



El Ingeniero Industrial y la Innovación Tecnológica

ING. ISAÍAS FLIT

La Innovación tecnológica, implica cambios en la tecnología de la producción industrial.

El cambiante mundo del mercado de nuevos productos, ha traído consigo el movimiento de la tecnología. Se agrega a la necesidad de seguir con la revolución de la tecnología, el nuevo modo de operar o gerenciar las empresas y el establecimiento de relaciones con proveedores y clientes.

Los empresarios industriales se enfrentan a cambios que obligan a modificar la tecnología empleada y a mejorar los procedimientos de elaboración de sus productos.

18

Al revisar el título de la ponencia que se me había asignado y compararlo con los títulos de las demás conferencias del programa, llegué a la conclusión de que todos inciden en un tema de importancia en la actualidad, que es el del cambio de los paradigmas. Para no caer en el riesgo de repetir lo que otros conferencistas pudiesen expresar en sus

intervenciones, decidí circunscribir el título agregándole tres palabras: "en la empresa", para poder referirme sobre todo a lo que considero el rol del Ingeniero Industrial en la innovación tecnológica en la empresa, incidiendo en los profundos cambios que los nuevos Paradigmas están produciendo en lo que conocemos, o más bien hemos conocido siempre, como Empresa.

Tras de agregarle algo al título, lo diseccioné, para establecer sus com-

Versión corregida por el autor de la transcripción magnetofónica tomada de la Convención Nacional de Facultades de Ingeniería Industrial

ponentes principales y encontré tres: el Ingeniero Industrial, la innovación tecnológica y la empresa.

Voy a hablar sobre cada uno de los componentes por separado para poder entender mejor lo complejo de la situación incluso en términos de definiciones. Cuando yo terminé Ingeniería, lo hice en la UNI, en una Facultad que se llamaba Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Ahora esa Facultad se ha dividido en varias: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería de Sistemas... Las especialidades y los conceptos mismos de la profesión están cambiando al ritmo en el que desapareció la regla de cálculo, que era nuestro símbolo e instrumento de trabajo y hoy es una pieza de museo.

Empecemos con el tema de la innovación tecnológica. Se ha dicho bastante sobre cambio técnico, sobre investigación tecnológica, sobre nueva tecnología y nuevas técnicas de gestión. Pero todo está relacionado con un concepto importante desde el punto de vista de la empresa, que es el de la innovación tecnológica.

La innovación tecnológica tiene mucho que ver con los cambios que se van produciendo en la empresa no sólo por el surgimiento de nuevos productos y procesos, sino también a través de nuevas formas de operar, de gerenciar, de relacionarse con proveedores y clientes, de hacer las

cosas. Todo paradigma trae cambios sustanciales a la empresa. La llamada primera revolución industrial, basada en la energía suministrada por la máquina de vapor y en la mecanización de ciertas actividades, dio lugar a un modelo de empresa que después fue transformado por el sistema de producción en masa basado en la estandarización de partes y procesos.

Hay una anécdota que gráfica la importancia de aplicar nuevas formas de decisión empresarial a las nuevas formas de producción: Durante la Segunda Guerra Mundial, un grupo de investigadores adscrito al Almirantazgo Británico inventó una ametralladora antiaérea, muy necesaria para repeler los ataques de aviones alemanes sobre Inglaterra. Para fabricarlas en Inglaterra, había que pasar por una serie de trámites administrativos y burocráticos. Además, era necesario diversificar los sitios de producción para disminuir la vulnerabilidad ante el enemigo. Se decidió entonces instalar una fábrica paralela en los Estados Unidos, que era entonces un país neutral, pero amigo de Inglaterra. Una delegación inglesa viajó con ese propósito a los Estados Unidos, donde fueron recibidos por un Capitán de Navío, quien tenía todas las facultades para negociar y poner en marcha un proyecto que en Inglaterra tenía que pasar por varias instancias y demorar mucho más tiempo, a pesar de la urgencia de la guerra.

Esta anécdota constituye un ejemplo de que la innovación no es sólo el diseño de un nuevo producto sino también el desarrollo de nuevas formas de hacer el producto, de venderlo, de administrar todos los recursos necesarios para producirlo.

