

EL EFECTO DE LA TECNOLOGIA EN EL DESARROLLO NACIONAL

*José Maldifassi Pohlhammer.
Teniente 1º*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, es indudable que en la dinámica de desarrollo de todos los países, esto es, propender a niveles de calidad de vida de sus ciudadanos cada vez más altos, uno de los factores que tiene la más alta incidencia es la utilización de la tecnología en todas sus formas dentro del aparato productivo de la nación, en armonía con el resto del sistema socio-cultural de la misma.

Algunos de los países del Lejano Oriente que hace no más de 30 ó 40 años poseían estructuras sociales y capacidades industriales de economías agrícolas, mediante cambios radicales en su planificación de desarrollo, basados en la exportación de bienes de media y alta tecnología agregada, hoy en día se presentan como serios y temibles adversarios económicos de los países tradicionalmente proveedores de los mismos bienes, en particular de Europa occidental y Estados Unidos.

Las grandes ventajas de estos países en vías de desarrollo, respecto de los más avanzados, han sido en parte debidas a su necesidad de cambio en sus estructuras productivas, la total inexistencia de una enorme infraestructura tecnológica, como también la ausencia de los devastadores efectos psicológicos de la Primera Revolución Industrial del siglo XIX, lo que predispone a los trabajadores, sindicatos y empleadores a actuar en forma más armónica y participativa.

Lo que sí es indudable, es que estos países tecnológicamente emergentes no estarían en condiciones de aportar nuevos conocimientos a las ciencias básicas, ya que carecen del capital humano que impulsa la investigación de las mismas, tradicionalmente proveniente de Alemania, Francia e Inglaterra, en donde nació el estudio de las ciencias puras, como también el enorme auge que experimentó en Estados Unidos desde los albores de su historia independiente. Es, por ello, necesario diferenciar ciencia de tecnología, a modo de que no se confundan estos dos conceptos que en oportunidades se entienden como sinónimos.

NECESIDAD DE LA TECNOLOGÍA

En menor o mayor medida, la Humanidad ha dependido de los avances tecnológicos para poder evolucionar en lo social, siendo posible citar como los ejemplos más característicos el fuego, la rueda y el uso de los metales; también se debe mencionar el nacimiento de la agricultura, que transformó a algunos pueblos nómadas en sedentarios, lo que a la larga daría nacimiento a las ciudades.

Actualmente, a modo de ser más eficiente y por ende productivo y competitivo en el comercio internacional, se hace imperativa la utilización de tecnología cada vez más moderna, llegando en el límite a los autómatas programados que ensamblan todo tipo de equipos. Los muy meticulosos relojeros suizos han quedado en el pasado; en la fábrica, línea

de producción o agricultura mecanizada de nuestros días, se presenta el caso de ciertos productos que llegan al consumidor sin haber sido tocados por ser humano alguno.

A modo de hacer más placentera y llevadera su existencia, el ser humano ha utilizado todo tipo de medios, dando lugar a una categoría especial de personas denominadas "inventores", quienes por alguna circunstancia han ideado sistemas o dispositivos revolucionarios que han modificado la existencia misma de la sociedad. En el pasado, algunas de estas personas poseían pocos o muy rudimentarios conocimientos de las ciencias, pero suplían esta deficiencia con una gran imaginación inventiva; en estos días sería altamente improbable que se lograran resultados similares sin una buena base científico-tecnológica.

Es prácticamente imposible negar el hecho que los países más avanzados tecnológicamente poseen los niveles de vida más elevados, aspiración de todo gobierno y grupo social organizado. Todas y cada una de las actividades que se realizan dentro de la comunidad pueden ser mejor satisfechas si se emplean medios tecnológicos más avanzados para su ejecución y práctica; esto ha llevado a la diversificación de aplicaciones, productos y usuarios.

Si bien el nivel tecnológico de nuestro país es medianamente adecuado a nuestras necesidades, para pasar de la condición de país en vías de desarrollo (antes nos decían subdesarrollados) a la de plenamente desarrollado, se requiere dar ímpetu al desarrollo tecnológico, a modo de acortar la brecha tecnológica que cada día se hace más acentuada; de este modo podremos contar con la libertad política y económica para continuar siendo una nación libre y soberana. Un cambio tan radical causará algunos transtornos socio-políticos y ecológicos, que será necesario estar preparados para enfrentarlos.

