

## **“La importancia de la tecnología de los procesos de manufactura en el mundo moderno”**

**Ing. Rodrigo Pérez Nieves**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Facultades de Quetzaltenango**  
**Mayo de 2003**

Para ser competitivo hoy, los insumos de conocimiento son la clave. La universidad actual sabe que los requerimientos en materia de conocimiento han crecido en forma dramática. En los nuevos productos y procesos de producción, en la práctica ha desaparecido la distancia temporal entre los conocimientos científicos y su explotación tecnológico-comercial, especialmente en algunas áreas. La producción se diversifica y se libera velozmente de los obstáculos técnicos, y está en condiciones de responder también velozmente a la diversificación recíproca de la demanda. Para poder actuar en el mercado mundial es imprescindible incorporar conocimientos a lo que se produce.

La constante irrupción de conocimientos nuevos alimenta la producción de nuevos avances y descubrimientos, en una espiral de crecimiento exponencial. El cambio produce más cambio y además se acelera.

La incorporación de conocimientos y tecnología no es un proceso simple. No basta con adquirir las máquinas o las licencias para lograrlo. Este es un error frecuente y fatal.

Porque comprar bien, usar bien, mantener bien y -sobre todo- adaptar, cambiar, mejorar e integrar armónicamente lo nuevo con lo que ya se tiene, exige un caudal muy importante de conocimiento, seguramente no muy inferior que el necesario para "hacer".

Además no es posible conseguir en el mercado tecnológico mundial todo lo que el país o sus sectores productivos necesitan. Suele suceder que los requerimientos son muy específicos, y mientras la oferta es relativamente rígida, la demanda tiende a ser potencialmente muy diversificada.

Para comprar bien hay que estar al nivel de aquel a quien se compra. Y a la vez, la transferencia de conocimientos es un paso imprescindible en el proceso de aprendizaje que lleva a maximizar la propia capacidad de creación e innovación.

El dilema puede plantearse en términos de ¿comprar o hacer?, pero tal planteamiento es básicamente falso. Ningún país puede plantearse hacerlo todo, y en un país subdesarrollado como Guatemala la necesidad de priorizar implica justamente no hacerlo todo. En realidad se trata de "hacer uno lo máximo posible partiendo del máximo que hicieron otros", que se traduce en comprar todo lo que es estándar (donde la relación calidad/costo ha sido maximizada por la producción masiva) y proceder a agregar sistemáticamente valor con lo que uno mismo hace.

El planteamiento anterior es válido, pero hay que adaptarse a las necesidades de formación del futuro profesional, porque depender de la importación de tecnología, el licenciamiento y la compra de know-how exclusivamente, equivale a la decisión de elegir el subdesarrollo voluntario. La solución real de este problema es tener investigación y desarrollo propios y además importar tecnología. El libro de texto que se propone es como una estrategia complementaria, no alternativa.

Tecnología es todo "el conjunto de conocimientos propios de los oficios mecánicos y artes industriales". Las grandes fábricas modernas, con sus complicados mecanismos y los procedimientos industriales que en ellas se desarrollan, son el exponente del progreso tecnológico.

Cuando hablamos de tecnología en los cursos que se imparten, en los futuros profesionales solo vienen a la mente palabras como: computadoras, juegos de videos, discos compactos, etc., sin fijarnos que esta palabra se refiere al sin número de máquinas o herramientas movidas por una fuerza no humana pero que tiene que ser dirigida por el hombre. Hay que señalar que varias de estas maquinarias trabajan por su cuenta pero fue un hombre quien la puso en marcha y quien la podrá detener.

La tecnología, con sus pros y sus contras, se ha desarrollado de forma maravillosa y ha permitido que se prolongue la vida, se mejore el sistema de salubridad y que hayan avanzado los métodos de producción y distribución de diferentes cosas como la cosecha de alimentos, la ropa, etc. La tecnología también ha contribuido al desarrollo de nuevas técnicas de manufactura y ha hecho que las comunicaciones y la transportación sean más rápidas y eficientes.

El mundo se ha achicado debido a los avances de la tecnología moderna. Tan es así que ya ésta se ha convertido en parte fundamental para el desarrollo funcional del país. Hemos llegado al punto de que una sociedad sin tecnología es como una sociedad prehistórica. No se olvide que, el futuro profesional egresado de la universidad tiene que ser un agente de cambio tecnológico.