A medida que las empresas enfrentan, como todos nosotros, cambios constantes, la innovación deviene en un concepto que es cada vez más complejo. Las empresas que no tengan esto claro van a ir desapareciendo, como ya está ocurriendo, porque, como lo dijo el Ing. Valdez, están viviendo en el Paradigma pasado y no se han dado cuenta que el nuevo Paradigma requiere otro tipo de consideraciones.

Entre esas consideraciones, que afectan todo el proceso de innovación, está el del manejo de la información.

Uno de los aspectos más importantes del Paradigma actual es el de la ubicuidad de la información. Por ejemplo, ahora se puede procesar en poco tiempo, en una computadora de escritorio, información que antes exigía un gran número de personas, desplazamientos físicos para obtenerla, y una especialización profesional para manejarla. Para entender lo que significa la ubicuidad de la información, pensemos en la gran cantidad de volúmenes, y por lo tanto de espacio, que significa el tener a la

mano la Enciclopedia Británica en forma impresa. Antes esa era la única forma de disponer de ella. Ahora se puede contar con la Enciclopedia Británica en un disco CD-ROM, lo cual no sólo significa un considerable ahorro de espacio sino también una mayor velocidad en la consulta. Es más, ni siquiera el disco es necesario si nos conectamos vía modem con una base de datos que contenga la Enciclopedia. En este caso, además, podemos consultar la versión actualizada.

Se dice ahora que el factor más importante en la competitividad de las naciones y de las empresas es el conocimiento. El conocimiento es básicamente información procesada, analizada e interiorizada. Por lo tanto, la velocidad con que la información aumenta, se transmite y se maneja influye sobre el proceso de la innovación en la empresa. La velocidad de los cambios que se producen en los productos, en los procesos, en las técnicas de gerencia, es cada vez mayor. Ahora tenemos productos cuya vida en el mercado no pasa de un año, y hay casos de productos que se ven desplazados del mercado a los dos meses de haber entrado. Esto lo vivimos constantemente en el caso de las computadoras y de los programas de computación.

El principal centro de trabajo del Ingeniero Industrial, la Empresa, está pasando por cambios y se empieza a

tener de ella una visión distinta de la que teníamos en el pasado.

Uno de los cambios más importantes es el que se está dando en la estructura misma de la empresa. Antes se hablaba mucho de la integración vertical y horizontal de la empresa, lo cual significaba abarcar cada vez más líneas de producción, más mercados, y ser cada vez más autosuficiente en lo que respecta a los insumos, partes y servicios requeridos. Era la imagen de la gran empresa transnacional, metida en todo y autosuficiente.

Ahora el mensaje es: *"hay que concentrarse en lo que mejor se sabe hacer"*. Las empresas empiezan a desprenderse de lo que es ajeno a su esencia, y a dedicarse a lo que mejor saben hacer. Por ejemplo, en la minería peruana se está dando un fenómeno que merece ser estudiado. Las minas más importantes están eliminando departamentos internos para contratar con empresas externas servicios como los de mantenimiento de equipo, de operación de transporte, incluso ciertos tipos de excavaciones. Se dedican a lo que saben hacer mejor: extraer y comercializar el mineral. El resto se lo dejan a alguna empresa especializada que lo sabe hacer mejor.

Otro cambio importante en la empresa es el que se refiere a la eliminación de una serie de estratos ejecutivos medios dentro de la es-

tructura de personal. Una gran cantidad de puestos de *"ejecutivos medios"* están desapareciendo, produciéndose lo que se ha dado en llamar el *"achatamiento"* de la pirámide empresarial.

Muchos de los ejecutivos medios eran los elementos de enlace entre la alta dirección de la empresa y la parte operativa y de producción de la misma. Ellos eran quienes transmitían las políticas y las órdenes de arriba hacia abajo y canalizaban la información que la alta dirección requería para la toma de decisiones.

Con la revolución de la información en curso, esos ejecutivos se hacen innecesarios porque los sistemas de información modernos permiten enlaces rápidos y efectivos entre los diversos niveles de la empresa.

