

## LA COMPETITIVIDAD EN LA INDUSTRIA Y LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

David Mauricio S.\*

### RESUMEN

El presente trabajo describe los factores internos y externos que definen la competitividad de las industrias y empresas de servicios. También describe el uso de las ingenierías de sistemas y de informática y de las ciencias de la computación con miras a conseguir excelencia en la competitividad.

**Palabras claves :** Competitividad. Ingeniería de Sistemas. Manufacturación Asistido por Computador.

### ABSTRACT

The following research describes the internal and external factors that define the competitiveness of the industries and service enterprises. Also describes how the application of system engineering, information technology and computer science enable to achieve excellence in competitiveness.

**Key words :** Competitivity. Engineering of Systems. Computer Assisted Manufacturing.

### INTRODUCCIÓN

La tendencia de la economía mundial es de una economía globalizada, esto es, una economía que no presenta fronteras limitadas por naciones o leyes regionales de proteccionismo. Esta tendencia se extiende para otros sectores culturales y sociales; y su velocidad de expansión es acelerada debido a las constantes reducciones de los costos de comunicación y a las nuevas tecnologías de telecomunicación (Internet).

La economía de globalización tiene como principio básico la "apertura de mercado" y fue diseñado para introducir productos y servicios en mercados cerrados o altamente protegidos. En las décadas de los 80 y 90, la mayoría de los países de América Latina reducen el proteccionismo a sus mercados internos y adoptan una política económica en cierta forma neoliberal; políticas exigidas por los organismos internacionales de créditos, para el financiamiento y "fortalecimiento" de economías nacionales.

La apertura de mercados tiene entre sus consecuencias el crecimiento o recesión de algunos sectores industriales. Un ejemplo de este hecho es la

apertura del mercado de cueros en Brasil, que en los primeros 3 años de la década del 90 trajo una enorme contracción a la industria nacional, debido al ingreso de productos asiáticos; entretanto, en el mismo periodo el sector de productos de belleza creció en 10%. Un otro ejemplo de este hecho, es la apertura del mercado peruano, que en la década del 90, trajo como consecuencia recesión y contracción en algunos sectores industriales, como es el caso del sector manufacturero, que en enero de 1999 utilizaba el 56.9% de su potencial productivo (SNI, 1999); entretanto, en los tres últimos años, el sector minero presentó un crecimiento anual del 6.87% (INEI, 2000).

Una explicación del crecimiento industrial es dada porque la apertura de mercados implica mayor población de clientes para ser atendidos, lo que se traduce en aumento de la producción y como consecuencia crecimiento industrial y económico. De igual forma la recesión o contracción puede ser explicada dado que la apertura de mercados también implica la participación de más industrias o empresas de servicios que producen u ofrecen el mismo o un similar producto y/o servicio para el mismo mercado.

Entonces, ¿cuál es el principal factor que hace a una industria o empresa de servicio crecer o entrar en recesión?. Responder a esta pregunta es crucial para establecer planes de desarrollo industrial y por consiguiente nacional.

\* Doctor en Ingeniería. Facultad de Ingeniería de Sistemas. UNMSM. E-mail : dms@terra.com.pe

*La esencia del crecimiento o recesión de una industria, una región o una nación es su nivel de competitividad.*

Ser competitivos significa imponerse en el mercado interno y externo. Esto, tiene como consecuencia el aumento de la producción, la generación de riquezas, y la generación de empleos. Ser competitivos resuelve en grande parte el problema de desempleo y subempleo que actualmente vive el Perú.

Ciertamente, la ingeniería de sistemas, ingeniería de informática y las ciencias de la computación referenciadas en este trabajo como ingeniería de sistemas y afines, juegan un rol decisivo en la búsqueda de la excelencia en la competitividad.

En el presente trabajo son abordados los factores que definen el grado de competitividad y el uso de la ingeniería de sistemas y afines para mejorar la competitividad en la industria y servicio.