Algunos de estos transtornos podrían ser:

- Mayor presión sobre el sistema educacional, a todos los niveles;
- Modificación en los requerimientos de mano de obra, haciéndola cada día más especializada;
- Adecuación de la legislación laboral a los cambios en los esquemas de trabajo necesarios;
- Una legislación más estricta para el control de la polución del medio ambiente;
- En la búsqueda de actividades de mayores requerimientos tecnológicos no se deben descuidar aquellas actividades que por mucho tiempo han permitido el normal funcionamiento de la economía.

OBTENCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Si se concuerda con la posición de que la tecnología es necesaria para el desarrollo del país, entonces la pregunta siguiente es: ¿Cómo se obtiene esta tecnología?

La tecnología no es sólo un conjunto de complejos sistemas y equipos, sino todo lo que se relaciona con ellos, vale decir: la capacidad de concebir, diseñar, fabricar, construir, operar, mantener y reglamentar su uso y existencia. No por el simple hecho de poseer algo se está en condiciones adecuadas para su aprovechamiento integral y eficiente, en armonía con la sociedad y el resto del aparato productivo de la nación.

Se puede decir, que existen básicamente tres mecanismos mediante los cuales se puede acceder a la tecnología y sus aplicaciones:

- i) Adquisición;
- ii) Proyectos de participación conjunta; y
- iii) Desarrollo autónomo.

Adquisición de la tecnología

Bajo esta modalidad, el país receptor adquiere en forma rápida y segura un conjunto de cajas negras que conforman un equipo o sistema (modalidad llave en mano), el cual debe ser operado por los connacionales del país que adquiere, quienes reciben una capacitación profunda para ello, pero superficial en cuanto al contenido de las cajas negras. De igual modo, otro grupo es capacitado para efectuar la mantención básica de algunos componentes de equipos y sistemas menores.

Las más graves consecuencias de esta modalidad de asimilación de tecnología ocurren para ciertas áreas de gran complejidad, y en especial para las Fuerzas Armadas del país que adquiere, ya que se crea una dependencia político-tecnológica. La mantención y reparaciones de los equipos y sistemas más avanzados deben ser efectuadas en el país proveedor, naciendo de este modo un vínculo muy poderoso, donde el que provee los componentes, a su antojo político y a su costo de conveniencia, decide o no continuar con la asistencia de las instalaciones vendidas en forma tan amistosa y entusiasta.

Esta forma de transferencia tecnológica es muy empleada y favorecida por los países muy industrializados, como también por la Unión Soviética, que así logran grandes beneficios y aliados políticos manejados por presión tecnológica. Son muchos los países que en algún momento de la historia deben lamentar la pérdida de lazos políticos con una gran potencia, ya que grandes industrias y gran parte de los equipos de sus Fuerzas Armadas pierden la línea de suministro de piezas esenciales para su normal funcionamiento, como también la mantención y reparación de los mismos.

Proyectos de participación conjunta

Debido a las lamentables consecuencias que han resultado a lo largo de la historia de este siglo al aplicar la modalidad de asimilación tecnológica descrita anteriormente, algunos países industrializados han modificado su posición haciéndose más accesibles a entregar "parte" de la tecnología empleada en las cajas negras de antes. Si bien de esta forma se produce una transferencia tecnológica real, por ella es necesario pagar un cierto precio adicional que normalmente se traduce en una gran demora en la ejecución de los proyectos, aumentos en los costos y una casi total asignación de la responsabilidad de todo esto al gobierno del país que adquiere, con el costo político interno consiguiente. En otras oportunidades se requiere de personal en grandes cantidades, que posean los conocimientos adecuados, lo que se traduce en problemas técnicos asociados.

Pese a que ésta modalidad permite el acceso a las técnicas de diseño, fabricación y construcción de componentes y equipos, en ciertas oportunidades se emplean para ello equipos (*hardware*) y procedimientos (*software*) desconocidos o inaccesibles para el adquirente, debido a la gran diferencia en infraestructura que ambos poseen. En otros casos, la industria nacional no está en condiciones de fabricar los equipos diseñados en el extranjero, ya que asume una capacidad mayor a la instalada y de mejores calidades técnicas.