Por el conocimiento que se tiene de la industria en el país, se ha observado que la experiencia de los egresados de las universidades, se hace evidente que al ingeniero le resulta muy difícil comunicarse directamente con el obrero. No utilizan el mismo lenguaje, el obrero no sabe interpretar un dibujo técnico y el ingeniero no sabe manejar la maquina herramienta. Falta el elemento que combine la habilidad del obrero con la capacidad creativa del ingeniero. Es evidente que un profesional formado con el rigor de los programas de desarrolla una capacidad de aprendizaje respetable. Es cierto que con el paso de los años, estos profesionales aprenden hasta las tareas más prácticas y adquieren la habilidad necesaria para hacer un buen papel en la industria Sin embargo, queda evidenciado que en el país falta un profesional de la ingeniería orientado hacia la práctica.

Los ingenieros del principio del siglo anterior eran gente generalmente bastante practica. Manejaban los conocimientos científicos de la época y poseían habilidades

que les permitían construir y fabricar ellos mismos piezas y aparatos. La ingeniería cubría entonces las dos columnas centrales del cuadro. Los ingenieros se comunicaban directamente con los obreros calificados.

El crecimiento acelerado del conocimiento científico durante el siglo pasado ha ampliado la base científica de los currícula ingenieriles. Muchas universidades inclinaron sus currícula mas hacia la ciencia que hacia la parte del saber hacer, tan importante para formar este "resolvedor de problemas" que es el ingeniero.

Debido a esta orientación que se ha tenido en las universidades tradicionales hacia el "saber puro", existe en nuestro medio por el tipo de tecnología que aún se maneja la necesidad de un profesional de la ingeniería, que sea más orientado hacia la práctica. El libro de texto que se propone, va a ser multidisciplinario en lo que a tecnología se refiere. Lo que se persigue es precisamente que llene ese vacío, de que se ha hablado.

En la mayoría de los casos, las universidades no son suficientemente flexibles para iniciar nuevos programas, con enfoques diferentes a las tradicionales.

Aún la teoría Marxista concede no obstante gran importancia a los factores tecnológicos, ya que la tecnología es el factor mediador entre el hombre y su relación con el mundo exterior, material. Pero al actuar sobre ese mundo material, el hombre no solo lo transforma para sus propios fines útiles (esto es, "Los productos de la naturaleza se convierten directamente en órganos de la actividad del obrero."), sino que también realiza, inevitablemente, un acto de autotransformación y autorrealización.

La tecnología comprende los instrumentos que determinan la efectividad del hombre en su actividad encaminada a conseguir unos objetivos que no solo están configurados por sus necesidades instintivas básicas, sino también de aquellas que formula y define su propio cerebro: "Una araña efectúa operaciones que semejan las manipulaciones del tejedor, y la construcción de los panales de las abejas podría avergonzar, por su perfección, a más de un maestro de obras. Pero, hay algo en que el peor maestro de obras aventaja, desde luego, a la mejor abeja, y es el hecho de que, antes de ejecutar la construcción, la proyecta en su cerebro. Al final del proceso de trabajo, brota un resultado que antes de comenzar el proceso existía ya en la mente del obrero".

Marx planteó y abordó un problema básico en relación a la naturaleza de la tecnología. Está ampliamente aceptado que las sociedades capitalistas modernas han alcanzado elevados niveles de productividad debido a la aplicación sistemática de conocimientos científicos a la esfera productiva.

El paso decisivo fue el desarrollo de una tecnología mecánica que no dependiera demasiado de las capacidades o la voluntad humana y que dividiese el proceso productivo en una serie de pasos analizables por separado. La importancia histórica del sistema manufacturero estribó en el hecho de que precisamente aportó esa división. La importancia histórica de la gran industria moderna residía en el hecho de haber

incorporado esos pasos separados a unos procesos mecánicos, a los que ya podían aplicarse rutinariamente los conocimientos y principios científicos.

En las primeras fases del desarrollo de la industria moderna, la maquinaria se producía con métodos artesanales y manufactureros. Esta es la fase de la operación de autopromoción, la fase en la cual la gran industria moderna, completa su liberación de las limitaciones de la vieja tecnología. "Por todas éstas razones, la gran industria no tuvo más remedio que apoderarse de su medio característico de producción, de la máquina, y producir máquinas por medio de máquinas. De este modo, se creó su base técnica adecuada y le levantó sobre sus propios pies. En efecto, en los primeros decenios del siglo XIX, al desarrollarse la industria maquinizada, la maquinaria se fue adueñando paulatinamente de la fabricación de máquinas herramientas".