El trabajo es organizado como sigue. En la sección dos se estudia los factores internos y externos que influyen en la competitividad. En la tercera sección se describe el uso de las áreas de ingeniería de sistemas y afines para conseguir mejores condiciones de competitividad. Terminamos con algunas conclusiones en la cuarta sección.

## FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS QUE DEFINEN LA COMPETITIVIDAD

Los factores que definen el grado de competitividad en la industria y servicios pueden ser clasificados en factores internos y externos. Los factores internos son aquellos que dependen directamente de la organización y sobre las cuales la organización puede actuar; entretanto los factores externos no dependen de la organización.

### Factores internos

Pueden ser agrupados en tres áreas: calidad, eficiencia e innovación.

- **Calidad.** Se entiende por calidad a productos y servicios que atienden a determinados padrones de satisfacción del cliente.

La calidad es un factor bastante preponderante en el momento de la compra (Rice, 1990). Algunos mercados regionales exigen para los productos y servicios sello de calidad ISO, licencia del ministerio de salud, entre otras garantías.

Tanto la seguridad y la rapidez en las entregas, y los servicios de postventa pueden ser considerados como parte del proceso de calidad en el servicio de atendimento al cliente.

- **Eficiencia.** Es producir con menor esfuerzo posible. Desde los puntos de vista económico y de producción, esto significa respectivamente menores costos y mayor productividad.

Es conocido que para obtener mayor eficiencia se requiere del uso de adecuadas técnicas de gestión y de tecnologías (automatización industrial, automatización de procesos, automatización de la información, etc.)

Con la invasión de productos japoneses en los mercados de E.U. y Europa muchas industrias descubren en la década de los 80 que los factores internos de eficiencia y calidad son la base de la competitividad (Krajewski & Ritman, 1990, y CCE, 1993). Durante la década del 90, con la aparición en el mercado de productos cada vez más innovadores, un tercer factor se torna importante para definir competitividad (Braun, 1997).

- **Innovación.** Se refiere a productos o servicios que atienden a nuevas necesidades (muchas de ellas introducidas por el nuevo producto y/o servicio).

La tecnología celular frente a la telefonía por cable o residencial es un ejemplo de producto innovador. La innovación de los productos reduce el ciclo de vida de estos en el mercado. Además un producto innovador con aceptable calidad y precio, en general, reduce el mercado del producto antecesor al extremo de eliminarlo. Un ejemplo de este hecho, constituye el televisor a color que desplazó al televisor en blanco y negro; actualmente éste último no se fabrica más.

Para conseguir innovación es necesario de mucha investigación y desarrollo. Para la industria nacional, esto sólo será posible a través de alianzas estratégicas entre industrias, institutos de investigación (universidades) y gobierno. Nuevas tecnologías y productos están actualmente en desarrollo, y dentro de algunos años serán parte del mercado.

Un producto será competitivo si es innovador, presenta un precio accesible y razonable, y tiene calidad aceptable.

Un ejemplo de la importancia de los factores internos es dado por la planta de Motorola-Quasar en E.U. (Meredith, 1992). En 1977, dicha planta producía 1000 aparatos de Tv con 1000 empleados. El mismo año dicha instalación fue adquirida por Matsushita; dos años más tarde, las reparaciones se redujeron en un 95%, los gastos derivados de las garantías se redujeron en un 88% y la producción pasó a 2000 aparatos diarios, todo ello con los mismos trabajadores, una plantilla.

Los factores internos no son los únicos que definen el nivel de competitividad. Existen factores exógenos

a la organización que pueden influir positiva o negativamente en la competitividad.

### Factores Externos

A seguir se presenta algunos factores externos que influyen directa o indirectamente en la competitividad.

- Marco legal
- Política de comercio exterior
- Incentivos fiscales
- Fenómenos naturales
- Infraestructuras
- Inversión económica
- Política internacional de medio ambiente
- Política monetaria y de inflación
- Crisis económicas internacionales
- Condiciones laborales y sindicales

El marco legal se refiere a las leyes que dan seguridad a la inversión y establecen las reglas de juego para las industrias y empresas de servicios.

Los aranceles constituyen el principal mecanismo de acción dentro de una política de comercio exterior.

