no ha sobrepasado el 26%, inferior al de más de 30% en los países latinoamericanos. Grandes esfuerzos en aumentar la producción y para ello se requiere aumentar la importación de bienes de capital.

Los indicadores de resultados son: las patentes, el porcentaje de exportación de productos manufacturados y entre éstos los de alta tecnología (bienes de capital, productos electrónicos, nucleares, espaciales, entre otros).

En las patentes por 100 mil personas, Venezuela está muy por debajo de este indicador de otros países, mas aún, hay una alta tasa de dependencia de patentes solicitadas de no residentes, con

---

<sup>2</sup> ANIH, Boletín 21, pág. 227.

<sup>3</sup> ANIH, Boletín 21, pág. 192.

<sup>4</sup> ANIH, Boletín 21, pág. 230.

<sup>5</sup> <http://report.weforum.org/global-information-technology>

<sup>6</sup> ANIH, Boletín 21, pág. 232.

relación a las solicitadas por residentes: de 22:1 en el 2008. Además, las patentes solicitadas por residentes no llegan al 1% de las patentes solicitadas. Finalmente, el índice de patentes solicitadas por cada 100.000 habitantes ha sido decreciente, al pasar de 1,2 en 1991 y de 1,4 en 1997 a 0,4 en el 2008.<sup>7</sup> Debemos cambiar este indicador necesariamente.

En el 2005<sup>8</sup> Venezuela solo exportaba el 10% de los productos manufacturados con relación al total de productos exportados, mientras Brasil exportaba el 55%, México el 72%, Estados Unidos el 78%, Finlandia el 82% y China y Corea el 92%. Hay que hacer un plan a largo plazo para llegar a un 50% en 10 años.

En la exportación de productos de alta tecnología Venezuela en el 2005 apenas exportó el 2% de los productos manufacturados, mientras Brasil exportaba el 13%, México 20%, Finlandia 25%, China 31%, Estados Unidos 32% y Corea el 32%. Deberíamos realizar un 20% en los próximos 10 años.

## **Innovación**

Innovación es la introducción de un producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización u organizativo en las prácticas interna de la empresa<sup>9</sup> y que sea nuevo o mejorado

Cada sector económico -agricultura o sector automotriz, por ejemplo tiene comportamiento diferente, pues responde a mercados y demandas diferentes.

La innovación puede ser por mejoras tecnológicas, en procesos, en productos, en mercadeo, en distribución o en incorporación ecológica o verde. Las tres primeras son las de mayor ingerencia ingenieril.

Según M. Porter “la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar y la empresa consigue ventaja competitiva mediante innovaciones”<sup>10</sup>

Los indicadores de innovaciones son los globales: porcentaje de gastos en inversión de investigación y desarrollo, con relación al PIB y éstos sectoriales (agricultura, manufactura, telecomunicaciones, etc.) y los mas específicos de innovación en los negocios, de desarrollo y transferencia de conocimientos y de talento<sup>11</sup>.

Los de innovación en los negocios están: la productividad (comparando con la de Estados Unidos o Corea), la intensidad del gasto de I+D de las empresas, inversión en maquinarias y equipos. Los de desarrollo y transferencia de conocimiento: porcentaje del gasto en I+d por las instituciones de Educación Superior (IES), ranking mundial de los IES; y los de talento: evaluación PISA, porcentaje de la población con educación terciaria, PhD en ingeniería, ciencia y equivalente por millón de

---

<sup>7</sup> ANIH, Boletín 21, pág. 230.

<sup>8</sup> World Development Indicator Databe, 2005.

<sup>9</sup> OCDE Manuel de Oslo, 2005.

<sup>10</sup> Porter, M., Estrategia Competitiva, 1982.

<sup>11</sup> STIC, State of the Nations 2008, Canada, STI System, Science, Technology and Innovation Council of Canada.

habitantes y premios internacionalmente reconocidos otorgados e investigadores por 1000 empleados. Hay grandes esfuerzos para superar muchos actuales indicadores de innovación.

Hay que destacar que la competencia mundial obliga a los países a una superación en sus capacidades de producción y al desarrollo de la innovación de productos, procesos y tecnologías. El mayor esfuerzo de las empresas debe ser dirigido en esa dirección y para ello las universidades, con el apoyo financiero de la LOCTI, deberían enfilar sus mayores esfuerzos.