Una de las mayores dificultades para la aplicación de esta forma de asimilación tecnológica radica en el hecho que normalmente se emplea para la ejecución de proyectos

de una enorme envergadura económica, tales como centrales eléctricas de potencia, en especial las nucleares, aeropuertos internacionales, obras viales excepcionales, puertos de gran tonelaje, etc. Estos proyectos, por su enorme significación y costo no se realizan con la necesaria frecuencia para aplicar y dominar las técnicas adquiridas, no permitiendo la amortización de los mayores costos que es necesario pagar para que se transfiera la tecnología en cuestión.

Debido a que el país que transfiere parte de la tecnología es una parte interesada en el proyecto, gran parte, por no decir la totalidad, de los equipos y sistemas empleados son de su procedencia, creándose un lazo de dependencia más débil pero similar al que establecen los contratos llave en mano.

Desarrollo autónomo de la tecnología

Todas las naciones tienen requerimientos tecnológicos particulares, que si bien no difieren de similares en otros países de un grado de desarrollo parecido, deben ser resueltos principalmente con los recursos y capacidades nacionales, dependiendo del tipo de tecnología y la capacidad propia disponible.

La infraestructura requerida para desarrollar tecnología propia es de mucho menor envergadura que la necesaria para hacer investigación en ciencias básicas; del mismo modo, la capacitación de las personas requiere más de habilidades e ingenio en el área técnica, que de profundos conocimientos científicos. Si se estudia detenidamente los equipos y sistemas que permitieron inventos y descubrimientos famosos hace sólo 50 años, se podrá comprobar que, bajo las normas de calidad y precisión actuales, no pasan de ser equipos rudimentarios y primitivos. Si bien lo anterior es válido, también demuestra la genialidad de los descubridores y su muy profundo dominio de los conocimientos de la época. Enrico Fermi realizó en 1942 el diseño del primer reactor nuclear con la precisión de la regla de cálculo, y aunque parezca paradójico, también usó una guía de teléfonos de la ciudad de Nueva York ¡como generador de números aleatorios! En estos días haría uso de enormes computadores y complejos algoritmos, con resultados no muy diferentes.

Cuando nadie puede proveer la tecnología que se requiere, es indispensable desarrollarla por medios propios, pero también, si se desea su obtención con una gran voluntad e independencia, es necesario destinar grandes esfuerzos para alcanzar lo que otros ya han logrado dominar antes que ellos. Los programas nucleares de Argentina y la India son un ejemplo de lo que se puede lograr si existe la voluntad política para ello (también son un índice de lo que puede costar). Lo anterior es la consecuencia de lo que se obliga a hacer a una nación decidida, si se intenta impedir el acceso a cierto tipo de: tecnología mediante la política de la negación, que no deja de ser un tipo de *apartheid* llevado a otra esfera de aplicación.

El desarrollo de la tecnología obedece invariablemente a etapas graduales, en las cuales los niveles más avanzados de desarrollo descansan sobre los antiguos cimientos creados por los de menor complejidad. La base de toda tecnología es una gran capacidad de trabajo artesanal dentro de todas las áreas de la técnica. Con esta base humana y tecnológica es posible evolucionar hacia formas más avanzadas de industrias y plantas manufactureras.

En nuestra sociedad, por arrastre histórico-cultural que nos viene del medioevo español, dominado por la aristocracia y la Inquisición, la investigación científica es mal mirada, ya que en esas épocas los ingenios mecánicos, su desarrollo y sus usos eran considerados demoníacos; la labor manual la realizaban sólo las personas de baja clase

social; contribuye a lo mismo, también, la idea de que el comercio solo obedece a fines de lucro de dudosa ética. Estos estigmas, junto con algunas otras taras sociales propias de los países donde la mano de obra barata era casi inagotable, nos han impedido avanzar en pos de una capacidad tecnológica propia de buen nivel.