Las jerarquías dentro de la empresa empiezan también a hacerse difusas, para dar paso a un nuevo concepto de la organización del trabajo, que es el de las redes de trabajo, conformadas por grupos de personas que tienen tareas específicas y en las cuales muchas veces es difícil distinguir una jerarquía de mando, porque lo que importa no es quien manda, sino que se realice una tarea.

Las nuevas técnicas de mejoramiento empresarial, tales como las de calidad total, son un reflejo de esta

tendencia. Por ejemplo, hace poco una empresa peruana hizo una exposición sobre el proceso de calidad total que están realizando, y en cada grupo que exponía había técnicos de distinta especialidad y de diversas niveles de decisión en la empresa. Pero lo importante era la descripción de como cada uno había aportado ideas y como se habían construido soluciones en forma colectiva.

Esta forma de trabajo tiene un paralelo en las ciencias de la computación con los desarrollos que se están haciendo en las llamadas "redes neuronales", con núcleos de computadoras que van aprendiendo unas de otras y de la experiencia que ganan en cada operación.

Los cambios que se vienen produciendo en la estructura de la empresa están dando lugar a que las grandes empresas cada vez más abandonen sus estructuras monolíticas del pasado y se asemejen a conglomerados de pequeñas empresas con objetivos comunes.

Este fenómeno fue gráficamente descrito en un comercial de la IBM que se difundió hace poco y que seguramente Uds. recuerdan. Aparecía IBM en letras enormes que iba avanzando hasta que se encontraba con una pared reticulada. La inmensa IBM se partía en varias IBM pequeñas que pasaban a través de los huecos de la pared. Este es el símbolo de los

tiempos, y las empresas que no han sido capaces de percibirlo han desaparecido o están en grave riesgo de hacerlo.

Un ejemplo ya clásico es lo que ocurrió con la U.S. Steel, que fue la fabricante de acero más grande del mundo, y creció, se integró, se hizo muy potente y entró en crisis. En cambio han surgido en los Estados Unidos varias acerías pequeñas, flexibles, que están prosperando porque se dedican a hacer cada una de ellas lo que mejor saben hacer, especializándose en determinados tipos de acero.

El término flexible nos trae a otro componente del nuevo paradigma empresarial: la producción flexible, que reemplaza a uno de los elementos centrales del paradigma anterior: la producción en masa.

La producción en masa está ligada a lo que hoy se conoce como "Fordismo", que es un sistema de producción impuesto por Ford basado en productos uniformes, que permitan operaciones repetitivas y operarios superespecializados para cada una de esas operaciones. Creo que lo que mejor describe el fordismo es una anécdota que se cuenta sobre Ford cuando empezó a fabricar su Modelo T y alguien le preguntó de que colores los iban a pintar. La respuesta de Ford fue: "*De cualquier color, con tal que sea negro*".

Esta tendencia de reducir costos reduciendo la variedad de productos y convirtiendo la producción en una cadena de procesos repetitivos está siendo reemplazada por la llamada producción flexible, que busca poder ofrecer al mercado la máxima variedad de productos y exige de cada operario una multiespecialización que lo haga capaz de realizar diferentes operaciones.

A diferencia de la visión de Ford, de poner un automóvil en cada puerta, pero que fuese el mismo modelo, ahora el ideal es que cada cliente pueda pedir el automóvil que quiera, con las características que se le ocurran. Esto se hace cada vez más posible a medida que avanza el procesamiento de información y consecuentemente la automatización de una serie de operaciones, lo cual permite, entre otras cosas, reducir notablemente los costos y los tiempos para hacer los cambios en las herramientas y equipos de la fábrica necesarios para pasar de un modelo a otro.

Este proceso está ligado al cambio frecuente de los productos. La vida de los productos, sobre todo los referidos a los campos de alta tecnología, es muy corta. Hay nuevos productos que se vuelven obsoletos casi al momento de entrar al mercado, debido a la alta competencia que existe por las innovaciones.

Como resultado de esa competen-

cia el largo y el mediano plazo se hacen cada vez más importantes para la Empresa. Lo importante para la supervivencia de la empresa no es tanto el producto que tenga ahora en el mercado, sino el que va a tener dentro de dos años, dentro de cinco años, en consonancia con las tendencias que existen. Esto obliga a la empresa a pensar en términos de las investigaciones y las innovaciones que debe hacer para permanecer en el mercado.