### **Cómo incorporar conocimientos y tecnología a una economía subdesarrollada**

La incorporación de conocimientos y tecnología no es un proceso simple. No basta con adquirir las máquinas o las licencias para lograrlo.

Porque comprar bien, usar bien, mantener bien y -sobre todo- adaptar, cambiar, mejorar e integrar armónicamente lo nuevo con lo que ya se tiene, exige un caudal muy importante de conocimiento, seguramente no muy inferior que el necesario para "hacer".

Además no es posible conseguir en el mercado tecnológico mundial todo lo que el país o sus sectores productivos necesitan. Suele suceder que los requerimientos son muy específicos, y mientras la oferta es relativamente rígida, la demanda tiende a ser potencialmente muy diversificada.

Para comprar bien hay que estar al nivel de aquel a quien se compra. Y a la vez, la transferencia de conocimientos es un paso imprescindible en el proceso de aprendizaje que lleva a maximizar la propia capacidad de creación e innovación.

El dilema puede plantearse en términos de ¿comprar o hacer?, pero tal planteamiento es básicamente falso. Ningún país puede plantearse hacerlo todo, y en un país subdesarrollado como Guatemala la necesidad de priorizar implica justamente no hacerlo todo. En realidad se trata de "hacer uno lo máximo posible partiendo del máximo que hicieron otros", que se traduce en comprar todo lo que es estándar (donde la relación calidad/costo ha sido maximizada por la producción masiva) y proceder a agregar sistemáticamente valor con lo que uno mismo hace.

Depender de la importación de tecnología, el licenciamiento y la compra de know-how exclusivamente, equivale a la decisión de elegir el subdesarrollo voluntario. La solución real de este problema es tener investigación y desarrollo propios y además importar tecnología. Se trata de estrategias complementarias, no alternativas.

## Las políticas de innovación

El cambio y su aceleración no siempre son fácilmente asimilables. Generan temores, desajustes y resistencias. Hay personas, grupos, empresas y profesiones, mejor o peor preparadas para afrontar el hecho de que el cambio se ha transformado de excepción en regla. Desde el punto de vista social el fenómeno más importante no es el cambio técnico en sí, sino el proceso mediante el cual ese cambio y las invenciones se difunden. Hasta hace poco primaba la hipótesis de que la difusión se producía en forma automática, siguiendo naturalmente al proceso central de generación de conocimientos y cambios técnicos. Ahora sabemos que no es así.

La velocidad creciente del cambio y la innovación hace necesario el desarrollo de un conjunto de políticas que faciliten su asimilación y aprovechamiento. La progresiva comprensión del proceso de innovación ha puesto de manifiesto la importancia de actores hasta el momento poco reconocidos, en particular los usuarios. El reconocimiento de estas pautas de difusión, la permanencia y aceleración de los cambios tecnológicos y la importancia de la asimilación conducen a prestar atención especial a quienes demanda cambios técnicos (y no solamente a quienes los producen) y, más en particular, a tratar de entender cuáles son los actores sociales que no plantean demandas con este contenido, o no pueden hacerlas valer y por qué.

La innovación es un proceso que no se concentra en algún lugar privilegiado de la sociedad o de la actividad económica, sino que se halla socialmente bastante distribuido. Puede producirse en ámbitos muy diversos y ser protagonizada por actores variados. Así, se la encuentra en laboratorios universitarios, fábricas de maquinaria, fábricas que utilizan esa maquinaria, colectivos de trabajadores, empresas y organismos públicos que definen líneas de inversión etc.

Además, la innovación da lo mejor de sí cuando se dirige a solucionar problemas reales, planteados por alguien que puede aportar información e ideas sobre el tipo de solución (cambio) que busca. Se produce así una interacción entre los saberes del que demanda y del que propone la solución, que se fertilizan recíprocamente, facilitando de este modo la utilidad social de la innovación y el proceso de difusión.