En nuestro país, sólo recientemente se ha comenzado a dar más importancia a las diferentes facetas de la producción y el comercio, como una forma de abrir nuestra producción hacia el resto de los países del mundo; vale decir, se está intentando copiar el modelo de desarrollo de los países del Lejano Oriente, mencionados en la introducción, pero con 30 a 40 años de retraso.

TIPOS DE TECNOLOGÍA

Indudablemente, el acceso inmediato a tecnología ubicada en el frente de desarrollo de la misma, donde ésta se confunde invariablemente con la ciencia, para países en vías de desarrollo es una meta inalcanzable e innecesaria. Lo anterior obliga a una clasificación de la tecnología para determinar las mejores formas de acceder a la misma. Esta clasificación debe ser efectuada a partir del grado de complejidad asociado.

Tecnología de punta

Corresponde a los últimos logros tecnológicos de las sociedades más desarrolladas; se obtiene a partir de los últimos descubrimientos de la ciencia, como también de la aplicación de principios físicos o de otra índole descubiertos recientemente en laboratorios de avanzada.

Este tipo de tecnología no es indispensable para los países en vías de desarrollo, ya que no presenta posibilidades de aplicación inmediata por la carencia de requerimientos de tan alto nivel, como también por los enormes costos asociados. Además de esto, su aplicabilidad es demasiado restringida y orientada sólo a un uso muy específico. Normalmente, el costo de adquisición de equipos de esta naturaleza no se justifica en países de bajos ingresos.

Tecnología avanzada

Este tipo de tecnología ya ha sido probada con éxito en los países más industrializados, pasando a ser parte importante de su capacidad productiva. Por su masificación, los precios de estos bienes bajan en forma sostenida, quedando al alcance de los países más pobres, que lentamente incorporan estas mejoras en su infraestructura productiva. Son equipos y sistemas de uso más generalizado y de menor complejidad.

Tecnología convencional

Corresponde a aquella que se encuentra en uso por décadas en países más industrializados, y que aquellos en vías de desarrollo ya comienzan a producir en forma masiva. Algunas técnicas de producción han sido traspasadas por los países industrializados, en parte como una forma de prolongar la vida comercial de productos obsoletos en los lugares de origen.

Indudablemente, mientras más complejo tecnológicamente sea un equipo, será más difícil su fabricación, pero también será menos necesaria su aplicación para los países en vías de desarrollo. La pirámide de desarrollo de la tecnología exige que se avance

paulatinamente en su ascenso, de modo que la base sea lo suficientemente fuerte como para soportar el peso de los escalones superiores.

En el cuadro que sigue se indica las modalidades de acceso, dependiendo de su complejidad y requerimientos.

Tipo de tecnología	Necesidad	Modalidad de acceso
De punta	Muy baja	Adquisición
Avanzada	Mediana	Participación conjunta
Convencional	Alta	Desarrollo

Si bien uno de los factores claves en la elección de una modalidad de obtención de tecnología es su costo, la experiencia nacional ha demostrado que es necesario incluir conceptos más abstractos en la función de utilidad al evaluar un proyecto de nivel nacional. En muchos casos, y en éste en particular, el costo puede pasar a ser una variable de decisión secundaria, frente a consideraciones globales de desarrollo de una nación que debe adecuarse a la realidad internacional de producción de bienes.

BASES SOCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

La base fundamental del desarrollo tecnológico es la especialización del trabajo llevada a todos los niveles de la esfera social. Día a día se requiere que los profesionales y técnicos sean más especializados, y debido a la necesidad de la división del trabajo y —por consiguiente— de remuneraciones, ligadas ambas por la capacidad productiva de la persona que trabaja, la sociedad debe evolucionar a partir de una estructura con una gran masa poblacional en las capas medias, hacia una sociedad donde sea muy difícil lograr identificar una gran clase media, lo que en términos estadísticos implicaría una gran dispersión en torno a la media de la sociedad.

Las sociedades de economías libres, tales como Estados Unidos, Alemania Federal o Suiza, presentan una distribución de ingreso más dispersa respecto de la media, que países con un menor grado de desarrollo tecnológico, vale decir, no existe una marcada clase media con un ingreso *per capita* muy parecido; las transacciones de un nivel de ingresos a otro son muy graduales. Por otro lado, en aquellas sociedades muy ordenadas socialmente (órbita socialista), se presentan evidentes menores desarrollos tecnológicos y económicos.