Como resultado de los cambios en el mercado, en la concepción de productos y en los sistemas de producción, se está dando un fenómeno interesante: el regreso a la época del artesano. Pero se trata de otro tipo de artesano, al que podríamos llamar el artesano electrónico.

Antes del advenimiento de la producción en masa, cualquier cosa que uno deseara, desde una carroza hasta un par de botas, debía encargársela a un artesano, quien trabajaba a pedido y de acuerdo a las medidas y deseos del cliente. La producción en masa cambia el esquema, y es el cliente el que debe ir a la distribuidora de autos o a la zapatería y escoger, entre lo existente, el auto que más le convenga o el par de zapatos que mejor le calcen.

Ahora, gracias al desarrollo de la electrónica y las tecnologías de información, es posible combinar la satis-

facción de las necesidades específicas del cliente, propia del artesano, con la reducción de costos y tiempos propia de la producción en masa. Se va dando la posibilidad de que uno pueda ir a un local donde le toman una radiografía del pie, se escoge un modelo, se paga, y poco después sale uno con su par de zapatos a la medida, como si se los hubiese hecho un artesano de hace cien años (el cual en realidad se hubiese denotado mucho más) En el caso de ropa, los sistemas de realidad virtual permiten incluso que la persona pueda verse en una pantalla con el terno o el vestido que ha escogido, pero que todavía no ha sido hecho y pueda hacer los cambios que quiera antes de que un sólo centímetro de tela haya sido cortado. Esto se va a ir dando para un universo cada vez mayor de productos y es lo que yo llamo el artesano electrónico.

24 Otro de los aspectos de rápido cambio en la empresa es el del mercadeo. Los cambios tecnológicos permiten cada vez más que las empresas apliquen métodos de venta directa, de relación estrecha entre empresa y cliente que antes eran posibles sólo para artículos o servicios muy especiales.

A los métodos de marketing centrados en la propaganda masiva, dirigida a capturar segmentos de mercado, se anteponen ahora, para muchos productos y servicios, los de "one to

one marketing" o marketing directo, donde la idea es la de captar cada vez más segmentos del cliente. Venderle más a cada cliente.

Por ejemplo, en el caso de la industria automotriz, la estrategia de captura de segmentos de mercado se manifiesta en un número dado de modelos con sus canales de distribución, propaganda y venta diferenciados. Al final dos o más modelos de la misma fábrica terminan compitiendo por el mismo cliente. La concepción del segmento de cliente visualiza a éste no como una persona a quien hay que venderle un auto este año, sino como alguien que a lo largo de su vida va a comprar muchos autos: para él, para su mujer, para sus hijos. No se trata sólo de venderle un auto de veinte mil dólares este año, sino medio millón de dólares o más en autos a lo largo de su vida.

Se busca una relación más estrecha entre vendedores y compradores, que no la da propaganda masiva, pero que se posibilita con la revolución de la información y las comunicaciones. Un ejemplo de esta relación lo da la TOYOTA para su auto de lujo, el LEXUS. Cuando el poseedor de un LEXUS lleva su auto al distribuidor para que le hagan mantenimiento, al día siguiente recibe una llamada de los fabricantes preguntándole detalles sobre la calidad del servicio requerido y después recibe una encuesta al respecto. Este es uno de los

motivos de la fuerte competencia que el LEXUS está significando para la MERCEDES y la BMW en el mercado norteamericano.

La necesidad de mirar constantemente hacia el futuro para poder permanecer en el mercado, trae consigo otro cambio en la actitud de la empresa respecto al mercadeo, que consiste en la búsqueda de nichos de mercado basados en tendencias. Por ejemplo, el hecho de que en los Estados Unidos, el Japón y Europa la tendencia demográfica es hacia una población en la que predomina gente de mayor edad, hace que empiecen a surgir productos y servicios diseñados especialmente para gente de determinada edad, que dispone, por lo general, de tiempo y dinero por estar retirada.

Ejemplos de esto abundan: El Club Meditarráneo ha establecido sistemas de turismo especiales para las personas de la llamada tercera edad. En el Japón, país de longevos, se están diseñando automóviles especiales, para personas de edad avanzada, que tienen, por ejemplo, tableros de instrumentos especialmente diseñados para no distraer su atención mientras manejan, ya que la capacidad de concentración disminuye con la edad.