De hecho, al reconocer la importancia de estos factores (necesidad de estimular la demanda del cambio, carácter distribuido de los actores e interacción entre éstos) ha llevado en los países desarrollados a transformar las políticas de Ciencia y Tecnología en políticas de Innovación, es decir en políticas orientadas a generar innovaciones poniendo el conocimiento efectivamente al servicio de la solución de problemas. Esas políticas incluyen el estímulo a la demanda de cambios tecnológicos e innovaciones por parte de los productores y a la interacción entre los diversos actores (en especial los del mundo académico y el de la producción). Incentiva la innovación en todos los frentes, preocupándose por la calificación de la mano de obra, el reciclaje de profesionales, el fortalecimiento de los servicios y la información técnica.

## Las oportunidades tecnológicas

La oportunidad tecnológica nace toda vez que nos disponemos a aprovechar la gran flexibilidad de diseño que permiten las nuevas tecnologías, potenciando la figura de aquellos que son capaces de interpretar un problema o una necesidad y de buscar y construir una solución original, adaptada y económica. Es el "profesional técnicamente preparado", el que diseña soluciones a la medida de su cliente. Esta labor es económicamente fundamental: más del 80% del costo de un diseño adaptado -en electrónica o en biotecnología- es valor agregado de conocimiento local. En otras palabras, el componente "inversión" (importación de piezas, partes, equipamiento) es comparativamente muy inferior y realmente accesible. El valor agregado local es imprescindible y de enorme potencial.

El profesional técnicamente preparado es entonces una figura de la mayor trascendencia.

En primer lugar, porque son legión los problemas para los cuales la relativa rigidez del mercado tecnológico mundial no ofrece soluciones debido a diversos tipos de inadecuación (precio, tamaño, excesiva sofisticación, condiciones de operación diferentes etc).

En segundo lugar, el profesional técnicamente preparado abre y excita el diálogo con su cliente sobre cuestiones tecnológicas, diálogo que está excluido en otras formas usuales de transferencia de conocimientos. Este elemento es de la mayor importancia, por cuanto muchas veces la decisión de invertir en tecnología se ve enervada si no es posible establecer una relación de confianza con el proveedor. El perfil clásico de un proveedor de tecnología apunta a convencer al cliente acerca de la utilidad de soluciones ortodoxas para problemas que muchas veces son imaginarios para dicho cliente.

En tercer lugar la presencia del profesional democratiza -al menos potencialmente- el acceso a la modernización productiva, por cuanto aquél la aproxima a empresas pequeñas o medianas que necesitan modernizarse para sobrevivir pero afrontan por lo general barreras insalvables para lograrlo. Una de esas barreras es la carencia de información acerca de cómo y para qué aprovechar la tecnología, impedimento que comienza a caer en la interacción con el "profesional técnicamente preparado" en cuestión.

El problema de la modernización tecnológica va bastante más allá de la mera incorporación de máquinas o la adquisición de licencias: es el diseño completo de un sistema en que maquinaria y organización, producción, control de calidad, mantenimiento y comercialización armonizan sus respectivas competencias maximizando el aprovechamiento de todos los recursos involucrados. Una gran empresa puede contratar los profesionales y los consultores necesarios. No ocurre lo mismo con las demás, pero éstas -las medianas y las pequeñas- tendrían mejores

oportunidades si se lograra algún tipo de organización sistemática de diálogos e interacciones en que esta figura —el profesional técnico- estuviera disponible.

Finalmente, el profesional técnico realiza un aporte en el campo de la identidad nacional. Parte de esa identidad está constituida por la "capacidad de innovar en condiciones de escasez", de la que abundan ejemplos. La conjunción entre las grandes posibilidades de acción derivadas de la evolución tecnológica con esta capacidad de tipo cultural para imaginar, encontrar e instrumentar soluciones heterodoxas a problemas reales, indican que el Guatemala tiene a su alcance formas propias y peculiares de poner en acción eficazmente la difusión tecnológica, sobre la base de rasgos particulares de su identidad técnica.

Este largo desarrollo previo era imprescindible para la comprensión de nuestra propuesta. La incorporación de un libro de texto de ciencia y tecnología, la expansión del insumo "conocimiento", un amplio espectro de políticas de innovación, abrir caminos para la difusión tecnológica sobre la base de las aptitudes propias de la cultura técnica en Guatemala desarrollada a partir de la escasez, la inversión en educación, la formación profesional de los empresarios, la apertura al cambio y la innovación, las políticas destinadas a facilitar los procesos de asimilación y a estimular las demandas de cambio tecnológico, se complementan para generar la propuesta anterior.