En aquellas sociedades cuya estructura presenta una gran clase media, motivo por el cual también se presenta una preparación técnica y profesional muy pareja, los niveles de la especialización del trabajo no se encuentran lo suficientemente enraizados para que cada puesto de trabajo sea ocupado por la persona con la preparación necesaria para ejercerlo; de este modo, existirá un elevado nivel de subempleo, estigma que afecta prácticamente a todos los países en vías de desarrollo. Lo que no es reconocido, ni ha sido analizado en extenso, es que si existe subempleo también ocurre lo mismo hacia los niveles de mayores requerimientos, vale decir, se presenta el fenómeno del sobreempleo, personas que no poseen las calificaciones necesarias para ocupar puestos de alto nivel. Esto último puede llegar a ser nefasto en el ámbito de la tecnología, ya que personas sin la calificación adecuada deben tomar decisiones de alto nivel, situación que ha hecho fracasar una variedad de proyectos de nivel mundial.

En los países más industrializados, como los nombrados anteriormente, debido a la alta preparación de sus ciudadanos y a modo de poder llenar adecuadamente los puestos de trabajo de menores niveles de preparación, se ha aceptado la inmigración masiva de personas de otros países, pero de bajos niveles de preparación. Esta circunstancia es fácilmente observable en Estados Unidos, con la elevadísima inmigración autorizada y clandestina de mejicanos e hispano-parlantes, en general, llegándose al límite de que ciertas cosechas dependen de esta mano de obra abundante y barata. Lo propio ocurre en Europa, donde se han dispersado grandes comunidades de turcos y griegos por todos los países de la Comunidad Económica Europea.

Para que aquellos países en vías de desarrollo, como el nuestro, puedan avanzar técnicamente, se hace imprescindible aumentar el número de egresados de las escuelas técnicas, creándose así un enorme potencial de futuras pequeñas empresas productivas, las cuales normalmente nacen alrededor de un producto determinado, evolucionando hacia otros productos mejores y más complejos tecnológicamente.

En general, se podría decir que los profesionales tienden más a la creación de empresas que proveen servicios, que las que producen bienes; el que recién ha egresado de la universidad sueña con una empresa de consultoría o asesoría profesional, o tal vez con un empleo administrativo en una gran empresa. Por otro lado, los egresados de las escuelas industriales y técnicas anhelan contar con los medios para montar un taller propio que puede llegar a ser potencialmente una pequeña empresa productiva.

En la investigación destinada a la producción de bienes y equipos de alta tecnología, las universidades cumplen un rol muy importante. En Estados Unidos, gran parte de la investigación tecnológica de alto nivel es desarrollada por alumnos de los cursos de posgrado (master y doctorado), quienes corresponden a personas calificadas, con intereses y conocimientos específicos, además de la madurez adecuada para la realización de investigación de muy buen nivel y calidad; todo esto obtenido a bajos costos, por tratarse de alumnos que se financian por otros canales ajenos al mercado laboral.

FUERZAS ARMADAS Y TECNOLOGÍA

En los países en vías de desarrollo se puede decir que, en general sus Fuerzas Armadas son los mayores usuarios de alta tecnología; tanto es así, que normalmente los equipos y sistemas empleados por estas instituciones exceden la capacidad nacional para su mantención, reparación y, menos todavía, su fabricación.

Aquellos países sometidos por algún motivo u otro a un bloqueo de suministros militares, se han visto en la imperiosa necesidad de desarrollar sus propias fabricaciones; los casos más ejemplificadores de esto han sido Israel, Sudáfrica y Taiwán. Esto les ha permitido abarcar áreas de intereses secundarios en lo tecnológico, con evidentes ventajas tanto comerciales como de utilidades prácticas. Pese a esto, en su gran mayoría, y Chile no es una excepción, estas fábricas son operadas y explotadas por las mismas instituciones a las que prestan servicios directos, impidiendo de esta forma la participación de la industria civil, a la cual le corresponde la irradiación final de toda tecnología.