El uso intensivo de las comunicaciones, la información y las facilidades de transporte están produciendo

cambios tanto en la forma de vender, como en las características de los vendedores y de los productos que se venden. La pequeña y mediana empresa de Estados Unidos, de Europa, e incluso del Japón, se están convirtiendo en el sector más dinámico de exportadores. El crecimiento de las exportaciones de este sector es más veloz que el de las grandes empresas.

Un caso ilustrativo de lo anterior es el de un fabricante de peceras norteamericano que se dio cuenta que en el Japón hay un gran interés por los peces de colores, pero los espacios en las casas son reducidos. Diseñó una pecera vertical, que ahorra espacio, y ha tenido mucho éxito exportándolas al Japón. Pero hace diez años no lo hubiese podido hacer porque los costos de venta y distribución hubiesen sido demasiado elevados: hubiera necesitado montar una oficina en Japón, o tener un representante, hacer propaganda en los medios de comunicación masivos, etc. En cambio lo que hizo, en esta era de las comunicaciones, fue contratar un estudiante japonés en una universidad cercana, encargarle que buscara en las guías telefónicas del Japón los principales negocios especializados en mascotas, y que le preparara en japonés información respecto a su producto. Envío esa información por Fax, y una vez que obtuvo suficientes respuestas interesadas, viajó al Japón a cerrar contratos.

En el terreno de las relaciones laborales también se están produciendo cambios. Los Sindicatos pierden cada vez más su fuerza por una serie de motivos, entre los cuales están la globalización de la economía y los cambios de las políticas económicas de los gobiernos, así como el hecho de que las comunicaciones y el flujo de la información hacen más directas las relaciones entre el trabajador y la gerencia, y que la multiespecialidad del trabajador y la gerencia, y que la multiespecialidad del trabajador de la era post-fordista, así como la automatización y la producción flexible, permiten una rápida reasignación de tareas. Como consecuencia inmediata, vemos una declinación de la importancia de los líderes sindicales y una pérdida del poder de la huelga como instrumento de presión en las negociaciones.

Están surgiendo sindicatos en ciertos países, como en México por ejemplo, que cambian el contexto de las negociaciones en concordancia con las nuevas tendencias y, en vez de presentar esquemas de negociación basados en demandas salariales o aspectos de cambio e innovación y aprovechan el hecho de que las nuevas tendencias hacia las redes, hacia las nuevas tecnologías de gerencia (como reingeniería, calidad total, justo a tiempo, etc.) requieren de una participación más directa y voluntaria de parte de los trabajadores.

El concepto de la calidad es quizás el que mejor refleja los cambios que se han venido produciendo en lo que respecta a la relación del trabajador con los métodos de gerencia y de producción.

Cuando yo estudiaba en la Universidad Nacional de Ingeniería, se hablaba de Control de Calidad. El término control refleja ya la existencia de funciones separadas entre la producción y la responsabilidad por la calidad. La calidad era controlada por un grupo, un departamento, distinto del de la producción. Los encargados de controlar la calidad no se involucraban en la producción; eran más bien los policías que detectaban errores y establecían regulaciones para corregirlos o evitarlos.

Cierto tiempo después empezó a hablarse del aseguramiento de la calidad. El aseguramiento de la calidad ya implica una relación más estrecha entre quien produce y quien es responsable de la calidad. Implica una corresponsabilidad por la calidad y por lo tanto una relación de alianza entre el Departamento de Calidad y el Departamento de Producción distinta a la de controlador y controlado que había antes.

La calidad total, en boga ahora, implica un paso adicional que es el de consolidar en un sólo concepto los de producción y de calidad. Lo que hay que hacer, debe hacerse

bien, y desde el primer momento.

Surgen entonces una variedad de métodos y sistemas que, analizados en detalle, son una combinación de Ingeniería Industrial con Dinámica de Grupos, es decir una Ingeniería Industrial participatoria en la que las cosas no se hacen de acuerdo a las instrucciones de un experto, sino a consensos logrados con la facilitación que da el experto.