Los fenómenos naturales son imprevisibles o previsibles aproximadamente. El fenómeno imprevisible más destacado en el Perú son los sismos, dado que el país se ubica en una región con grandes fallas geológicas. El fenómeno de "El Niño" constituye un fenómeno previsible, dado su periodicidad conocida. Los fenómenos naturales generan pérdidas cuantiosas y pueden dañar parte del aparato productivo, y la infraestructura; generando aumento de costos, atrasos de entrega, reducción de la producción, etc. De ahí la importancia de realizar obras preventivas, como son reforestación y contención en áreas con riesgos de huaicos, canalización y limpieza de ríos, uso de tecnología antisísmica para edificaciones, etc.

La infraestructura es indispensable para la exportación y para atender el mercado interno. Este es constituido por puertos, aeropuertos, carreteras, líneas telefónicas, redes de comunicación, redes de agua, redes eléctricas, etc. De hecho constituye un factor indispensable para ser competitivo en una economía de mercado.

La inversión económica también juega un factor importante en la competitividad, esto puede significar modernización del aparato productivo, reducción de costos de servicios, etc.

Las crisis económicas internacionales constituyen un factor relevante, pues ella trae como consecuencia inseguridad en las inversiones económicas en mercados emergentes como el Perú.

Las recientes políticas internacionales de medio ambiente, establecen nuevos padrones de consumo y de producción. Por ejemplo, en el Brasil, los detergentes biodegradables han eliminado del mercado a los detergentes tradicionales

El factor mano de obra y las condiciones laborales constituyen un costo fijo en el proceso productivo. En el Perú, este factor es positivo en relación con nuestros competidores latinos, dado que el salario medio de los profesionales en el Perú es menor que en Brasil, México, Argentina y Chile.

*Para poder ser más competitivos deben existir condiciones externas ventajosas que permitan que los productos y/o servicios locales compitan con los productos importados al extremo de imponerse en los mercados internacionales.*

El caso de espárragos en E.U. muestra como se consigue competitividad al sector nacional de espárragos norteamericano a través del factor de aranceles. Cuando hay cosecha de espárrago en E.U. la tasa de aranceles para este producto pasa de 0% para el 38%; esto significa un aumento de precios del 38% al espárrago importado, lo que lo torna menos competitivo frente al producto nacional norteamericano.

Es necesario establecer estrategias y acciones gubernamentales para cada factor externo a fin de tener las mejores condiciones de competitividad.

Dentro de las diversas áreas del saber de las ciencias e ingenierías que pueden servir para la mejora de la competitividad, se encuentra la ingeniería de sistemas y afines (ingeniería informática, ciencias de la computación, etc.). A continuación trataremos este último.

### EL USO DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AFINES PARA EL AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD.

La ingeniería de sistemas y afines constituyen herramientas indispensables para la búsqueda de la excelencia en la competitividad de las industrias y de las empresas de servicios. A seguir se describe sucintamente cómo ellas pueden ser usadas en los factores internos para mejorar la competitividad.

- **Calidad.** En el proceso de mejora de la calidad, existen los sistemas de inspección automática y los sistemas de control de calidad. Estos sistemas informan sobre las fallas en los procesos productivos y en algunos casos, su integración con el sistema de producción permite realizar en forma automática las correcciones debidas.

Para los servicios de postventa es posible desarrollar sistemas a la medida de cada organiza-

ción, que permitan hacer un mejor seguimiento de los servicios ofrecidos al cliente. Estos sistemas a su vez pueden estar integrados a los sistemas de ventas y de créditos, ofreciendo mejoras en el atendimento.

- **Eficiencia.** La eficiencia en la industria puede ser visualizada en los aparatos productivo y administrativo.

En el aparato administrativo se puede conseguir mejora de la eficiencia a través del uso de sistemas de información, sistemas de gestión, sistemas auxilio a la toma de decisiones, sistemas de intercambio electrónico de datos, sistemas de correo electrónico, etc.