Dentro de las posibilidades, se debe intentar buscar la participación mayoritaria de la empresa privada en la elaboración de bienes y equipos de alta tecnología para la defensa; de este modo no sólo se mejorará la difusión de los procedimientos tecnológicos desarrollados, sino que también se hará partícipe a la civilidad del esfuerzo directo que significa para sus Fuerzas Armadas la defensa de su soberanía; además de esto, los gastos

por conceptos de adquisición quedarán en el país, cooperando a la sustitución de importaciones.

PASO A PASO

Uno de los graves errores que han cometido algunos países al intentar desarrollar tecnología propia de alto nivel, ha sido tratar de copiar el nivel tecnológico actual de los países más desarrollados. La evolución debe ser gradual, avanzando paso a paso en el ascenso por la pirámide tecnológica.

Con los medios de diseño que se posee en la actualidad, la construcción de equipos y sistemas fabricados hace 20 años por los países más avanzados es relativamente fácil; se debe intentar copiar la tecnología que está de acuerdo con el nivel tecnológico propio que se posee, comenzando con pequeños prototipos, que una vez probada su efectividad permitan aumentar los volúmenes, tamaños, capacidades operacionales y complejidad. Se debe comenzar por producir pequeños equipos que funcionen, si no muy bien, pero al menos como se supone que deban hacerlo; las mejoras vendrán posteriormente.

En oportunidades, países apurados en alcanzar niveles tecnológicos elevados han producido un grave desbalance entre su capacidad humana y material, ya sea generando artificialmente profesionales sobrecalificados; a los cuales no se les puede cancelar sus honorarios de mercado a nivel mundial, lo que hace que la gran mayoría de ellos emigren; o adquiriendo equipos ultracomplejos que no calzan dentro de las demás líneas tecnológicas que se posee a nivel nacional.

La sustitución de importaciones de bienes de baja tecnología es una de las formas más adecuadas para sentar las bases de la pirámide tecnológica; para ello, los industriales deberían realizar un esfuerzo renovador y sostenido, de modo que lentamente sus productos y capacidades de prestar servicios a otras áreas de la industria nacional mejoren en calidad, y de esa forma poder aumentar sus utilidades, ya que es evidente que productos más caros y mejores significan mayores ingresos a su productor.

CONCLUSIONES

Si bien corresponde a los economistas la elección de una estrategia de desarrollo de acuerdo a nuestras necesidades y posibilidades, el autor intentará obtener algunas conclusiones preliminares acerca de lo anteriormente expuesto.

Las implicancias son evidentes; se debe mejorar la capacidad tecnológica nacional, mediante incentivos, para asimilar tecnología más avanzada y para producir bienes y servicios de mayor nivel tecnológico, hasta lograr exportar, regionalmente primero y luego a nivel mundial, productos con un alto valor agregado. Se debe estudiar detalladamente los mecanismos empleados en los países del Lejano Oriente, que los han conducido al sitio que ocupan en la actualidad.

La relación que se da a continuación resume brevemente algunas de las medidas que, en opinión del autor, podrían conducir a un mejor nivel tecnológico-productivo para nuestro país:

- Aumentar los egresos de las escuelas técnicas, a modo de mejorar la infraestructura productiva de tecnología base.
- Mejorar la información de los productos de baja y mediana tecnología que se importan y que podrían ser sustituidos por productos nacionales. En este aspecto cabe

mencionar que esto requerirá un esfuerzo adicional, ya que será necesario estudiar y aplicar técnicas nuevas, a las que poseen las industrias instaladas (salto tecnológico reducido, diversificación).

- Aumentar los cursos de posgrado en las universidades nacionales, orientados a las áreas tecnológico-productivas.
- Mejorar las técnicas de administración y control, tanto de producción y calidad como también, y especialmente, del personal; esto mediante cursos cortos especiales.
- Evaluar en muy buena forma la capacidad de la industria nacional, realizando un acabado catastro de capacidades y rubros, pasando luego a la difusión de esta información en forma masiva, tanto a nivel nacional como internacional.
- Facilitar la instalación de industrias tecnológicas extranjeras con altos requerimientos de mano de obra.

Lo anterior permitirá dar el impulso inicial a la pequeña "bola de nieve tecnológica" que nos permitirá avanzar hasta el progreso y la autosuficiencia.