La innovación tiene una base sólida en la creatividad humana. La creatividad es una función psicológica que resulta de procesos cognitivos básicos y superiores y procesos complejos, que permiten generar productos valiosos y originales. Es posible desarrollarla y la educación tanto primaria como secundaria y superior debe estimularla para que el conocimiento pueda generar innovación.

La Academia de Ingeniería Estadounidense en una reunión cumbre realizada en 2009<sup>12</sup> identifica 14 áreas que representan retos para la ingeniería en el siglo XXI: hacer económicamente competitiva a la energía solar, energía por fusión nuclear, métodos para secuestrar el CO<sub>2</sub>, manejar el ciclo del nitrógeno, proveer agua potable en cantidad y calidad, restaurar y mejorar la infraestructura urbana, avanzar en la información sobre salud, mejores medicamentos, realizar la ingeniería inversa del cerebro, prevenir el terror nuclear, ciberespacio seguro, acrecentar la realidad virtual, avanzar en el aprendizaje personalizado e ingeniería para las herramientas de descubrimiento científico.

Estas áreas deberían ser consideradas para prepararnos con el fin de contribuir en la generación, adopción y difusión tecnológica, en un futuro cercano.

Para avanzar efectivamente en innovación es necesario un programa de innovación del Estado que contemple varios ejes de actuación: el de regulación e institucional, de incentivos para la inversión nacional y extranjera, desarrollo de una cultura del emprendimiento, financiamiento, formación, atracción al talento humano, y establecimiento de mecanismos de transferencia y difusión del conocimiento y conexión global que permite la comercialización<sup>13</sup>

## **Sociedad del Conocimiento**

De gran significación ha sido el impacto económico y social de cada revolución tecnológica<sup>14</sup>. El salto tecnológico de la industria textilera y la difusión de los principios de mecanización y organización fabril a otras industrias, condujo a la revolución industrial. El boom Victoriano fue consecuencia de las redes ferrocarrileras y la eficiente utilización de la máquina de vapor. La tecnología del acero, la generación y transmisión eléctrica y la química moderna condujo a la "Belle Epoque". El boom Keynesiano de la postguerra fue un producto del petróleo barato y de la producción en masa de automóviles, electrodomésticos y petroquímicos. La revolución informática, en telecomunicaciones está conduciendo a un boom, que por su naturaleza tiende a ser mundial.

---

<sup>12</sup> Greatest Engineering Achievements, Opres Cit.

<sup>13</sup> Programa de Innovación 2012-14, Chile, 2010, y Programa de Innovación para la Competitividad del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2016, México, 2001.

<sup>14</sup> Pérez, Carlota, Desafíos Sociales y Políticos del Cambio de Paradigma Tecnológico, UCAB, 1999. Pág. C7

Esa penetración de las tecnologías de la información está dando origen a cambios sociales que algunos han denominado sociedad de la información y con mas precisión a sociedad del conocimiento. Una sociedad del conocimiento es una sociedad que se nutre de sus diversidades y capacidades. Las sociedades del conocimiento<sup>15</sup> son sociedades en redes que proporcionan una mejor toma de conciencia en los problemas mundiales como: daños ambientales, riesgos tecnológicos de desastres, crisis económicas y pobreza. En su sentido más amplio lo constituyen la aplicación del conocimiento y la información a los procedimientos de creación, procesamiento y difusión de la información en un bucle de retroalimentación acumulativa entre la innovación y sus aplicaciones prácticas.

La sociedad del conocimiento se nutre del desarrollo tecnológico y por ello los indicadores utilizados son los mismos de éste: nº de científicos e ingenieros, porcentaje del PIB en gasto en investigación y desarrollo, porcentaje de exportaciones de productos manufacturados, porcentaje de las exportaciones de alta tecnología, nº de patentes e índice de infraestructura científica y tecnológica.

### **Planes de Desarrollo Tecnológico**

En el plan de la nación 2001-2013 se contemplan dos directrices con algunas áreas que incluyen y requieren desarrollo tecnológico: el modelo productivo y Venezuela como potencia energética mundial.