En la actualidad los sistemas de información son indispensables para el normal funcionamiento de las organizaciones; entre estos sistemas, se encuentran los sistemas de ventas y facturación, sistemas contables y de costos, planillas, control de almacenes, sistemas de transacciones bancarias.

En un nivel superior a los sistemas de información se encuentran los sistemas de gestión y de auxilio a la toma de decisiones (decision support system). Estos sistemas usan las informaciones registradas en los sistemas de información para determinar tendencias de determinados hechos y generar alternativas óptimas para la toma de decisiones. Los sistemas de gestión y de auxilio a la toma de decisión involucran el uso de Datawarehouse, Inteligencia Artificial, Investigación de Operaciones y Programación Matemática. Un ejemplo de la mejora de la eficiencia en cuanto a la reducción de los índices de morosidad, es dado, por los servicios ofrecidos por las centrales de riesgos que usan grandes bases de datos y sistemas expertos para la clasificación de clientes por categorías de riesgos. El proceso de seleccionar clientes con riesgo total mínimo de inversión sólo puede ser obtenido a través de los sistemas de auxilio a la toma de decisión. Actualmente en el Perú, los procesos de clasificación de clientes por categorías de riesgos y la selección de los mismos con menor riesgo total de inversión, aún son realizados por equipos de expertos (personas). Sin duda estos procesos, pueden ser más eficientes en tiempo, costos y reducción de riesgos de inversión, a través del uso de sistemas expertos y de sistemas de auxilio a la toma de decisión.

Las acciones administrativas dentro de una organización son por lo general acompañadas de documentos. Dichos documentos requieren ser elaborados, firmados, enviados, verificados, etc.; sin duda tiempo y dinero son invertidos en estas actividades. La tendencia es hacer uso de los

medios de comunicación electrónica para la transferencia y control de documentos, esto conforma los llamados sistemas de intercambio electrónico de datos. Dichos sistemas presentan beneficios inmediatos en la reducción de costos de producción, transferencia y proceso de documentos, eliminación de errores producidos por la manipulación humana de datos, y aumento de la velocidad en el intercambio de documentos.

El mundo globalizado exige de estrategias globales en los negocios internacionales (Yip, 1992). Ciertamente la Internet y los sistemas informáticos basados en ésta, se toman cada vez más indispensables tanto en los negocios locales como internacionales (Gates, 1999); esto se explica, porque estas tecnologías en expansión, son cada vez más baratas, reducen los costos de las transacciones y del marketing, son cada vez más seguras y rápidas.

En el aparato productivo la mejora de la eficiencia es realizada mediante el uso de sistemas de información, sistemas de gestión de procesos, sistemas orientados al diseño automatizado (CAD), sistemas orientados a la asistencia en ingeniería (CAE) y los sistemas de fabricación asistida por computadora (CAM).

Los sistemas de información más conocidos son los sistemas de control de almacenes de materia prima e insumos, sistemas de control de la producción, sistemas de logística, etc.

Los sistemas de gestión más conocidos son los concernientes al planeamiento y programación óptimo de la producción, programación óptima de células de manufactura, sistemas de designación óptima de máquinas – tareas – trabajador. En el nivel de máquina de procesos se encuentran el CAM (Computer Aided Manufacturing). El CAM son sistemas empleados para el control directo de las máquinas de procesos y/o transporte y gestión de materiales.

La tendencia actual de los sistemas en las organizaciones es la integración de todos los sistemas tanto del aparato administrativo como del productivo, incluyendo los sistemas orientados a la concepción del producto. Dichos sistemas integrados son conocidos con la sigla CIM (Computer Integrate Manufacturing).

- **Innovación.** El CAD (Computer Aided Design) proporciona gráficos interactivos de apoyo al diseño de productos y componentes, herramientas y especificaciones. Estos sistemas permiten a los ingenieros, proveedores y clientes, formarse una idea de cómo va ser el producto y facilitan, por tanto, la aportación de sugerencias con anterioridad a que el producto se haya fabricado.

El CAD contribuye en la reducción del tiempo de respuestas a las necesidades iniciales y modificaciones de los clientes en el diseño de nuevos productos o partes.