Volviendo a los sindicatos, aquellos que se han dado cuenta de la nueva situación negocian ahora en términos de la participación de los trabajadores en todos esos métodos innovativos, y de un reparto de las utilidades adicionales que esos métodos producen.

Para ello, deben conocer bien los nuevos métodos, las ventajas que traen a la empresa, lo que significan para los trabajadores y lo que deberían recibir éstos por su participación en los incrementos de productividad y de utilidades.

Además, los niveles de participación de los trabajadores que se requieren para utilizar con efectividad las nuevas técnicas de gestión, le dan a todos los participantes en la empresa una nueva capacidad de manejo, de poder (en inglés se usa el término "empowering") que está muy ligado a la ruptura de las estructuras de las que hablábamos antes.

En resumen, se está produciendo un cambio conceptual respecto a lo que es la gestión en la empresa, la administración, la producción, las relaciones de la empresa con sus proveedores y sus clientes. Se habla ahora de la empresa ampliada, en la que participan los proveedores, los dueños, los empleados, los clientes, y todos deben ser escuchados y atendidos.

Llegamos así al tercer elemento de esta charla: el Ingeniero Industrial. Como ya lo mencioné, yo soy ingeniero mecánico y para serles franco, tenía una idea muy general de las funciones del Ingeniero Industrial hasta que hace pocos años, mi hijo entró a estudiar Ingeniería Industrial y un amigo, que es médico, me pidió que le explicara que es un Ingeniero Industrial y en que se diferencia de un Administrador de Empresas, por ejemplo.

Empecé a indagar un poco sobre el tema, sobre todo en lo que se refiere a la segunda parte de la pregunta y encontré que incluso habían Ingenieros Industriales que no tenían muy clara la respuesta.

Creo que la principal diferencia entre el Ingeniero Industrial y el Administrador de Empresas radica en lo que ha sido el eje de esta conferencia: la tecnología. El Ingeniero Industrial tiene un manejo de la tecnología que le permite ver por un lado el mundo

de la técnica y por otro el de la gerencia y la administración y le da la posibilidad de convertirse en el nexo entre lo que significa la operación de la institución como empresa y lo que tiene que ver con la institución como centro de producción. El Ingeniero Industrial tiene una relación con la tecnología que le permite captar y manejar aspectos técnicos, en una forma que el Administrador de Empresas no está preparado para hacerla.

Esta característica de nexo del Ingeniero Industrial es algo que debe tenerse muy en cuenta cuando se diseñan los planes de estudios para las Facultades de Ingeniería Industrial.

Hay una tendencia en las diversas ramas de la Ingeniería hacia la superespecialización, hacia la concentración. Esto hace necesaria la existencia de un intérprete entre especialistas, un relacionador, que puede tener un conocimiento no tan profundo sobre diseño mecánico como el que tiene un Ingeniero Mecánico especializado, pero que es capaz de entenderlo y ayudarlo a traducir sus ideas en procesos y en productos, y a gestionar, manejar, ese conocimiento tecnológico. Justamente, creo que en el centro mismo de lo que es la Ingeniería Industrial está la gestión tecnológica, es decir el manejo del conocimiento, del cambio y de la innovación dentro de la empresa.

El Ingeniero Industrial debe ser capaz de negociar, discutir, conversar, en fin entender, a quien tiene que producir algo, a quien tiene que venderlo, a quien tiene que suministrar los medios técnicos para que eso se produzca, a quien tiene que hacer las adaptaciones para que esa tecnología funcione. Debe ser el constructor de las redes de las que hablábamos antes y poder adaptar y adoptar todos esos nuevos métodos de gerencia, y estar en el centro de la innovación en la institución.

Todo esto significa un gran reto, es ir contra la corriente, buscando la generalización en un contexto de constante especialización. No se trata, sin embargo, de una generalización vaga sino de una visión general que permita organizar a los especialistas como grupo consistente y manejar los nuevos elementos y conceptos que surgen en el entorno de la Empresa.

Además, como todo en este mundo actual, la Ingeniería Industrial está también cambiando, exigiendo de quienes las practican nuevas visiones, nuevas capacidades, y una gran aptitud para lograr consensos.