En el enfoque del modelo productivo, en el literal o, se establece que “se hará énfasis particular para impulsar el desarrollo tecnológico interno que posibilite la autonomía, relativa de las actividades productivas y servicios necesarios para alcanzar y sostener el desarrollo mediante el fortalecimiento de la capacidad de innovar, importar, modificar y divulgar tecnologías”. Entre los objetivos se señala “IV.2.3 Fomentar la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo nacional” y entre las estrategias: “IV.3.3.4 Promover el aumento de la productividad, IV.3.10 Incrementar la producción nacional de CTI hacia necesidades y potencialidades del país y IV.3.13 Mejorar el apoyo institucional para la CTI”.

En las estrategias y políticas de “Venezuela: potencia energética mundial”, se indica: “VI.3.1.1 Potenciar e incrementar la capacidad de producción de hidrocarburos, VI.3.1.2 Aumentar la capacidad de refinación petrolera y VI.3.1.3 Desarrollar la industria del gas libre, VI.3.8 Privilegiar la inversión en investigación y desarrollo tecnológico en materia de hidrocarburos y energía eléctrica”.

En el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Venezuela 2005-2030, se establecen los tres objetivos siguientes: independencia científica y tecnológica, CyT para la inclusión social y fortalecimiento de capacidades nacionales en CyT. La primera incluye el desarrollo tecnológico pertinente y la asimilación selectiva de tecnología; la última la conformación de redes tecnológicas por prioridades.

Para el primer objetivo se indican las estrategias viabilizadoras asociadas: “Desarrollo CyT pertinente y asimilación de tecnologías ambientalmente sustentables, limpias y ahorradoras de energía”.

---

<sup>15</sup> UNESCO, Informe Mundial, Hacia las Sociedades del Conocimiento, Paris, 2005.

Para el tercer objetivo se indica como estrategias viabilizadoras asociadas “Rediseñar y estructurar el Sistema Nacional de CTI, a través de la ampliación de la infraestructura CyT, incluyendo la educación básica, técnica y superior”.

El Plan propone las áreas de grandes áreas de investigación: petróleo, gas y energía, soberanía y seguridad alimentaría, ambiente y hábitat, desarrollo sustentable y biodiversidad, desarrollo endógeno, TICS, salud pública, gerencia pública, educación y visibilidad y cultura científica.

Entre las metas establecidas de desarrollo tecnológico están: 1. Incrementar la inversión en CyT hasta el 2% del PIB en los próximos cinco años, 2. Incrementar en 50% el número de jóvenes graduados en carreras CyT en los próximos cinco años, 3. Alcanzar la meta de 12.000 investigadores en 10 años y 1 investigador por nivel de la población económicamente activa en el 2030, 8. Creación de un parque tecnológico en el área de ingeniería electrónica básica, 9. Suplir el 90% en la producción de semillas en frutales, hortalizas, raíces y tubérculos, 11. Garantizar el funcionamiento de 120 redes anuales, 13. Elevar la capacidad innovativa nacional en 50% en los próximos cinco años y en 70% en los próximos diez años, 14. Fortalecer y crear grupos de desarrollo orientados para un propósito tecnológico concreto en áreas de energías alternas, petroquímica, superficies activas y catalizadores y producción petrolera y 15. Crear capacidades para asimilar tecnología, generar conocimiento y promover el desarrollo tecnológico nacional.

Con relación al desarrollo tecnológico, los resultados hasta el día de hoy de estos planes no han sido satisfactorios, pues los únicos indicadores favorables son los de inversión, los de recurso humano y de capacidad (con excepción de la eléctrica); sin embargo, los indicadores de resultado son muy deficientes, es decir, no hemos sido ni eficientes, ni eficaces en el desarrollo tecnológico.

Debemos hacer mayores esfuerzos para establecer un pacto nacional entre el gobierno, el sector productivo y el sector científico y tecnológico, el cual permita formular y aplicar un plan de desarrollo tecnológico mas efectivo, que incluya un programa de innovación que esté dirigido a aumentar el PIB, el producto interno de bienes y servicios y a hacer mas competitivas nuestras empresas en el ámbito internacional y de esa manera podremos aumentar nuestros indicadores de resultado: patentes, mayor porcentaje de exportación de bienes manufacturados y mayor porcentaje de exportación de bienes de alta tecnología. Ese plan debe incluir unas mejoras sustanciales en el sector educativo para promover la innovación a todo nivel y desarrollar el talento humano necesario.

Además el aporte de las universidades y los centros de investigación como el IVIC y el INTEVEP serán imprescindibles.