El CAE (Computer Aided Engineering) consiste en un conjunto de subsistemas especializados basados en modelización de elementos finitos, que puede acelerar el ciclo de desarrollo de productos o piezas. Mediante el CAE se puede abordar estudios como los siguientes:

- Análisis mecánico estructural
- Análisis térmicos y magnéticos
- Estudios fluidodinámicos
- Evaluación de mecanismos
- Análisis cinéticos y dinámicos
- Simulaciones eléctricas y electrónicas
- Análisis balísticos y de lanzamiento de proyectiles, etc.

Mediante el CAE también es posible mejorar la calidad de productos así como reducir el tiempo de desarrollo de los mismos.

La constante competición en la búsqueda de la excelencia de nuevos productos hacen que el CAE se integre a los sistemas de optimización; esto es comprobado por ejemplo, en el primer congreso internacional en diseño óptimo de estructuras [8].

En el proceso de innovación de productos existen también softwares especializados de simulación para ensayos y pruebas, sistemas generadores de parámetros óptimos para el desarrollo de piezas y nuevos productos (vea por ejemplo, Mauricio y Treiguer, 1998).

Ciertamente el desarrollo de los muchos sistemas citados en esta sección requieren de otras áreas del saber. Por ejemplo los sistemas expertos requieren del conocimiento y experiencias de especialistas del área en estudio.

Los sistemas de apoyo a la ingeniería (CAE) requieren en su concepción y desarrollo de la participación de ingenieros y expertos; en muchos casos, estos sistemas son desarrollados por personal altamente calificado no graduado en sistemas, computación o informática.

## CONCLUSIONES

Para que las industrias y empresas de servicios aumente su nivel de competitividad es necesario que éstas realicen acciones orientadas a mejorar la calidad, eficiencia e innovación. También es indispensable que existan condiciones favorables en los factores externos.

Para la mejora de la competitividad a través de los factores internos es recomendable hacer alianzas

estratégicas entre organizaciones similares y afines, y los institutos de investigación (universidades).

El uso de la ingeniería de sistemas y afines es indispensable para ser más competitivo.

Todos los factores internos son influenciados positivamente por las tecnologías de la ingeniería de sistemas y afines.

La tendencia actual de economía globalizada exige que en el Perú, se amplíe el campo de acción de los cursos de graduación en ingeniería de sistemas y afines hacia el aparato productivo. Esto es indispensable para que las industrias y empresas de servicios alcancen la excelencia en la competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Braun, C.F., 1997**, Innovación Industrial - Investigación y Desarrollo: las Armas de los 90. Edit. Prentice Hall.
2. **Comisión de las Comunidades Europeas (CCC)1993**. Libro Blanco sobre Crecimiento, Competitividad y Empleo: Retos y Pistas para Entrar en el Siglo XXI,
3. **Krajewski, L. J. and Ritzman, L. P., 1990**. Operation Management: Strategy and Analysis, Addison - Wesley. USA.
4. **Gates, B., 1999** .Los Negocios en la Era Digital, Edit. Plaza Janes Ed., Barcelona.
5. **INEI, Perú en Cifras – Indicadores Económicos. 2000**, En : [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).
6. **Mauricio, D. and Treiguer, J. 1998**. Optimization of Forced Multi-input and Multi-output Dynamic System Response: The Minimum Vibration Problem. En Fourth World on Computational Mechanics, Buenos Aires.
7. **Meredith, J. R. 1992**. The Management of Operation, Edit. John Wiley and Sons.
8. **Proceedings of The World Congress on Optimal Design of Structural Systems, 1993**, Vol.I and Vol II, Rio de Janeiro, august 2-6.
9. **Rice, F. 1990**. How to deal with tougher customers. Fortune, 3 diciembre.
10. **Sociedad Nacional de Industrias (SNI) 1999**. Situación Industrial, Industria Peruana, Revista Institucional de la , No 726: 19-22, Marzo .
11. **Yip, G. S. 1992**. Total Global Strategy. Edit. Prentice-Hall. Inc. NJ. USA.